

*N° d'ordre :*

**UNIVERSITÉ DE SAÏDA– DR. MOULAY TAHAR**

**FACULTÉ DES SCIENCES**

**THÈSE**

Présentée pour obtenir le diplôme de

**DOCTORAT 3ÈME CYCLE**

**Spécialité : Environnement et gestion durable des ressources**

**Filière : biologie**

Par :

**MELLAL TAHAR**

Thème :

**CONTRIBUTION À L'ÉVALUATION DE L'ACTIVITÉ  
ALLELOPATHIQUE DE QUELQUES ESPÈCES  
D'ATRIPLEX**



Thèse soutenue le : 17/10/2019

devant le jury composé de :

- |                       |  |            |
|-----------------------|--|------------|
| 1.TERRAS Mohamed      | MCA. Université de Saïda – Dr. Moulay Tahar    | Président  |
| 2.LABANI Abderrahmane | Pr. Université de Saïda – Dr. Moulay Tahar     | Rapporteur |
| 3.BENABDELI Khéloufi  | Pr. Université de Mascara – Mustapha Stambouli | Examineur  |
| 4.MILOUDI Ali         | Pr. Université de Mascara – Mustapha Stambouli | Examineur  |
| 5.HACHEM Kadda        | MCA. Université de Saïda – Dr. Moulay Tahar    | Examineur  |

*Année universitaire : 2018-2019*

# Remerciements

*Les recherches présentées dans cette thèse ont été effectuées au Laboratoire des ressources hydriques et environnement du département de Biologie, de la Faculté des Sciences de l'Université Dr : Moulay Tahar de Saïda.*

*J'exprime mes profonds remerciements à mon directeur de thèse, le professeur **LABANI Abderrahmane** pour l'aide compétente qu'il m'a apportée, pour sa patience et son encouragement.*

*Je tiens à remercier monsieur **TERRAS Mohamed**. Directeur du laboratoire des « Ressources hydriques et environnement », pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence du jury. Qu'il trouve ici mes sincères impressions de gratitude et de respect.*

*Je me dois tout autant de remercier monsieurs **BENABDELI Kheloufi** et **MILOUDI Ali** Professeurs à l'université Mustapha Stambouli de Mascara, pour avoir accepté de faire partie du jury.*

*Mes profonds remerciements à monsieur **HACHEM Kadda**, Maître de conférences à l'université Moulay Tahar de Saïda, pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Je remercie ma femme et mes sœurs pour leurs sacrifices et encouragements et également mes enfants Abdeldjallil, Meslem et Ikram pour leurs aides.*

*Je n'oublie pas le chargé du laboratoire **HAMED Ahmed** pour son aide.*

*L'aboutissement de cette thèse a aussi été encouragé par de nombreuses discussions avec des collègues de disciplines variées. Je ne citerai pas de noms ici, pour ne pas en oublier certains.*

## ملخص

يعتمد عملنا على تقييم التأثيرات الأليوباثية على إنبات بذور *Stipa tenacissima*, *Artemisia herba-alba Asso*, *Lygeum spartum* ،

لقد تم إعداد المستخلصات المائية بتركيزات مختلفة: 2.5٪، 5٪، 10٪، 20٪ و 40٪ من الأوراق والجذور للنباتات التالية: *Atriplex nummularia*, *Atriplex canescens*, *Atriplex halimus* واستخدامها بشكل منهجي على البذور المذكورة أعلاه.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن المستخلصات الحيوية للتجارب لها تأثير كابح على معدل سرعة الإنبات، واستطالة النبات الفتية وكذا تطوير الجذر، الوزن الطازج والجاف للبراعم الجديدة. على النقيض من ذلك، أعلن نبات *Atriplex halimus* عن معدل تثبيط قوي جداً من *Atriplex* بالنسبة للنباتات الأخرى.

إن تناقص محتوى الكلوروفيل في *Artemisia herba-alba Asso* و *Stipa tenacissima* و *Lygeum spartum* بما يتناسب مع الزيادة في تركيز المستخلصات المائية لأوراق وجذور *Atriplex* الثلاثة أظهرت أعلى تأثيراً مشبهاً كبيراً على إنبات البذور، حيث تم إعداد أربعة أجزاء حول دراسة مضادات الأكسدة، من أوراق *Atriplex nummularia*، *Atriplex canescens*، *Atriplex halimus*، وكان الهدف من هذه الدراسة هو:

PPT (البوليفينول الكلي) و FLV (الفلافونويدات) و TC (حمض الطنطاليك)، من ناحية، وتقييم النشاط المضاد للأكسدة للجذور المائية (F/DieAE) جذر خلاص ثنائي ميثيل إيثيل (F/DcmAE) جذر خلاص ثنائي كلورو ميثان)، (F/n-BUOH) جذر البيوتانول (ماء/جذر ماء)، بأربعة طرق مختلفة: اختبار (DPPH، 2-2 ثنائي فينيل 1- بيكريل هيدرازيل)، اختبار (FRAP) نشاط مضادات الأكسدة بواسطة طريقة تخفيض الحديد)، اختبار (TBBC تبييض كاروتين)، اختبار (CAT إجمالي قدرة مضادات الأكسدة) عن طريق phosphomolybdate. توجد مستويات عالية من إجمالي البوليفينول والعفص المكثف في F/DieAE و F/DcmAE على التوالي. وبالتالي فإن محتويات الفلافونويد في F/DieAE و F/DcmAE متطابقة تقريباً.

أظهر جذر F/DcmAE نشاطاً مثيراً ومضاداً للأكسدة في جميع الاختبارات على حساب الجذور الأخرى F/DieAE و F/n-BUOH ومائي/F بواسطة نشاط مصيدة جذرية حرة DPPH و EC<sub>50</sub> كبيرة، أما قدرة تقليل شكل الحديد والقدرة الكلية المضادة للأكسدة في اختبار Mo (VI) أظهرت قيمة عالية في IC<sub>50</sub> لتبييض الكاروتين في نبات *Atriplex halimus* بالنسبة للإثنين الآخرين.

**الكلمات الرئيسية:** التقييم، التضاد البيوكيميائي، الإنبات، البوليفينول، الفلافونويدات، التانين، نشاط مضادات *Atriplex nummularia*, *Atriplex canescens*, *Atriplex halimus*، الأكسدة، الكلوروفيل، *Lygeum spartum*, *Stipa tenacissima* *Artemisia*, *herba Alba*,

# Résumé

Notre travail est basé sur l'évaluation des effets allélopathiques sur la germination des graines d'*Artemisia herba-Alba* Asso, *Stipa tenacissima* et *Lygeum spartum*. Des extraits aqueux à différentes concentrations : 2,5 %, 5 %, 10 %, 20 % et 40 % des feuilles et des racines d'*Atriplex nummularia* (FAN) et (RAN), d'*Atriplex canescens* (FAC) et (RAC), d'*Atriplex halimus* (FAH) et (RAH) ont été préparés, et utilisés méthodiquement sur les graines citées au-dessus. Les résultats obtenus montrent que les bioessais des extraits des atriplex ont un effet inhibiteur sur la vitesse de germination, l'allongement de la pousse, le développement racinaire, le poids frais et sec. En revanche l'*Atriplex halimus* déclare un taux d'inhibition très fort que les autres atriplex. La teneur en chlorophylle dans les feuilles d'*Artemisia herba-Alba* Asso, *Stipa tenacissima* et *Lygeum spartum* diminue proportionnellement à l'augmentation de la concentration des extraits aqueux de feuilles et de racines des trois Atriplex. Une concentration plus élevée a montré un effet inhibiteur significatif sur la germination des graines.

Pour l'étude antioxydante, quatre fractions hydroalcoolique et aqueuse, F/DieAE (la fraction diméthyle acétate éthyle) F/DcmAE (la fraction dichlorométhane acétate d'éthyle), F/n-BUOH (la fraction n-butanolique), F/Aqueuse (la fraction Aqueuse) ont été préparées, à partir des feuilles d'*Atriplex nummularia*, *Atriplex canescens* et *Atriplex halimus*. Cette étude avait comme objectif le dosage des PPT (polyphénols totaux), FLV (flavonoïdes) et TC (tanins condensés) d'une part, et d'autre part nous avons mené une évaluation de l'activité antiradicalaire de ces quatre fractions, par quatre méthodes différentes :

Test de DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazil), test de FRAP (l'activité antioxydante par la méthode de réduction du fer), test de TBBC (blanchissement du  $\beta$ -carotène), test de CAT (la capacité antioxydante totale) par la méthode de phosphomolybdate. Les teneurs élevées en polyphénols totaux et tanins condensés montraient une signification respective dans la F/DieAE et F/DcmAE, en revanche les teneurs de flavonoïdes en F/DieAE et en F/DcmAE sont presque identiques. La F/DcmAE avait montré une activité antioxydante intéressante et significative dans tous les tests que les autres fractions F/DieAE, F/n-BUOH, F/aqueuse par une activité de piégeage du radical libre DPPH de  $EC_{50}$ . Le Pouvoir réducteur du fer et la Capacité antioxydante totale du test de réduction de Mo (VI) a marqué une valeur de  $IC_{50}$  élevé de blanchissement du  $\beta$ -carotène par l'*Atriplex halimus* par rapport aux deux autres.

**Mots clés :** *Évaluation, Allélopathie, Atriplex canescens Atriplex nummularia Atriplex halimus, germination, chlorophylle, Artemisia herba-Alba, Lygeum spartum, Stipa tenacissima, polyphénols, flavonoïdes, tannins, activité antioxydante.*

# Abstract

*Our work is based on the evaluation of allelopathic effects on seed germination (Artemisia herba-alba Asso, Stipa tenacissima, Lygeum spartum). Aqueous extracts at different concentrations: 2.5%, 5%, 10%, 20% and 40% of the leaves and roots of Atriplex nummularia (LAN) and (RAN), Atriplex canescens (LAC) and (RAC), Atriplex halimus (LAH) and (RAH) were prepared and used methodically on the seeds mentioned above. The results obtained show that bioassay extracts of Atriplexes have an inhibitory effect on germination rate, elongation of shoot, root development, fresh and dry weight. In contrast the Atriplex halimus declares a very strong inhibition rate than the other Atriplexes. Chlorophyll content in leaves (Artemisia herba-alba Asso, Stipa tenacissima, Lygeum spartum) decreases in proportion to the increase in the concentration of aqueous extracts of leaves and roots of the three Atriplex. A higher concentration showed a significant inhibitory effect on seed germination. About the antioxidant study four fractions were prepared, from the leaves of Atriplex (nummularia, canescens, halimus), this study had as objective, the PPT (total polyphenols), FLV (flavonoids) and TC (condensed tannins), on the one hand, and an evaluation of the antiradical activity of the hydroalcoholic and aqueous fractions, F / DieAE (the fraction dimethyl ethyl acetate) F / DcmAE (dichloromethane ethyl acetate fraction), F / n-BUOH (n-butanol fraction), F / Aqueous (Aqueous fraction), by four different methods: DPPH test (2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazil), FRAP test (antioxidant activity by the iron reduction method), TBBC test ( $\beta$ -carotene bleaching), CAT test (total antioxidant capacity) by the method of phosphomolybdate. The high levels of total polyphenols and condensed tannins are in the F / DieAE and F / DcmAE respectively. Therefore, the flavonoid contents F / DieAE and F / DcmAE are almost identical. F / DcmAE had shown interesting and significant antioxidant activity in all tests that the other fractions F / DieAE, F / n-BUOH, F / aqueous by a free radical trap activity DPPH of C50 considerable, the reducing power of iron and the total antioxidant capacity of the Mo (VI) reduction test marked a high IC50 value of  $\beta$ -carotene bleaching for Atriplex halimus by contribution to the other two.*

**Key words:** Assessment, Allelopathy, Atriplex canescens Atriplex nummularia Atriplex halimus, germination, chlorophyll, Artemisia herba-alba, Lygeum spartum, Stipa tenacissima, polyphenols, flavonoids, tannins, antioxidant activity,

# Liste des figures

<b>Figure 1 :</b> Interférence entre plantes (Schweizer et Forschung,2004).....	8
<b>Figure 2 :</b> Les grandes voies de synthèse des métabolites secondaires et relations avec le métabolisme primaire (REGNAULT-ROGER,2008).....	9
<b>Figure 3 :</b> Voies de libération des molécules allélopathiques (REGNAULT-ROGER, 2008)	10
<b>Figure 4 :</b> Représentation schématique de la dynamique d'une communauté composée d'une espèce produisant des composés allélopathiques, d'une espèce résistante et d'une espèce sensible. Les valeurs sur les axes représentent l'abondance relative de chaque espèce. Les flèches représentent les trajectoires des communautés. D'après Czárán <i>et al.</i> , (2002) .....	11
<b>Figure 5 :</b> Origine des divers éléments constitutifs des semences sèches. (Come ; 1970).....	21
<b>Figure 6 :</b> Courbe théorique d'imbibition d'une semence (d'après Côme, 1982) .....	23
<b>Figure 7 :</b> Évolution de la teneur en eau et événements métaboliques associés à la germination des graines (Morot-Gaudry <i>et al.</i> 2009). .....	24
<b>Figure 8 :</b> Courbe de germination exprimant les pourcentages de germination en fonction du temps (Heller <i>et al.</i> , 1990). .....	25
<b>Figure 9 :</b> Structures chimiques de quelques antioxydants synthétiques .....	28
<b>Figure 10:</b> Structure de l'Aurone : flavonoïde. ....	29
<b>Figure 11:</b> Vitamine E .....	29
<b>Figure 12:</b> Vitamine C .....	29
<b>Figure 13:</b> Vitamine A .....	30
<b>Figure 14:</b> $\beta$ -carotène .....	30
<b>Figure 15:</b> la steppe algérienne source : NEDJRAOUI ET, 2008.....	32
<b>Figure 16:</b> Situation géographique des stations d'études (effectue sous Google earth 2019). 34	
<b>Figure 17:</b> Carte des sols de la wilaya de Saïda (source : BNEDER ,1992).....	35
<b>Figure 18:</b> carte d'occupation du sol Saïda (B.N.E.D.E.R ,2009).....	37
<b>Figure 19:</b> Protocole d'extraction liquide liquide des composées phénolique (Markham and Bloor, 1998 ; Wilfred and Nicholson, 2006). .....	46
<b>Figure 20:</b> La réponse de la germination des graines d' <i>Artemisia herba-Alba</i> , sous l'effet de changements des concentrations de (FAC), en fonction du temps (25 jours).....	51
<b>Figure 21:</b> La réponse de la germination des graines d' <i>Artemisia herba-Alba</i> , sous l'effet de changements des concentrations de (RAC), en fonction du temps (25 jours). .....	52
<b>Figure 22:</b> Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des feuilles d' <i>Atriplex canescens</i> . .....	52

<b>Figure 23:</b> Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des racines <i>d'Atriplex canescens</i> . .....	53
<b>Figure 24:</b> La réponse de la germination des graines <i>Lygeum spartum</i> , sous l'effet de changements des concentrations de (FAC), en fonction du temps (25 jours).....	57
<b>Figure 25:</b> La réponse de la germination des graines <i>Lygeum spartum</i> , sous l'effet de changements des concentrations de (RAC), en fonction du temps (25 jours). .....	58
<b>Figure 26:</b> Le (CV) et Le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des feuilles <i>d'Atriplex canescens</i> . .....	58
<b>Figure 27:</b> Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des racines <i>d'Atriplex canescens</i> . .....	59
<b>Figure 28:</b> La réponse de la germination des graines <i>Stipa tenacissima</i> , sous l'effet de changements des concentrations de (FAC), en fonction du temps (25 jours).....	63
<b>Figure 29:</b> La réponse de la germination des graines <i>Stipa tenacissima</i> , sous l'effet de changements des concentrations de (RAC), en fonction du temps (25 jours). .....	63
<b>Figure 30:</b> Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des feuilles <i>d'Atriplex canescens</i> . .....	64
<b>Figure 31:</b> Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des racines <i>d'Atriplex canescens</i> . .....	64
<b>Figure 32:</b> La réponse de la germination des graines <i>Artemisia herba Alba</i> ; sous l'effet de changements des concentrations de (FAN), en fonction du temps (25 jours). .....	68
<b>Figure 33:</b> La réponse de la germination des graines <i>Artemisia herba Alba</i> , sous l'effet de changements des concentrations de (RAN), en fonction du temps (25 jours). .....	68
<b>Figure 34:</b> Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des feuilles <i>d'Atriplex nummularia</i> . .....	69
<b>Figure 35:</b> Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des racines <i>d'Atriplex nummularia</i> . .....	70
<b>Figure 36:</b> La réponse de la germination des graines <i>Lygeum spartum</i> , sous l'effet de changements des concentrations de (FAN), en fonction du temps (25 jours). .....	74
<b>Figure 37:</b> La réponse de la germination des graines <i>Lygeum spartum</i> , sous l'effet de changements des concentrations de (RAN), en fonction du temps (25 jours). .....	75
<b>Figure 38:</b> Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des feuilles <i>d'Atriplex nummularia</i> .....	76
<b>Figure 39:</b> Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des racines <i>d'Atriplex nummularia</i> .....	76
<b>Figure 40:</b> La réponse de la germination des graines <i>de Stipa tenacissima</i> , sous l'effet de changements des concentrations de (FAN), en fonction du temps (25 jours). .....	80
<b>Figure 41:</b> La réponse de la germination des graines <i>Stipa tenacissima</i> , sous l'effet de changements des concentrations de (RAN), en fonction du temps (25 jours). .....	81

<b>Figure 42:</b> Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des feuilles <i>d'Atriplex nummularia</i> . .....	82
<b>Figure 43:</b> Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des racines <i>d'Atriplex nummularia</i> . .....	82
<b>Figure 44:</b> La réponse de la germination des graines <i>Artemisia herba Alba</i> , sous l'effet de changements des concentrations de (FAH), en fonction du temps (25 jours). .....	86
<b>Figure 45:</b> La réponse de la germination des graines <i>Artemisia herba Alba</i> , sous l'effet de changements des concentrations de (RAH), en fonction du temps (25 jours). .....	87
<b>Figure 46:</b> Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des feuilles <i>d'Atriplex Halimus</i> . .....	88
<b>Figure 47:</b> Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des racines <i>d'Atriplex Halimus</i> . .....	88
<b>Figure 48:</b> La réponse de la germination des graines <i>Lygeum spartum</i> , sous l'effet de changements des concentrations de (FAH), en fonction du temps (25 jours). .....	92
<b>Figure 49:</b> La réponse de la germination des graines <i>Lygeum spartum</i> , sous l'effet de changements des concentrations de (RAH), en fonction du temps (25 jours). .....	92
<b>Figure 50:</b> Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des feuilles <i>d'Atriplex Halimus</i> . .....	93
<b>Figure 51:</b> Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des racines <i>d'Atriplex Halimus</i> . .....	94
<b>Figure 52:</b> La réponse de la germination des graines <i>Stipa tenacissima</i> , sous l'effet de changements des concentrations de (FAH), en fonction du temps (25 jours). .....	97
<b>Figure 53:</b> La réponse de la germination des graines <i>Stipa tenacissima</i> , sous l'effet de changements des concentrations de (RAH), en fonction du temps (25 jours). .....	98
<b>Figure 54:</b> Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des feuilles <i>d'Atriplex Halimus</i> . .....	98
<b>Figure 55:</b> Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des racines <i>d'Atriplex Halimus</i> . .....	99
<b>Figure 56:</b> Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des phénols totaux. ....	105
<b>Figure 57 :</b> Courbe d'étalonnage de Quercétine pour le dosage de flavonoïdes. ....	105
<b>Figure 58:</b> Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des tanins. ....	105
<b>Figure 59 :</b> courbe d'étalonnage du Quercétine pour l'évaluation du FRAP et Phosphomolybdate (PPM). .....	105
<b>Figure 60:</b> Activité antioxydante de différentes fractions hydroalcooliques avec les trois standards, VitC, Quercétine, Acide Gallique. (A) réduction du radical libre DPPH' en régression linéaire (B) réduction du radical libre DPPH' en régression non linéaire. ....	108
<b>Figure 61:</b> Activités antioxydantes mesurées(dose-réponse) des fractions hydroalcooliques avec le BHT en utilisant le test de blanchissement du $\beta$ -carotène / l'acide linoléique. .	110

**Figure 62:** Activité antioxydante de différentes fractions hydroalcooliques avec les trois standards, VitC, Quercétine, Acide Gallique. (A) réduction du radical libre DPPH<sup>•</sup> en régression linéaire (B) réduction du radical libre DPPH<sup>•</sup> en régression non linéaire.... 114

**Figure 63:** Activités antioxydantes mesurées(dose-réponse) des fractions hydroalcooliques avec le BHT en utilisant le test de blanchissement du  $\beta$ -carotène / l'acide linoléique.. 115

**Figure 64:** Activité antioxydante de différentes fractions hydroalcooliques avec les trois standards, VitC, Quercétine, Acide Gallique. (A) réduction du radical libre DPPH<sup>•</sup> en régression linéaire (B) réduction du radical libre DPPH<sup>•</sup> en régression non linéaire.... 119

**Figure 65:** Activités antioxydantes mesurées(dose-réponse) des fractions hydroalcooliques avec le BHT en utilisant le test de blanchissement du  $\beta$ -carotène / l'acide linoléique.. 121

# Liste des Photos

<b>Photo 1</b> : Feuilles et racines de <i>l'Atriplex halimus</i> broyés en poudre fine .....	155
<b>Photo 2</b> : Feuilles et racines de <i>l'Atriplex nummularia</i> broyés en poudre fine .....	155
<b>Photo 3</b> : Feuilles et racines de <i>l'Atriplex canescens</i> broyés en poudre fine.....	155
<b>Photo 4</b> : les graines de <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Lygeum spartum</i> , <i>Artemisia herba Alba</i> .....	156
<b>Photo 5</b> : Macération des feuilles d' <i>atriplex canescens</i> 24g/300ml .....	156
<b>Photo 6</b> : La filtration des solutions brutes des feuilles et des racines d' <i>atriplex</i> .....	156
<b>Photo 7</b> : Germination des différents graines témoins.....	157
<b>Photo 8</b> : Germination des différentes graines sous la concentration 20% d' <i>Atriplex halimus</i> .....	157
<b>Photo 9</b> : logiciel Imagej v.10 pour la mesure des longueurs et les surfaces des végétaux....	157
<b>Photo 10</b> : Détermination de la longueur des feuilles et des racines des plantules d' <i>Artemisia herba-Alba</i> sous l'effet des extraits de feuilles d' <i>Atriplex canescens</i> (FAC).....	158
<b>Photo 11</b> : Détermination de la longueur des feuilles et des racines des plantules d' <i>Artemisia herba-Alba</i> sous l'effet des extraits de racines d' <i>Atriplex canescens</i> (RAC).....	158
<b>Photo 12</b> : Détermination de la longueur des feuilles et des racines des plantules de <i>Lygeum spartum</i> sous l'effet des extraits de feuilles d' <i>Atriplex halimus</i> (FAH) .....	158
<b>Photo 13</b> : Determinacion de la longitud de las hojas y raíces de las plántulas de <i>Lygeum spartum</i> bajo el efecto de los extractos de hojas de <i>Atriplex halimus</i> (RAH) .....	158
<b>Photo 14</b> : Détermination de la longueur des feuilles et des racines des plantules de <i>Stipa tenacissima</i> sous l'effet des extraits de feuilles d' <i>Atriplex nummularia</i> (FAC).....	159
<b>Photo 15</b> : Détermination de la longueur des feuilles et des racines des plantules de <i>Stipa tenacissima</i> sous l'effet des extraits de feuilles d' <i>Atriplex nummularia</i> (RAC).....	159
<b>Photo 16</b> : germination des graines ( <i>Lygeum spartum</i> , <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Artemisia herba Alba</i> ).....	159
<b>Photo 17</b> : Un ensemble d'Extracteur de Soxhlet.....	160
<b>Photo 18</b> : Extraction liquide liquide (ampoule de décantation) .....	160
Photo 19 : Préparation de la courbe d'étalonnage des polyphénols .....	161
<b>Photo 20</b> : Préparation de la courbe d'étalonnage du Quercétine.....	161
<b>Photo 21</b> : Préparation de la courbe d'étalonnage des tanins condensés.....	161
<b>Photo 22</b> : Les anomalie de croissance observée chez les jeunes pousses d' <i>Artemisia herba Alba</i> dans les lots (A1+A2) comparer avec le témoin (D).....	162
<b>Photo 23</b> : Malformations observées dans les graines au cours de la croissance des jeunes pousses de <i>Lygeum spartum</i> traités avec (A2+A3).....	162

**Photo 24 :** Les anomalies de croissance observées chez les jeunes pousses de *Lygeum spartum* dans les lots (B2+B3) comparées avec le témoin (D)..... 163

# Liste des tableaux

<b>Tableau 1:</b> Lieu de récolte des plantes et caractéristiques géographiques et bioclimatiques des stations d'études.....	39
<b>Tableau 2:</b> preparation des extraits des <i>Atriplex</i> .....	42
<b>Tableau 3:</b> les effets des extraits aqueux des feuilles <i>d'Atriplex canescens</i> sur la croissance <i>d'Artemisia herba-Alba</i> . .....	53
<b>Tableau 4:</b> les effets des extraits aqueux des racines <i>d'Atriplex canescens</i> sur la croissance <i>d'Artemisia herba-Alba</i> .....	56
<b>Tableau 5:</b> les effets des extraits aqueux des feuilles et des racines <i>d'Atriplex canescens</i> sur la teneur en chlorophylle accumulée dans les feuilles <i>d'Artemisia herba Alba</i> . .....	57
<b>Tableau 6:</b> Effet d'extrait aqueux des feuilles <i>d'Atriplex canescens</i> sur les paramètres de croissances de <i>Lygeum spartum</i> .....	59
<b>Tableau 7:</b> Effet d'extrait aqueux des racines <i>d'Atriplex canescens</i> sur les paramètres de croissances de <i>Lygeum spartum</i> .....	61
<b>Tableau 8:</b> les effets des extraits aqueux des feuilles et des racines <i>d'Atriplex canescens</i> sur la teneur en chlorophylle accumulée dans les feuilles <i>Lygeum spartum</i> .....	62
<b>Tableau 9:</b> Effet d'extrait aqueux des feuilles <i>d'Atriplex canescens</i> sur les paramètres de croissances de <i>Stipa tenacissima</i> .....	65
<b>Tableau 10:</b> Effet d'extrait aqueux des racines <i>d'Atriplex canescens</i> sur les paramètres de croissances de <i>Stipa tenacissima</i> .....	67
<b>Tableau 11:</b> les effets des extraits aqueux des feuilles et des racines <i>d'Atriplex canescens</i> sur la teneur en chlorophylle accumulée dans les feuilles des <i>Stipa tenacissima</i> .....	67
<b>Tableau 12:</b> Effet des Extraits aqueux des feuilles <i>d'Atriplex nummularia</i> sur les paramètres de croissances <i>d'Artemisia herba Alba</i> .....	70
<b>Tableau 13:</b> Effet des Extraits aqueux des racines <i>d'Atriplex nummularia</i> sur les paramètres de croissances <i>d'Artemisia herba Alba</i> . .....	73
<b>Tableau 14:</b> les effets des extraits aqueux des (RAN) sur la teneur en chlorophylle accumulée dans les feuilles <i>d'Artemisia herba-Alba</i> .....	74
<b>Tableau 15:</b> Effet d'extrait aqueux des feuilles <i>d'Atriplex nummularia</i> sur les paramètres de croissances de <i>Lygeum spartum</i> .....	77
<b>Tableau 16:</b> Effet d'extrait aqueux des racines <i>d'Atriplex nummularia</i> sur les paramètres de croissances de <i>Lygeum spartum</i> .....	79
<b>Tableau 17:</b> les effets des extraits aqueux des feuilles et des racines <i>d'Atriplex nummularia</i> sur la teneur en chlorophylle accumulée dans les feuilles de <i>Lygeum spartum</i> . .....	80
<b>Tableau 18:</b> Effet d'extrait aqueux des feuilles <i>d'Atriplex nummularia</i> sur les paramètres de croissances de <i>Stipa tenacissima</i> .....	83

<b>Tableau 19:</b> Effet d'extrait aqueux des racines <i>d'Atriplex nummularia</i> sur les paramètres de croissances de <i>Stipa tenacissima</i> .....	85
<b>Tableau 20:</b> les effets des extraits aqueux des feuilles et des racines <i>d'Atriplex nummularia</i> sur la teneur en chlorophylle accumulée dans les feuilles de <i>Stipa tenacissima</i> .....	85
<b>Tableau 21:</b> Effet d'extrait aqueux des feuilles <i>d'Atriplex halimus</i> sur les paramètres de croissances <i>d'Artemisia herba-Alba</i> .....	89
<b>Tableau 22:</b> Effet d'extrait aqueux des racines <i>d'Atriplex halimus</i> sur les paramètres de croissances <i>d'Artemisia herba Alba</i> .....	91
<b>Tableau 23:</b> les effets des extraits aqueux des feuilles et des racines <i>d'Atriplex halimus</i> sur la teneur en chlorophylle accumulée dans les feuilles <i>d'Artemisia herba Alba</i> .....	91
<b>Tableau 24:</b> Effet d'extrait aqueux des feuilles <i>d'Atriplex halimus</i> sur les paramètres de croissances de <i>Lygeum spartum</i> .....	94
<b>Tableau 25:</b> Effet d'extrait aqueux des racines <i>d'Atriplex halimus</i> sur les paramètres de croissances de <i>Lygeum spartum</i> .....	96
<b>Tableau 26:</b> les effets des extraits aqueux des feuilles et des racines <i>d'Atriplex halimus</i> sur la teneur en chlorophylle accumulée dans les feuilles de <i>Lygeum spartum</i> . .....	96
<b>Tableau 27:</b> Effet d'extrait aqueux des feuilles <i>d'Atriplex halimus</i> sur les paramètres de croissances de <i>Stipa tenacissima</i> .....	99
<b>Tableau 28:</b> Effet d'extrait aqueux des racines <i>d'Atriplex halimus</i> sur les paramètres de croissances de <i>Stipa tenacissima</i> .....	101
<b>Tableau 29:</b> les effets des extraits aqueux des feuilles et des racines <i>d'Atriplex halimus</i> sur la teneur en chlorophylle accumulée dans les feuilles de <i>Stipa tenacissima</i> . .....	102
<b>Tableau 30:</b> Résultats des tests de germination <i>d'Artemisia herba-Alba</i> (pépinière de Ain skhouna). .....	103
<b>Tableau 31:</b> Résultats des tests de germination <i>Lygeum spartum</i> (pépinière de Ain skhouna). .....	104
<b>Tableau 32:</b> Résultats des tests de germination <i>Stipa tenacissima</i> (pépinière de Ain skhouna / Norme ISTA). .....	104
<b>Tableau 33:</b> 1 Rendement des extraits des feuilles <i>d'Atriplex nummularia</i> . .....	106
<b>Tableau 34:</b> le contenu des composés phénoliques des quatre fractions des extraits de feuilles de <i>l'Atriplex nummularia</i> . .....	106
<b>Tableau 35:</b> les pourcentages d'inhibition et les valeurs de EC <sub>50</sub> déterminées dans les fractions des extraits de feuilles de <i>l'Atriplex nummularia</i> contre l'acide gallique et la Quercétine. ....	107
<b>Tableau 36:</b> Pouvoir réducteur (FRAP) et la capacité antioxydante totale (CAT) des différentes fractions hydroalcooliques de <i>l'Atriplex nummularia</i> avec les références standards, l'acide gallique et l'acide ascorbique à DO=700nm.....	109
<b>Tableau 37:</b> détermination de IC <sub>50</sub> du de blanchissement du β-carotène avec les fractions hydroalcooliques de <i>l'Atriplex nummularia</i> et le BHT.....	110

<b>Tableau 38:</b> Rendements des extraits des feuilles d' <i>Atriplex canescens</i> . .....	111
<b>Tableau 39:</b> le contenu des composés phénoliques des quatre fractions des extraits de feuilles de <i>l'Atriplex canescens</i> . .....	111
<b>Tableau 40:</b> les pourcentages d'inhibition et les valeurs de EC <sub>50</sub> déterminées dans les fractions des extraits de feuilles de <i>l'Atriplex canescens</i> contre l'acide gallique et la Quercétine. ....	112
<b>Tableau 41:</b> Pouvoir réducteur (FRAP) et la capacité antioxydante totale (CAT) des différentes fractions hydroalcooliques de <i>l'Atriplex canescens</i> avec les références standards, l'acide gallique et l'acide ascorbique à DO=700nm.....	114
<b>Tableau 42:</b> détermination de IC <sub>50</sub> du de blanchissement du β-carotène avec les fractions hydroalcooliques de <i>l'Atriplex canescens</i> et le BHT. ....	116
<b>Tableau 43:</b> Rendements des extraits des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i> . .....	116
<b>Tableau 44:</b> le contenu des composés phénoliques des quatre fractions des extraits de feuilles de <i>l'Atriplex halimus</i> . ....	117
<b>Tableau 45:</b> les pourcentages d'inhibition et les valeurs de EC <sub>50</sub> déterminées dans les fractions des extraits de feuilles de <i>l'Atriplex canescens</i> contre l'acide gallique et la Quercétine. ....	118
<b>Tableau 46:</b> Pouvoir réducteur (FRAP) et la capacité antioxydante totale (CAT) des différentes fractions hydroalcooliques de <i>l'Atriplex canescens</i> avec les références standards, l'acide gallique et l'acide ascorbique à DO=700nm.....	119
<b>Tableau 47:</b> détermination de IC <sub>50</sub> du de blanchissement du β-carotène avec les fractions hydroalcooliques de <i>l'Atriplex halimuss</i> et le BHT. ....	120

# Abréviations

BHA : butylhydroxyanisole

BHT : butylhydroxytoluène

B.N.E.D.E.R : Bureau National des Études pour le Développement Rural

CAT : capacité antioxydante totale (*Total antioxidant capacity*)

DMSO : Diméthyle sulphoxide

DO : densité optique

D.P.A.T : Direction de Planification et d'Aménagement de Territoire

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle

DRO : Dérivés réactifs de l'oxygène

EAA : équivalents d'acide ascorbique

EAG : équivalent d'acide gallique

EC : équivalent de catéchine

EC<sub>50</sub> (IC<sub>50</sub>) : concentration inhibitrice à 50 %

ERO : espèces réactives de l'oxygène

FAC : feuilles atriplex canescens

FAH : feuilles atriplex halimus

FAN : feuilles atriplex nummularia

FLV : Flavonoïdes

FLDDPS : Fonds pour la lutte contre la désertification et de développement du pastoralisme et de la steppe

FRAP : Capacités réductrices ferriques d'antioxydants (*Ferric reducing/antioxidant power*)

F/Aqueuse : fraction aqueuse

F/DcmAE : fraction dichlorométhane acétate d'éthyle

F/DieAE : fraction d'éthyle acétate d'éthyle

F/n-BUOH : fraction butanolique

INH : Inhibition

INRF : Institut national de recherche forestière

GCA : Générale des concessions agricoles

GE : Gramme Extrait

HCDS : Haut-Commissariat au Développement de la Steppe

LPA : Longueur des parties aériennes

LPR : Longueur des parties racinaires  
MgEAG : milligramme équivalent Acide gallique  
MgEC : milligramme équivalent Catéchine  
MgEQ : milligramme équivalent Quercétine  
Mo : Molybdate  
MS : Matière sèche  
NO<sup>•</sup> : Le monoxyde d'azote  
OH : Groupe hydroxyle  
O<sub>2</sub><sup>•-</sup> : L'anion radicalaire superoxyde  
ONOO<sup>•</sup> : Le peroxydinitrite  
<sup>•</sup>O-O<sup>•</sup> : L'oxygène singulet  
P.D.A.R : Projets de développement agricole et rural  
PF : Poids frais  
PG : gallate de propyle  
PL : Peroxydation lipidique  
PPT : polyphénols totaux  
PPDRI : Projets de proximité de développement rural intégré  
PS : Poids sec  
RAC : Racine *atriplex canescens*  
RAH : Racine *Atriplex halimus*  
RAN : Racine *atriplex nummularia*  
RL : Radicaux libres  
S.A.T.E.C :  
SAU : Surface agricole utile  
STIM : Stimulation  
TBBC : Test de blanchissement du  $\beta$ -carotène  
TBHQ : Ter-butylhydroquinone  
TC : Tanins condensés  
TG : Taux de germination  
UV : Ultraviolet

## Table des matières

<i>Remerciements</i> .....	<b>I</b>
<b>المخلص</b> .....	<b>II</b>
<i>Résumé</i> .....	<b>III</b>
<i>Abstract</i> .....	<b>IV</b>
<i>Liste des figures</i> .....	<b>V</b>
<i>Liste des Photos</i> .....	<b>VI</b>
<i>Liste des tableaux</i> .....	<b>VII</b>
<i>Abréviations</i> .....	<b>VIII</b>
<i>Introduction générale</i> .....	<b>02</b>
<b><i>Partie bibliographique</i></b> .....	<b>05</b>
<b>I. Généralité sur le phénomène d'Allélopathie</b> .....	<b>06</b>
I.1. Définition de l'allélopathie .....	<b>06</b>
I.2. Les principales substances allélochimiques ou phytochimiques .....	<b>06</b>
I.3. Le phénomène de l'allélopathie .....	<b>07</b>
I.4. Action des substances allélochimiques .....	<b>07</b>
I.5. Les allélochimiques dans les différents organes de la plante .....	<b>08</b>
I.5.1. Allélopathie et compétition .....	<b>08</b>
I.5.2. Allélopathie et métabolites primaires .....	<b>08</b>
I.5.3. Allélopathie et métabolites secondaires .....	<b>08</b>
I.5.4. Effets des allélochimiques sur les plantes .....	<b>09</b>
I.5.5. Effets allélochimiques de la rhizosphère .....	<b>09</b>
I.6. Allélopathie dans les écosystèmes naturels .....	<b>10</b>
I.7. Effet l'allélopathique sur le fonctionnement des écosystèmes .....	<b>10</b>
I.8. Allélopathie et interaction des plantes face au stress abiotique .....	<b>11</b>
<b>II. Présentation des Rangs botaniques des espèces étudiées</b> .....	<b>13</b>
II.1. <i>Atriplex halimus</i> . L .....	<b>13</b>
II.1.1. Description botanique et écologie .....	<b>13</b>
II.1.2. Propriétés et utilisation .....	<b>13</b>
II.1.3. Travaux antérieurs .....	<b>14</b>
II.2. <i>Atriplex canescens</i> (Pursh) Nutt .....	<b>14</b>
II.2.1. Description botanique et écologie.....	<b>14</b>
II.2.2. Propriétés et utilisation .....	<b>15</b>
II.2.3. Travaux antérieurs.....	<b>15</b>
II.3. <i>Atriplex nummularia</i> Lindl .....	<b>15</b>
II.3.1. Description botanique et écologie.....	<b>16</b>
II.3.2. Propriétés et utilisation.....	<b>16</b>
II.3.3. Travaux antérieurs .....	<b>16</b>
II.4. <i>Lygeum spartum</i> Loefl. ex L.....	<b>16</b>
II.4.1. Description botanique et écologie.....	<b>17</b>
II.4.2. Propriétés et utilisation.....	<b>17</b>
II.5. <i>Artemisia herba-Alba</i> Asso.....	<b>18</b>
II.5.1. Description botanique et écologie.....	<b>18</b>

II.5.2. Propriétés et utilisation.....	19
II.6. <i>Stipa tenacissima</i> L.....	19
II.6.1. Description botanique et écologie.....	19
II.6.2. Propriétés et utilisation.....	20
<b>III. Généralités sur la germination.....</b>	<b>21</b>
III.1. Les semences .....	21
III.2. Définition de la Germination .....	21
III.3. Morphologie et physiologie de la germination.....	22
III.4. Les différents types de germination.....	22
III.5. Conditions de la germination.....	22
III.5.1. Les conditions internes.....	23
III.6. Les obstacles à la germination.....	24
III.6.1. La dormance.....	24
III.7. Mesure de la germination.....	25
<b>IV. Radicaux libres et pouvoir antioxydant.....</b>	<b>27</b>
IV.1. Généralité.....	27
IV.2. Définition .....	27
IV.3. Différents types des radicaux libres.....	27
IV.4. Les effets oxydatifs des radicaux libres .....	27
IV.5. Les Antioxydants .....	28
IV.5.1. Définition .....	28
IV.5.2. Classification des antioxydants.....	28
IV.5.2.1. Antioxydants synthétiques.....	28
IV.5.3. Types et sources d'antioxydants.....	28
IV.5.3.1. Les composés phénoliques (Les polyphénols) .....	28
IV.5.3.2. Les flavonoïdes.....	28
IV.5.3.3. Les antioxydants d'origine végétale.....	29
<b>Partie expérimentale.....</b>	<b>31</b>
I. Description des zones des collectes de matériels végétales .....	32
I.1. Présentation de la steppe algérienne .....	32
I.2. Description géographique des zones de collecte du matériel végétal.....	32
I.2.1. Commune de Ain Skhouna.....	32
I.2.2. Commune de Mâamora.....	33
I.2.3. Commune de Moulay Larbi.....	33
I.2.4. Les caractéristiques édaphiques.....	34
I.2.5. Occupation du sol steppique.....	35
I.2.6. Aspects climatiques et bioclimatiques.....	37
<b>II. Bioessai de l'effet allélopathique.....</b>	<b>39</b>
II.1. Matériels et méthodes.....	39
II.1.1. La récolte du matériel végétal.....	39
II.1.2. Le traitement des semences .....	39
II.1.3. Préparation des extraits.....	40
II.1.3.1. Séchage et broyage.....	40
II.1.3.2. Extraction solide liquide.....	40



I.1.4. Effets des extraits aqueux des racines <i>d'Atriplex canescens</i> sur la germination <i>d'Artemisia herba-Alba</i> .....	54
I.1.4.1. Effet sur le taux de germination.....	54
I.1.4.2. Effet sur la longueur des parties aériennes .....	55
I.1.4.3. Effet sur la longueur des parties racinaires.....	55
I.1.4.4. Effet sur le poids frais .....	55
I.1.4.5. Effet sur le poids sec .....	55
I.1.5. Effet sur la teneur en chlorophylle.....	56
<b>I.2. Résultats de l'effet allélopathique des extraits aqueux des feuilles et des racines <i>d'Atriplex canescens</i> sur la germination de <i>Lygeum spartum</i>.....</b>	<b>57</b>
I.2.1. Cinétique de la germination.....	57
I.2.2. Vitesse de germination.....	58
I.2.3. Effets des extraits aqueux des feuilles <i>d'Atriplex canescens</i> sur la germination de <i>Lygeum spartum</i> .....	59
I.2.3.1. Effet sur le taux de germination .....	59
I.2.3.2. Effet sur la longueur des parties aériennes .....	60
I.2.3.3. Effet sur la longueur des parties racinaires .....	60
I.2.3.4. Effet sur le poids frais .....	60
I.2.3.5. Effet sur le poids sec .....	60
I.2.4. Effets des extraits aqueux des racines <i>d'Atriplex canescens</i> sur la germination de <i>Lygeum spartum</i> .....	60
I.2.4.1. Effet sur le taux de germination.....	60
I.2.4.2. Effet sur la longueur des parties aériennes .....	61
I.2.4.3. Effet sur la longueur des parties racinaires .....	61
I.2.4.4. Effet sur le poids frais .....	61
I.2.4.5. Effet sur le poids sec .....	61
I.2.5. Effet sur la teneur en chlorophylle.....	62
<b>I.3. Résultats de l'effet allélopathique des extraits aqueux des feuilles et des racines <i>d'Atriplex canescens</i> sur la germination de <i>Stipa tenacissima</i>.....</b>	<b>62</b>
I.3.1. Cinétique de la germination.....	62
I.3.2. Vitesse de germination.....	63
I.3.3. Effets des extraits aqueux des feuilles <i>d'Atriplex canescens</i> sur la germination de <i>Stipa tenacissima</i> .....	64
I.3.3.1. Effet sur le taux de germination .....	64
I.3.3.2. Effet sur la longueur des parties aériennes .....	65
I.3.3.3. Effet sur la longueur des parties racinaires .....	65
I.3.3.4. Effet sur le poids frais .....	65
I.3.3.5. Effet sur le poids sec .....	65
I.3.4. Effets des extraits aqueux des racines <i>d'Atriplex canescens</i> sur la germination de <i>Stipa tenacissima</i> .....	66
I.3.4.1. Effet sur le taux de germination .....	66
I.3.4.2. Effet sur la longueur des parties aériennes .....	66
I.3.4.3. Effet sur la longueur des parties racinaires .....	66
I.3.4.4. Effet sur le poids frais .....	66
I.3.4.5. Effet sur le poids sec.....	66

I.3.5. Effet sur la teneur en chlorophylle.....	67
<b>I.4. L'effet allélopathique des extraits aqueux des feuilles et des racines d'<i>Atriplex nummularia</i> sur la germination d'<i>Artemisia herba-Alba</i>.....</b>	<b>68</b>
I.4.1. Cinétique de la germination.....	68
I.4.2. Vitesse de germination.....	69
I.4.3. Effets des extraits aqueux des feuilles d' <i>Atriplex nummularia</i> sur la germination d' <i>Artemisia herba-Alba</i> .....	70
I.4.3.1. Effet sur le taux de germination .....	70
I.4.3.2. Effet sur la longueur des parties aériennes .....	71
I.4.3.3. Effet sur la longueur des parties racinaires .....	71
I.4.3.4. Effet sur le poids frais.....	71
I.4.3.5. Effet sur le poids sec .....	71
I.4.4.Effets des extraits aqueux des racines d' <i>Atriplex nummularia</i> sur la germination d' <i>Artemisia herba-Alba</i> .....	71
I.4.4.1. Effet sur le taux de germination.....	71
I.4.4.2. Effet sur la longueur des parties aériennes.....	72
I.4.4.3. Effet sur la longueur des parties racinaires.....	72
I.4.4.4. Effet sur le poids frais .....	72
I.4.4.5. Effet sur le poids sec.....	72
I.4.5. Effet sur la teneur en chlorophylle.....	73
<b>I.5. Résultats de l'effet allélopathique des extraits aqueux des feuilles et des racines d'<i>Atriplex nummularia</i> sur la germination de <i>Lygeum spartum</i>.....</b>	<b>74</b>
I.5.1. Cinétique de germination.....	74
I.5.2. Vitesse de germination.....	75
I.5.3. Effets des extraits aqueux des feuilles d' <i>Atriplex nummularia</i> sur la germination de <i>Lygeum spartum</i> .....	76
I.5.3.1. Effet sur le taux de germination .....	76
I.5.3.2. Effet sur la longueur des parties aériennes .....	77
I.5.3.3. Effet sur la longueur des parties racinaires.....	77
I.5.3.4. Effet sur le poids frais .....	77
I.5.3.5. Effet sur le poids sec .....	77
I.5.4. Effets des extraits aqueux des racines d' <i>Atriplex nummularia</i> sur <i>Lygeum spartum</i> .....	78
I.5.4.1. Effet sur le taux de germination .....	78
I.5.4.2. Effet sur la longueur des parties aériennes.....	78
I.5.4.3. Effet sur la longueur des parties racinaires .....	78
I.5.4.4. Effet sur le poids frais .....	78
I.5.4.5. Effet sur le poids sec .....	78
I.5.5. Effet sur la teneur en chlorophylle.....	79
<b>I.6.Résultats de l'effet allélopathique des extraits aqueux des feuilles et des racines d'<i>Atriplex nummularia</i> sur la germination de <i>Stipa tenacissima</i>.....</b>	<b>80</b>
I.6.1. Cinétique de germination.....	80
I.6.2. Vitesse de germination.....	81
I.6.3. Effets des extraits aqueux des feuilles d' <i>Atriplex nummularia</i> sur la germination de de <i>Stipa tenacissima</i> .....	82
I.6.3.1. Effet sur le taux de germination .....	82

I.6.3.2. Effet sur la longueur des parties aériennes.....	83
I.6.3.3. Effet sur la longueur des parties racinaires.....	83
I.6.3.4. Effet sur le poids frais .....	83
I.6.3.5. Effet sur le poids sec.....	83
I.6.4. Effets des extraits aqueux des racines <i>d'Atriplex nummularia</i> sur la germination de <i>Stipa tenacissima</i> .....	84
I.6.4.1. Effet sur le taux de germination .....	84
I.6.4.2. Effet sur la longueur des parties aériennes.....	84
I.6.4.3. Effet sur la longueur des parties racinaires.....	84
I.6.4.4. Effet sur le poids frais .....	84
I.6.4.5. Effet sur le poids sec .....	84
I.6.5. Effet sur la teneur en chlorophylle.....	85
<b>I.7. Résultats de l'effet allélopathique des extraits aqueux des feuilles et des racines <i>d'Atriplex halimus</i> sur la germination d'<i>Artemisia herba-Alba</i>.....</b>	<b>86</b>
I.7.1. Cinétique de germination .....	86
I.7.2. Vitesse de germination.....	87
I.7.3. Effets des extraits Aqueuses des feuilles <i>d'Atriplex halimus</i> sur la germination d' <i>Artemisia herba-Alba</i> .....	88
I.7.3.1. Effet sur le taux de germination .....	88
I.7.3.2. Effet sur la longueur des parties aériennes .....	89
I.7.3.3. Effet sur la longueur des parties racinaires .....	89
I.7.3.4. Effet sur le poids frais .....	89
I.7.3.5. Effet sur le poids sec .....	90
I.7.4. Effets des extraits aqueux des racines <i>d'Atriplex halimus</i> sur la germination d' <i>Artemisia herba-Alba</i> .....	90
I.7.4.1. Effet sur le taux de germination .....	90
I.7.4.2. Effet sur la longueur des parties aériennes .....	90
I.7.4.3. Effet sur la longueur des parties racinaires .....	90
I.7.4.4. Effet sur le poids frais.....	90
I.7.4.5. Effet sur le poids sec.....	90
I.7.5. Effet sur la teneur en chlorophylle.....	91
<b>I.8. Résultats de l'effet allélopathique des extraits aqueux des feuilles et des racines <i>d'Atriplex halimus</i> sur la germination de <i>Lygeum spartum</i>.....</b>	<b>92</b>
I.8.1. Cinétique de germination.....	92
I.8.2. Vitesse de germination.....	93
I.8.3. Effets des extraits Aqueuses des feuilles <i>d'Atriplex halimus</i> sur la germination de <i>Lygeum spartum</i> .....	94
I.8.3.1 Effet sur le taux de germination .....	94
I.8.3.2. Effet sur la longueur des parties aériennes .....	95
I.8.3.3. Effet sur la longueur des parties racinaires .....	95
I.8.3.4. Effet sur le poids frais .....	95
I.8.3.5. Effet sur le poids sec.....	95
I.8.4. Effets des extraits aqueux des racines <i>d'Atriplex halimus</i> sur la germination de <i>Lygeum spartum</i> .....	95
I.8.4.1. Effet sur le taux de germination .....	95
I.8.4.2. Effet sur la longueur des parties aériennes .....	95

I.8.4.3. Effet sur la longueur des parties racinaires.....	95
I.8.4.4. Effet sur le poids frais .....	96
I.8.4.5. Effet sur le poids sec.....	96
I.8.5. Effet sur la teneur en chlorophylle.....	96
<b>I.9. Résultats de l'effet allélopathique des extraits aqueux des feuilles et des racines d'<i>Atriplex halimus</i> sur la germination de <i>Stipa tenacissima</i>.....</b>	<b>97</b>
I.9.1. Cinétique de germination.....	97
I.9.2. Vitesse de germination.....	98
I.9.3. Effets des extraits aqueux des feuilles d' <i>Atriplex halimus</i> sur la germination de <i>Stipa tenacissima</i> .....	99
I.9.3.1. Effet sur le taux de germination .....	99
I.9.3.2. Effet sur la longueur des parties aériennes.....	100
I.9.3.3. Effet sur la longueur des parties racinaires .....	100
I.9.3.4. Effet sur le poids frais .....	100
I.9.3.5. Effet sur le poids sec .....	100
I.9.4. Effets des extraits aqueux des racines d' <i>Atriplex halimus</i> sur <i>Stipa tenacissima</i> .....	100
I.9.4.1. Effet sur le taux de germination .....	100
I.9.4.2. Effet sur la longueur des parties aériennes .....	100
I.9.4.3. Effet sur la longueur des parties racinaires .....	100
I.9.4.4. Effet sur le poids frais .....	101
I.9.4.5. Effet sur le poids sec.....	101
I.9.5. Effet sur la teneur en chlorophylle.....	101
<b>II. Suivi de la dynamique de germination.....</b>	<b>103</b>
II.1. Effet des extraits aqueux sur la germination d' <i>Artemisia herba-Alba</i> .....	103
II.2. Effet des extraits aqueux sur la germination de <i>Lygeum spartum</i> .....	103
II.3. Effet des extraits aqueux sur la germination de <i>Stipa tenacissima</i> .....	104
<b>III. Résultats de l'évaluation antioxydante des extraits de feuilles des trois atriplex (<i>Atriplex canescens</i>, <i>Atriplex halimus</i>, et <i>Atriplex nummularia</i>) .....</b>	<b>105</b>
III.1. Teneurs en phénols totaux, flavonoïdes et tanins.....	105
III.2. Évaluation du pouvoir antioxydant de l' <i>Atriplex nummularia</i> .....	106
III.2.1. Rendements d'extraction de l' <i>Atriplex nummularia</i> .....	106
III.2.2. Détermination des teneurs des composés phénoliques d' <i>Atriplex nummularia</i> .....	106
III.2.3. Activité de piégeage de DPPH d' <i>Atriplex nummularia</i> .....	107
III.2.4. Évaluation du pouvoir réducteur du fer FRAP d' <i>Atriplex nummularia</i> .....	109
III.2.5. Capacité antioxydante totale du test de réduction de Mo (VI) d' <i>Atriplex nummularia</i> .....	109
III.2.6. Test de blanchissement du $\beta$ -carotène (TBBC) d' <i>Atriplex nummularia</i> .....	110
III.3. Évaluation du pouvoir antioxydant de l' <i>Atriplex canescens</i> .....	111
III.3.1. Rendements d'extraction de l'atriplex d' <i>Atriplex canescens</i> .....	111
III.3.2. Détermination des teneurs des composés phénoliques d' <i>Atriplex canescens</i> .....	111
III.3.3. Activité de piégeage de DPPH d' <i>Atriplex canescens</i> .....	112
III.3.4. Évaluation du pouvoir réducteur du fer FRAP d' <i>Atriplex canescens</i> .....	114
III.3.5. Capacité antioxydante totale du test de réduction de Mo (VI) d' <i>Atriplex canescens</i> .....	115
III.3.6. Test de blanchissement du $\beta$ -carotène (TBBC) d' <i>Atriplex canescens</i> .....	115
III.4. Évaluation du pouvoir antioxydant de l' <i>Atriplex halimus</i> .....	116
III.4.1. Rendements d'extraction de l'atriplex d' <i>Atriplex halimus</i> .....	116

III.4.2. Détermination des teneurs en composés phénoliques <i>d'Atriplex halimus</i> .....	<b>117</b>
III.4.3. Activité de piégeage de DPPH <i>d'Atriplex halimus</i> .....	<b>118</b>
III.4.4. Évaluation du pouvoir réducteur du fer FRAP <i>d'Atriplex halimus</i> .....	<b>119</b>
III.4.5. Capacité antioxydante totale du test de réduction de Mo (VI) <i>d'Atriplex halimus</i> .....	<b>120</b>
III.4.6. Test de blanchissement du $\beta$ -carotène (TBBC) <i>d'Atriplex halimus</i> .....	<b>120</b>
<b><i>Parie Discussions</i></b> .....	<b>122</b>
<b><i>Conclusion</i></b> .....	<b>133</b>
<b><i>Références bibliographiques</i></b> .....	<b>136</b>
<b><i>Annexes</i></b> .....	<b>154</b>
<b><i>Communications et publications</i></b> .....	<b>164</b>

***INTRODUCTION***

***GÉNÉRALE***

## ***Introduction générale***

Malgré les déclarations négatives sur les phénomènes allélopathiques pendant des milliers d'années, cette science est nouvelle, le terme allélopathie a été inventé par Molisch 1937[1]. C'est un processus qui se traduit par la libération des composés phytotoxiques par une plante dans l'environnement pour inhiber la croissance d'autre plante partageant le même habitat [2], il est important de savoir que l'allélopathie s'explique par l'addition des composés chimiques dans le milieu environnemental, tandis que l'interférence posé par [3] désigne l'influence nocive d'une plante sur l'autre. La plupart des expériences allélopathiques se sont rassemblées sur les aspects inhibiteurs, mais les effets stimulants sont probablement si routiniers et probablement subtils dans la nature, qu'ils sont généralement négligés [4]. Molish a bien exprimé que toutes les substances chimiques inhibitrices d'une plante à des concentrations distinctives, seront probablement stimulantes a des moindres concentrations et vice versa. Donc ce phénomène couvre généralement les effets inhibiteurs et stimulateurs à travers des substances allélochimiques. La majorité des composés allélopathiques sont des métabolites secondaires, y compris les substances qui sont libérées par des plantes dans leur milieu au moyen de quatre processus écologiques : volatilisation, lixiviation, décomposition des résidus végétaux dans le sol et exsudation racinaire [5]. Parmi les aspects les plus distingués dans les écosystèmes manipulés sont bien la dégradation et l'allélopathie. Les impacts de la dégradation se traduisent par une érosion de la biodiversité et une éradication de certaines plantes. La préservation et le développement des parcours sont axés sur la mise en défens ; mais le recours à l'introduction d'espèces exotiques se généralise. *Atriplex canescens*, *Atriplex nummularia* sont parmi les espèces qui ont été introduites à une grande échelle dans les pâturages algériens arides. Ces espèces sont bien connues, comme des buissons résistants à la sécheresse, au sel et fournissent un fourrage essentiellement pour les ovins et les bovins pendant la saison sèche [6]. À ce propos les avis diffèrent en ce qui concerne l'utilité de l'utilisation de cette espèce. Une enquête sur le terrain a montré que la plantation de l'*Atriplex canescens*, l'*Atriplex nummularia* et l'*Atriplex halimus* ont un impact négatif sur la germination des graines et le développement de certaines plantes fourragères indigènes importantes dans les écosystèmes des parcours algériens tels que l'*Artemisia herba-Alba*, *Lygeum spartum* et *Stipa tenacissima*. Les exsudats chimiques de certaines plantes ont été signalés comme agents responsables de l'allélopathie sur la croissance et le développement des plantes voisines et affectant ainsi la croissance normale dans leur environnement naturel [7], [8]. Les effets allélopathiques inhibiteurs résultent de l'action des groupes allélochimiques qui interfèrent collectivement dans divers processus

physiologiques modifiant les schémas de croissance des plantes [9]. À cet effet, nous proposons une évaluation expérimentale des trois *Atriplex* pour leurs effets antioxydants et on peut dire que l'oxydation de la matière organique par l'oxygène moléculaire est une partie fondamentale de la vie aérobie de notre métabolisme, les radicaux libres se produisent lorsque la réduction de l'oxygène est incomplète dans les cytochromes [10], ou par un dysfonctionnement biologique. Ces radicaux libres (RL) et les dérivés réactifs de l'oxygène (DRO) y compris la peroxydation lipidique (PL) sont des agents causatifs de plusieurs types des affections telles que les emphysèmes, lésion du système nerveux central, maladies auto-immunitaires, l'anémie, l'ischémie cérébrale [11], les cancers [12], les maladies inflammatoires et dégénératives [13]. Ils sont aussi nocifs d'une façon réversible ou irréversible de toutes les classes biochimiques, tels que les acides nucléiques, protéines et acides aminés, lipides et les lipoprotéines, les glucides et le tissu conjonctif macromolécules [14].

Des antioxydants comme les composés phénoliques (tocophérols, hydroxytoluène butylé (BHT), hydroxyanisole butylé (BHA), tert-butylhydroquinone, (TBHQ), le gallate de propyle (PG), les lignanes, les flavonoïdes et les acides phénoliques), l'ubiquinone (coenzyme Q), les caroténoïdes, les acides ascorbiques et les acides aminés sont destinés à éliminer les radicaux libres [15]. Au voisinage des métabolites primaires des végétaux tels que (acides nucléiques lipides, protides, glucides), une des particularités majeures réside dans leur capacité à produire des substances très diversifiées dites secondaires qui renferment des molécules utilisables par l'homme dans la pharmacologie ou l'agroalimentaire [16].

Il y a environ 400 espèces *d'Atriplex* dans le monde, la plupart du temps en zone tempérée, Zones subtropicales et méditerranéennes entre 20° et 50 ° de latitude N [17]. Ce genre comprend 48 espèces et espèces sauvages dans le bassin méditerranéen [18]. Elles sont les plus intéressantes et les plus attachantes aux régions sèches et salées. Certaines espèces sont spontanées en Algérie, d'autres ont été introduites. *Atriplex nummularia*, *Atriplex leuococlada*, *Atriplex polycarpa*, *Atriplex canariensis* [19].

*Atriplex Nummularia* à (200 et 400 mg / kg) possède un effet antihyperglycémique compatible au médicament glibenclamide [20]. Des principes actifs *d'Atriplex halimus* donnent des résultats fiables en tant que thérapie anti bactérienne alternative contre une famille très rencontrée de bactérie de bêta-lactamase (BLSE) [21]. Des activités antifongiques élevées étaient détectées dans les genres *Atriplex Alphitonia*, et les graines *Atriplex nummularia* [22]. L'isolement et l'extraction des métabolites secondaires de *l'Atriplex leuococlada et Atriplex*

*nummularia* ont été étudiés pour des actions pharmacologiques qui possédaient des effets antifongiques, anti-ulcératifs, anticolites, et activité molluscicide [23].

L'efficacité antioxydante de cette espèce et de certains genres de la même famille qui sont discutés dans le texte nous a permis de s'inscrire dans le cadre de la recherche des antioxydants naturels en évaluant leurs propriétés antioxydantes des composés polyphénoliques (polyphénols, flavonoïdes et tanins condensés).

Le but de la présente étude est d'évaluer l'impact négatif d'allélopathie des différents extraits aqueux obtenus à partir des feuilles et des racines d'*Atriplex canescens*, *Atriplex halimus* et *Atriplex nummularia* sur la germination, la croissance et le développement d'*Artemisia herba-Alba*, *Lygeum spartum* et *Stipa tenacissima*, ainsi que l'évaluation de leurs effets antiradicalaires sur les mêmes espèces.



***PARTIE***

***BIBLIOGRAPHIQUE***

## **I. Généralité sur le phénomène d'allélopathie**

### **I.1. Définition de l'allélopathie**

La définition de l'allélopathie n'a pas été statique et le terme continue à être appliqué de manière légèrement différente [24], utilisé pour la première fois pour indiquer tous les effets résultants directement ou indirectement de produits chimiques transférés d'une plante à une autre, y compris les micro-organismes généralement placés dans le règne végétal.

Molish a indiqué dans sa discussion qu'il entendait par le terme inclure les interactions biochimiques stimulantes et inhibitrices [7]. Il est également clair que l'allélopathie envisagée par Molish englobe à la fois l'activité inhibitrice et l'activité stimulante.

Il est important de garder à l'esprit que l'allélopathie implique l'ajout d'un composé chimique ou de plusieurs composés chimiques à l'environnement, tandis que la concurrence implique l'élimination ou la réduction de certains facteurs environnementaux, tels que l'eau, les minéraux, les aliments et la lumière [3].

Un bon nombre des mêmes produits chimiques produits par les plantes qui affectent les plantes associées avaient également une influence sur d'autres organismes. Il s'est concentré sur l'allélopathie en tant que complexe de communications subtiles entre les plantes et également entre les plantes et d'autres organismes [25].

Le terme (allélochimiques) dérivé du mot anglais (allelochimic) inventé par [2] a été employé pour la première fois par [26].

### **I.2. Les principales substances allélochimiques ou phytochimiques**

Les substances allélochimiques sont libérées des plantes / parties de plantes par divers processus telles que la lixiviation des parties aériennes de la plante, la volatilisation, l'exsudation des racines, le flux de la tige, l'activité microbienne, le labour des résidus de plantes dans le sol et la décomposition des résidus secs. Les métabolites secondaires tels que les phénoliques, les acides gras, les stéroïdes, les flavonoïdes, les isoflavones, les glucosinolates, les acides aminés non protéiques, les glycosides cyanogènes, les acides, les aldéhydes, les saponines, les monos et di-sesquiterpènes fonctionnent comme des allélochimiques [27].

Les phénoliques actifs dans l'allélopathie sont généralement des acides cinnamiques, les terpénoïdes, glucosinolates, glycosides cyanogènes, les stéroïdes, saponines et alcaloïdes et acides phénoliques liés à la lignine, des phénols simples, des acides benzoïques et des dérivés étroitement apparentés tels que l'acide chlorogénique, un ester de l'acide caféique, plusieurs

coumarines, des tannins hautement polyphénoliques hydrolysables et condensés, des flavonoïdes et divers groupes de structures étroitement liées [28].

Bien que les flavonoïdes constituent un très grand groupe de substances phénoliques, seul un nombre relativement réduit de celles-ci ont été établies en tant qu'agents dans les phénomènes d'allélopathie et d'influencer le schéma de végétation dans un écosystème [26], [29].

Ces composés phytochimiques peuvent également avoir des effets néfastes sur les plantes réceptrices et peuvent donc être considérés comme un « stress allélochimique ». Ce facteur de stress environnemental peut agir en tant que mécanisme d'interférence et peut influencer sur le schéma de végétation d'une forêt, les schémas de régénération de la forêt, les champs agricoles, les mécanismes multiformes et les mécanismes d'allélopathie. Les zones ouvertes non cultivées et affectent également la croissance des mauvaises herbes et la productivité des cultures [30], [31].

### **I.3. Le phénomène de l'allélopathie**

Le phénomène d'allélopathie comprend des interactions biochimiques néfastes et bénéfiques entre tous les types de plantes par la production de métabolites secondaires couramment appelés agents allélochimiques dans l'environnement immédiat [7]. L'allotoxicité et l'autotoxicité font référence à des situations dans lesquelles la plante donneuse libérant des inhibiteurs allélochimiques et la plante receveuse présentant une germination et/ou une croissance réduite des graines en réponse à ces substances allélochimiques, appartiennent respectivement à des espèces différentes ou identiques [32], [33].

La confirmation de [34] sur les substances métaboliques (actifs ou inactifs) de la plante émettrice sont libérées dans son milieu et décomposent la plante en six parties pouvant contenir :

Les feuilles, les racines, les tiges, les fleurs ou inflorescences, les fruits et les graines.

La libération de ces substances s'effectue sous quatre voies différentes :

le lessivage, la volatilisation, l'exsudation des racines et la dégradation du matériel végétal et les principes actifs transitent soit par le sol soit par les parties aériennes [34], [35].

### **I.4. Action des substances allélochimiques**

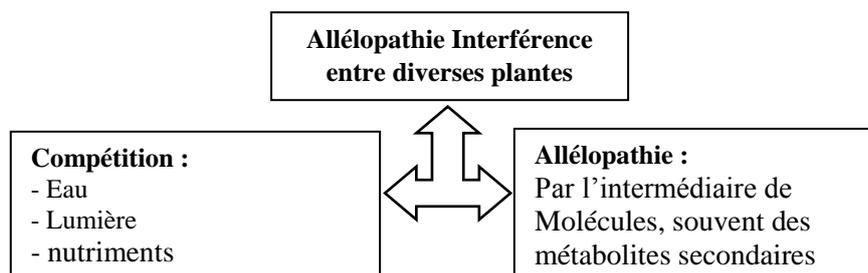
Les substances allélochimiques, en fonction de la concentration, du type et de la quantité libérée, altéreraient les fonctions membranaires, le métabolisme de la plante, des processus physiologiques tels que l'élongation cellulaire, la photosynthèse, la respiration, la synthèse de certains composés, flux de carbone, les relations de l'eau, l'absorption de minéraux, la fonction

stomatale, et l'activité du nombre d'enzymes provoquant en fin de compte même la mort des organismes lorsqu'ils sont en contact [36], [38]. Cependant, ils ne semblent pas altérer la division cellulaire ni affecter directement la traduction des gènes [7], [39], [43].

## I.5. Les allélochimiques dans les différents organes de la plante

### I.5.1. Allélopathie et compétition

L'allélopathie joue un rôle très important dans la répartition des espèces. À cet effet, la production des toxines est fortement liée à l'intensité du stress subi par la plante [44]. Dans le cas d'une diminution de ressources, la plante produit des toxines, qui intervient comme une arme dans la compétition pour les ressources, car elles nuisent au développement des compétiteurs de la plante. La production des toxines peut aussi être due aux radiations ultraviolettes ou aux altérations physiques causées à la plante (par les herbivores par exemple). Il existe alors une très forte pression de sélection entre les végétaux d'une même communauté pour résister aux toxines des autres. Seules les espèces ayant réussi à se croître malgré la présence des toxines sont encore présentes dans le milieu. Les espèces vivant à proximité sont donc le résultat d'une longue coévolution [44] (Figure .1).



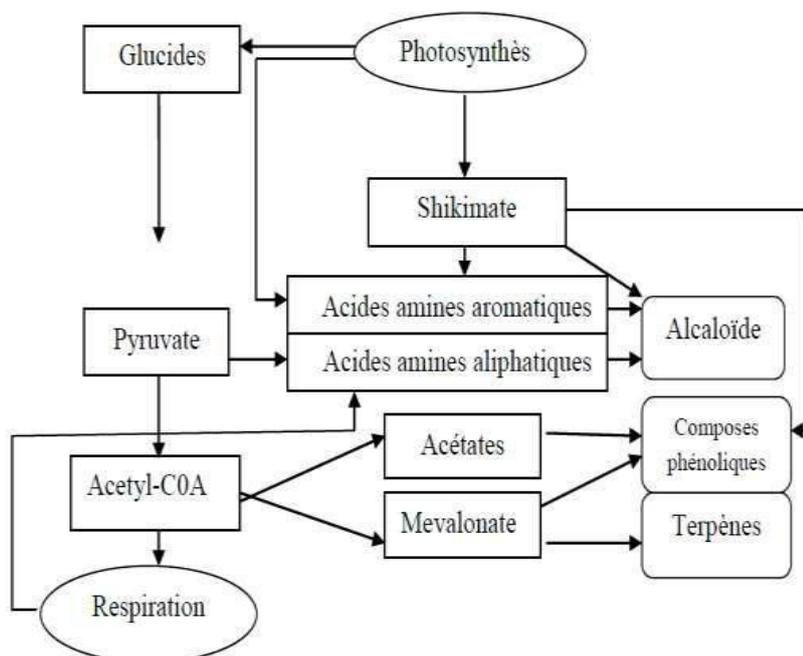
**Figure 1 :** Interférence entre plantes (Schweizer et Forschung,2004)

### I.5.2. Allélopathie et métabolites primaires

Le métabolisme peut être subdivisé en toutes les cellules renferment des glucides phosphorylés, des acides aminés, des lipides et des acides nucléiques, ces molécules qui sont à la base de mécanisme moléculaire de la cellule sont dénommés métabolites primaires [45].

### I.5.3. Allélopathie et métabolites secondaires

Sont des produits dérivant du métabolisme du végétal et ne jouent apparemment aucun rôle vital, ils sont propres à chaque espèce, ils sont l'expression de la dissemblance du monde vivant. Ce sont des molécules qui ne participent pas directement aux croissances des plantes, mais plutôt, elles interviennent dans les rapports avec les stress biotiques et abiotiques ou améliorent l'productivité de la reproduction. Elles varient en fonction des espèces [46] (Figure 2).



**Figure 2 :** Les grandes voies de synthèse des métabolites secondaires et relations avec le métabolisme primaire (REGNAULT-ROGER,2008)

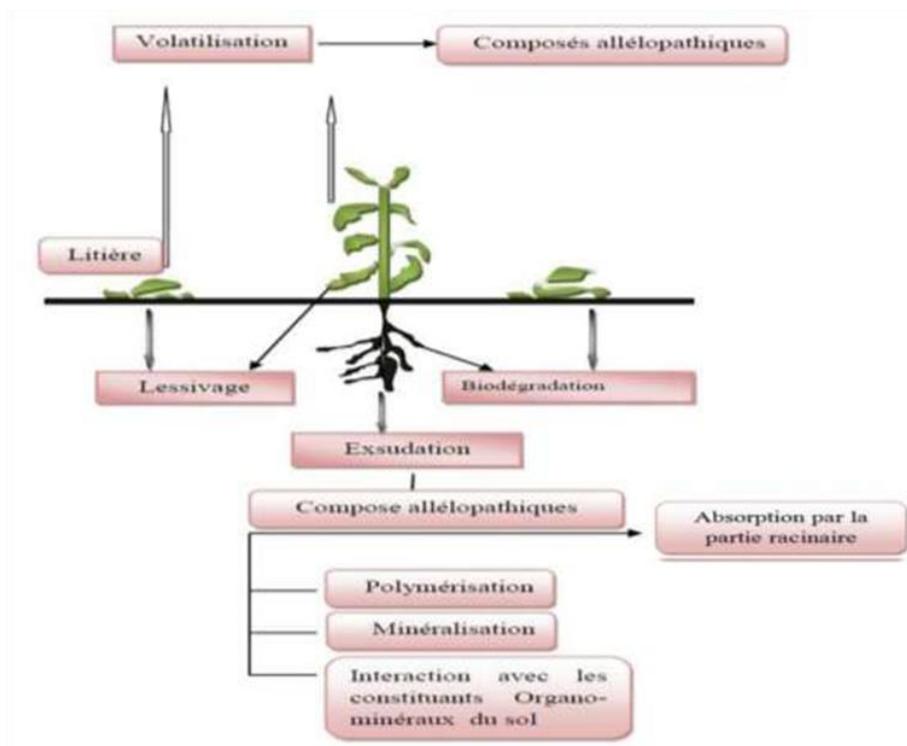
#### I.5.4. Effets des allélochimiques sur les plantes

Les métabolites secondaires des plantes comprennent divers composés qui, lorsqu'ils sont rejetés dans l'environnement par les plantes, attirent ou repoussent souvent, nourrissent ou empoisonnent d'autres plantes / organismes [47]. L'exsudation de racines de petites molécules joue un rôle majeur dans les écosystèmes des plantes et est souvent associée au développement d'un avantage concurrentiel peut affecter la germination, la croissance et le développement en effet, la germination des graines est alors retardée ou le développement des plantes est inhibé [48], [50].

#### I.5.5. Effets allélochimiques de la rhizosphère

L'allélochimie est également une explication biologiquement et écologiquement rationnelle de l'invasion des plantes et de la communication plante-plante dans la rhizosphère. Les substances chimiques sécrétées dans le sol par les racines sont généralement appelées exsudats de racines. Par l'exsudation d'une grande variété de composés, les racines peuvent réguler la communauté microbienne du sol dans leur voisinage immédiat, faire face aux herbivores, encourager une symbiose bénéfique, modifier les propriétés chimiques et physiques du sol et inhiber la croissance d'espèces végétales concurrentes [43].

Différents composés tels que les acides aminés, les vitamines, les sucres, les tanins, les composés phénoliques, les alcaloïdes, etc., sont exsudés par les racines [51] (Figure 3).



**Figure 3 :** Voies de libération des molécules allélopathiques (REGNAULT-ROGER, 2008)

### I.6. Allélopathie dans les écosystèmes naturels

L'allélopathie a évolué dans la nature au cours de millions d'années, permettant aux plantes de lutter contre leurs concurrents potentiels. Sur la base de cette capacité, les plantes pourraient remporter un succès écologique même en cas de pénurie d'éléments nutritifs et d'autres ressources [52].

Il y a une riche littérature disponible concernant la prévalence d'un fort potentiel allélopathique dans les communautés de plantes. Cela aboutit parfois à des schémas de distribution spatiale extrêmement uniques. Par conséquent, les plantes doivent être dotées de capacités telles que l'allélopathie pour rester écologiquement dominantes dans l'écosystème. La plante inhibe la germination des graines et la croissance ultérieure d'autres plantes sauvages et ne permet pas de s'établir à proximité [53], [54].

Au-delà d'une toxicité directe de plante à plante, qui se manifestera après absorption par une plante cible, les composés allélopathiques peuvent également influencer les populations microbiennes du sol, ainsi que le cycle de certains éléments minéraux, et donc plus globalement participer à la dynamique du système forestier [55].

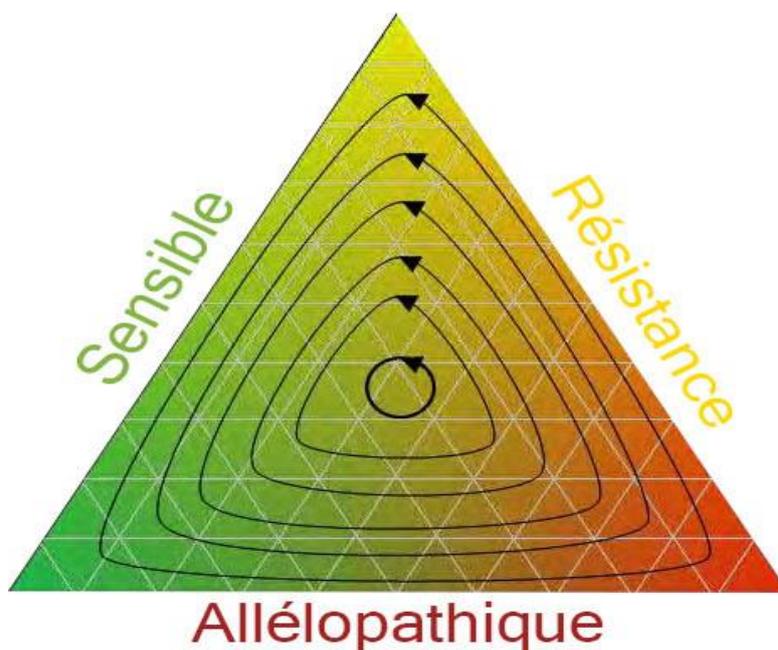
### I.7. Effet l'allélopathie sur le fonctionnement des écosystèmes

D'un point de vue écologique, l'allélopathie est définie comme une forme de compétition par Interférence, c'est-à-dire une limitation de la capacité des compétiteurs à accéder aux

ressources, par opposition à la compétition par exploitation, c'est-à-dire la déplétion des ressources par leur exploitation directe [56].

Le potentiel allélopathique peut donc ne pas être visible à un moment donné, mais peut être révélé lorsque l'organisme est déplacé vers une communauté composée d'organismes « naïfs » vis-à-vis des composés allélopathiques produits. Ainsi, l'allélopathie est impliquée dans un grand nombre de cas d'invasion biologique par des espèces exotiques [57].

L'organisme produisant des composés allélopathiques (A) sera dominant face à un organisme sensible (S) inhibé par les composés allélopathiques (donc  $A > S$ ). A sera dominé par un organisme résistant (R), ce dernier n'ayant pas à assumer le coût de production des composés allélopathiques (donc  $R > A$ ). Cependant, si l'on conçoit que la protection contre les composés allélopathiques a également un coût en termes de limitation de croissance, alors S, qui n'a pas à assumer ce coût, aura une croissance plus forte que R (en l'absence de A) donc  $S > R$  [58] (Figure 4).



**Figure 4 :** Représentation schématique de la dynamique d'une communauté composée d'une espèce produisant des composés allélopathiques, d'une espèce résistante et d'une espèce sensible. Les valeurs sur les axes représentent l'abondance relative de chaque espèce. Les flèches représentent les trajectoires des communautés. D'après Czárán *et al.*, (2002)

### **I.8. Allélopathie et interaction des plantes face au stress abiotique**

Les substances allélochimiques peuvent être utilisées pour produire une résistance aux stress abiotiques chez les espèces végétales et pour maintenir leurs processus métaboliques en vue d'une meilleure croissance [59], la production de ces composés provoquant une résistance au

stress peut être améliorée en utilisant diverses stratégies. La plus importante de ces stratégies pourrait être l'induction de la synthèse de ces composés chez des plantes non allélopathiques, de manière qu'elles puissent devenir capables de se défendre contre tout type de stress.

L'estimation de [7] pour soumettre une plante à un type de stress peut les acclimater à d'autres types de stress.

## II. Présentation des Rangs botaniques des espèces étudiées

### II.1. *Atriplex halimus*. L

Taxonomie et classification [60], [61].

Embranchement	Phanérogames ou Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Division	Magnoliophyta
Classe	Eudicots
Sous classe	Préastéridées
Ordre	Caryophyllades
Famille	Chénopodiacées nom remplacé récemment par Amaranthacées
Genre	<i>Atriplex</i>
Genre Espèce	<i>Atriplex halimus</i> L.
Nom commun	Pourpier de mer ou arroche, Aramass
Nom arabe	Guettaf, Chenane au Maroc [60], [62].

#### II.1.1. Description botanique et écologie.

Est un arbuste de 0.5 à 200 cm de haut, très rameux, érigées dressées, ligneux, Feuilles assez grandes alterne, oblongues ou ovales à l'apex obtus à mucronulé, valves fructifères coriaces, arrondies réniformes [60], [63].

C'est un buisson formant des touffes pouvant atteindre 1 à 3 m de diamètre [64], impénétrables de couleur gris argenté sur les deux faces, dont les tiges et les feuilles sont recouvertes d'écailles à un aspect velouté et blanchâtre, *Atriplex halimus* est monoïque et maintien des inflorescences en panicules d'épis, avec des fleurs mâles au sommet et des fleurs femelles à la base, la fructification se déroule de mai à décembre. Le pourpier de mer a une présentation typique, poussant surtout sur des talus argileux sous les climats arides ou semi arides dans les hauts plateaux et sur le littoral d'où les conditions de la salinité d'eau et le polymorphisme sont liés [62], [65], [66].

#### II.1.2. Propriétés et utilisation

Elle constitue une approche prometteuse à grande échelle pour la réhabilitation et la valorisation des zones marginales, produit des quantités considérables de biomasses pouvant être utilisées en pacage direct par les animaux lorsque les plantes annuelles et les graminées sont insuffisantes [67], [68].

Ce sont des espèces très riches en matières azotées et pauvres en énergie [69]. Son utilisation dans la médecine traditionnelle est efficacement connue pour le traitement d'hypoglycémie, cardiovasculaire, et appareil digestif [70], [71].

### II.1.3. Travaux antérieurs

Les principes actifs mis en évidence montrent la présence des phénols totaux, des flavonoïdes, des saponines, des glycosides, des tanins, des saponines, des stérols, terpènes dont les phénols totaux et les tanins constituent la classe chimique majeure chez le genre *Atriplex* [72],[74]. La présence de substances allopathiques de la plante en question peut influencer négativement sur la croissance des espèces indigènes [75]. Les principaux constituants chimiques d'*Atriplex halimus* ont une capacité antioxydante importante, ce pouvoir est probablement dû à la forte salinité que contient cette plante [76], [77].

## II.2. *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt

Taxonomie et classification [61], [78].

Embranchement	Phanérogames ou Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Division :	Magnoliophyta
Classe	Eudicots
Ordre	Caryophyllades
Famille	Chénopodiacées nom remplacé récemment par Amaranthacées
Genre	<i>Atriplex</i>
Genre Espèce	<i>Atriplex canescens</i>
Nom commun	Fourwing saltbush
Nom Arabe	Guettaf

### II.2.1. Description botanique et écologie.

*Atriplex canescens* (Pursh.) Nutt est l'espèce la plus répandue en Amérique du Nord. Tout au long de son aire de répartition.

Plante d'origine américaine (Mexique, États-Unis : de Californie et du Texas jusqu'au Dakota du Nord et Washington) dont son nom et (Fourwing saltbush), est un arbuste persistant salé de 1 à 3 m de haut, pluricaule, port plus ou moins intriqué, formant des touffes de 1 à 3 m de diamètre. À rameaux blanchâtres étalés ascendants ou arqués retombants vers l'extrémité. Les feuilles sont courtement pétiolées ou sessiles, plus ou moins longuement atténuées à la base, entiers, alternes, linéaires, lancéolés, unisériés, vert grisâtre et grise argenté à reflets dorés, de 3à5cm de long sur 0.3 à 0.5 cm de large accompagné de feuilles axillaires plus petites (0.5 à 1.5

cm sur 0.1 à 0.3 cm). Les inflorescences sont allongées et retombantes, formant une cascade gris doré de juillet à octobre. Elles sont dioïques en épis simples épis paniculiformes axillaires au sommet des rameaux pour les mâles, axillaire ou en épis panicules racémiformes pour les femelles. Les valves sont fructifères pédonculées, concrescentes sur  $\frac{3}{4}$  de leur longueur, munie de chaque côté de deux ailes longitudinales, plus au moins sinuées ou dentées de 0.8 à 1.5 cm de large [68].

### II.2.2. Propriétés et utilisation

Le saltbush de Fourwing est largement utilisé pour les plantations de la récupération et la restauration. Ses utilisations comprennent la réhabilitation des terrains miniers, l'amélioration des pâturages et constitue un stock pour les sols pauvres en éléments nutritifs [79], [80], non seulement il a une qualité nutritive excellente, mais il est agréable au goût pour les animaux, elle montre une variation abondante dans la réponse aux saisons et aux précipitations.

### II.2.3. Travaux antérieurs.

Les résultats obtenus par [81] ont montré une remarquable richesse des différentes parties de la plante étudiée en métabolites secondaires à savoir : polyphénols, flavonoïdes, tanins et huiles essentielles dont la teneur varie entre 20,75 et 58,11 mg équivalents d'acide gallique (EAG)/gramme de matière (MS), qui signifie que ces principes actifs jouent un rôle dans l'allélochimiques des plantes. [82] qui signala que les extraits de *Atriplex canescens* (fruits, feuilles) avaient un effet allélopathique sur la germination des graines de *Salsola rigida*. [83] a signalé que *Atriplex canescens* avait un effet allélopathique sur la germination des *Artemisia sieberi*. L'effet allélopathique de différentes espèces *Atriplex* ont également été signalé par [84].

### II.3. *Atriplex nummularia* Lindl

Taxonomie et classification [61].

Embranchement	Phanérogames ou Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Division	Magnoliophyta
Classe	Eudicots
Ordre	Caryophyllales
Famille	Chénopodiacées nom remplacé récemment par Amaranthacées
Genre	<i>Atriplex</i>
Espèce	<i>Atriplex nummularia</i>
Nom commun	Arroche nummulaire
Nom Arabe	Guettaf

### II.3.1. Description botanique et écologie.

Arbuste fourragère, L'arroche nummulaire est originaire d'Australie, poussant sur tout le continent australien ainsi que dans les zones méditerranéennes arides et semi-arides, c'est un arbuste érigé appartenant à la famille des Amaranthacées. Il atteint des hauteurs comprises entre 1 et 3 mètres et des diamètres allant jusqu'à trois mètres de haut et la lance jusqu'à 2,4 m de large. Il présente des branches blanches, grisâtres, à croissance lente, des feuilles ovales à presque grises, petites fleurs terminales vertes et fruits triangulaires de 1 à 2 cm comprimés latéralement, les fleurs mâles, petites, rondes, de couleur jaune-brun, sont organisées en panicules de 7,5 cm à 10 cm de long, ramifiés vers le sommet des branches, le système racinaire suberifié comporte une racine pivotante très développée, avec des racines latérales horizontales. Il pousse bien dans les sols profonds. Il ne pleut que de 15 à 200 mm par an, mais peut survivre pendant un an avec 50 mm de pluie. Résiste à des températures aussi basses que -10 °C. Les systèmes *Atriplex* ne sont pas affectés par la texture lourde et la salinité élevée ni par l'eau, leur résistance au gel est élevée [85].

### II.3.2. Propriétés et utilisation

L'*Atriplex* est souvent cultivé comme plante fourragère dans les zones sèches en raison de sa grande résistance à la sécheresse et à la tolérance au sel. La principale contrainte pour le bétail dans les pâturages est la pénurie d'aliments provenant des pâturages indigènes, en raison de la dégradation des sols résultant de l'augmentation du cheptel, de la sécheresse et de la mauvaise gestion des pâturages. Utilisée comme combustible, l'arroche nummulaire récupère en trois mois après la coupe. La plante est aussi utilisée comme haie coupe-vent, avec son feuillage ornemental résistant à la taille. Avec ses feuilles facilement visibles la nuit, elle est appropriée aux plantations en bordure de route [86].

### II.3.3. Travaux antérieurs

Des études antérieures ont été réalisées par [87] ont montré que l'extrait éthanolique des parties aériennes de *Atriplex nummularia* avait des teneurs de polyphénols et de flavonoïdes très élevés 144,4±6,11 mg EAG/gE et 81,0±2,33 mg QE/gE pourra jouer des rôles dans le phénomène d'allélopathie par son mécanisme avec les principes actifs . [88] ont montré que les halophytes en réponse du sel peuvent entraîner une variabilité des teneurs en composés phénoliques, correspondants pour la durabilité et la croissance d'espèce.

### II.4. *Lygeum spartum* Loefl. ex L.

Taxonomie et classification [62], [89].

Embranchement

Phanérogames ou Spermaphytes

Sous embranchement	Angiospermes
Division :	Magnoliophyta
Classe	Monocotylédones
Ordre	poales
Famille	Poaceaea
Genre	<i>Lygeum</i>
Espèce	<i>Lygeum spartum</i>
Nom commun	Sparte
Nom Arabe	Senagh

#### II.4.1. Description botanique et écologie.

Le *Lygeum spartum* L. Plante vivace herbacée, junciforme, à rhizome rampant couvert d'écailles brillantes est une plante endémique de la steppe algérienne, appelée couramment (Sparte) [90], c'est une Poacée vivace xérophile appartenant à la section des lygeacées [60]. Souvent confondu avec l'alfa à l'état végétatif, mais se distingue par le fait que les feuilles ne s'arrachent pas comme dans l'alfa. Elle présente en souche longuement rampante, portant une rangée de tiges dressées [62]. Le système racinaire se caractérise en rhizome rampant couvert d'écailles brillantes, serrées, imbriquées les unes sur les autres les rhizomes verticaux qui se faufilent dans les plus petits pores qui se trouvent en profondeur et dont la longueur peut atteindre jusqu'à 20m [91]. Avec une croissance rectiligne avec des ramifications orientées dans le même sens que l'axe principal, elle se présente sous forme de touffes denses, les feuilles sont glauques, coriaces et cylindriques par suite de l'enroulement de leurs bords touffe dense, les tiges portent à leurs extrémités une spathe large plurinerviée de 3 à 4cm enroulés en long renfermant à l'intérieur une inflorescence. [92]. Le *Lygeum spartum* emboîte un à quatre caryopses bruns rougeâtres, sont tous protégé par des lemnes soudés à leur base et recouverts par un long poil soyeux[93], le *Lygeum* est composé de seulement quelques épilés de couleur argentée comprenant un épilé fertile et solitaire, il ressemble à un bec d'oiseau, les glumes et les lodicules sont absents, lemme ovale de long coriaceux.

#### II.4.2. Propriétés et utilisation

Le sparte joue un rôle de protection du sol, il freine les effets de l'érosion et immobilise les accumulations de sable grâce à son système racinaire bien développé, en Algérie, cette espèce occupe la deuxième position après l'Alfa [94], [95]. Le *Lygeum* joue un rôle important pour l'alimentation du bétail, est fourni aux animaux comme aliment d'encombrement [96]. Elle est reconnue surtout pour son utilisation en vannerie et sparterie, les feuilles du sparte peuvent être

utilisées dans l'industrie telle que la fabrication de la pâte à papier, par la fourniture de leur excellente feuille lisse et rigide pour l'imprimerie [97].

## II.5. *Artemisia herba-Alba Asso*

Taxonomie et classification [60], [98].

Embranchement	Phanérogames ou Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Division :	Magnoliophyta
Classe	Dicotylédone
Ordre	Asterales
Famille	Asteraceae
Genre	<i>Artemisia</i>
Espèce	<i>Artemisia herba-Alba asso</i>
Nom commun	Armoise blanche
Nom Arabe	Chih

### II.5.1. Description botanique et écologie.

L'armoïse herbe blanche *Artemisia herba-Alba* est une plante steppique du genre *Artemisia* (Armoïses) de la famille des Astéracées, *Artemisia herba-Alba* est désignée en arabe par le nom « Chih » dans toute l'Afrique du Nord en Moyen-Orient et dans d'autres régions sous le nom de « Ifsi » et « Zezzare ». Capitules pauciflores en général, homogames, à fleurs toutes hermaphrodites, réceptacle nu, corolle insérée très obliquement sur l'ovaire, plante dressée, suffrutescente, tiges nombreuses, tomenteuses, de 30-50 cm. Feuilles courtes, généralement pubescentes-argentées, pennatipartites, les fleurs sont groupées en grappes, à capitules très petits (3/1.5mm) et ovoïdes. L'involucre est à bractées imbriquées, le réceptacle floral est nu avec 2 à 5 fleurs jaunâtres par capitule toutes hermaphrodites [99], [100]. La Partie souterraine ou racine : Elle se présente sous forme d'une racine principale, ligneuse et épaisse, bien distincte des racines secondaires et qui s'enfonce dans le sol tel un pivot. La racine pénètre profondément jusqu'à 40 à 50 centimètres et ne se ramifie qu'à cette profondeur [101]. Sur le plan écologique, *Artemisia herba-Alba* présente une plasticité relativement grande. Elle se développe dans des bioclimats allant de l'étage semi-aride supérieur à l'étage per-aride (ou saharien) inférieur à pluviométrie moyenne annuelle entre 100 et 600 mm, sur des sols à texture fine, limoneux argileux et limoneux sableux bien drainés. Elle semble indifférente aux altitudes, supporte le calcaire et des niveaux de salinité modérément élevés [102].

## II.5.2. Propriétés et utilisation

C'est une plante principalement fourragère, particulièrement appréciée par le bétail comme pâturage d'hiver, souvent considérée comme les meilleurs parcours des zones steppiques [103]. Son feuillage, relativement aqueux, sert de fourrage de base durant toute l'année d'après [104]. A été utilisée depuis longtemps par les populations de l'Afrique du Nord et du Moyen-Orient comme aromatisant du thé et café, et dans la médecine traditionnelle pour traiter les désordres gastriques et pour l'activité antispasmodique et emménagogue et pour soigner la bronchite et les abcès, ainsi que pour son caractère vermifuge très prisé pour le bétail [105], [107]. Plusieurs études antérieures ethnopharmacologiques et phytochimiques ont montré les propriétés de l'armoise blanche pour son effet antileishmaniose, antigénotoxique, antidiabétique, antibactérienne, anti fongique, antioxydante et antispasmodique [108]–[112]. Les classes de constituants caractéristiques pour *Artemisia herba-Alba* sont: les flavonoïdes, les lactones, le camphre, l' $\alpha$ - et la  $\beta$ -thujones, la chrysanthenone, l'eucalyptol, le trans-pinocarvéol, le 1,8-cinéole, la verbénone, l'acétate de cis-chrysanthényle et les monosesquiterpènes dans les huiles essentielles [105], [107], [113], [115].

## II.6. *Stipa tenacissima* L

Taxonomie et classification [99], [116], [117].

Embranchement	Phanérogames ou Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Division :	Magnoliophyta
Classe	Monocotylédones
Ordre	Poales
Famille	Poaceae
Genre	<i>Stipa</i>
Espèce	<i>Stipa tenacissima</i>
Nom Arabe	Alfa

### II.6.1. Description botanique et écologie.

C'est une plante herbacée vivace de grande taille, qui dépasse 1 m de longueur, avec une inflorescence dense et cylindrique [62]. Typiquement Méditerranéenne appartenant à la région écologico-floristique ibéro-maghrébine steppique [118]. Elle est formée par des (thalles) portants des gaines imbriquées les unes dans les autres surmontées de limbes dressés, avec inflorescences portant à leur sommet les panicules en période de floraison [119]. La partie souterraine d'Alfa poussant en touffes est constituée par l'ensemble des rhizomes caractérisés

par des nœuds et des entre-nœuds, des racines et des radicules très denses présentant de nombreuses ramifications [120]. L'alfa présente une biomasse racinaire importante varie entre 50% et 80% de la biomasse totale qui est supérieure à sa biomasse aérienne [119].

### **II.6.2. Propriétés et utilisation**

Le système racinaire a permis à l'Alfa de se fixer au substrat édaphique luttant contre les facteurs climatiques surtout l'érosion éolienne et hydrique ainsi que les rhizomes permettant à la plante de résister aux variations estivale et hivernale de la sécheresse et au froid [121]. La litière des feuilles d'Alfa sur le sol constitue une niche écologique, qui attire une diversité de faune de prédateurs polyphages et d'insectes détritophages [122]. Elle peut servir comme une barrière de protection pour les plantes annuelles qui peuvent être germées à l'ombre de celle-ci, ce qui améliore la biodiversité et la qualité pastorale des parcours [123], [124]. La production de la biomasse totale sèche par hectare fluctue selon le degré de dégradation et de la densité [94], [101]. L'alfa joue un rôle important dans l'industrie nutritionnelle et pharmaceutique par son effet hypoglycémique tel que l'aldopentose qui possède une saveur sucrée similaire à celle du glucose [125].

### III. Généralités sur la germination

#### III.1. Les semences

Dans l'acception la plus large du terme, il s'agit de tout ce qui se sème et de tout ce que la plante dissémine. Les semences sont alors des spores, des graines, des fruits ou des fragments de fruits, des infrutescences ou des fragments d'infrutescences, des organes végétatifs (bulbes, tubercules...) [126], [127].

Les semences ont été classées par [128] en trois catégories : les semences macrobiotiques, qui vivent plus de 15 ans, les semences mésobiotiques, les plus nombreuses, qui ont une durée de vie comprise entre 3 et 15 ans et les semences microbiotiques qui ne survivent pas plus de 3 ans ; certaines meurent même après quelques jours (*Oxalis sp.*) ou quelques semaines (*Populus sp.*) (Figure 5).

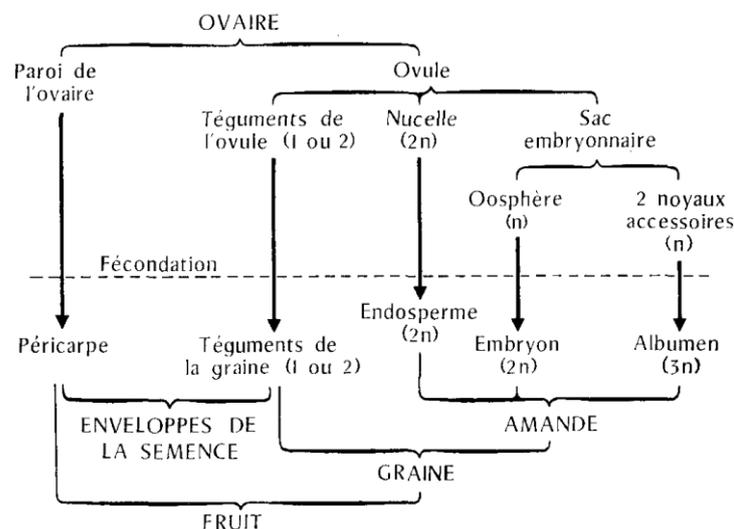


Figure 5 : Origine des divers éléments constitutifs des semences sèches (Come ; 1970)

#### III.2. Définition de la Germination

Le plus souvent, on considère, au laboratoire, qu'une semence est germée lorsque la radicule a percé les enveloppes ou, s'il s'agit d'un embryon nu, lorsque la radicule s'est visiblement allongée. Nous adopterons ici cette définition, si celle-ci est commode, elle n'est cependant pas entièrement satisfaisante, car des embryons nus montrent parfois une croissance de l'épicotyle sans que la radicule se développe ; nous pouvons considérer toutefois que de tels embryons sont germés, mais que leur germination est anormale. Une telle difficulté se rencontre également chez les semences dont la germination commence toujours par la croissance de l'épicotyle [126].

Pour certains auteurs tels que [129] une semence est germée lorsqu'elle a donné une plantule capable de croître normalement. C'est d'ailleurs le sens accordé par les agriculteurs au mot «

germination ». Il est vrai que, si à la suite d'un traitement quelconque des semences, celles-ci germent, mais ne donnent pas des plantes normales, ce traitement est sans intérêt pratique.

### **III.3. Morphologie et physiologie de la germination**

Après la phase de dormance, et lorsque les conditions environnementales sont favorables (imbibition), le développement de l'embryon reprend à ces exigences. L'axe embryonnaire s'allonge alors dans les deux sens. L'hypocotyle, qui présente un gravitropisme négatif, amène le méristème apical et les cotylédons hors de terre ; les cotylédons fournissent les réserves énergétiques qui sont alors mobilisées pour la croissance. Ils verdissent, signifiant l'acquisition de l'activité photosynthétique avant la mise en place des premières feuilles à partir du méristème apical [130]. La racine possède un gravitropisme positif et permet au méristème racinaire de s'enfoncer pour développer des racines, les téguments de la graine se dessèchent et tombent [131].

### **III.4. Les différents types de germination**

#### **a. La germination épigée**

Sortir du tégument et s'étaler à l'air, la partie aérienne de la plantule se compose alors d'un axe, dit hypocotyle, porteur à son extrémité de deux cotylédons [132].

#### **b. La germination hypogée**

Les cotylédons restent emprisonnés dans la graine, au-dessous du sol, dite aussi germination cryptocotylaire, ils ne prennent alors que peu ou pas d'extension, ils restent enterrés, tout en gardant une attache avec la partie inférieure de la tigelle [133].

### **III.5. Conditions de la germination**

Pour que les résultats des essais de germination soient significatifs, ces essais doivent toujours être réalisés dans des conditions extérieures favorables voir l'eau, l'oxygène, la température et la lumière.

- a. **L'eau** : est indispensable dans le milieu extérieur en quantité suffisante pour que la graine puisse l'absorber. Les graines et les akènes ne renferment généralement pas plus de 5 à 20 % d'eau. L'imbibition d'une semence se fait par contact avec de l'eau liquide [126], [134].
- b. **L'oxygène** : En fait, la quantité d'oxygène nécessaire à la germination des semences varie d'une espèce végétale à l'autre. Si, dans des cas très particuliers, certaines semences germent sans apport d'oxygène [126], [134].

- c. **La température** : Le taux de germination des semences varie souvent avec la température à laquelle elles sont mises à germer et le temps qui sépare leur récolte de leur ensemencement [135].
- d. **La lumière (photosensibilité des semences)** : La lumière est un facteur l'importance au stade germination :
- **Semences à photosensibilité positive** : leur germination est favorisée par la lumière blanche. On estime que près de 70 % des espèces ont des semences de ce type.
  - **Semences à photosensibilité négative** : leur germination est inhibée par la lumière et favorisée par l'obscurité. Elles représentent environ 25 % des espèces.
  - **Semences non photosensibles** : elles germent aussi bien à l'obscurité qu'à la lumière du jour. Elles sont assez rares (5 % des espèces environ) [136], [137].

### III.5.1. Les conditions internes

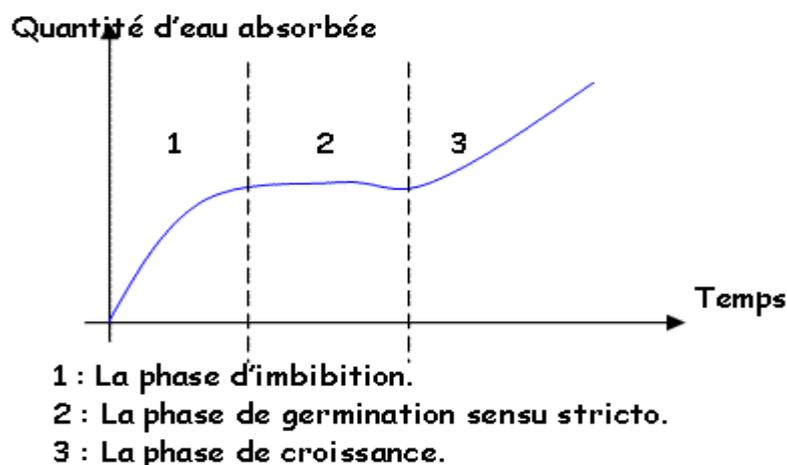
Pour qu'une semence germe, il faut qu'elle soit mature, vivante, apte à germer (non dormante) et saine [137], [138].

#### a. Les phases de la germination

La germination débute et déroule en 3 phases (Figure 6 et 7)

#### b. La phase d'imbibition

Le processus germinatif commence par l'entrée d'eau dans la graine sèche, ou imbibition, qui s'opère en trois phases. Tout d'abord, une réhydratation rapide qui voit la graine augmentée de volume, suivie d'un quasi-plateau, puis une nouvelle prise d'eau, qui n'a lieu qu'après la germination [139]. Les graines non dormantes s'imbibent de la même manière que les graines dormantes. Ces dernières présentent toutefois des particularités métaboliques qui font que la phase II de la germination est bloquée [140].



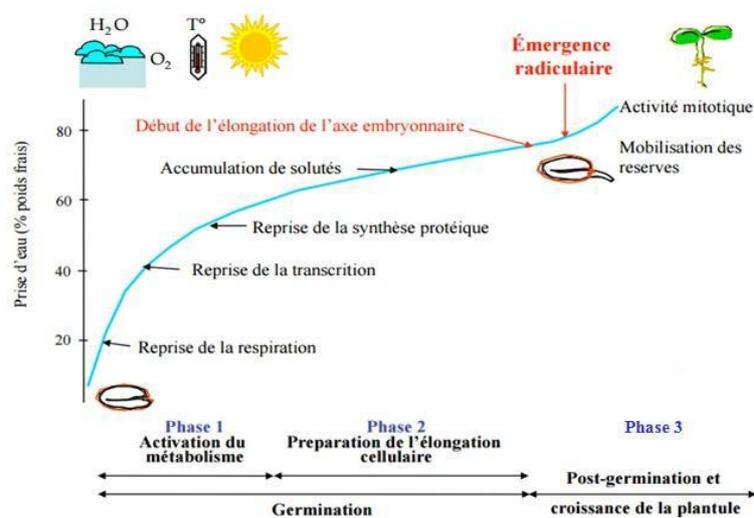
**Figure 6** : Courbe théorique d'imbibition d'une semence d'après (Côme, 1982)

### c. La phase de germination

Au cours du quelle la semence n'absorbe pratiquement plus d'eau, c'est la phase de forte activité métabolique, où les réserves de la graine sont transformées afin de pouvoir être utilisées par la plantule qui représente le véritable processus de germination ou germination stricto sensu [139].

### d. La phase de croissance

C'est le début de l'allongement de la racicule de l'embryon, qui correspond au démarrage de la dernière phase de la germination cette phase est marquée par la reprise de l'absorption d'eau due à l'élongation de cordon racinaire [126].



**Figure 7 :** Évolution de la teneur en eau et événements métaboliques associés à la germination des graines (Morot-Gaudry *et al.* 2009)

### III.6. Les obstacles à la germination

En fait, les facteurs responsables de la non-germination des semences sont divers et encore très incomplètement connus [141], [142]. L'inaptitude à la germination de certaines graines peut être d'origine tégumentaire, embryonnaire ou due à des substances chimiques associées aux graines, ou dormance complexe [143].

#### III.6.1. La dormance

Est l'état physiologique dans lequel se trouvent une semence ou un embryon qui, bien que placés dans des conditions favorables à leur germination, sont incapables de germer [144]. En distinguent deux types de dormances : les dormances dues aux acteurs externes telles que la lumière, la température, l'eau, etc., et les dormances endogènes » inhérentes à la semence [127], [145], [146].

### a. La dormance embryonnaire

Dans la dormance embryonnaire, deux cas sont à considérer, L'embryon peut être dormant au moment de la récolte des semences, on appelle « **dormance primaire** ». Dans d'autres cas, l'embryon est capable de germer, mais il perd cette aptitude, donc la dormance se manifeste après que la semence a été mise à imbiber on parle alors de « **dormance secondaire** » [145].

### b. Inhibitions tégumentaires

Toute cause de la non-germination d'un embryon non dormant produit une inhibition de germination. Celle-ci est levée quand l'agent inhibiteur est supprimé. Lorsque la responsabilité de l'inhibition incombe aux enveloppes, nous parlons d'inhibition tégumentaire, elles provoquent l'imperméabilité à l'eau et l'oxygène [147].

### c. Les inhibiteurs chimiques

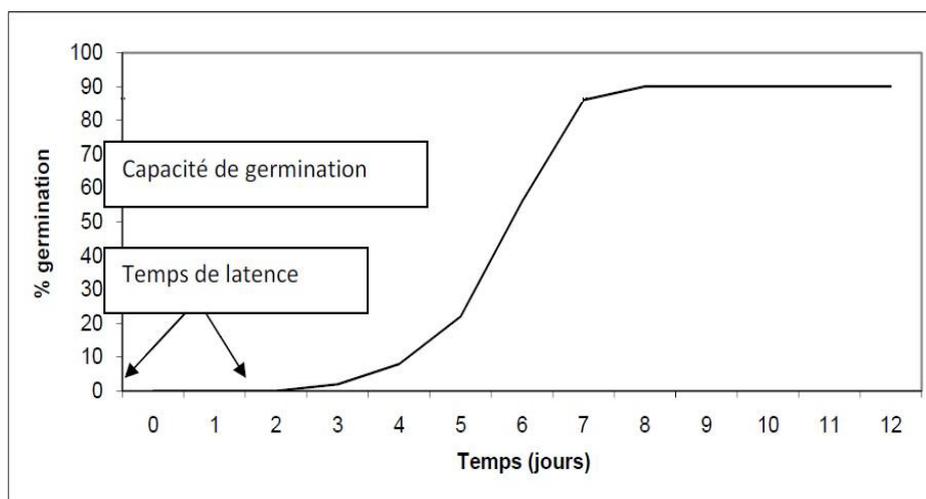
Il s'agit des inhibiteurs de germination qui peuvent être définis comme des substances naturelles chimiques produites par les plantes [127], [148], [151].

. Inhibiteurs gazeux ou volatils : L'acide cyanhydrique (HCN), le gaz sulfhydrique (SH<sub>2</sub>), l'ammoniac (NH<sub>3</sub>), le chlore (Cl<sub>2</sub>) et le gaz sulfureux (SO<sub>2</sub>) [152].

. Aldéhydes, Acides organiques, Acides aromatiques, Acide abscissique, Lactones insaturées, Huiles essentielles, Alcaloïdes, Acides aminés, composés flavoniques [136], [153], [154].

## III.7. Mesure de la germination

Les variétés des sources d'hétérogénéité sont responsables de la démarche des courbes de germination et de leur diversité. Les résultats des essais de germination varient donc selon l'origine des semences, les traitements qu'elles ont subis et les conditions de germination. Il est nécessaire de pouvoir exprimer de façon très simple ces résultats [137] (Figure 8).



**Figure 8 :** Courbe de germination exprimant les pourcentages de germination en fonction du temps (Heller *et al.*, 1990)



## **IV. Radicaux libres et pouvoir antioxydant**

### **IV.1. Généralité**

L'intérêt porté aux antioxydants naturels, en relation avec de nombreux travaux, car, l'identification et la quantification de ces composés à partir de plusieurs substances naturelles à savoir, les végétaux et les produits agroalimentaires [155], [157]. Les cellules et tissus végétaux peuvent être soumis à un grand type d'agression physique chimique et métabolique, la plupart de ces agressions débouchent sur une expression commune appelée stress oxydant, dû à l'hypertrophie d'un phénomène physiologique, normalement très contrôlé, la production de radicaux dérivés de l'oxygène [158].

### **IV.2. Définition**

Un radical est une molécule instable d'oxygène qui prend les électrons d'autres molécules pour s'autostabiliser. Il a tendance à attirer les électrons d'autres atomes et molécules pour gagner sa stabilité. Les sources de ces radicaux libres sont nombreuses qui sont fabriqués en excès par les cellules sous l'effet de différents stress [159].

### **IV.3. Différents types des radicaux libres**

Un radical libre se caractérise par la présence d'un ou plusieurs électrons non appariés sur sa couche externe. L'existence des radicaux libres a été mise en évidence avec un nombre réduit des espèces réactives oxygénées (ERO) à savoir :

- L'oxygène singulet  $\cdot\text{O}-\text{O}\cdot$  (ou  $^1\text{O}_2$ ), l'anion radicalaire superoxyde  $\text{O}_2^{\cdot-}$ , le radical hydroxyle  $\text{HO}\cdot$ , le radical hydroperoxyde  $\text{HO}_2\cdot$ , les radicaux peroxyde ( $\text{ROO}\cdot$ ), radical alkoxyde ( $\text{RO}\cdot$ ) où R est une chaîne carbonée [159].
- Les radicaux dérivant d'un acide gras insaturé : le peroxyde d'azote  $\text{ONOO}\cdot$ . Le monoxyde d'azote  $\text{NO}\cdot$  [160].

### **IV.4. Les effets oxydatifs des radicaux libres**

Plusieurs molécules sont susceptibles d'être attaquées ou modifiées par les ERO. Dont les acides aminés et les protéines sont les premières cibles lorsque l'intensité des phénomènes oxydatifs augmente anormalement et dépassent la quantité d'antioxydants disponibles toutes les modifications oxydatives créées augmentent le risque de plus de 30 processus de différentes maladies et des stress oxydatifs des molécules [161].

## IV.5. Les Antioxydants

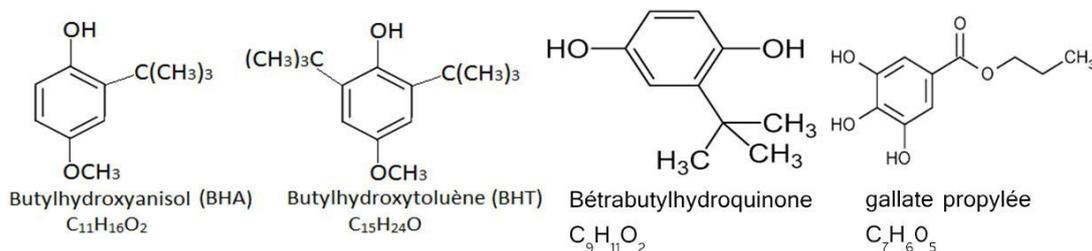
### IV.5.1. Définition

Les antioxydants sont des molécules chimiques endogènes ou exogènes capables de minimiser efficacement les dégâts, retarder et de réduire l'ampleur de la destruction oxydante des biomolécules sans effet sur les propriétés de base nutritionnelle du produit alimentaire [162]. Ils sont en fait des composés de prévention, ils bloquent l'initiation en complexant les catalyseurs, en réagissant avec l'oxygène, ou des composés de terminaison capables de dévier ou de piéger les radicaux libres du complexe ERO [163].

### IV.5.2. Classification des antioxydants

#### IV.5.2.1 Antioxydants synthétiques

Dans l'industrie alimentaire, les antioxydants de synthèse, tels que le butylhydroxyanisole (BHA), 3-tertiobutyl-4-hydroxyanisole (BHT), gallate de propyle (PG) et le tétrabutylhydroquinone (TBHQ), sont l'un et l'autre soluble dans les lipides est moins soluble dans les graisses et résister bien à la chaleur ainsi que donnent avec le fer des sels de couleur foncée[164]. Cependant, il a été montré que ces antioxydants de synthèse pouvaient être toxiques [165] (Figure 9).



**Figure 9** : Structures chimiques de quelques antioxydants synthétiques

### IV.5.3. Types et sources d'antioxydants

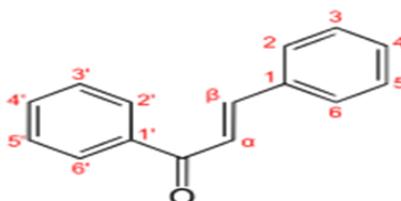
#### IV.5.3.1. Les composés phénoliques (les polyphénols)

Les polyphénols sont classés en deux groupes : les composés flavonoïdes et les composés non flavonoïdes. Les composés flavonoïdes sont regroupés en diverses familles : flavanols, flavanols, flavones, isoflavones, flavanone et anthocyanes. Les non-flavonoïdes sont divisés en acides-phénols et dérivés, lignanes et stilbènes [166].

#### IV.5.3.2. Les flavonoïdes.

Sont des métabolites secondaires, partageant tous une même structure de base formée par deux cycles aromatiques reliés par trois carbones : C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>, chaîne souvent fermée en

un hétérocycle oxygéné hexa- ou pentagonal, ces composés représentent le groupe le plus vaste et le plus distribué dans le règne végétal, ce sont des pigments qui sont responsables de la coloration des fruits et des fleurs, sont classés en six classes : anthocyane, flavonol, flavone, flavanone, isoflavone, flavanol [167], [168] (Figure 10).

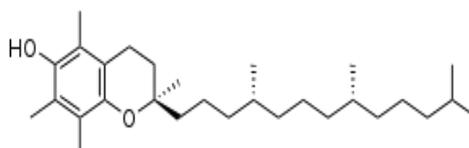


**Figure 10:** Structure de l'Aurone : flavonoïde

### IV.5.3.3. Les antioxydants d'origine végétale

#### IV.5.3.3.1. Vitamine E ou Tocophérols

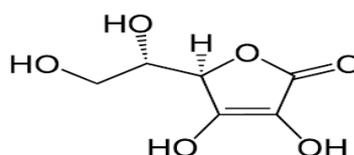
La vitamine E est une vitamine liposoluble recouvrant un ensemble de huit molécules organiques, quatre tocophérols et quatre tocotriénols. La forme biologiquement la plus active est le  $\alpha$ -tocophérol, en protégeant ainsi les cellules contre les dommages associés aux radicaux libres et par conséquent, prolonge la vie cellulaire tout en ralentissant le processus de vieillissement [169] (Figure 11).



**Figure 11:** Vitamine E

#### IV.5.3.3.2. Vitamine C ou acide l'ascorbique

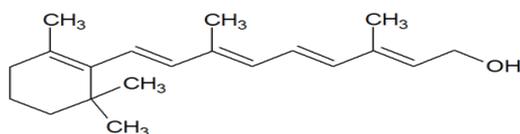
L'acide ascorbique de formule  $C_6H_8O_6$  présente deux carbones asymétriques, une fonction lactone, deux fonctions alcool puis une fonction ène-diol ( $HO - C = C = OH$ ). [170]. Est considéré comme le plus important antioxydant dans les fluides extracellulaires [171] (Figure 12).



**Figure 12:** Vitamine C

#### IV.5.3.3.3. Vitamine A ou Rétinol

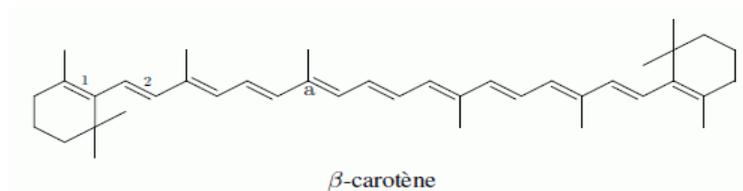
Est une vitamine liposoluble, ces molécules sont altérées par l'oxygène de l'air, des altérations accélérées par la lumière et la chaleur [172] (Figure 13).



**Figure 13:** Vitamine A

#### IV.5.3.3.4. Caroténoïdes

Les caroténoïdes sont des pigments plutôt orange et jaunes répandus chez de très nombreux organismes vivants, il existe principalement deux groupes de caroténoïdes : ceux porteurs de substituant oxygénés (lutéine, zéaxanthine et la cryptoxanthine) et ceux qui n'ont pas d'oxygène ( $\alpha$ -carotène,  $\beta$ -carotène et lycopène) [173] (Figure 14).



**Figure 14:**  $\beta$ -carotène

***PARTIE***

***EXPÉRIMENTALE***

## I. Description des zones des collectes de matériels végétales

### I.1. Présentation de la steppe algérienne

Depuis une quarantaine d'années, des scientifiques se sont penchés sur les problèmes qui se posent au niveau des espaces steppiques. Certains auteurs ont travaillé sur les caractéristiques écologiques, pastorales, et autres ont fait d'études phytoécologiques et phytosociologiques de la végétation, parmi lesquels on peut citer [96], [174], [180].

La steppe algérienne constitue une vaste région couvrant environ 20 millions d'hectares de la zone aride de l'Algérie du nord [181] ; elle comprise entre les deux atlas, le tellien au Nord et le saharien au sud, cet espace se compose de trois ensembles (Figure 15) :

1. Les hautes plaines algéro-oranaises (la terminaison des hautes plaines algéro-oranaises et une partie des hautes plaines de tébessa) ;
2. Atlas saharien (monts de ksour, djebel amour, mont de ouled Neil, mont de Mzab, Nememcha) ;
3. Le piémont sud de l'atlas saharien (au sud des monts du M'Zab, de l'aures et des nmencha).



**Figure 15:** la steppe algérienne source : NEDJRAOUI ET, 2008.

### I.2 Description géographique des zones de collecte du matériel végétal

#### I.2.1 Commune de Ain Skhouna

La commune de Ain Skhouna est située sur les hautes plaines steppiques de la région Ouest, et à la bordure nord de la partie orientale du chott Chergui, à une superficie de 404,03 km<sup>2</sup>. Elle est délimitée :

- au nord par la commune de Roggassa (wilaya d'El Bayadh) ;
- À l'est et au nord par la wilaya de Tiaret ;
- À l'ouest et au nord par la commune de Mâamora (wilaya de Saïda).

### **I.2.2. Commune de Mâamora**

La commune de Mâamora est localisée au sud-est de la wilaya de Saïda, elle s'étend sur une superficie de 1216 Km<sup>2</sup> (1/5 de la surface de la wilaya. Elle est considérée comme une zone à vocation agropastorale [182]. Elle est délimitée :

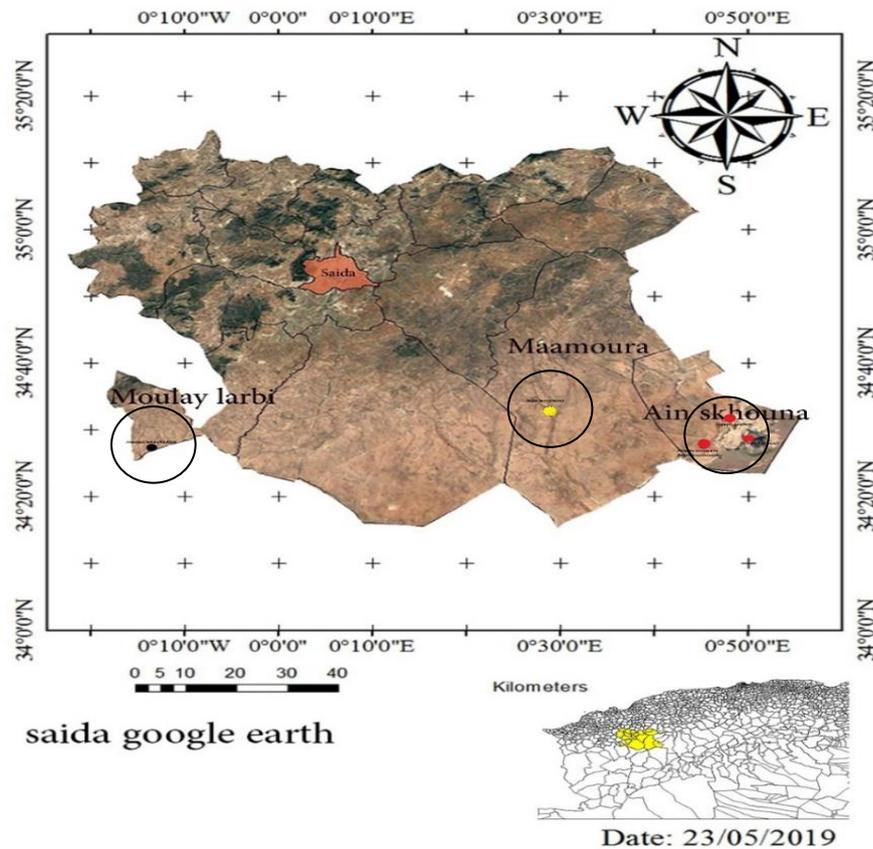
- Au nord par la commune de Tircine ;
- Au nord-est par la wilaya de Tiaret (Rosfa et Medna) ;
- À l'est par la commune de Ain Skhouna (Wilaya de Saïda) ;
- Au sud par la wilaya de El Bayadh ;
- Au sud-Ouest par la commune de Sidi Ahmed (Wilaya de Saïda) ;
- À l'ouest par la commune de Hassasna (Wilaya de Saïda).

### **I.2.3. Commune de Moulay Larbi**

La commune de Moulay Larbi est localisée au sud-est de la wilaya de Saïda, elle s'étend sur une superficie de 432,2 Km<sup>2</sup>. Elle est délimitée :

- au nord par la Daïra de Ain El Hadjar (Wilaya de Saïda) ;
- Nord-Ouest par la commune de Taoudmout (wilaya de Sidi Bel Abbès)
- À l'ouest par la commune de Tafissour et oued Taourira (wilaya de Sidi Bel Abbès) ;
- Au sud est par commune de sidi Ahmed (wilaya de Saïda) ;
- Au sud par la daïra de Marhoum (wilaya de Sidi Bel Abbès).

C'est dans l'ensemble géographique et hauts plateau que se situe la wilaya de s'aïda qui est limitée naturellement au sud par le chott chergui. Localisée au nord-ouest de l'Algérie, elle est limitée au nord par la wilaya de mascara ,au sud par celle d'El Bayard, à l'est par la wilaya de Tiaret et à l'ouest par la wilaya de Sidi Bel Abbès. La wilaya de Saïda est constituée de six daïras et de seize communes, qualifiée de territoire hybride, ni franchement steppique, ni franchement tellien [183]. Dans les temps historiques, cette position de contact a fait vivre la région d'échange avec la steppe et les régions présahariennes, cette économie d'échange très largement ouverte sur le Sud, convenaient parfaitement au type de ressources qu'offre le territoire de la wilaya [184] (Figure 16).



**Figure 16:** Situation géographique des stations d'études (effectuée sous Google earth 2019)

#### I.2.4. Les caractéristiques édaphiques

Les principales zones de la wilaya sont caractérisées par différents types de sols décrits et répertoriés par l'étude de pédologie effectuée par la [185] et [186], le [187] et [188]. La plupart des sols de la région rentrent dans la catégorie des sols fersiallitiques et bruns calcaires, ces sols présentent une liaison entre les oxydes de fer et les argiles. Les sols y sont classés en quatre groupes bruns rouges, alluviaux, hydromorphes et halomorphes [187], on distingue six grands types de sols :

##### a. Les sols alluviaux

Cette catégorie comprend quatre types de sols : les sols alluviaux de plaine ou de terrasse alluviale, les sols remaniés de Dayate Zreguet, les sols alluviaux de bordure de chott, les sols alluviaux de lits d'oueds.

##### b. Les sols rouges

Les sols bruns rouges méditerranéens profonds à texture légère, les sols bruns rouges méditerranéens sous formations steppiques, les sols rouges à horizon humifère,

### c. Les sols bruns à caractère vertique

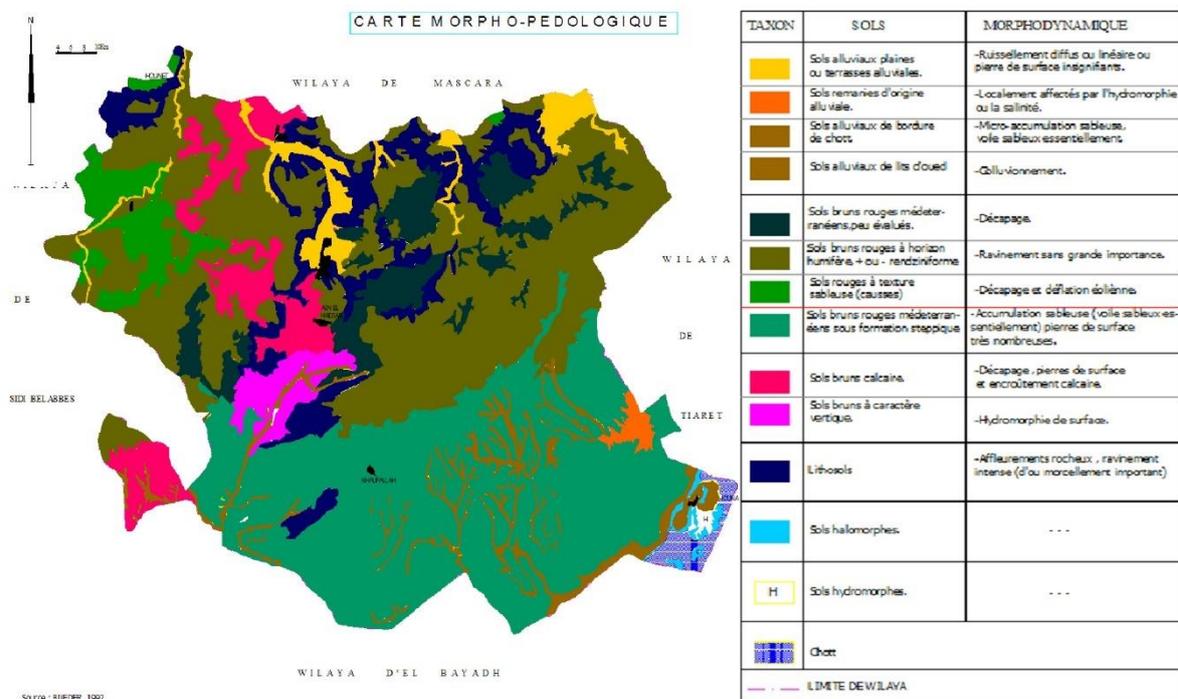
S'étend sur la partie méridionale allant du sud-ouest à l'est de la wilaya (Hassasna, Moulay Labi). Leur texture est lourde à profondeur variable, convient à la céréaliculture.

### d. Les lithosols

Sont assez étendus et se retrouvent sur presque tous les versants dénudés. Ils sont peu épais (moins de 20 cm généralement) et très morcelés avec des affleurements de la roche mère (calcaire, grès ou dominant), elles se caractérisent par les sols halomorphes, des sols hydromorphes, les sols des plaines vallées, les sols des montagnes.

### e. Les sols des plateaux telliens et des hautes plaines steppiques

Il n'est tenu compte ici que de plateaux de (Moulay Larbi et Hassasna), sont bruns et profonds, mais affectés par de l'hydromorphe de surface. Les autres sols répartis dans les zones steppiques (maigres sols rouges, sols alluviaux, hydromorphes et halomorphes) (Figure 17).



**Figure 17:** Carte des sols de la wilaya de Saïda (source : BNEDER, 1992 ; Modifiée par Labani 2006).

## I.2.5. Occupation du sol steppique

### I.2.5.1. Espaces des parcours

Les terres des parcours s'étendent sur une superficie de 163063 ha soit 24,10% de la superficie totale de la wilaya [182], ces parcours représentent une part importante dans l'occupation du sol. On distingue les parcours de la steppe qui englobent 11,98% et 19,44% de la superficie totale [187]. Les parcours telliens ont été individualisés comme des parcours steppiques compte tenu de leur appartenance au tel et à la configuration topographique du relief (zones de montagnes et

de piémonts).les parcours steppiques se situent au sud de la wilaya (communes de Moulay Larbi, Sidi Ahmed, Mâamoura, Ain Skhouna) .

#### **I.2.5.1.1. Les parcours a alfa (*Stipa tenacissima*)**

Ils couvrant 39536 ha soit presque 6%de la superficie totale de la wilaya selon [187], elles colonisent tous les substrats géologiques de 400 à 1800 mètres d'altitude. Elles se localisent essentiellement dans la zone de contact tell-steppe, ces parcours présentent trois niveaux de dégradation :

1. le premier niveau, faiblement dégradé avec un taux de recouvrement situé entre 60% et 70% ,occupe 8049 ha soit 1,2% de la superficie totale et est localisé essentiellement dans la commune de Maamora ;
2. Le deuxième niveau, moyennement dégradé avec un taux de recouvrement variant entre 30% et 40% ,s'étend sur une superficie estimée à 30000 ha soit 4,5% de la superficie totale .ce second niveau est reparti sur la zone steppique de la wilaya de Saïda ;
3. le troisième niveau fortement dégradé avec un taux de recouvrement de 10% à 20% ,n'intéresse qu'une très faible étendue et est présent seulement dans la commune sidi Ahmed avec un pourcentage de 1,19% du total du territoire de la commune [184].

#### **I.2.5.1.2. Les parcours à armoise blanche (*Artemisia herba-Alba*)**

Les parcours à armoise blanche couvrent 129513 ha soit 19,44% de la superficie totale de la wilaya [187], ils sont localisés au sud , notamment dans la commune de Maamoura (Dayet el Mekmen)avec une superficie de 54021 ha soit 43,16% de la surface totale. Ces parcours rencontrent sur les sols à texture argilolimoneuse couvrant les zones d'épandage,les dépressions et le glacis encroutés avec une pellicule de glaçage .ils sont généralement associés au *Lygeum spartum* ,*Helianthemum sp*,*Astragalussp*.et en cas de surpâturage aux *Atractylis sp* et *Noaea micronata* [189].

#### **I.2.5.1.3. Les steppes à sparte (*Lygeum spartum*)**

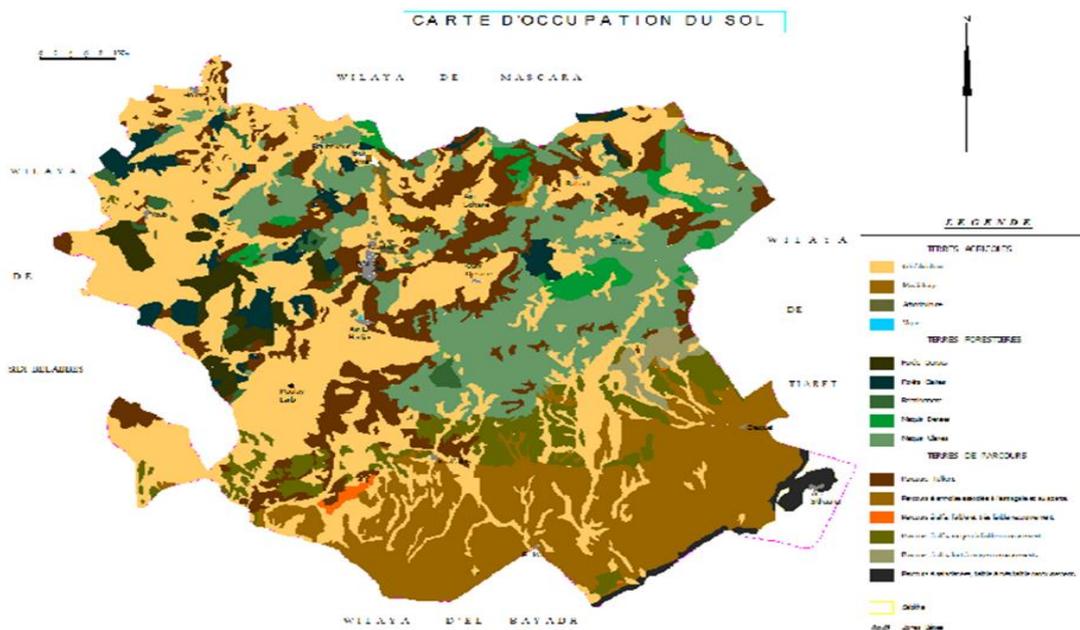
Occupant les glacis d'érosion encroûtés recouverts d'un voile éolien sur sols bruns calcaires, halomorphes dans la zone des chotts. L'espèce *Lygeum spartum* ne présente qu'un faible intérêt pastoral (0,3 à 0,4 UF/kg MS), mais avec une productivité pastorale moyenne de 150 UF/ha/an. Les steppes à sparte sont peu productives avec une production moyenne annuelle variant de 300 à 500 kg MS/ha, mais elles constituent cependant des parcours d'assez bonne qualité. Leur intérêt vient de leur pouvoir de régénération, leur diversité floristique et de leur productivité relativement élevée en espèces annuelles et petites vivaces, elle est de 110 kg MS en moyenne

[103], [190]. Le sparte est localisé surtout dans la commune de Ain Skhouna et le sud de la commune Maamora.

#### I.2.5.1.4. Les parcours à *Atriplex*

Différentes structures étatiques (HCDS, GCA, Conservation des Forêts) ont engagé des opérations de plantations d'arbres fourragers et forestiers dans le cadre des programmes mis en œuvre par le ministère de l'Agriculture. Les plantations fourragères ont été réalisées en particulier à base d'*Atriplex canescens*, *Atriplex nummularia* et d'*Atriplex halimus*, par contre les plantations forestières ont été réalisées à base de *Pinus halepensis* et de *Tamarix articulata* [191] (Figure 18).

Les premières plantations d'*Atriplex* datent des années 1980, mais les grandes superficies ont été réalisées entre l'année 1994 avec le lancement du programme d'aménagement pastoral « les grands travaux » et 2010 dans le cadre du programme « PPDRI », entre ces deux programmes plusieurs d'autres ont succédé (Relance économique 2001, F.L.D.D.P.S. 2002, P.D.A.R. 2003...etc.). La superficie totale de ces parcours est estimée à 50 000 Ha, localisés dans la région steppique au sud de la wilaya [192].



#### I.2.6. Aspects climatiques et bioclimatiques

Le climat est un facteur très important en raison de son influence prépondérante sur les zones Steppiques du Sud-Ouest oranais [193].

Le climat méditerranéen est un climat de transition entre la zone tempérée et la zone tropicale avec un été très chaud et très sec, tempéré seulement en bordure de la mer, l'hiver est très frais et plus humide. Ce climat est qualifié de xérothermique, elle est caractérisée par une concentration hivernale des précipitations, l'été étant sec [194].

Dans les Hautes Plaines, les précipitations moyennes annuelles sont généralement comprises entre 100 et 400 mm ; ces isohyètes correspondent respectivement aux limites sud de l'alfa et de la culture extensive du blé. L'irrégularité des années pluvieuses et des années sèches, la variation annuelle des précipitations en sont les traits dominants [195].

Pour les basses températures, janvier est partout le mois le plus froid avec  $-1,8 < m < 6,4^{\circ}\text{C}$ . Pour les steppes de l'Ouest, y compris le sud de la Wilaya de Saïda, les hivers sont plus rigoureux ( $-2 < m < + 2,6^{\circ}\text{C}$ . Cependant, si on note un léger radoucissement au niveau des chotts avec  $m > + 3^{\circ}\text{C}$  [196] .

Pour les températures élevées, juillet reste le mois le plus chaud avec  $33^{\circ} < M (2) < 41,7^{\circ}\text{C}$ . L'insolation est plus longue en juillet et le sirocco y atteint son maximum. C'est dire qu'écologiquement, ce mois est le plus dur pour la flore [196] .

Deux autres facteurs ayant une influence sur la flore méritent d'être cités. D'abord la durée d'enneigement au sol qui dure plus de vingt jours sur l'Atlas saharien. Elle n'est que de cinq à dix jours pour les steppes du centre y compris les environs du Hodna. Elle dure davantage, de dix à quinze jours, pour les steppes de la Wilaya de Saïda. Quant au sirocco, vent chaud et sec qui atteint son maximum en été [196] .

## II. Bioessaie de l'effet allélopathique

### II.1. Matériels et méthodes

#### II.1.1. La récolte du matériel végétal

Les feuilles et les racines des trois *atriplex canescens*, *Atriplex nummularia* et *Atriplex halimus* ont été prélevées le 18 juillet, à partir d'une population naturelle située au sud de "Ain skhouna, Saïda Algérie".

Après la maturation des graines des échantillons :

Les graines d'*Artemisia herba-Alba asso* ont été recueillis le 15/12/2017 à partir d'une population naturelle localisée dans la zone de « Moulay Larbi à l'ouest de la ville de Saïda, Algérie ».

Les graines de *Stipa tenacissima* ont été recueillies le 12/06/2017 à partir d'une population naturelle localisée dans la zone de « Maamora au sud de la wilaya de Saïda, Algérie ».

Les graines de *Lygeum spartum* ont été recueillies le 27/06/2017 à partir d'une population naturelle localisée dans la zone de « Ain skhouna au sud de la wilaya de Saïda, Algérie » (Tableau.1).

**Tableau 1:** Lieu de récolte des plantes et caractéristiques géographiques et bioclimatiques des stations de récolte de matériels végétales.

Plantes	Stations	Période de récolte	Partie étudiée	Latitude (Nord)	Longitide (Est/Ouest)	Altitude (m)	Étage bioclimatique
<i>Atriplex canescens</i>	Ain skhouna	18/07/2017	Feuilles racines	34°28'06,09'' N	0°45'23,68'' E	1023	Semi-aride froid
<i>Atriplex nummularia</i>	Ain skhouna	18/07/2017	Feuilles racines	34°28'10,59'' N	0°45'21,92'' E	1022	Semi-aride froid
<i>Atriplex halimus</i>	Ain skhouna	18/07/2017	Feuilles racines	34°29'38,55'' N	0°51'17,53'' E	989	Semi-aride froid
<i>Artemisia herba-Alba</i>	Moulay Larbi	15/12/2017	Graines	34°29'08,52'' N	0°09'06,15'' O	1141	Aride/semi-aride froid
<i>Lygeum spartum</i>	Ain skhouna	27/06/2017	Graines	34°32'48,97'' N	0°48'48,78'' E	1027	Semi-aride froid
<i>Stipa tenacissima</i>	Maamoura	12/06/2017	Graines	34°39'08,93'' N	0°26'13,55'' E	1150	Semi-aride froid

#### II.1.2. Le traitement des semences

Toutes les graines ont été désinfectées avec de l'eau oxygénée titrant 10 % (p / v) pendant 20 minutes, suivi de quatre rinçages avec de l'eau déminéralisée puis stockée à sec à une température ambiante avant le test de germination [197].

### **II.1.3. Préparation des extraits**

#### **II.1.3.1. Séchage et broyage**

Les préparations des extraits d'*Atriplex canescens*, *Atriplex nummularia* et *Atriplex halimus* ont été faits à base de feuilles et de racines des échantillons prélevés de « Ain skhoua au sud de la wilaya de Saïda, Algérie » juillet 2017, les feuilles et les racines ont été séparés et séchés dans un séchoir à circulation d'air chaud à 45 °C. Les échantillons ont été broyés en une poudre fine et emballés avant d'être utilisés pour l'extraction par solvant [198].

#### **II.1.3.2. Extraction solide liquide**

Des extractions étaient utilisées pour en extraire les principes actifs [199]. La macération de 80 g de poudre de chaque échantillon (racines et feuilles) dilué dans un volume de un litre d'eau distillée, avec une agitation magnétique pendant 72 h à une température de (0 ±4 °C), en ajoutant un agent réducteur (l'acide ascorbique), pour assurer la protection des composés phénoliques [16]. La procédure était répétée 3 fois jusqu'aux épuisements de matériel végétal. L'extrait de 80 g/l inhibe 100 % la germination des graines, c'est pour des raisons représentativité statique que nous avons utilisé la moitié de 80 g/l soit 40 g/l, ce qui fait qu'un échantillon est représentatif lorsqu'un seuil est franchi 50 %. Les solutions ont été filtrées à travers des doubles couches stériles de papier wattman. Les concentrations souhaitées (0 % eau distillée, 2,5 %, 5 %, 10 %, 20%et 40 %) ont été préparées par addition d'eau distillée. Les différentes concentrations ont été stockées à 4 °C jusqu'à son utilisation [200] (Planche II, Photos .5 et 6).

### **II.1.4. Protocole expérimental**

#### **II.1.4.1. Préparation du matériel végétal et Dispositif expérimental dans les boîtes pétri**

Vingt graines d'espèce d'*Artemisia herba-Alba*, *Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum* était placée dans des boîtes de pétri tapissées de 2 couches de papier absorbant, à raison de 4 répétitions de chaque concentration des (FAC) et (RAC) d'*Atriplex canescens*, et (FAN) et (RAN) d'*Atriplex nummularia* et (FAH) et (RAH) d'*Atriplex halimus*. Un dispositif expérimental constitue de 18 lots. Chaque lot comprend une série de 4 boîtes de pétri, les boîtes de pétri témoins sont arrosés régulièrement avec de l'eau distillée du 1<sup>er</sup> au 20<sup>eme</sup> jour. Les autres boîtes sont arrosées avec des concentrations préparées préalablement. Cette expérimentation était réalisée dans une chambre de culture à température de (20°C ± 2°C) et des photopériodes de 12 h/12 h. On a effectué des comptages de germination tous les jours, nous avons noté la

date de germination qui correspond à l'éclatement de la radicule [201], [202] (Planche. III, Photos. 7 et 8).

#### **II.4.2. Techniques de mesure des pousses et des racines des jeunes plantules**

Après la période de germination, la longueur des pousses et des racines des jeunes plantes d'*Artemisia herba-Alba*, *Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum* de chacune des boîtes de pétri étaient évalués. À cet effet, 10 jeunes plantes étaient retirées au hasard et placées sur un papier millimétré, et photographiées individuellement et ensuite les images étaient transférées dans le logiciel de Scion Imagej 1.48v pour la détermination de la longueur des racines et des pousses. Les mesures du poids frais et sec sont effectuées par le pesage des jeunes plantes de différentes concentrations à l'état frais et sec (Planche. III, Photos. 9 ; 10 ; 11 ; 12 ; 13 ; 14 ; 15).

#### **II.1.4.3. Préparation du matériel végétal et Dispositif expérimental dans les pots**

L'utilisation de 9 lots de pots de différentes graines *Artemisia herba-Alba*, *Lygeum spartum*, *Stipa tenacissima* ont été utilisés pour les expérimentations, les graines ont été traitées selon la procédure décrite préalablement par [201]. Le support de culture utilisé est la même terre des graines récoltées, à raison de 3 lots de chaque série de graines et de 10 graines par pot. Chaque lot, représenté par 2 répétitions, un arrosage quotidien des différentes concentrations de l'*Atriplex canescens*, *Atriplex nummularia* et *Atriplex halimus* a été effectué, les essais de germination ont été effectués dans la pépinière forestière de (INRF) institut national de recherche forestière de Ain « skhouna wilaya de Saïda ». Les graines sont semées en surface du substrat des pots afin de suivre la dynamique d'allongement des différents organes pendant la germination. Exposé à une température comprise entre 20 °C et 25°C, Lumière 8 heures par jour, Le comptage de la germination 1/2 jours [201] (Tableau. 2) (Planche. III, photo. 16).

**Tableau 2:**préparation des extraits des *Atriplex*

N° Lot	Noms des espèces	Les extraits utilisés	Région de récolte	Date de récolte	Durée de conservation	Années de tests	Code d'essai
0		Témoin					D
1	<i>Artemisia herba-Alba</i>	FAC +RAC	Moulay	15/12/2017	3mois	20/03/2018	A1
2		FAN+RAN	Larbi				A2
3		FAH+RAH					A3
4	<i>Lygeum spartum</i>	FAC+RAC	Ain	20/06/2017	4mois	01/11/2018	B1
5		FAN+RAN	skhouna				B2
6		FAH+RAH					B3
7	<i>Stipa tenacissima</i>	FAC+RAC	Maamora	20/06/2017	9mois	10/04/2018	C1
8		FAN+RAN					C2
9		FAH+RAH					C3

#### II.1.4.4. Suivi de l'expérimentation

L'expérimentation a été suivie pendant 8 à 10 semaines pour obtenir une bonne lecture des défauts de croissance des épicotyles, des racines et des feuilles et de présenter les données concernant la dynamique de la germination, l'effet des différents extraits des *Atriplex* sur les espèces steppiques *Artemisia herba-Alba*, *Lygeum spartum* et *Stipa tenacissima*.

#### II.1.4.5. Détermination de la teneur en chlorophylle des feuilles d'*Artemisia herba-Alba*, *Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum*.

L'utilisation de 100 mg des tissus foliaires de chaque traitement était prélevée, puis placée dans des flacons en verre contenant 7 ml de diméthyle sulphoxide (DMSO). Une incubation à 65°C pendant 48 heures était appliquée, le processus suivait d'un ajout de 10 ml de DMSO dans chaque flacon. Les produits étaient conservés à 4°C jusqu'au moment d'analyse, c'est une technique utilisée par [203]. L'extraction de la chlorophylle à partir de tissus des feuilles de la plante était réalisée sans broyage et sans centrifugation [204]. L'évaluation de la chlorophylle a été faite par le spectrophotomètre (OPTIZEN3220 UV), les valeurs obtenues ont été calculées à l'aide de l'équation d'Arnon's :

$$\text{La chlorophylle totale } \left( \text{CHLT} \cdot \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = 20.2D_{645} + 8.02D_{663}$$

#### II.1.5.6. Taux de germination :

$$GT = (Ni/Nt) \times 100$$

D'où : TG : taux de germination ; Ni : nombre total de graines germées ; Nt : nombre total de graines testées [205].

**II.1.5.7. Pourcentage d'inhibition :**

$$I\% = (T_{\text{témoin}} - \text{Extrait}/T_{\text{témoin}}) \times 100$$

D'où : I % : le pourcentage d'inhibition par rapport au témoin) [206], [207] ;

Inhibition (INH) ou de stimulation (STIM), les longueurs des pouces et des racines, les poids frais et secs ainsi que les teneurs de chlorophylle totale accumulées dans les feuilles.

**II.1.5.8. Cinétique de germination :**

Elle estimée par le taux de germination en fonction du temps (jours), varie avec les différentes concentrations aqueuses.

**II.1.5.9. Vitesse de germination :**

$$\text{Coefficient de vitesse} = [\sum n / \sum (n \cdot Jn)] \times 100$$

Le coefficient de vitesse (CV) de **Kotowski (1926)** qui s'exprime par la comparaison des temps de germination de chaque graine testée. D'où  $n$  est le nombre de graines germées le jour  $Jn$  et  $Jn$  présentent le nombre de jours après l'ensemencement. Lorsque ce style de formule de la vitesse de germination est adopté, on fait le calcul de [129] [208].

$$\frac{N_1 T_1 + N_2 T_2 + N_3 T_3 + \dots + N_n T_n}{N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_n}$$

D'où  $N_1$  est le nombre de graines germées au temps  $T_1$ ,  $N_2$  le nombre de graines au temps  $T_2$ ,  $N_n$  le nombre de graines germées au temps  $T_n$ . Cette formule correspond à l'inverse x100 du « coefficient de vitesse » de **Kotowski**. Selon [209] il n'y a pas de lien entre ces deux paramètres.

**II.1.6. Analyses statistiques**

Les données étaient soumises à des analyses statistiques de la variance (ANOVA), en utilisant un logiciel (IBM SPSS statistique V.24). Si une différence significative était déterminée entre les moyennes, un test de comparaison par paires de HSD Tukey à  $p < 0,05$  entre les traitements individuels était utilisé pour définir la signification statistique.

### **III. Bioessai de l'activité antioxydante**

#### **III.1. Matériels et méthodes**

##### **III.1.1. La récolte du matériel végétal**

Les échantillons de feuilles d'*Atriplex canescens*, *Atriplex nummularia* et *Atriplex halimus* ont été prélevés le 18 juillet, à partir d'une population naturelle située au sud de "Ain skhouna, Saïda Algérie".

##### **III.1.3. Préparation des extraits**

Les feuilles ont été séparées et séchées dans un séchoir à circulation d'air chaud à 45 °C. Les échantillons ont été broyés en une poudre fine et emballés avant d'être utilisés pour l'extraction par solvant [198]. L'extraction solide liquide et liquide liquide sont les procédures les plus couramment utilisées avant l'analyse des composés phénoliques simples dans les plantes naturelles. Ce sont toujours les techniques les plus utilisées, principalement en raison de leur facilité d'utilisation, de leur efficacité et de leur grande applicabilité.[198].

##### **III.1.2.1. L'extraction :**

L'extraction est un phénomène physique très important, elle est utilisée pour séparer des constituants à partir d'un mélange complexe ou bien pour la purification d'un mélange, elle se partage de deux types :

##### **III.1.2.1.1. Extraction (solide liquide)**

Séparation d'un constituant à partir d'un solide vers liquide.

##### **III.1.2.1.2. Extraction (liquide – liquide)**

Elle repose sur la différence d'affinité d'un soluté entre deux phases liquides non miscibles[198].

##### **III.1.2.1.3. Extraction solide liquide par soxhlet**

##### **Matériel utilisé**

1. Un soxhlet constitué d'un ballon monocol (capacité 125ml).
2. Un réfrigérant et d'un extracteur pour prise de pression différentielle.
3. Tuyauteries de liaison pour le fluide de refroidissement.
4. Alimentation d'eau de refroidissement du condenseur équipé d'un débitmètre.
5. Une cartouche en cellulose (capacité de 25g-35g).
6. Régulateur de commande du chauffage du bouilleur.

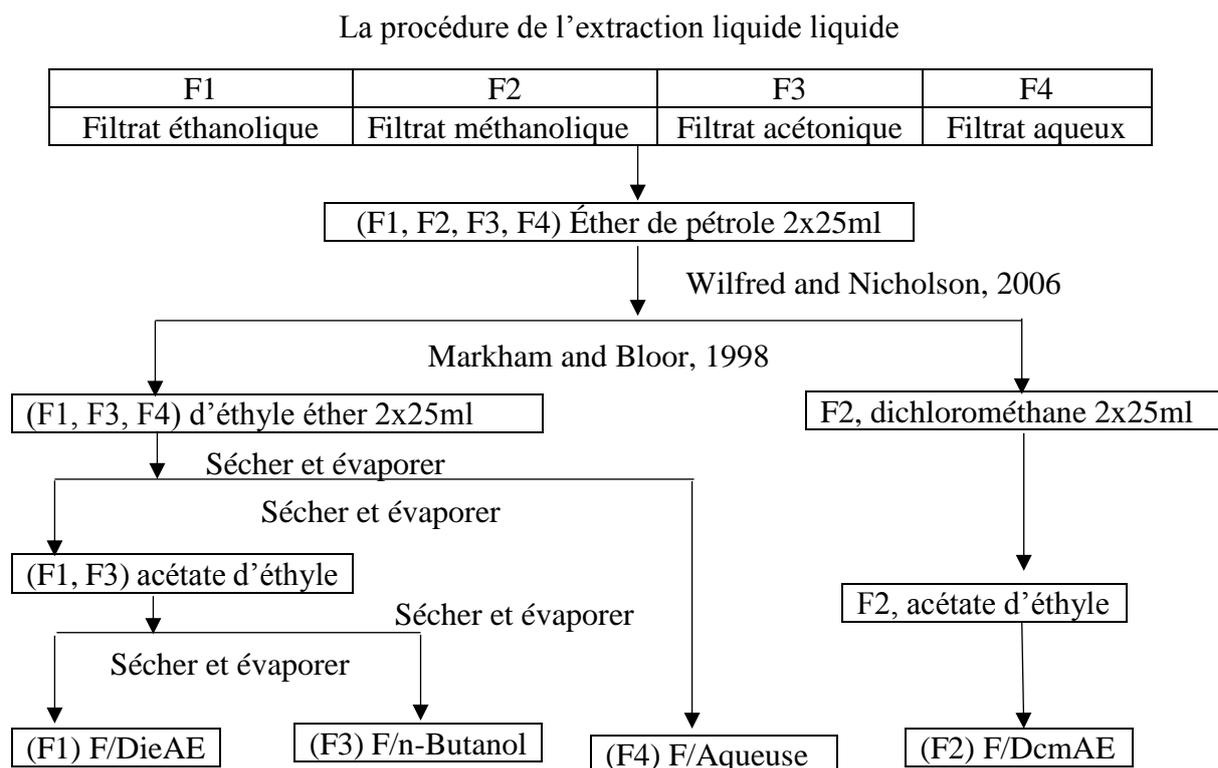
### **III.1.2. Principes et description de la technique**

Quatre extractions hydroalcooliques à polarité croissante de différentes mixtures de solvants, d'éthanol (80 :20, v/v), méthanol (80 :20, v/v), acétone (80 :20, v/v) et de l'eau ont été utilisées pour extraire des composés phénoliques, en utilisant un ensemble de soxhlet qui génère des vapeurs de solvant qui sont condensées ; ce solvant pur et chaud alimente la cartouche en cellulose contenant le solide inerte et le soluté. Lorsque la cartouche est pleine, la solution obtenue (solvant et soluté) se vide automatiquement par siphonnage (lixiviation) puis retourne dans le bouilleur (ballon monocol) où le solvant est de nouveau porté à l'ébullition. La lixiviation peut également être opérée par passage continu du solvant ou par vidanges manuelles successives [16] (Planche. IV, Photos .17).

À chaque extraction de différentes mixtures de solvants hydroalcooliques, en ajoutant un agent réducteur le métabisulfite de sodium au milieu d'extraction pour assurer la protection des polyphénols [16].

#### **III.1.2.1. Extraction liquide liquide**

Les quatre filtrats ont été séchés sous pression réduite à 50 °C en utilisant un évaporateur sous vide rotatif. Une première série de purification des extraits globaux est nécessaire avec un solvant apolaire le (éther de pétrole 2x25ml afin éliminer les huiles, et les pigments chlorophylliens, et les cires) [210] et une deuxième série de purification avec le dichlorométhane 2x25ml pour l'extrait hydrométhanolique pour extraire la majorité des hétérosides [211], et le diéthylether 2x25ml pour les extraits hydroéthanolique , hydroacétonique et aqueux pour extraire les génines libres liés aux hétérosides [211], ensuite évaporés et séchés sous pression réduite à 50°C [210] (Planche. IV, Photo.18) (Figure 19).



**Figure 19:** Protocole d'extraction liquide liquide des composés phénolique (Markham and Bloor, 1998 ; Wilfred and Nicholson, 2006).

La troisième série consiste à extraire les composés phénoliques par deux solvants à polarité intermédiaires (acétate d'éthyle pour les deux premiers extraits, hydroacétonique hydroéthanolique), et le (n-butanol pour le troisième extrait), puis les concentrés sous vide à 50°C et les conservés à t° de 4°C. finalement on obtient quatre fractions : La fraction diéther acétate d'éthyle(F/DieAE), la fraction dichlorométhane acétate d'éthyle( F/DcmAE), la fraction diéther n-butanol (F/n-BUOH), la fraction aqueuse (F/Aqueuse).

### III.1.2.2. Dosage des polyphénols totaux (PPT)

La teneur totale en composés phénoliques dans l'extrait était déterminée en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu (FC) selon la méthode décrite par [212], avec quelques modifications. 0,5 ml d'extraits de concentration 1mg/ml ou de solutions étalon d'acide gallique (50-300 ug L<sup>-1</sup>) préparé préalablement dans un mélange (méthanol/eau, 50 :50) est combinée avec 5ml de réactif folin-ciocalteu (dilué à 1 :10) dans l'eau distillée pure. Après 5 min, 4 ml de solution de carbonate de sodium (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 1M) est additionné au mélange, déjà préparé précédemment avec 5.3g dans 50ml d'eau distillée. Après agitation et incubation à température ambiante, dans un endroit sombre pendant 15 minutes, l'absorbance de la solution a été mesurée par le spectrophotomètre (OPTIZEN3220 UV) à 765 nm, les résultats ont été exprimés en

milligrammes équivalents à acide gallique par gramme d'extrait (mg EAG / g E) (Planche. IV, Figure 19).

### III.1.2.3. Dosage des flavonoïdes (FLV)

La teneur totale en flavonoïdes a été déterminée par le dosage colorimétrique du chlorure d'aluminium selon la méthode décrite par [213]. Avec de petites modifications, ainsi à 0,5 ml de  $1 \text{ mg ml}^{-1}$  de chaque concentration, on ajoute 1,50 ml de méthanol, 0,10 ml de solution de chlorure d'aluminium ( $\text{AlCl}_3, 6\text{H}_2\text{O}$ ) à 10%, 0,10 ml de solution d'acétate de potassium (1M) et 2,80 ml d'eau distillée et on agite vigoureusement. La courbe standard pour les flavonoïdes totaux a été faite en utilisant la solution étalon de quercétine ( $20\text{-}120 \text{ ugml}^{-1}$ ) en utilisant la même procédure mentionnée ci-dessus. Le mélange a été maintenu à température ambiante pendant 30 minutes. Les absorbances du mélange réactionnel étaient mesurées à 415 nm avec un spectrophotomètre (OPTIZEN3220 UV). Le dosage total des flavonoïdes a été exprimé en milligrammes d'équivalent de Quercétine par gramme d'extraits (mgEQ /g E), les extraits et les références ont été réalisés en triplicatas (Planche. IV, Figure 20).

### III.1.2.4. Dosage tanins condensés (TC)

Nous avons suivi la méthode de vanilline-HCl de [214]. Un volume de 50  $\mu\text{l}$  de l'extrait d'échantillon a été ajouté à 3 ml de vanilline (4% p/v) fraîchement préparés dans le méthanol, et 1.5 ml de HCL concentré. Le mélange a été laissé dans l'obscurité pendant 15 minutes, les teneurs étaient estimées en milligrammes équivalent catéchine par gramme d'extraits (mgEC /g E), les tests sont répétés 3 fois (Planche IV, Figure 21).

### III.1.2.5. Piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazil)

L'activité de piégeage des radicaux DPPH a été déterminée en utilisant la méthode de [215] avec une légère modification. Pour chaque antioxydant, différentes concentrations ont été testées (0.1mg/ml-1mg/ml). Une portion aliquote de 3,9 ml d'une solution de DPPH  $63,4 \text{ uM}$  ( $25 \text{ mg/l}$  dans le méthanol 95%) a été ajouté à 100  $\mu\text{l}$  de chaque extrait. Le mélange a été secoué vigoureusement et incubé dans une cavité d'UV-visible jusqu'à ce que l'absorbance atteigne un état stable. L'acide gallique, l'acide ascorbique et le quercétine ont été utilisés comme matériaux de référence. Les absorbances à 515 nm ont été enregistrées (contre le méthanol 95%). (L'absorbance de DPPH initial  $0.632 \pm 0.47$ ). Les pourcentages d'inhibitions du DPPH de l'échantillon testé et des références ont été calculés par la formule suivante :

$$\% \text{ d'Inhibition} = [(A_{\text{contrôle}} - A_{\text{échantillon}}) / A_{\text{contrôle}}] \times 100$$

D'où  $A_{\text{Contrôle}}$  : l'absorbance du contrôle ;  $A_{\text{Échantillon}}$  : l'absorbance des échantillons d'essai. Pour chaque concentration, le test est répété 3 fois, et les valeurs de l' $EC_{50}$  sont déterminées graphiquement par régression linéaire et non linéaire.

### III.1.2.6. Évaluation de l'activité antioxydante par la méthode de réduction du fer.

La procédure de détermination de la réduction ferrique a été adaptée selon [216]. Avec de légères modifications. Une quantité de 0,5 ml de chacun des extraits à 1mg/ml de concentrations ont été mélangés avec 2,5 ml du tampon phosphate (0,2 M, pH 6,6) contenant 2,5 ml, 1% de ferricyanure de potassium ( $K_3Fe(CN)_6$ ). Le mélange réactionnel a été bien vortexé et ensuite incubé à 50 ° C pendant 20 min en utilisant un agitateur vortex. À la fin de l'incubation, 2,5 ml d'acide trichloracétique ( $C_2HCl_3O_2$ ) à 10% a été ajouté au mélange et centrifugé à 3000 tours par minute pendant 10 minutes. 2,5 ml de surnageant a été mélangé avec 2,5 ml d'eau désionisée et 0,5 ml de chlorure ferrique ( $FeCl_3$ ) à 0,1%. La solution colorée a été lue à 700 nm contre un blanc en utilisant un spectrophotomètre UV-VIS. Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent Quercétine par gramme d'extrait (mg EQ / g E).

### III.1.2.7. Capacité antioxydante totale du test de réduction de Mo (VI).

Les quantités de la capacité antioxydante totale (CAT) sont estimées par de la méthode décrite par [217]. Le test est basé sur la réduction de Mo (VI) en Mo (V) par une analyte spectrophotométrique des échantillons et la formation subséquente d'un complexe phosphate vert Mo (V) à pH acide. Sauf que la dose d'échantillon a été triplée. 0,3 ml de chaque extrait à 0,5mg/ml de concentration a été mélangé avec 3ml de solution de réactif (acide sulfurique 0,6 M, phosphate de sodium 28 mM et molybdate d'ammonium 4 mM). Les tubes ont été bouchés et incubés dans un bain-marie à 95 ° C pendant 90 minutes. Après le refroidissement des échantillons à température ambiante, l'absorbance a été mesurée à 695 nm contre un blanc. En remplaçant l'échantillon par l'acide gallique dans les mêmes conditions citées auparavant, la capacité antioxydante totale (CAT) était exprimée en milligramme équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait (mgEAG / g E).

### III.1.2.8. Test de blanchissement du $\beta$ -carotène (TBBC)

L'activité antioxydante a été déterminée selon une version légèrement modifiée de la méthode de blanchiment au  $\beta$ -carotène de [218]. Deux milligrammes de  $\beta$ -carotène ont été dissous dans 10 ml de chloroforme et 1 ml de solution de  $\beta$ -carotène a été mélangé avec 20 mg d'acide linoléique purifié et 200 mg d'émulsifiant Tween 40 dans un ballon à fond rond. Cependant, le chloroforme a été éliminé à 45°C dans un évaporateur rotatif sous vide. De l'eau distillée

oxygénée (100 ml) a été ajoutée au ballon et le mélange a été agité vigoureusement. Une émulsion témoin a été préparée sans  $\beta$ -carotène. 500  $\mu$ l de différentes concentrations 100, 200, 400, 600, 800 et 1000  $\mu$ g/ml ou d'antioxydant synthétique ont été ajoutés à 4 ml de l'émulsion  $\beta$ -carotène/acide linoléique. Des absorbances à 470 nm ont été immédiatement enregistrées après l'ajout de l'échantillon à l'émulsion ce qui correspond à  $t = 0$  min. Les tubes bien vissés sont placés dans un bain-marie à 50°C pendant 120 min. Ensuite, les absorbances sont mesurées à 470 nm à  $t = 120$  min. Le contrôle négatif est constitué d'avoir 500  $\mu$ l de méthanol au lieu de l'extrait ou de l'antioxydant de synthèse, pour le contrôle positif, l'échantillon est remplacé par le BHT. Le coefficient d'activité antioxydante (AAC) a été calculé selon l'équation suivante :

$$AAC\% = (A_{E120} - A_{C120}) / (A_{C0} - A_{C120}) \times 100$$

D'où  $A_{E120}$ : l'absorbance de l'antioxydant à  $t=120$  min,  $A_{C120}$ : l'absorbance du contrôle à  $t=0$  min et  $A_{C0}$ : l'absorbance du contrôle à  $t=120$  min. Le test est répété 3 fois, et les valeurs de l' $IC_{50}$  sont déterminées graphiquement par régression non linéaire.

### **III.1.3. Analyse statistique**

Tous les tests ont été effectués en triple et les résultats ont été exprimés en (moyenne  $\pm$  erreur type), en utilisant deux logiciels d'analyse statistique (IBM SPSS Statistics v 24 et Sigmaplot v12.5 et (logiciel de traitement et d'analyse de données scientifiques). Origin pro v 9.0.



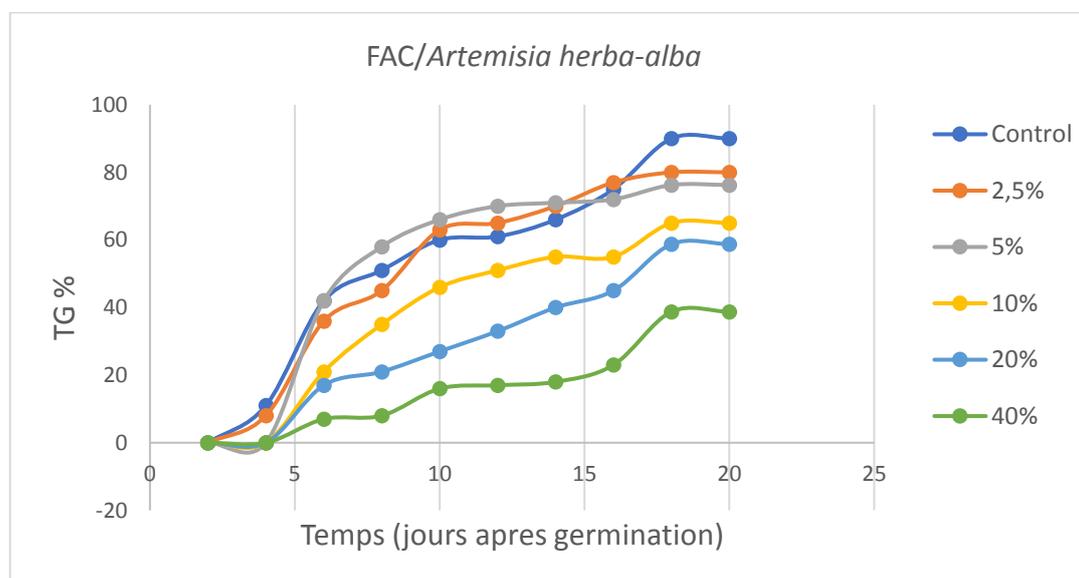
***PARTIE***  
***RÉSULTATS***

**I. L'effet allélopathique des extraits aqueux des feuilles et des racines des trois *Atriplex* sur la germination des graines et les paramètres de croissances de (*Artemisia herba-Alba*, *Lygeum spartum*, *Stipa tenacissima*).**

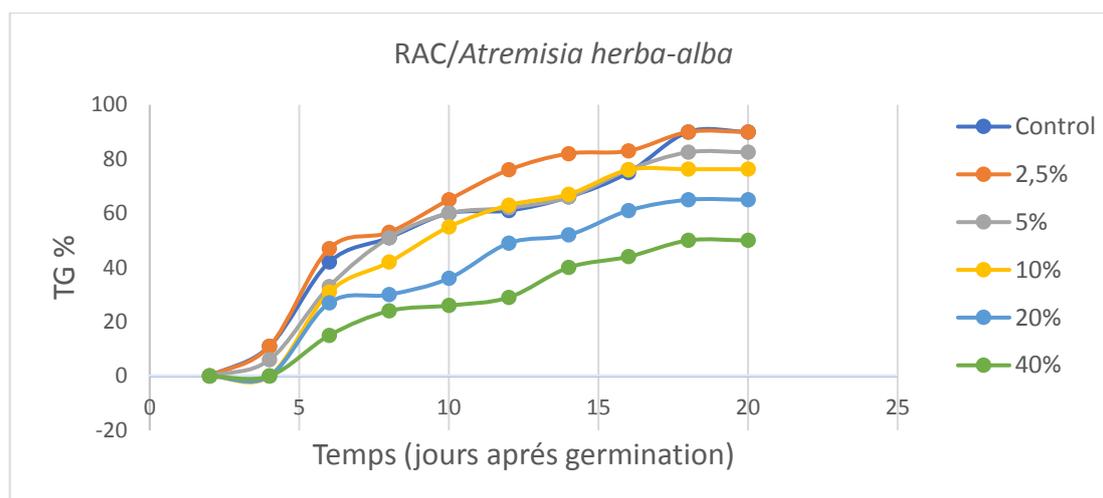
**I.1. Résultats de l'effet allélopathique des extraits aqueux des feuilles et des racines d'*Atriplex canescens* sur la germination d'*Artemisia herba-Alba***

**I.1.1. Cinétique de germination**

L'évolution des pourcentages de germination en fonction du temps (20 jours) est représentée dans les figures 20 et 21. Les graines semblent tolérer les concentrations de 2,5 % et 5 % des deux solutions aqueuses (FAC, RAC), qui sont situés au-dessus de la courbe témoin, avec des intervalles de temps variant entre 6,16 jours pour les concentrations des feuilles, et entre 6,20 jours pour les concentrations des racines. Le taux de germination commence à ralentir à partir du 10 %, d'une façon plus accentuée pour le premier traitement, tandis que les graines soumet au deuxième traitement deviennent sensibles qu'à partir de 20 %. Cette cinétique n'a pas de signification bien précise. On note un ralentissement du phénomène de germination en fonction de l'augmentation des concentrations.



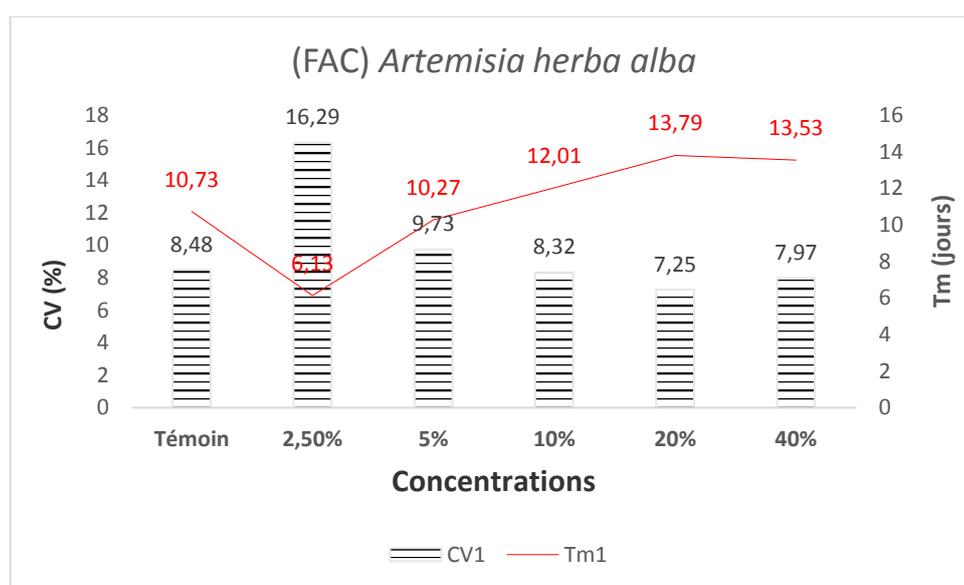
**Figure 20:** La réponse de la germination des graines d'*Artemisia herba-Alba*, sous l'effet de changements des concentrations de (FAC), en fonction du temps (25 jours).



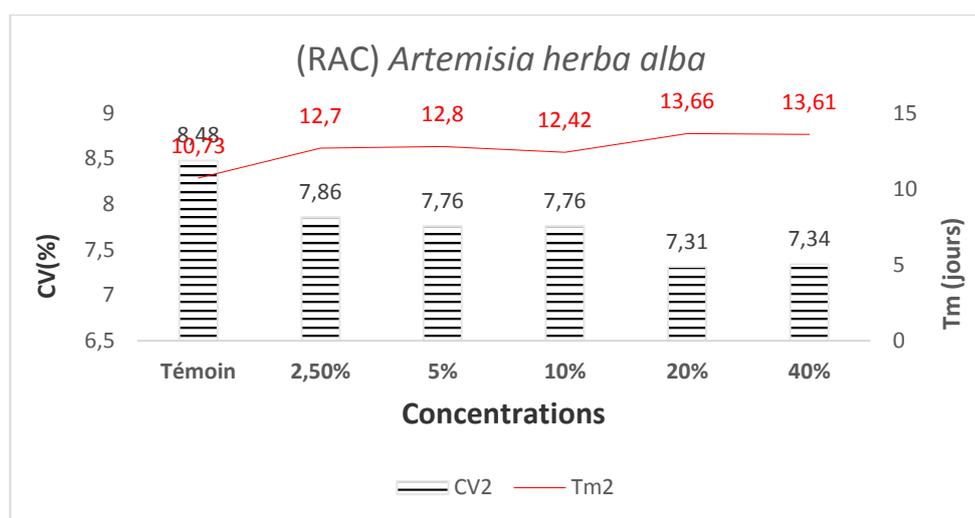
**Figure 21:** La réponse de la germination des graines d'*Artemisia herba-Alba*, sous l'effet de changements des concentrations de (RAC), en fonction du temps (25 jours).

### I.1.2. Vitesse de germination

Pour l'ensemble des traitements dans les deux courbes, le coefficient de vélocité (CV) diminue au fur et à mesure que les concentrations et le temps moyen de germination ( $T_m$ ) augmentent, cette diminution était visible à partir du 5 %, qui correspond à un CV de (9,73% et 7,76%) et de  $T_m$  de (10,27 et 12,8) jours pour les deux traitements, Il marque un effet significatif ( $p < 0,05$ ) avec le témoin qui a respectivement un CV de (8,48 %) et un  $T_m$  de (10,73) jours. Jusqu'à l'obtention d'une valeur maximale à la concentration 40% de CV (7,97% et 7,34%) et  $T_m$  de (13,53 et 13,61) jours. Les solutions à base de feuilles et des racines d'*Atriplex canescens* réduisent la vitesse de germination des graines d'*Artemisia herba-Alba* en comparant les deux critères (CV et  $T_m$ ). (Figure 22 ; 23)



**Figure 22:** Le (CV) et le ( $T_m$ ) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des feuilles d'*Atriplex canescens*.



**Figure 23:** Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des racines d'*Atriplex canescens*.

### I.1.3. Effets des extraits aqueux des feuilles d'*Atriplex canescens* sur la germination d'*Artemisia herba-Alba*

#### I.1.3.1. Effet sur le taux de germination

Les résultats montraient que les fortes concentrations des extraits des feuilles affectaient significativement le TG des graines d'*Artemisia herba-Alba*. En effet, on enregistre un taux de germination de 38,75% et 56,94% d'INH à une concentration de 40% ( $P < 0,001$ ). Par contre sous le traitement à faible concentration de 2,5% ( $P = 0,573$ ), on notait un TG de 80% et 11,1% d'inhibition, qui ne donne aucune différence significative avec le témoin soit un TG de 90% et aucune inhibition (Tableau. 3)

**Tableau 3:** les effets des extraits aqueux des feuilles d'*Atriplex canescens* sur la croissance d'*Artemisia herba-Alba*.

Concentrations	TG%	LPA (mm)	LPR (mm)	PF (mg)	PS (mg)	INH/STIM (%)
C0= 0%, témoin	90±7,07 <sup>a</sup>	21,70±2,04 <sup>a</sup>	28,86±8,19 <sup>a</sup>	109,62±21,29 <sup>a</sup>	4,36±0,63 <sup>a</sup>	-
C1= 2,5%	80±8,16 <sup>ab</sup>	19,97±1,00 <sup>a</sup>	22,36±9,71 <sup>ab</sup>	71,23±3,07 <sup>b</sup>	2,15±0,20 <sup>b</sup>	11,11
C2= 05%	76,25±2,5 <sup>abc</sup>	19,03±5,01 <sup>a</sup>	21,18±2,02 <sup>ab</sup>	50,75±5,54 <sup>bc</sup>	1,63±0,40 <sup>bc</sup>	15,27
C3= 10%	65±12,24 <sup>bc</sup>	16,99±6,27 <sup>ab</sup>	15,80±4,59 <sup>bc</sup>	50,42±1,76 <sup>bc</sup>	1,58±0,28 <sup>bc</sup>	27,77
C4= 20%	58,75±7,5 <sup>c</sup>	10,63±1,13 <sup>bc</sup>	4,15±1,47 <sup>cd</sup>	41,18±2,97 <sup>cd</sup>	1,33±0,33 <sup>bc</sup>	34,72
C5= 40%	38,75±10,30 <sup>d</sup>	5,76±6,53 <sup>d</sup>	1,67±0,36 <sup>d</sup>	20,92±3,25 <sup>d</sup>	1,00±0,30 <sup>d</sup>	56,69
Total	68,13±18,52	15,68±6,53	15,67±11,18	57,35±29,46	2,00±1,18	-
<b>ONE WAY ANOVA</b>						
F. statistique	18,14***	12,68***	14,68***	42,81***	39,34***	-
Sig. entre les groupes	P=0,001	P=0,001	P=0,001	P=0,001	P=0,001	-

Les valeurs présentées sont des moyennes ± std. Déviation. \*\*, \*\*\*= signification à  $p < 0,01$  et  $p < 0,001$ , respectivement, C0, C1, C2, C3, C4, C5 : sont des niveaux de concentration. Les moyennes suivies par la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes pour chaque paramètre mesuré. Selon le test (Tukey HSD<sup>a</sup>) à  $P < 0,05$ .

### **I.1.3.2. Effet sur la longueur des parties aériennes**

Les résultats enregistrés concernant l'effet des extraits des feuilles à 2,5 %, 5 % et 10 % sur les LPA des plantules ne montrent aucune diminution significative ( $P=0.979$ ), ( $P=0.881$ ) et ( $P=0.425$ ) par rapport au témoin et on notait respectivement des longueurs des parties aériennes des pousses de 21,70 mm, 19,97 mm et 19,03 mm qui appartiennent au même groupe. En contrepartie, une réponse significative était enregistrée en utilisant une forte concentration de 40 %, qui diminuait la longueur des pousses à 5,76 mm avec une INH de 56,94 % ( $p<0,001$ ).

### **I.1.3.3. Effet sur la longueur des parties racinaires**

La longueur des parties racinaires moyennes a été affectée de manière significative à 20 % et 40 %. En effet, on note une diminution respectivement des longueurs de 4,15 mm avec une inhibition de 34,72 % et de 1,67 mm avec une inhibition de 56,94 % ( $P<0,001$ ). Les allongements des racines traités avec de faibles concentrations de 2,5 % sont de 22,36 mm ( $p=0,586$ ) avec une INH de 11,1 %. À 5 % la LPR est de 21,18 mm ( $p=0,413$ ) et avec un taux d'inhibition de 15,27 %. Elles sont donc non significatives comparativement au témoin soit avec une LPR de 28,86 mm.

### **I.1.3.4. Effet sur le poids frais**

Quelles que soient les concentrations des extraits des feuilles d'*Atriplex canescens*, elles affectaient négativement la biomasse moyenne des jeunes pousses d'*Artemisia herba-Alba*. On enregistre un poids frais de l'ordre de 71,23 mg sous traitement 2,5 %, qui baissera jusqu'à 20,92 mg sous une concentration de 40 %, alors que le PF du témoin était de 109,62 mg ( $p<0,001$ ). On note une perte de 88,7 mg du poids frais.

### **I.1.3.5. Effet sur le poids sec**

Parallèlement à l'effet négatif des extraits des feuilles d'*Atriplex canescens* sur le poids frais, le poids sec décroît significativement de 4,36 mg à 2,15 mg jusqu'à 1 mg respectivement sous la concentration de : 0 %, 2,5 % et 40 % ( $p<0,001$ ). Soit une perte de 3,36 mg du poids sec.

## **I.1.4. Effets des extraits aqueux des racines d'*Atriplex canescens* sur la germination d'*Artemisia herba-Alba***

### **I.1.4.1. Effet sur le taux de germination**

On enregistre sous une petite concentration de 2,5 % des extraits des racines un TG de 90 % ( $p=1$ ) et 0 % d'inhibition comparativement au témoin qui était de l'ordre de 90 %, mais à une forte concentration de 40 %, la réduction du taux de germination est significative ( $P<0,001$ ), dont le Taux baisse à 50 % et une INH qui augmentait à 44,4 %.

#### **I.1.4.2. Effet sur la longueur des parties aériennes**

La longueur des parties aériennes entre le témoin et les différentes concentrations de 2,5 %, 5 %, 10 %, 20 % qui appartiennent au même groupe homogène ( $p=1$ ), ( $p=0.996$ ), ( $p=0.870$ ), ( $p=0.247$ ) respectivement, ne présente aucune signification. Sauf à 40 % où il ya une diminution de la longueur des pousses à  $8,72 \pm 2,94$  mm avec une inhibition de 44,4 % ( $p<0,003$ ) qui présente une signification apparente avec le témoin et une perte de longueur de 13,57 mm par apport au traitement à 2,5 %.

#### **I.1.4.3. Effet sur la longueur des parties racinaires**

La longueur des parties racinaires a été stimulée à partir de 2,5 % jusqu'à 10 % ( $p=1$ ) ( $p=0.990$ ), ( $p=0.309$ ) respectivement, qui ne nous donne aucune signification avec le témoin, et cette longueur a baissé progressivement, au fur et à mesure que les concentrations des extraits augmentaient de 20 % ( $p=0,001$ ) pour atteindre une longueur de  $11.52 \pm 1,58$  mm et une inhibition de 27. 7 % et à 40 % la longueur était de  $5,95 \pm 2,72$  mm avec 44,4 % d'INH ( $p<0,001$ ). Donc une perte de longueur de 23,18 mm par apport à la concentration de 2,5 %.

#### **I.1.4.4. Effet sur le poids frais**

À 2,5 %, on constate un poids frais élevé de  $111. 31 \pm 20,0$  mg qui était inclus dans le groupe homogène avec le témoin  $109.62 \pm 20.0$ mg ( $p=1$ ). Ils ne sont pas statistiquement significatifs, tandis que les autres concentrations font partie du groupe C2, C3, C4 et C5 ( $p<0,05$ ). La moyenne du poids frais sous traitement 40 % était de  $50,30 \pm 6,72$  mg. Ce qui prouve une diminution de biomasse de 61,01 mg et une signification statistique avec le témoin ( $P<0,001$ ).

#### **I.1.4.5. Effet sur le poids sec**

On note une plus grande valeur de  $4,46 \pm 0,49$  mg à 2,5 % ( $p=0,999$ ), et une valeur de  $4,36 \pm 0,36$  mg pour le témoin qui ne sont pas significatif, mais les valeurs du poids sec  $>2,5$  % présentent une signification avec témoin ( $p<0,001$ ) et une perte du poids de 2,9 mg.

**Tableau 4:** les effets des extraits aqueux des racines d'*Atriplex canescens* sur la croissance d'*Artemisia herba-Alba*

Concentrations	TG%	LPA (mm)	LPR (mm)	PF (mg)	PS (mg)	INH/STIM (%)
C0= 0%, témoin	90±7,07 <sup>a</sup>	21,70±2,04 <sup>a</sup>	28,86±8,19 <sup>a</sup>	109,62±21,29 <sup>a</sup>	4,36±0,63 <sup>a</sup>	-
C1= 2,5%	90±7,07 <sup>a</sup>	22,29±4,63 <sup>a</sup>	29,13±6,55 <sup>a</sup>	111,31±20,00 <sup>a</sup>	4,46±0,49 <sup>a</sup>	-
C2= 05%	82,50±5,00 <sup>ab</sup>	20,34±6,76 <sup>a</sup>	26,76±4,87 <sup>a</sup>	77,03±6,53 <sup>b</sup>	2,35±0,43 <sup>b</sup>	8,33
C3= 10%	76,25±10,30 <sup>ab</sup>	18,56±2,37 <sup>a</sup>	21,21±2,98 <sup>ab</sup>	70,01±9,67 <sup>b</sup>	1,840,32± <sup>b</sup>	15,27
C4= 20%	65,00±7,06 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	15,23±3,13 <sup>ab</sup>	11,52±1,58 <sup>cd</sup>	62,34±2,34 <sup>b</sup>	1,61±0,28 <sup>b</sup>	27,77
C5= 40%	50,00±9,18 <sup>c</sup>	8,72±2,94 <sup>c</sup>	5,95±2,72 <sup>d</sup>	50,30±6,72 <sup>b</sup>	1,56±0,32 <sup>b</sup>	44,44
Total	75,62±16,17	17,81±5,94	20,57±10,13	80,10±26,17	2,69±1,32	-
<b>ONE WAY ANOVA</b>						
F. statistique	16,20***	6,60**	14,97***	14,57***	39,74***	-
Sig. entre les groupes	P=0,000	P=0,001	P=0,000	P=0,000	P=0,000	-

Les valeurs présentées sont des moyens ± std. Deviation. \*\*, \*\*\*= signification à  $P < 0,01$  et  $P < 0,001$ , respectivement, C0, C1, C2, C3, C4, C5 : sont des niveaux de concentration. Les moyennes suivies par la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes pour chaque paramètre mesuré. Selon le test (Tukey HSD<sup>a</sup>) à  $P < 0,05$ .

### I.1.5. Effet sur la teneur en chlorophylle

L'analyse du tableau 5, affirme que la teneur en chlorophylle a été significativement réduite ( $P < 0,05$ ) dans les plantules d'*Artemisia herba-Alba asso* traitée respectivement par des extraits aqueux des feuilles d'*Atriplex canescens* : C0, C1, C2, C3, C4, C5, présentent des valeurs comme suit :  $6,21 > 4,69 > 3,66 > 3,58 > 2,98 > 1,93$ .

En outre, il n'ya pas de signification entre C0, C1 et C2 avec une teneur en chlorophylle de  $6,21 \pm 0,26$  du contrôle et  $4,69 \pm 1,14$  ( $p=1$ ) et  $3,66 \pm 0,30$  ( $p=0,848$ ) respectivement. Tandis que pour les plantules d'*Artemisia herba-Alba asso* traitée respectivement par des extraits aqueux des racines d'*Atriplex canescens* leurs teneurs en chlorophylle : C1 et C2 était de  $6,27 \pm 0,87$  ( $p=1$ ) et  $5,79 \pm 0,36$  ( $p=0,848$ ) ne représentaient aucune signification statistique par rapport au témoin C0. Donc la réduction de la teneur en chlorophylle a été remarquée à partir de C3 ( $p=0,007$ ) dans les feuilles des jeunes plantules : C3, C4, C5. Présentant des valeurs comme suit :  $4,72 > 4,26 > 3,06$ .

**Tableau 5:** les effets des extraits aqueux des feuilles et des racines *d'Atriplex canescens* sur la teneur en chlorophylle accumulée dans les feuilles d'*Artemisia herba-Alba*.

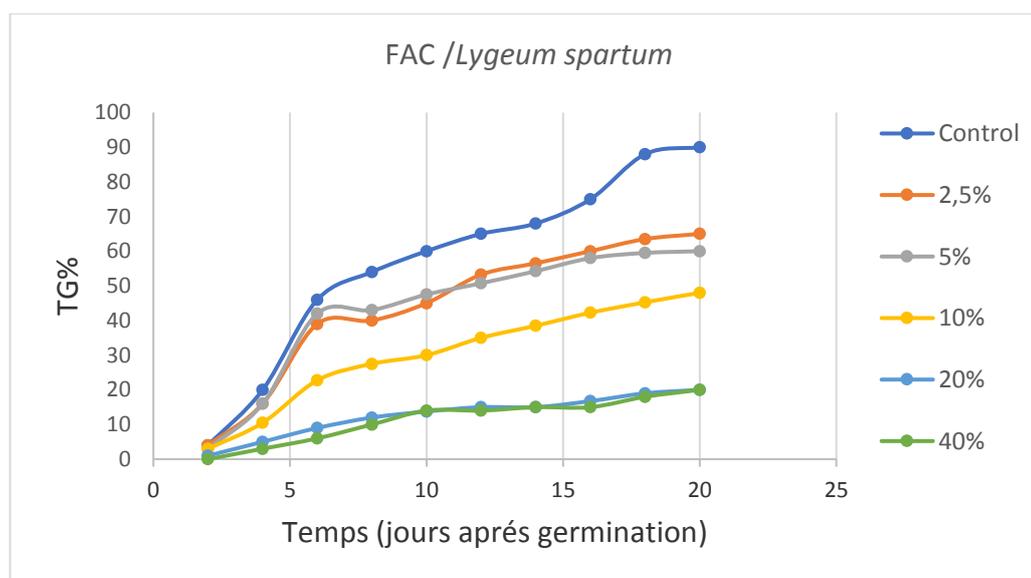
La teneur en chlorophylle totale d' <i>Artemisia herba-Alba</i>		
Concentrations	Extrait aqueux des feuilles AC	Extrait aqueux des racines AC
C0= 0%, témoin	6,21±0,26 <sup>a</sup>	<b>6,21±0,26</b>
C1= 2,5%	4,69±1,14 <sup>b</sup>	<b>6,27±0,87</b>
C2= 05%	<b>3,66±0,30<sup>b</sup></b> <sup>c</sup>	5,79±0,36
C3= 10%	<b>3,58±0,11<sup>bc</sup></b>	<b>4,72±0,30</b>
C4= 20%	2,98±0,12 <sup>cd</sup>	<b>4,26±0,24</b>
C5= 40%	1,93±0,35 <sup>d</sup>	3,06±0,067
Total	3,84±1,44	5,05±1,26
<b>ONE WAY ANOVA</b>		
F. statistique	31,82***	24,74***
Sig. Entre les groupes	P=0,000	P=0,000

Les valeurs présentées sont des moyens  $\pm$  std. Deviation. \*\*, \*\*\*= signification à  $P < 0,01$  et  $P < 0,001$ , respectivement, C0, C1, C2, C3, C4, C5 : sont des niveaux de concentration. Les moyennes suivies par la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes pour chaque paramètre mesuré. Selon le test (Tukey HSD<sup>a</sup>) à  $P < 0,05$ .

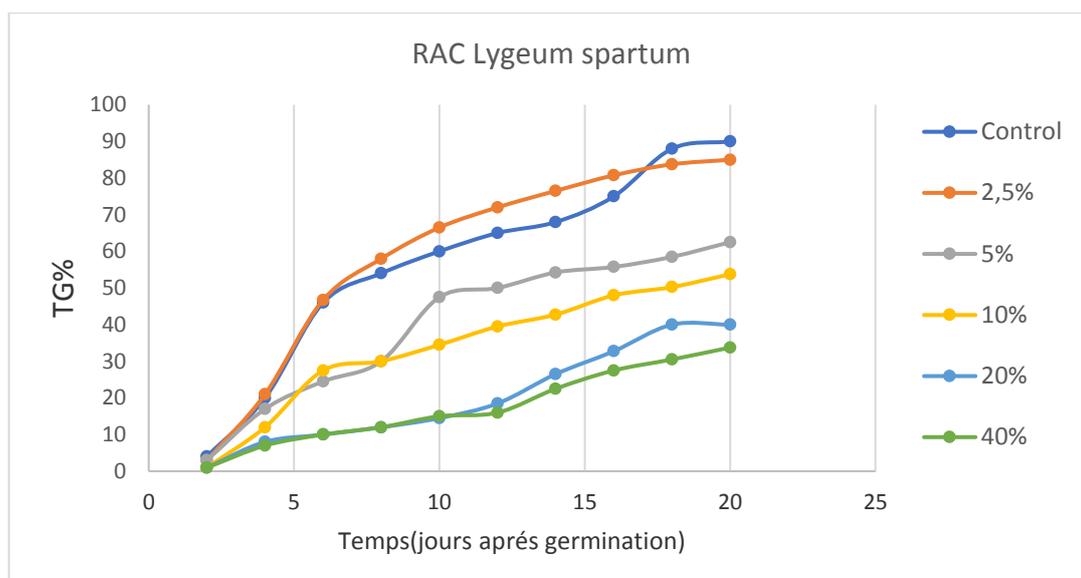
## I.2. Résultats de l'effet allélopathique des extraits aqueux des feuilles et des racines *d'Atriplex canescens* sur la germination de *Lygeum spartum*

### I.2.1. La cinétique de la germination

La germination des graines de *Lygeum spartum* démarre rapidement les 2 premiers jours pour C0, C1, C2 et atteindre 48%, le témoin reste le plus efficace dans le premier traitement, contrairement au l'effet du (FAC, RAC) sur *l'Artemisia herba-Alba*. Mais pour le 2<sup>ème</sup> traitement, la concentration C2 semble stimuler par la faible concentration 2.5% et la germination démarre rapidement avec un intervalle de 16 jours (Figure 24 ; 25).



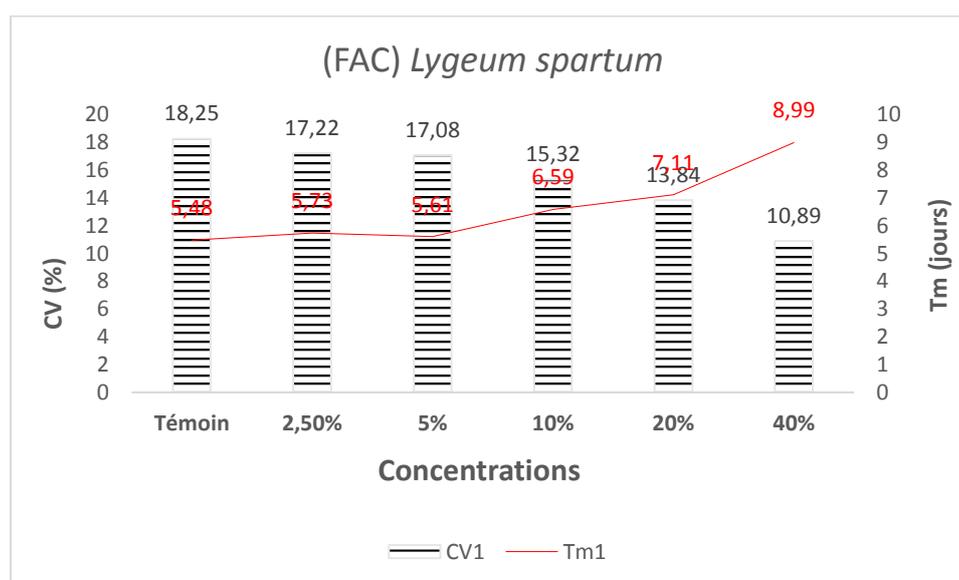
**Figure 24:** La réponse de la germination des graines *Lygeum spartum*, sous l'effet de changements des concentrations de (FAC), en fonction du temps (25 jours).



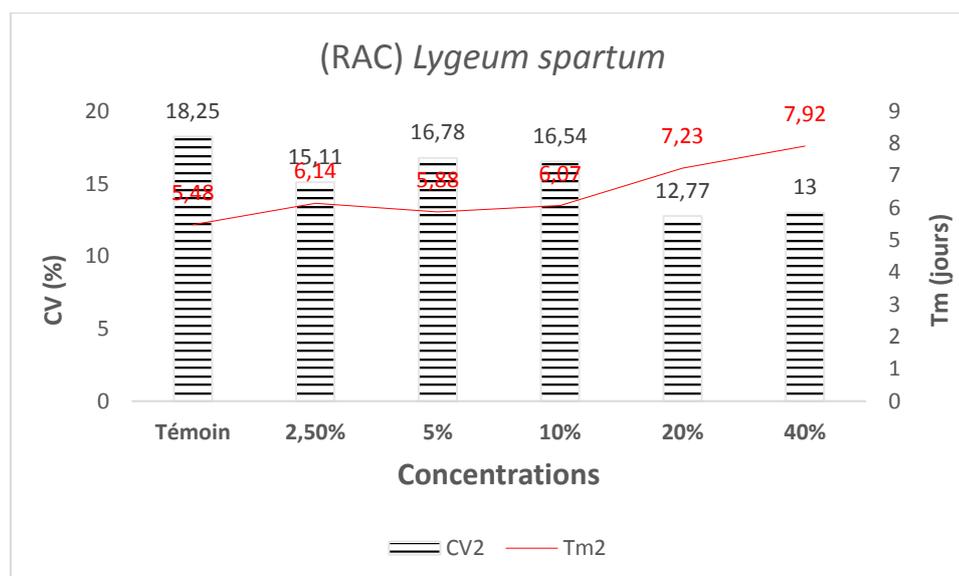
**Figure 25:** La réponse de la germination des graines *Lygeum spartum*, sous l'effet de changements des concentrations de (RAC), en fonction du temps (25 jours).

### I.2.3. Vitesse de germination

Dans les courbes ci-dessous figure 26 et 27, le lot du témoin marque le CV le plus élevé d'une valeur de 18,25% et un Tm le plus bas d'une valeur de 5,48 jours par rapport aux autres concentrations pour atteindre un CV le plus bas de 10,89 et un Tm le plus élevé de 8,99 jours pour la concentration 40%. On peut conclure que les concentrations de *Atriplex canescens* à base des feuilles et des racines diminuent également la germination des semences de *Lygeum spartum* avec un intervalle minime de temps moyen de germination.



**Figure 26:** Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des feuilles d'*Atriplex canescens*.



**Figure 27:** Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des racines d'*Atriplex canescens*.

### I.2.3. Effets des extraits aqueux des feuilles d'*Atriplex canescens* sur la germination de *Lygeum spartum*

#### I.2.3.1. Effet sur le taux de germination

L'analyse de variance indique que la concentration 20% et 40% ont une diminution importante et significative de TG de 20% et 50% respectivement avec une inhibition de 77,77%, ainsi qu'avec les faibles concentrations à 2,5% et 5% il ya une inhibition de de 27,77% et de 33,33%.

**Tableau 6:** Effet d'extrait aqueux des feuilles d'*Atriplex canescens* sur les paramètres de croissances de *Lygeum spartum*

Concentrations	TG%	LPA (mm)	LPR (mm)	PF (mg)	PS (mg)	INH/STIM (%)
C0= 0%, témoin	90±7,07 <sup>a</sup>	76,97±9,19 <sup>a</sup>	46,27±4,76 <sup>a</sup>	1467,59±707,25 <sup>a</sup>	69,54±30,67 <sup>a</sup>	-
C1= 2,5%	65±10,80 <sup>b</sup>	67,05±6,29 <sup>a</sup>	34,82±5,14 <sup>b</sup>	1024,99±455,07 <sup>ab</sup>	43,13±19,21 <sup>ab</sup>	27,77
C2= 05%	60±7,03 <sup>b</sup>	70±10,23 <sup>a</sup>	27,59±5,71 <sup>b</sup>	985,93±519,82 <sup>ab</sup>	35,73±19,22 <sup>abc</sup>	33,33
C3= 10%	48,75±7,5 <sup>b</sup>	40,21±6,06 <sup>b</sup>	16,80±3,44 <sup>c</sup>	281,71±178,78 <sup>bc</sup>	9,45±4,16 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	45,83
C4= 20%	20±4,08 <sup>c</sup>	23,32±7,70 <sup>c</sup>	13,89±3,78 <sup>c</sup>	132,47±73,23 <sup>bc</sup>	6,83±2,78 <sup>b</sup> <sup>c</sup>	77,77
C5= 40%	20±7,02 <sup>c</sup>	9,94±0,85 <sup>c</sup>	8,16±2,71 <sup>c</sup>	20,02±6,26 <sup>c</sup>	0,23±0,37 <sup>c</sup>	77,77
Total	50,62±26,30	47,95±26,56	24,59±13,92	652,12±30,67	27,48±29,05	-
ONE WAY ANOVA						
F. statistic	52,64***	56,19***	42,77***	8,14***	10,06***	-
Sig. entre les groupes	P <0,001	P <0,001	P <0,001	P <0,001	P <0,001	-

Les valeurs présentées sont des moyennes ± std. Deviation. \*\*, \*\*\*= signification à P<0,01 et P<0,001, respectivement, C0, C1, C2, C3, C4, C5 : sont des niveaux de concentration. Les moyennes suivies par la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes pour chaque paramètre mesuré. Selon le test (Tukey HSD<sup>a</sup>) à P < 0.05.

### **I.1.3.2. Effet sur la longueur des parties aériennes**

Les longueurs des parties aériennes pour les extraits des feuilles ont affecté de manière non significative parce que le témoin les deux concentrations C1, C2 appartient au même groupe homogène avec un allongement de 76.97mm ,67.05mm et 70mm ce dernier qui été stimulé par la concentration faible de 5%, mais la dernière concentration a affecté la longueur des pousses avec un allongement de 9.94mm, mais toujours le processus de diminution est présent.

### **I.2.3.3. Effet sur la longueur des parties racinaires**

Contrairement aux effets des extraits des feuilles sur la longueur des parties aériennes, les effets sur la longueur des parties racinaires montrent une autre interprétation claire se traduit par un allongement de la partie racinaire du contrôle significatif avec les autres groupes, avec une longueur de 46.27mm, et pour l'effet de la concentration C5 de 8.16mm.

### **I.2.3.4. Effet sur le poids frais**

De même que l'effet des concentrations sur la LPR, son effet sur le poids frais est corrélé avec la LPR du témoin de 1467,59mg qui est significatif avec les autres concentrations, sauf que la concentration 40% affectent largement le poids frais avec un pesé de 20.02mg et une perte de masse de 95%

### **I.1.3.5. Effet sur le poids sec**

Parallèlement à l'effet négatif des extraits des feuilles pour la longueur des parties aériennes et la longueur des parties racinaires, la valeur du poids sec montre une corrélation identique avec un poids du contrôle de 69.54mg qui est significatif aux autres concentrations de C1 jusqu'à C5 avec une masse très faible de 0.23mg donc une perte de poids de presque de 100%.

## **I.2.4. Effets des extraits aqueux des racines d'*Atriplex canescens* sur la germination de *Lygeum spartum***

### **I.2.4.1. Effet sur le taux de germination**

La remarque distinguée dans le tableau7, d'effet d'extrait aqueux des racines, c'est que le taux de germination du témoin et de la faible concentration C1 sont très proches avec un taux de 90% pour le premier et 85%, une INH de 5.55%pour le deuxième, mais dans l'ensemble du groupe de différentes concentrations l'inhibition est accélérée à un intervalle de 10% qui ne présente une signification bien claire et représentative.

### I.2.4.2. Effet sur la longueur des parties aériennes

La concentration témoin et les deux concentrations de C1 et C2 appartiennent au même groupe homogène de première catégorie qui ne donne aucune signification statistique par des longueurs des parties aériennes proches de 76.97mm, 77.59mm et 66.64mm. Mais la concentration C5 est affectée avec une longueur des parties aériennes de 16.08mm et une inhibition de 62.30%.

### I.2.4.3. Effet sur la longueur des parties racinaires

De la même manière que le taux de germination et les allongements des parties aériennes dans C1, C2, la longueur des racines des pousses de *Lygeum spartum* ne dévoile sur aucune signification à cause de l'inefficacité de ces extraits à faibles concentrations, contrairement à la dernière concentration C5 qui a été apprêtée significativement de 13.05mm par rapport aux allongements des racines du contrôle.

### I.2.4.4. Effet sur le poids frais

Une discussion bien différente à propos du poids frais, nous montre des valeurs décroissantes, presque tous les effets des concentrations, se traduit par une valeur de 1467.25mg pour le témoin et 59.21mg pour la concentration finale C5.

### I.2.4.5. Effet sur le poids sec

L'analyse montre une diminution du poids sec d'un intervalle plus au moins stable dès que la concentration augmente cela signifie qu'il ya une corrélation entre le poids frais et le poids sec.

<b>Tableau 7:</b> Effet d'extrait aqueux des racines d' <i>Atriplex canescens</i> sur les paramètres de croissances de <i>Lygeum spartum</i>						
Concentrations	TG%	LPA (mm)	LPR (mm)	PF (mg)	PS (mg)	INH/STIM (%)
C0= 0%, témoin	90±7,07 <sup>a</sup>	76,97±9,19 <sup>a</sup>	46,27±4,76 <sup>a</sup>	1467,25±707,25 <sup>a</sup>	69,54±30,67 <sup>a</sup>	-
C1= 2,5%	85±6,05 <sup>a</sup>	77,59±4,09 <sup>a</sup>	43,81±5,95 <sup>a</sup>	1135,32±699,56 <sup>ab</sup>	49,90±24,71 <sup>ab</sup>	5,55
C2= 05%	62,5±12,58 <sup>b</sup>	66,64±11,52 <sup>a</sup>	30,21±7,01 <sup>b</sup>	850,35±363,04 <sup>abc</sup>	33,25±16,03 <sup>abc</sup>	30,55
C3= 10%	53,75±4,78 <sup>bc</sup>	48,05±4,79 <sup>b</sup>	22,46±6,89 <sup>cd</sup>	611,55±363,14 <sup>abc</sup>	18,65±13,33 <sup>bc</sup>	40,27
C4= 20%	40±4,08 <sup>cd</sup>	36,32±6,68 <sup>b</sup>	23,14±5,73 <sup>cd</sup>	306,54±137,40 <sup>bc</sup>	11,70±4,25 <sup>bc</sup>	55,55
C5= 40%	33,75±4,78 <sup>d</sup>	16,08±7,44 <sup>c</sup>	13,05±4,67 <sup>d</sup>	59,21±15,50 <sup>d</sup>	2,64±1,24 <sup>c</sup>	62,50
<b>Total</b>	60,83±22,44	53,61±23,94	29,82±13,21	738,43±635,19	30,95±28,53	-
<b>ONE WAY ANOVA</b>						
<b>F. statistic</b>	39,72***	40,68***	19,38***	5,15*	7,59**	-
<b>Sig. entre les groupes</b>	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,004	P<0,001	-

Les valeurs présentées sont des moyens ± std. Deviation. \*\*, \*\*\*= signification à P<0,01 et P<0,001, respectivement, C0, C1, C2, C3, C4, C5 : sont des niveaux de concentration. Les moyennes suivies par la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes pour chaque paramètre mesuré. Selon le test (Tukey HSD<sup>a</sup>) à P < 0.05.

### I.2.5. Effet sur la teneur en chlorophylle

Pour les extraits aqueux des feuilles d'*Atriplex canescens*, la présentation dans tableau 8, à partir de la concentration 10% l'affection est active à 50% jusqu'à 0% de taux de chlorophylle pour l'extrait de 40%, commenté par la non-signification de trois premières solutions sauf qu'à partir de C3 ou l'atteinte semble importante du taux de chlorophylle, en peut classer les l'effet des concentrations comme suit :  $C0 \geq C1 \geq C2 \geq C3 > C4 > C5$ . Pour les extraits aqueux des racines de l'*Atriplex canescens* les valeurs de chlorophylle il ya une stimulation apparente dans la deuxième concentration par valeur de 11.93 non significative avec les faibles concentrations C0 et C1. Mais les autres extraits arborent une diminution claire et rapide. Donc la classification de la réduction est classée comme suit :  $C0 < C1 > C2 > C3 > C4 > C5$ .

**Tableau 8:** les effets des extraits aqueux des feuilles et des racines d'*Atriplex canescens* sur la teneur en chlorophylle accumulée dans les feuilles *Lygeum spartum*

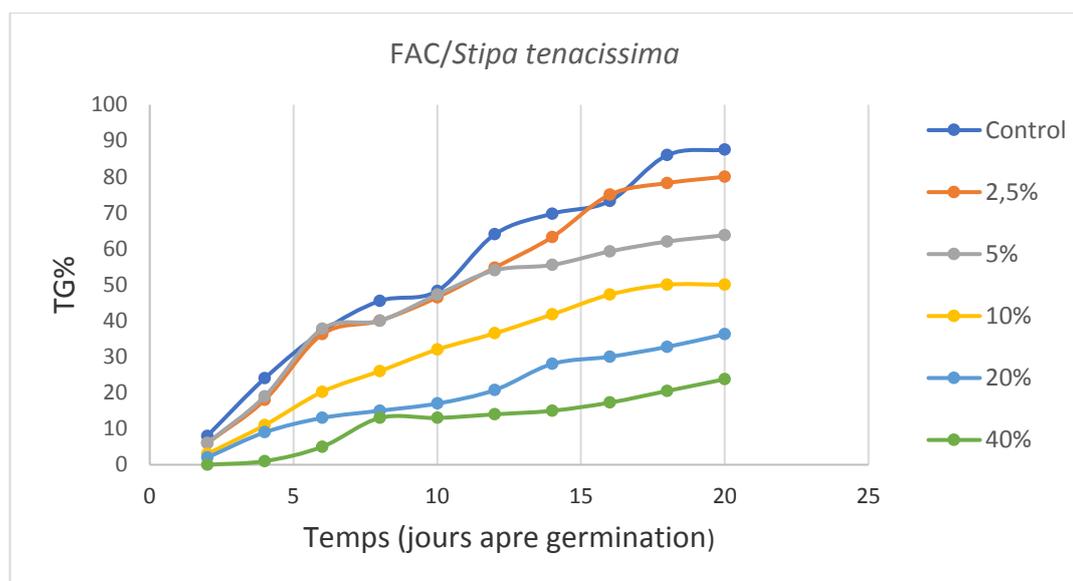
La teneur en chlorophylle totale de <i>Lygeum spartum</i>		
Concentrations	Extrait aqueux des feuilles AC	Extrait aqueux des racines AC
<b>C0= 0%, témoin</b>	10,82±1,77 <sup>a</sup>	10,82±1,77 <sup>a</sup>
<b>C1= 2,5%</b>	10,18±0,58 <sup>a</sup>	11,93±0,60 <sup>a</sup>
<b>C2= 05%</b>	10,43±0,73 <sup>a</sup>	10,04±1,45 <sup>a</sup>
<b>C3= 10%</b>	5,83±0,37 <sup>b</sup>	6,77±0,89 <sup>b</sup>
<b>C4= 20%</b>	3,34±0,65 <sup>c</sup>	3,91±1,17 <sup>c</sup>
<b>C5= 40%</b>	0,32±0,43 <sup>d</sup>	1,35±1,03 <sup>c</sup>
<b>Total</b>	6,82±4,15	7,47±4,06
<b>ONE WAY ANOVA</b>		
<b>F. statistic</b>	95,89***	47,90***
<b>Sig. entre les groupes</b>	P <0,001	P <0,001

Les valeurs présentées sont des moyens ± std. Deviation. \*\*, \*\*\*= signification à  $P < 0,01$  et  $P < 0,001$ , respectivement, C0, C1, C2, C3, C4, C5 : sont des niveaux de concentration. Les moyennes suivies par la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes pour chaque paramètre mesuré. Selon le test (Tukey HSD<sup>a</sup>) à  $P < 0,05$ .

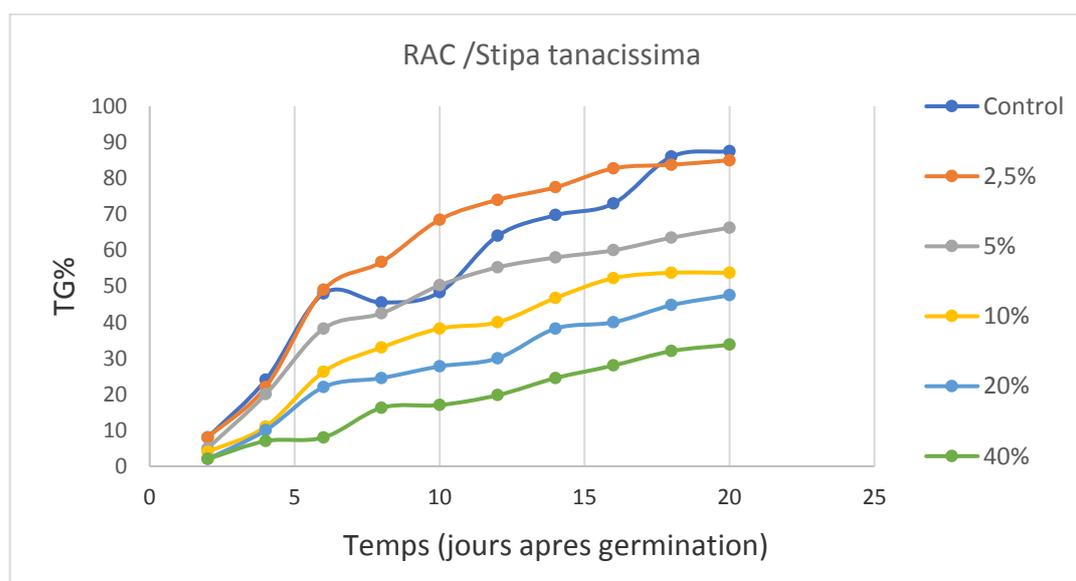
### I.3. Résultats de l'effet allélopathique des extraits aqueux des feuilles et des racines d'*Atriplex canescens* sur la germination de *Stipa tenacissima*.

#### I.3.1. Cinétique de la germination

L'évolution de la germination des graines de *Stipa tenacissima* débute le 2<sup>ème</sup> jour pour les deux concentrations (FAC, RAC), mais moins rapide pour le premier test avec un TG de 40%, on peut dire que l'effet des extraits des racines est moins efficace que celle des extraits de feuilles le long de 20 jours, le ralentissement de la croissance des pousses se déclare à 10%, mais la stimulation de la germination à des petites doses se voit clairement dans la 2<sup>ème</sup> figure jusqu'à 17 jours (Figure 28 ; 29).



**Figure 28:** La réponse de la germination des graines *Stipa tenacissima*, sous l'effet de changements des concentrations de (FAC), en fonction du temps (25 jours).

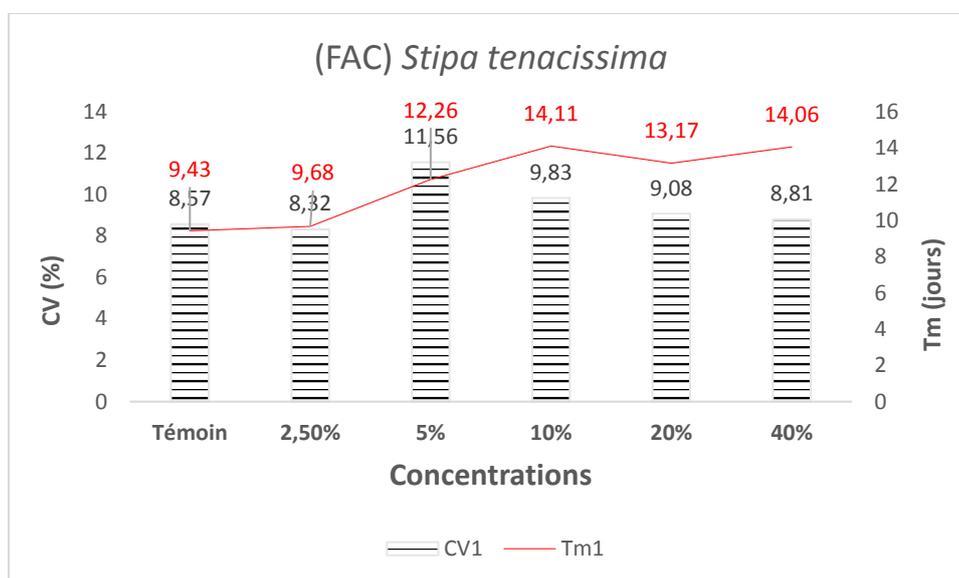


**Figure 29:** La réponse de la germination des graines *Stipa tenacissima*, sous l'effet de changements des concentrations de (RAC), en fonction du temps (25 jours).

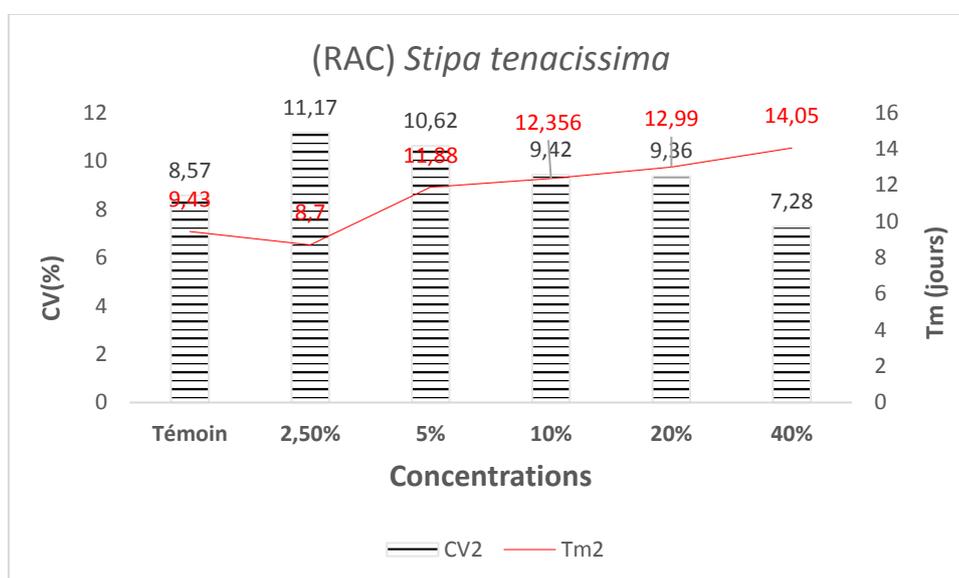
### I.3.2. Vitesse de germination

Il ressort des figures ci-dessous des variations de pourcentage de CV de 1% à 3% pour les deux traitements respectivement pour la plupart des concentrations appliquées, cela n'indique aucune signification statistique entre les groupes  $P > 0.05$ , d'autre part le  $T_m$  de germination varie entre (9,43 et 14,06) jours dans la première courbe et entre (9,43 et 14,05) jours dans la deuxième courbe. Sauf qu'il ya une stimulation de la germination par la concentration 2.5% dans le deuxième traitement avec un CV de 11,17% et un  $T_m$  de 8,7 jours. On peut conclure dans la

totalité que l'effet allélopathique d'arrosage des solutions des feuilles et des racines de *Atriplex canescens* sur la germination des graines de *Stipa tenacissima* est presque identique (Figure 30 ; 31).



**Figure 30:** Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des feuilles d'*Atriplex canescens*.



**Figure 31:** Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des racines d'*Atriplex canescens*.

### I.3.3. Effets des extraits aqueux feuilles d'*Atriplex canescens* sur la germination de *Stipa tenacissima*

#### I.3.3.1. Effet sur le taux de germination

On observe dans le tableau 9, qu'il ya une petite d'INH entre le témoin et la concentration de 2.5%, avec un TG de 87.50% pour le témoin et 80% pour C1, donc une INH de 8.57%, ainsi

que à des grandes concentrations de 20% et 40% enregistre un TG de 23.75% et 56.87% cela nous montre aucune signification, mais en général l'INH restait toujours progressive a affecté la germination d'une concentration à l'autre.

<b>Tableau 9:</b> Effet d'extrait aqueux des feuilles d' <i>Atriplex canescens</i> sur les paramètres de croissances de <i>Stipa tenacissima</i>						
Concentrations	TG%	LPA (mm)	LPR (mm)	PF (mg)	PS (mg)	INH/STIM (%)
C0= 0%, témoin	87,50±6,45 <sup>a</sup>	47,10±3,19 <sup>a</sup>	21,85±4,46 <sup>ab</sup>	271,81±25,81 <sup>a</sup>	13,22±1,07 <sup>a</sup>	-
C1= 2,5%	80±7,07 <sup>a</sup>	38,80±7,14 <sup>ab</sup>	25,39±4,63 <sup>a</sup>	275,04±24,05 <sup>a</sup>	12,76±1,43 <sup>a</sup>	8,57
C2= 05%	63,75±8,53 <sup>b</sup>	28,54±8,53 <sup>bc</sup>	21,02±2,63 <sup>ab</sup>	215,18±29,80 <sup>a</sup>	9,68±0,88 <sup>b</sup>	27,14
C3= 10%	50±4,08 <sup>bc</sup>	17,75±4,17 <sup>cd</sup>	15,36±3,83 <sup>bc</sup>	128,19±44,90 <sup>b</sup>	7,84±1,64 <sup>b</sup>	42,85
C4= 20%	36,25±7,50 <sup>cd</sup>	13,27±2,89 <sup>d</sup>	9,97±1,82 <sup>c</sup>	61,82±13,16 <sup>c</sup>	3,41±1,09 <sup>c</sup>	58,57
C5= 40%	23,75±8,53 <sup>d</sup>	8,52±1,62 <sup>d</sup>	9,15±0,79 <sup>c</sup>	38,27±1,55 <sup>c</sup>	1,10±0,09 <sup>c</sup>	72,85
Total	56,87±24,03	25,85±4,46	17,12±6,90	164,97±99,77	8,00±4,70	-
<b>ONE WAY ANOVA</b>						
F. statistic	47,77***	33,98***	16,01***	59,92***	73,80***	-
Sig. entre les groupes	P=0,001	P=0,001	P=0,001	P=0,001	P=0,001	-

Les valeurs présentées sont des moyens ± std. Deviation. \*\*, \*\*\*= signification à P<0,01 et P<0,001, respectivement, C0, C1, C2, C3, C4, C5 : sont des niveaux de concentration. Les moyennes suivies par la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes pour chaque paramètre mesuré. Selon le test (Tukey HSD<sup>a</sup>) à P < 0.05.

### I.3.3.2. Effet sur la longueur des parties aériennes

Dans le tableau 9, on remarque une signification de LPA entre les groupes, une signification bien stable de 10mg surtout pour la C0, C1, C2etC3 avec des valeurs de 47.10mm,38.80mm et 28.54mm. Mais à partir de la cinquième solution la valeur change de 8.52mm, cela montré la faible atteinte des allongements des feuilles de *Stipa tenacissima*.

### I.3.3.3. Effet sur la longueur des parties racinaires

Dans le même tableau 9, pour LPR une stimulation importante se voie à la concentration C2 avec une valeur grande par rapport aux autres extraits de 25.39mm, tout foie les extraits de C4et C5 sont égaux. Avec une valeur de 9mg. qui restait stable au de la qui nous donne un critique significatif.

### I.3.3.4. Effet sur le poids frais

Le PF s'exprime par le non-sens pour les trois premiers 2.5% et 5% ,10% d'extraits parce que les valeurs données sont presque les mêmes avec un intervalle de 200mg, mais les dernières concentrations arborent une atteinte expressive par leurs réductions des allongements des racines de *Stipa tenacissima* jusqu'à 38.27mg, la perte est de 233.54mg.

### I.3.3.5. Effet sur le poids sec

Au sujet du PS, les mesures sont classées en deux à deux pour l'ensemble de solutions C0 avec C1 et C2 avec C3 et C4 avec C5, ce rangement nous permet d'exprimer que le traitement est

non significatif entre les groupes, mais en générale avec la comparaison celle du contrôle, elles donnent de bons résultats significatifs avec un écart de 91.68%

### **I.3.4. Effets des extraits aqueux des racines d'*Atriplex canescens* sur la germination de *Stipa tenacissima***

#### **I.3.4.1. Effet sur le taux de germination**

On note à partir de C2 une diminution claire de 66.25 de TG jusqu'à la dernière solution 40% avec une valeur de 33.75%, en revanche le TG de témoin et du C1 restent constamment supérieurs et évoquer le sommet avec une acception considérable.

#### **I.3.4.2. Effet sur la longueur des parties aériennes**

Pour les LPA, exposé aux extraits des racines, la démarche d'interprétation est un peu moins significative à cause de l'inclusion des paramètres de longueurs dans les mêmes groupes avec réduction minime de 47.1.mm jusqu'à 12.87mm, soit une perte infime de 34.23mm.

#### **I.3.4.3. Effet sur la longueur des parties racinaires**

D'autre part, si en interprète la partie de LPR on trouve que la réduction de la longueur des parties racinaires et tous les paramètres du groupe donnent des expressions considérables allant de C0 avec une valeur de 24.35mm à la valeur finale de C5 de 5.89mm, par une perte de longueur de 18.46mm.

#### **I.3.4.4. Effet sur le poids frais**

Par contre, la mesure du LPR dans le tableau ci-dessous ; certifiée une instabilité des paramètres de mesure d'allongement débute de la concentration de 2.5% avec une diminution de 176.95mg à 51.39mg pour l'extrait de 40%, qui affirme un pourcentage de perte de 219.96mg.

#### **I.3.4.5. Effet sur le poids sec**

Une dégradation du poids avec un pourcentage de 10.92mg rassemble l'information sur la signification statistique sur le PS du témoin par apport aux extraits de 5%,10%,20%,40% avec un affaiblissement de 2.30mg pour la solution C5.

**Tableau 10:** Effet d'extrait aqueux des racines d'*Atriplex canescens* sur les paramètres de croissances de *Stipa tenacissima*

Concentrations	TG%	LPA (mm)	LPR (mm)	PF (mg)	PS (mg)	INH/STIM (%)
C0= 0%, témoin	87,50±6,45 <sup>a</sup>	47,10±3,19 <sup>a</sup>	24,35±5,44 <sup>a</sup>	271,35±25,81 <sup>a</sup>	13,22±1,07 <sup>a</sup>	-
C1= 2,5%	85±7,07 <sup>a</sup>	48,07±7,09 <sup>a</sup>	18,61±2,47 <sup>ab</sup>	254,89±24,80 <sup>a</sup>	12,31±1,75 <sup>ab</sup>	2,85
C2= 05%	66,25±6,29 <sup>b</sup>	34,44±4,24 <sup>b</sup>	15,97±2,65 <sup>abc</sup>	176,95±52,99 <sup>b</sup>	9,78±1,22 <sup>b</sup>	24,28
C3= 10%	53,75±2,5b <sup>c</sup>	20,17±5,19 <sup>c</sup>	9,19±5,41 <sup>bc</sup>	68,62±18,42 <sup>c</sup>	4,82±0,97 <sup>c</sup>	38,57
C4= 20%	47,50±8,66 <sup>cd</sup>	16,95±2,78 <sup>c</sup>	7,68±6,83 <sup>bc</sup>	59,52±20,91 <sup>c</sup>	4,44±0,73 <sup>c</sup>	45,71
C5= 40%	33,75±4,78 <sup>d</sup>	12,87±2,02 <sup>c</sup>	5,89±4,94 <sup>c</sup>	51,39±26,89 <sup>c</sup>	2,30±0,82 <sup>c</sup>	61,42
Total	62,29±20,64	29,93±14,96	13,61±7,99	147,12±97,91	7,81±4,37	-
<b>ONE WAY ANOVA</b>						
F. statistic	46,34***	48,96***	8,72***	43,73**	63,11**	-
Sig. entre les groupes	P=0,001	P=0,001	P=0,001	P=0,001	P=0,001	-

Les valeurs présentées sont des moyens ± std. Deviation. \*\*, \*\*\*= signification à P<0,01 et P<0,001, respectivement, C0, C1, C2, C3, C4, C5 : sont des niveaux de concentration. Les moyennes suivies par la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes pour chaque paramètre mesuré. Selon le test (Tukey HSD<sup>a</sup>) à P < 0.05.

### I.3.5. Effet sur la teneur en chlorophylle

Dans le tableau 11 des mesures de chlorophylle faisant la différence la plus marquante c'est que l'effet des extraits FAC qui affecte le taux de chlorophylle des jeunes pousses d'une concentration à l'autre avec un déficit de 12.64 ils seront classés par ordre décroissant :C0>C1>C2>C3=C4>C5.par contre la deuxième série du dosage de chlorophylle dans le même tableau, en trouve un déficit de 11.75.qui nous renseigne sur l'égalité d'inhibition pour les deux traitements des solutions d'*atriplex canescens* sur l'espèce *Stipa tenacissima* avec un classement : C0=C1>C2>C3=C4>C5.

**Tableau 11:** les effets des extraits aqueux des feuilles et des racines d'*Atriplex canescens* sur la teneur en chlorophylle accumulée dans les feuilles des *Stipa tenacissima*.

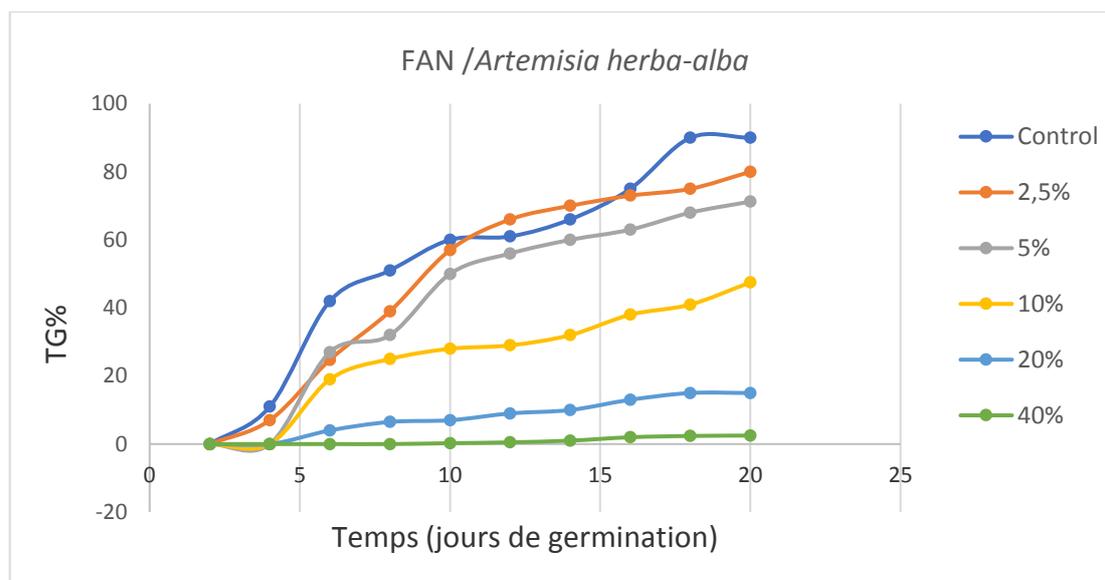
<b>La teneur en chlorophylle totale de <i>Stipa tenacissima</i></b>		
Concentrations	Extrait aqueux des feuilles AC	Extrait aqueux des racines AC
C0= 0%, témoin	16,36±0,45 <sup>a</sup>	16,39±0,44 <sup>a</sup>
C1= 2,5%	14,16±4,04 <sup>ab</sup>	16,04±3,14 <sup>a</sup>
C2= 05%	9,52±3,37 <sup>bc</sup>	11,73±0,83 <sup>b</sup>
C3= 10%	4,68±1,04 <sup>cd</sup>	7,32±1,09 <sup>c</sup>
C4= 20%	4,76±0,62 <sup>cd</sup>	7,66±1,77 <sup>c</sup>
C5= 40%	3,72±0,57 <sup>d</sup>	4,64±1,43 <sup>c</sup>
Total	8,87±5,40	10,63±4,79
<b>ONE WAY ANOVA</b>		
F. statistic	23,55***	33,24***
Sig. entre les groupes	P=0,001	P=0,001

Les valeurs présentées sont des moyens ± std. Deviation. \*\*, \*\*\*= signification à P<0,01 et P<0,001, respectivement, C0, C1, C2, C3, C4, C5 : sont des niveaux de concentration. Les moyennes suivies par la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes pour chaque paramètre mesuré. Selon le test (Tukey HSD<sup>a</sup>) à P < 0.05.

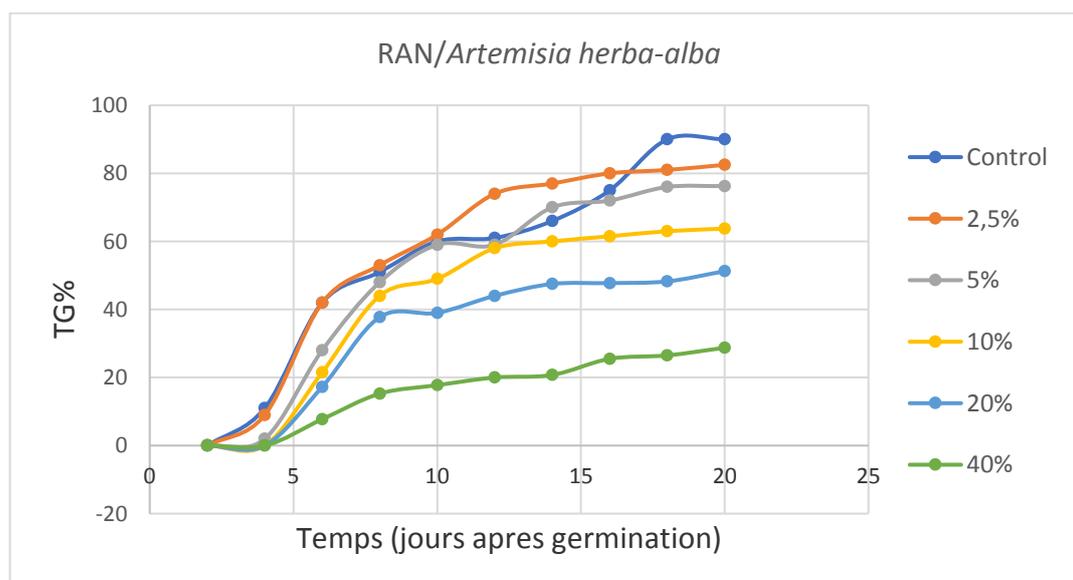
#### I.4. L'effet alléopathique des extraits aqueux des feuilles et des racines d'*Atriplex nummularia* sur la germination d'*Artemisia herba-Alba*

##### I.4.1. Cinétique de la germination

Nous observons au niveau de la figure 32 et 33, un accroissement rapide de la germination des lots arrosés à des faibles concentrations pour atteindre 45% dans 12 jours pour les deux essais, mais le TG final déclare une influence remarquable des extraits des feuilles sur les graines arrosées à des concentrations plus grandes 10% ,20%,40%.



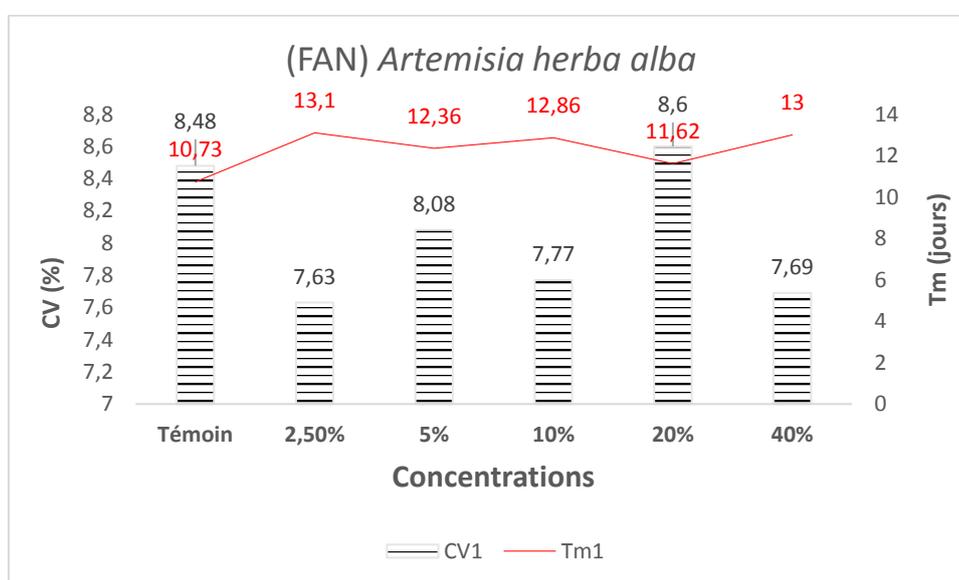
**Figure 32:** La réponse de la germination des graines *Artemisia herba -Alba*; sous l'effet de changements des concentrations de (FAN), en fonction du temps (25 jours).



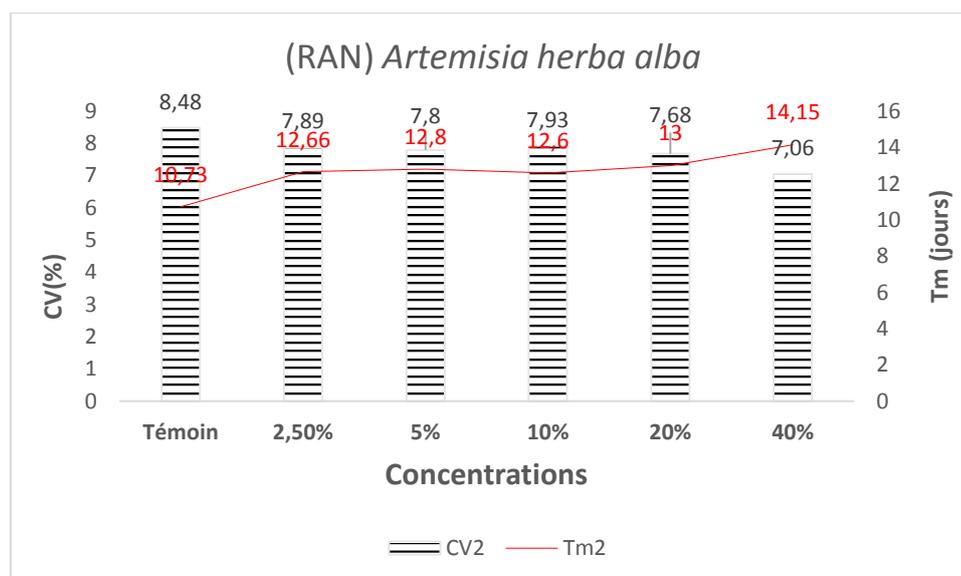
**Figure 33:** La réponse de la germination des graines *Artemisia herba-Alba*, sous l'effet de changements des concentrations de (RAN), en fonction du temps (25 jours).

#### I.4.2. Vitesse de germination

On constate dans la figure 33 et 34 qu'il ya une différence d'effet, car le CV pour le premier lot est faible par rapport au deuxième lot, on observe un pourcentage de témoin de 8,48% et une durée de 10,73 jours qui présente une signification avec les autres concentrations à  $P < 0.05$ , avec un intervalle de 0,85% pour le CV et 2,27 jours pour le Tm. Cependant dans le traitement de deuxième lot on n'observe pas une différence significative entre le CV du témoin et les autres solutions à  $P > 0,05$ , avec un intervalle de CV de 1,44%, mais la différence de durée entre le contrôle et la dernière concentration 40% (10,73et 14,15) jours respectivement confirme qu'il ya une signification statistique. Le résultat extrapolé des courbes montre que les extraits des racines de *Atriplex nummularia* sont plus puissants dans leurs effets que les feuilles sur la vitesse de germination de *l'Artemisia herba-Alba*.



**Figure 34:** Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des feuilles *d'Atriplex nummularia*.



**Figure 35:** Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des racines d'*Atriplex nummularia*.

### I.4.3. Effet des extraits aqueux des feuilles d'*Atriplex nummularia* sur la germination d'*Artemisia herba-Alba*

#### I.4.3.1. Effet sur le taux de germination

La comparaison des moyennes de TG dans le tableau 12, indique que le contrôle et les deux concentrations C1 et C2 ne présentent aucune signification avec des TG de 90%, 80%, et 71.25% respectivement, et des INH de 11,11% et 20,83, le même cas pour les grandes concentrations de C4 et C5 en remarque des TG faibles de 15% et 2.5% et une INH de 83.33% et 97.22%, mais l'inhibition restait toujours efficace.

Concentrations	TG%	LPA (mm)	LPR (mm)	PF (mg)	PS (mg)	INH/STIM (%)
<b>C0= 0%, témoin</b>	<b>90±7,07<sup>a</sup></b>	21,70±2,04 <sup>a</sup>	28,86±8,19 <sup>a</sup>	109,62±21,29 <sup>a</sup>	4,36±0,63 <sup>a</sup>	-
<b>C1= 2,5%</b>	<b>80±9,12<sup>a</sup></b>	19,23±2,09 <sup>ab</sup>	16,64±1,94 <sup>b</sup>	57,42±3,26 <sup>b</sup>	2,36±0,40 <sup>b</sup>	11,11
<b>C2= 05%</b>	71,25±13,76 <sup>ab</sup>	17,25±3,96 <sup>ab</sup>	13,31±1,45 <sup>bc</sup>	54,21±4,76 <sup>b</sup>	1,17±0,15 <sup>c</sup>	20,83
<b>C3= 10%</b>	47,50±20,20 <sup>b</sup>	15,03±0,94 <sup>bc</sup>	11,38±3,88 <sup>bc</sup>	29,37±3,27 <sup>c</sup>	0,83±0,17 <sup>c</sup>	47,22
<b>C4= 20%</b>	<b>15±4,08<sup>c</sup></b>	11,15±3,02 <sup>c</sup>	6,13±1,91 <sup>cd</sup>	14,49±1,47 <sup>cd</sup>	0,65±0,04 <sup>cd</sup>	83,33
<b>C5= 40%</b>	<b>2,5±2,88<sup>c</sup></b>	1,46±1,71 <sup>d</sup>	0,05±0,06 <sup>d</sup>	0,75±0,87 <sup>d</sup>	0,005±0,006 <sup>d</sup>	97,22
<b>Total</b>	51,04±34,89	14,30±7,11	12,73±9,78	44,31±37,11	1,56±1,49	-
<b>ONE WAY ANOVA</b>						
<b>F. statistic</b>	<b>40,82***</b>	<b>33,95***</b>	<b>25,22***</b>	<b>72,32***</b>	<b>96,76***</b>	-
<b>Sig. entre les groupes</b>	P=0,000	P=0,000	P=0,000	P=0,000	P=0,000	

Les valeurs présentées sont des moyennes ± std. Deviation. \*\*, \*\*\*= signification à  $P < 0,01$  et  $P < 0,001$ , respectivement, C0, C1, C2, C3, C4, C5 : sont des niveaux de concentration. Les moyennes suivies par la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes pour chaque paramètre mesuré. Selon le test (Tukey HSD<sup>a</sup>) à  $P < 0,05$ .

#### **I.4.3.2. Effet sur la longueur des parties aériennes**

Le LPA des pousses entre le témoin et les différentes concentrations de 2,5 %, 5 %, 10 %, qui appartiennent au même groupe homogène ( $P < 0.001$ ) ne présente aucun sens d'effet. Sauf à 40 % où il ya une diminution de la LPA des pousses à 1.46 mm avec une INH de 97.22 % ( $p < 0,003$ ), cela présente une signification apparente avec le témoin et une perte de longueur de 20.24mm.

#### **I.4.3.3. Effet sur la longueur des parties racinaires**

De la même façon que le TG, les allongements du LPA dans C1, C2, le LPR des pousses de *Lygeum spartum* ne dévoile sur aucune signification à cause de l'inefficacité de ces extraits à faibles concentrations, contrairement pour la dernière concentration C5 qui a été apprêtée significativement de 28.81 mm par apport au LPR du contrôle.

#### **I.4.3.4. Effet sur le poids frais**

À partir de la concentration 2,5 %, on constate un poids frais élevé de 57.42 mg qui présente une perte de poids de 50% en comparaison avec le témoin 109.62 mg. Ils sont statistiquement significatifs, tandis que les autres concentrations étaient incluses dans le même groupe C3, C4 et C5 ( $p < 0,05$ ). La moyenne du poids frais sous traitement 40 % était de 0.75 mg. Ce qui révèle une diminution de biomasse de 108.87 mg et une grande signification statistique avec le témoin ( $P < 0,001$ ).

#### **I.4.3.5. Effet sur le poids sec**

Parallèlement à l'effet négatif des extraits des feuilles pour LPA et LPR, la longueur du PS montre une corrélation avec un poids du contrôle de 4.36 mg qui est significatif aux autres concentrations de C1 jusqu'à C5 avec une masse très faible de 0.05mg donc une perte de poids de presque de 100%.

### **I.4.4. Effets des extraits aqueux des racines d'*Atriplex nummularia* sur la germination d'*Artemisia herba-Alba***

#### **I.4.4.1. Effet sur le taux de germination**

Nous remarquons que les fortes concentrations des extraits des feuilles affectent d'une manière négative le TG des graines d'*Artemisia herba-Alba*. En effet, on enregistre un TG de 28.75% et 68.05% d'INH à une concentration de 40% ( $P = 0,004$ ). C'est à dire 8 fois plus que la concentration C1 qui notait un TG de 82,50% et 8,33% d'inhibition, qui ne montre aucune différence significative avec le témoin, soit un TG de 90% et aucune inhibition ( $P = 0,928$ ).

#### **I.4.4.2. Effet sur la longueur des parties aériennes**

La concentration témoins et les quatre concentrations de C1, C2, C3, C4 avec ( $P=0,998$ ), ( $P=0,871$ ), ( $P=0,901$ ), ( $P=0,401$ ) respectivement, appartient au même groupe homogène de première catégorie (a) qui pratiquaient réellement des effets pareils et ne donneront aucune signification statistique par des LPA proches de (21.70 à 16,97) mm par contre la concentration C5 est affecté avec un LPA de 11.77 et une inhibition de 68.05% ( $P=0,007$ )

#### **I.4.4.3. Effet sur la longueur des parties racinaires**

Le pouvoir inhibiteur des extraits des racines touche la croissance du LPR de *l'Artemisia herba-Alba*, d'un extrait à un autre et cette longueur a baissé progressivement, au fur et à mesure que les concentrations des extraits augmentaient de 20 % ( $p=0,000$ ) pour atteindre une longueur de 12.01mm et une inhibition de 43.05%. Donc une perte de longueur de 16.85 mm par apport à la concentration de 0 %.

#### **I.4.4.4. Effet sur le poids frais**

La mesure du PF dans le tableau ci-dessous déclare l'instabilité des paramètres de mesure du poids, car la différence entre la valeur témoin C0 de 109,62 mg ( $p=0.000$ ) et la première concentration de 2.5% avec une diminution piquante de 44.51mg et à 91.35mg pour l'extrait de 40%, qui affirme une bonne signification statistique.

#### **I.4.4.5. Effet sur le poids sec**

De la même façon que celle du PF on constate une diminution totale du PS le long des différentes concentrations du 4.36 mg pour C0 jusqu'au 0.85mg avec un sens significatif de ( $p=0.000$ ).

**Tableau 13:** Effet des Extraits aqueux des racines d'*Atriplex nummularia* sur les paramètres de croissances d'*Artemisia herba-Alba*.

Concentrations	TG%	LPA (mm)	LPR (mm)	PF (mg)	PS (mg)	INH/STIM
<b>C0= 0%, témoin</b>	90±7,07 <sup>a</sup>	21,70±2,04 <sup>a</sup>	28,86±8,19 <sup>a</sup>	109,62±21,29 <sup>a</sup>	4,36±0,63 <sup>a</sup>	-
<b>C1= 2,5%</b>	82,50±6,45 <sup>a</sup>	20,73±1,10 <sup>a</sup>	19,11±2,09 <sup>ab</sup>	65,11±11,00 <sup>b</sup>	2,16±0,61 <sup>b</sup>	8,33
<b>C2= 05%</b>	76,25±4,78 <sup>abc</sup>	19,86±1,30 <sup>a</sup>	17,67±3,01 <sup>b</sup>	52,30±3,46 <sup>bc</sup>	1,63±0,11 <sup>bc</sup>	15,27
<b>C3= 10%</b>	63,75±13,76 <sup>bc</sup>	19,21±1,49 <sup>ab</sup>	16,84±5,41 <sup>bc</sup>	49,06±5,41 <sup>bc</sup>	1,51±0,23 <sup>bc</sup>	29,16
<b>C4= 20%</b>	51,25±20,15 <sup>cd</sup>	16,97±2,63 <sup>ab</sup>	12,01±1,46 <sup>bc</sup>	39,34±4,61 <sup>cd</sup>	1,38±0,15 <sup>bc</sup>	43,05
<b>C5= 40%</b>	28,75±6,29 <sup>d</sup>	11,77±7,33 <sup>b</sup>	7,64±1,77 <sup>c</sup>	18,27±3,69 <sup>d</sup>	0,85±0,17 <sup>c</sup>	68,05
<b>Total</b>	65,42±23,30	18,37±4,52	17,02±7,74	55,61±30,09	1,98±1,21	-
<b>ONE WAY ANOVA</b>						
<b>F. statistic</b>	16,393***	4,464***	10,755***	34,793***	40,878***	
<b>Sig. entre les groupes</b>	P=0,000	P=0,000	P=0,000	P=0,000	P=0,000	P=0,000

Les valeurs présentées sont des moyens  $\pm$  std. Deviation. \*\*, \*\*\*= signification à  $P < 0,01$  et  $P < 0,001$ , respectivement, C0, C1, C2, C3, C4, C5 : sont des niveaux de concentration. Les moyennes suivies par la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes pour chaque paramètre mesuré. Selon le test (Tukey HSD<sup>a</sup>) à  $P < 0,05$ .

#### I.4.5. Effet sur la teneur en chlorophylle

L'analyse et la comparaison des moyennes du tableau 14, affirment ; que la teneur en chlorophylle a été significativement réduite ( $P < 0,05$ ) dans les plantules d'*Artemisia herba-Alba* traitée respectivement par des (FAC), les concentrations :C0, C1, C2, C3, C4, C5, présentent des valeurs comme suit :  $6,21 > 4,78 = 4,69 > 4,68 > 2,67 > 0$ . En outre, il n'ya pas de signification entre C1 et C2 avec une teneur en chlorophylle de 4.69 et 3.66 ( $p = 0,990$ ) respectivement. Tandis que, pour les plantules d'*Artemisia herba-Alba* asso traitée respectivement par des extraits (RAC) leurs teneurs en chlorophylle : C1 et C2 était de 6,21 et 4.46 ( $p = 0,000$ ) représentent une signification statistique par rapport au témoin C0. Donc la réduction de la teneur en chlorophylle a été remarquée à partir de C3 dans les feuilles des jeunes plantules : C3, C4, C5. Présentant des valeurs comme suit  $3,51 > 3,06 > 1,81$ .

**Tableau 14:** les effets des extraits aqueux des (RAN) sur la teneur en chlorophylle accumulée dans les feuilles d'*Artemisia herba-Alba*

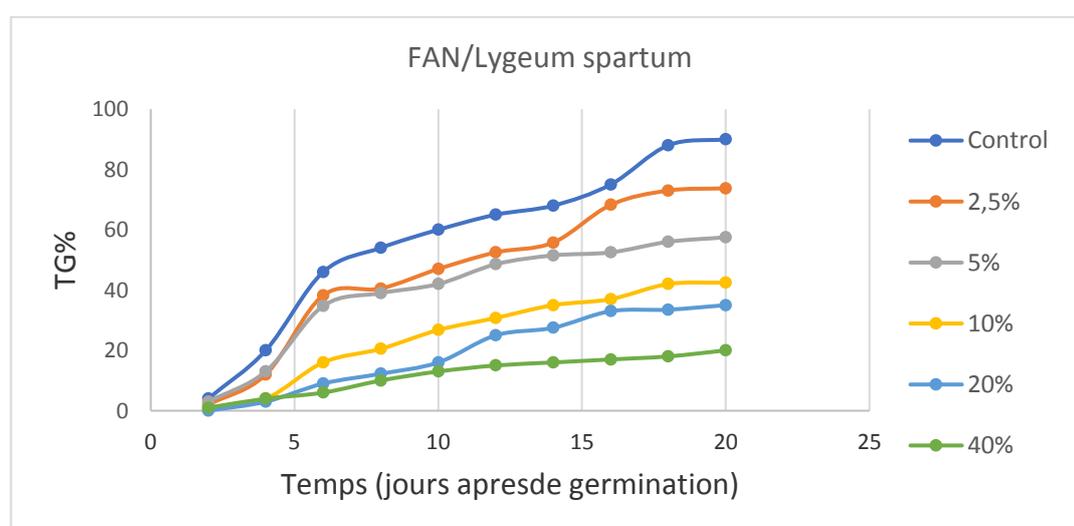
La teneur en chlorophylle totale d' <i>Artemisia herba-Alba</i>		
Concentrations	Extrait aqueux des feuilles AN	Extrait aqueux des racines AN
C0= 0%, témoin	6,21±0,26 <sup>a</sup>	6,21±0,26 <sup>a</sup>
C1= 2,5%	4,78±0,21 <sup>b</sup>	4,46±0,43 <sup>b</sup>
C2= 05%	4,69±0,25 <sup>b</sup>	3,80±0,54 <sup>bc</sup>
C3= 10%	2,67±0,30 <sup>c</sup>	3,51±0,54 <sup>bc</sup>
C4= 20%	0,56±0,13 <sup>d</sup>	3,06±0,41 <sup>c</sup>
C5= 40%	0 <sup>e</sup>	1,81±0,24 <sup>d</sup>
Total	3,15±2,33	3,80±1,42
ONE WAY ANOVA		
F. statistic	526,95***	47,81***
Sig. entre les groupes	P=0,000	P=0,000

Les valeurs présentées sont des moyens  $\pm$  std. Deviation. \*\*, \*\*\*= signification à  $P < 0,01$  et  $P < 0,001$ , respectivement, C0, C1, C2, C3, C4, C5 : sont des niveaux de concentration. Les moyennes suivies par la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes pour chaque paramètre mesuré. Selon le test (Tukey HSD<sup>a</sup>) à  $P < 0,05$ .

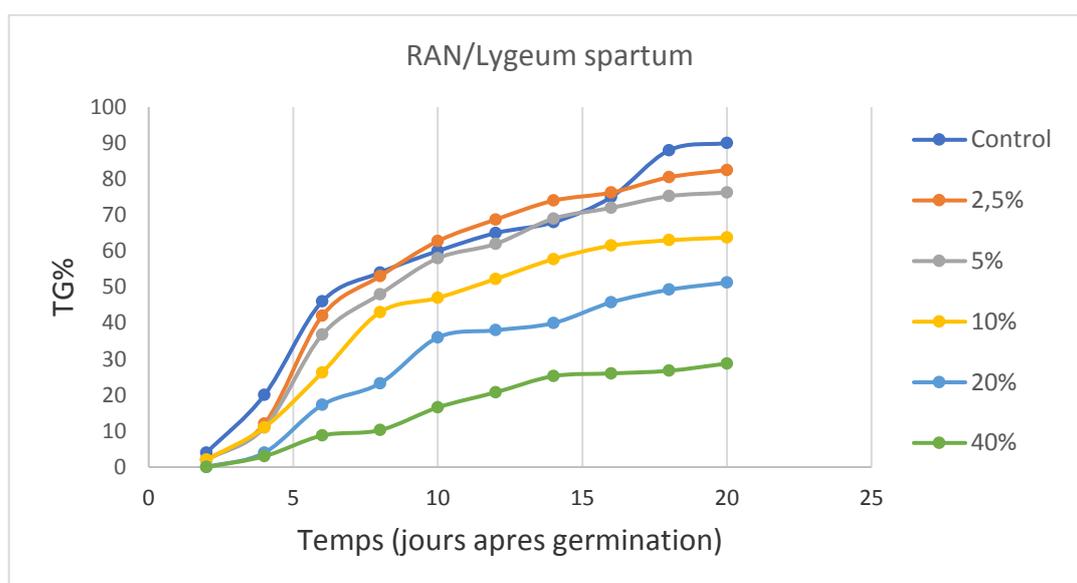
### I.5. Résultats de l'effet allélopathique des extraits aqueux des feuilles et des racines d'*Atriplex nummularia* sur la germination de *Lygeum spartum*.

#### I.5.1. Cinétique de germination

Lors de l'application des solutions des (FAN et RAN) sur les graines de *Lygeum spartum*, on constate un démarrage plus au moins rapide de germination dans les 3 jours correspond à un TG de 20% jusqu'au 6<sup>ème</sup> jour d'où la croissance se ralentit progressivement pour atteindre 74% pour le traitement de FAN à 83%. Pour le 2<sup>ème</sup> traitement le TG cumulé au niveau des différents lots sont semblable, sauf pour la faible concentration où il ya une stimulation au 8<sup>ème</sup> jour jusqu'à 12<sup>ème</sup> jours par rapport au témoin (Figure 36 ; 37).



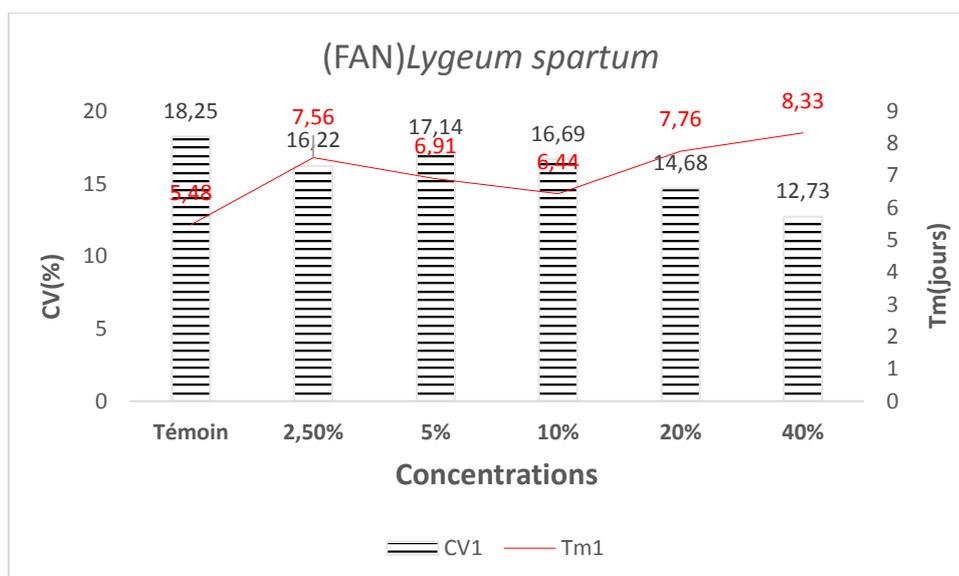
**Figure 36:** La réponse de la germination des graines *Lygeum spartum*, sous l'effet de changements des concentrations de (FAN), en fonction du temps (25 jours).



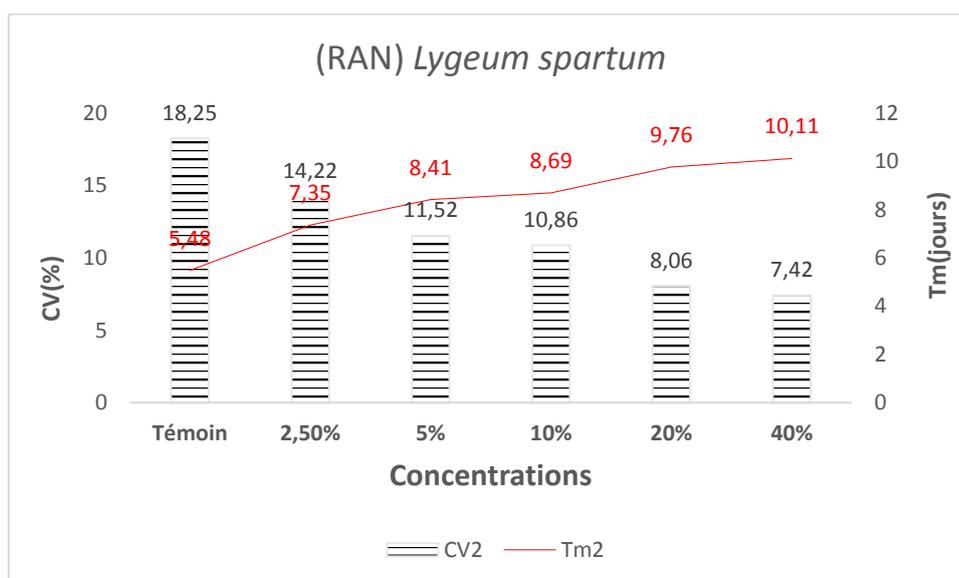
**Figure 37:** La réponse de la germination des graines *Lygeum spartum*, sous l'effet de changements des concentrations de (RAN), en fonction du temps (25 jours).

### I.5.2. Vitesse de germination

L'analyse effectuée dans la figure 38 et 39 sur la première expérience montrait un CV de 18,25% et un Tm de 5,48 jours pour le lot témoin, avec une variation considérable de pourcentage qui atteint 12,73% et une durée de 8,33 jours pour l'extrait de 40%. Par contre l'analyse de la vitesse de germination dans la deuxième courbe avait arboré une grande différence statistique entre le témoin et les autres concentrations. Que ce soit pour le CV ou pour Tm cette différence est bien claire dans la petite solution 2,5% et la grande concentration 40%. La conclusion de cette analyse dévoilait sur la capacité des extraits des feuilles de *Atriplex nummularia* d'inhiber à certain temps la germination des graines de *Lygeum spartum* mieux que les racines.



**Figure 38:** Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des feuilles d'*Atriplex nummularia*



**Figure 39:** Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des racines d'*Atriplex nummularia*

### I.5.3. Effets des extraits aqueux des feuilles d'*Atriplex nummularia* sur la germination de *Lygeum spartum*

#### I.5.3.1. Effet sur le taux de germination

Par conséquent, dans le tableau 15, on distingue une IHN forte et significative entre le témoin C0 et les autres concentrations avec un intervalle de 17%, classé d'un TG de 73.75% jusqu'à 20%, une IHN classée de 18.05% jusqu'à 77.77%, qui à permet de dire que l'IHN est intense de C1 jusqu'à C5.

**Tableau 15:** Effet d'extrait aqueux des feuilles d'*Atriplex nummularia* sur les paramètres de croissances de *Lygeum spartum*

Concentrations	TG%	LPA (mm)	LPR (mm)	PF (mg)	PS (mg)	INH/STIM (%)
C0= 0%, témoin	90±7,07 <sup>a</sup>	76,97±9,19 <sup>a</sup>	46,27±4,76 <sup>a</sup>	1467,59±707,25 <sup>a</sup>	69,54±30,67 <sup>a</sup>	-
C1= 2,5%	73,75±4,78 <sup>b</sup>	58,26±10,50 <sup>b</sup>	21,85±5,70 <sup>b</sup>	652,15±223,62 <sup>b</sup>	20,86±8,65 <sup>b</sup>	18,05
C2= 05%	57,50±6,45 <sup>c</sup>	56,12±9,12 <sup>b</sup>	22,71±4,03 <sup>b</sup>	652,76±356,94 <sup>b</sup>	24,47±18,48 <sup>b</sup>	36,11
C3= 10%	42,50±6,39 <sup>d</sup>	38,51±7,29 <sup>c</sup>	17,55±1,81 <sup>bc</sup>	231,83±23,74 <sup>b</sup>	10,33±3,80 <sup>b</sup>	52,77
C4= 20%	35±9,12 <sup>d</sup>	19,21±2,80 <sup>d</sup>	12,72±2,59 <sup>cd</sup>	84,63±60,87 <sup>b</sup>	2,61±2,77 <sup>b</sup>	61,11
C5= 40%	20±4,08 <sup>e</sup>	7,85±4,85 <sup>d</sup>	4,23±3,98 <sup>d</sup>	21,21±36,83 <sup>b</sup>	0,03±0,07 <sup>b</sup>	77,77
Total	53,13±24,13	42,82±25,20	20,89±13,68	518,36±584,85	21,31±27,32	-
ONE WAY ANOVA						
F. statistic	62,62***	44,70***	49,43***	10,21***	11,33***	-
Sig. entre les groupes	P=0,001	P=0,001	P=0,001	=0,001	P=0,001	-

Les valeurs présentées sont de moyens  $\pm$  std. Deviation. \*\*, \*\*\*= signification à  $P < 0,01$  et  $P < 0,001$ , respectivement, C0, C1, C2, C3, C4, C5 : sont des niveaux de concentration. Les moyennes suivies par la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes pour chaque paramètre mesuré. Selon le test (Tukey HSD<sup>a</sup>) à  $P < 0,05$ .

### I.5.3.2. Effet sur la longueur des parties aériennes

Les LPA moyennes des jeunes pousses ont été atteintes de manière non significative parce que les deux concentrations (C1, C2 ;  $p=0,999$  et C4, C5;  $p=0,347$ ) appartiennent au même groupe homogène (b) et (d) avec des allongements croissants, sauf que la dernière concentration a affecté la longueur des pousses avec un accroissement de 7.85mm, mais toujours la diminution est présente

### I.5.3.3. Effet sur la longueur des parties racinaires

L'interprétation est faite de la même manière que le TG et les allongements du LPA. Le LPR des pousses de *Lygeum spartum* ne découvre sur aucune signification à cause de l'inefficacité de ces extraits à faibles concentrations, contrairement, pour la dernière concentration C5 qui a été apprêtée ; significativement, de 4.23 mm par apport à la LPR du lot contrôle.

### I.5.3.4. Effet sur le poids frais

Des résultats bien différents à propos du PF montrent des effets significatifs avec le témoin. Presque toutes les concentrations manifestent des INH des pousses, qui se traduisent par la valeur de 1467.25mg pour le témoin et 21.21mg pour la concentration finale C5.

### I.5.3.5. Effet sur le poids sec

Une dégradation du poids avec un poids de 69.52mg rassemble l'information sur la signification statistique sur le PS du témoin par apport les extraits de 5% 10% 20% 40% avec un affaiblissement de 0.03mg pour la solution C5, cela signifie que la perte est supérieure à 69mg.

#### **I.5.4. Effets des extraits aqueux des racines d'*Atriplex nummularia* sur la germination de *Lygeum spartum***

##### **I.5.4.1. Effet sur le taux de germination**

On enregistre sous une petite concentration de 2,5 % des extraits des racines un TG de 70 % et 22.22 % d'INH comparativement au témoin qui était de l'ordre de 90 %, mais à une forte concentration de 40 %. La réduction du TG est significative ( $P < 0,001$ ), dont le TG baisse à 77.5 % et le INH augmente à 86.11 %.

##### **I.5.4.2. Effet sur la longueur des parties aériennes**

D'une manière générale, les données obtenues dans le tableau 16 montrent que l'activité inhibitrice des extraits racinaires de l'*Atriplex nummularia* indique une signification à cause de l'action de ces extraits sur LPA des pousses de *Lygeum spartum*, surtout pour la concentration C5 qui a été disposée significativement de 3.15mm par apport au LPR du contrôle  $P=0.000$ .

##### **I.5.4.3. Effet sur la longueur des parties racinaires**

Dans cette série des mesures, on remarque que la solution 40% reste la plus forte comme une activité inhibitrice avec une valeur de 1.03 mm comparé avec la valeur du témoin 46.27mm  $p=0.000$ . Au fur et à mesure que les concentrations des extraits augmentent, le LPR diminue. Donc une perte de longueur de 18.82 mm par apport à la concentration de 2,5 %.

##### **I.5.4.4. Effet sur le poids frais**

L'enchaînement de la réduction des mesures du PF dans le tableau ci-dessous déclare la déstabilisation de la mesure du PF à partir de 2.5%. Une diminution aigüe de 566.37 mg à 1.49mg pour l'extrait de 40%, qui affirme un pourcentage de perte de 100%.

##### **I.5.4.5. Effet sur le poids sec**

Pareillement à l'effet négatif des extraits RAN sur le PF. On remarque une corrélation identique avec les deux paramètres (PF, PS) qui est significative aux autres concentrations de C1 jusqu'à C5 avec une masse très faible de 0.0mg, en conséquence la perte de poids est presque de 100%  $p=0.000$ .

**Tableau 16:** Effet d'extrait aqueux des racines d'*Atriplex nummularia* sur les paramètres de croissances de *Lygeum spartum*

Concentrations	TG%	LPA (mm)	LPR (mm)	PF (mg)	PS (mg)	INH/STIM (%)
C0= 0%, témoin	90±7,07 <sup>a</sup>	76,97±9,19 <sup>a</sup>	46,27±4,76 <sup>a</sup>	1467,59±707,25 <sup>a</sup>	69,54±30,67 <sup>a</sup>	-
C1= 2,5%	70±4,08 <sup>a</sup>	53,38±5,75 <sup>b</sup>	19,85±4,85 <sup>b</sup>	566,37±351,66 <sup>b</sup>	19,13±13,38 <sup>b</sup>	22,22
C2= 05%	46,25±13,15 <sup>b</sup>	39,36±8,21 <sup>bc</sup>	16,28±1,36 <sup>b</sup>	267,72±132,43 <sup>b</sup>	11,64±5,48 <sup>b</sup>	48,61
C3= 10%	46,25±6,29 <sup>b</sup>	23,83±9,60 <sup>cd</sup>	12,99±2,67 <sup>bc</sup>	135,87±65,83 <sup>b</sup>	8,24±3,84 <sup>b</sup>	48,61
C4= 20%	36,25±4,78 <sup>b</sup>	13,30±2,28 <sup>de</sup>	8,98±1,99 <sup>c</sup>	19,64±14,98 <sup>b</sup>	4,12±3,21 <sup>b</sup>	59,72
C5= 40%	12,50±14,43 <sup>c</sup>	3,15±3,85 <sup>e</sup>	1,03±1,30 <sup>d</sup>	1,49±2,25 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	86,11
Total	50,21±26,39	35,00±26,21	17,56±14,71	409,78±595,94	18,78±26,98	-
<b>ONE WAY ANOVA</b>						
F. statistic	34,07***	60,14***	94,21***	11,57***	13,50***	-
Sig. entre les groupes	P=0,001	P=0,001	P=0,001	P=0,004	P=0,001	-

Les valeurs présentées sont de moyens ± std. Deviation. \*\*, \*\*\*= signification à  $P < 0,01$  et  $P < 0,001$ , respectivement, C0, C1, C2, C3, C4, C5 : sont des niveaux de concentration. Les moyennes suivies par la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes pour chaque paramètre mesuré. Selon le test (Tukey HSD<sup>a</sup>) à  $P < 0,05$ .

### I.5.5. Effet sur la teneur en chlorophylle

La différence la plus remarquable dans le tableau 17 des mesures de chlorophylle, c'est que l'effet des extraits FAN affecte la teneur des jeunes plantules d'une concentration à l'autre avec un difficile de 8 ils seront classés par ordre décroissant  $C0 > C1 > C2 > C3 > C4 > C5$ . Par contre la deuxième série du dosage de chlorophylle sous les extraits RAN dans le même tableau, on trouve un déficit de 9. Qui nous informe sur une similitude de l'activité inhibitrice pour les deux traitements des solutions d'*Atriplex nummularia* sur l'espèce *Lygeum spartum* avec un classement :  $C0 = C1 > C2 > C3 > C4 > C5$

**Tableau 17:** les effets des extraits aqueux des feuilles et des racines d'*Atriplex nummularia* sur la teneur en chlorophylle accumulée dans les feuilles de *Lygeum spartum*.

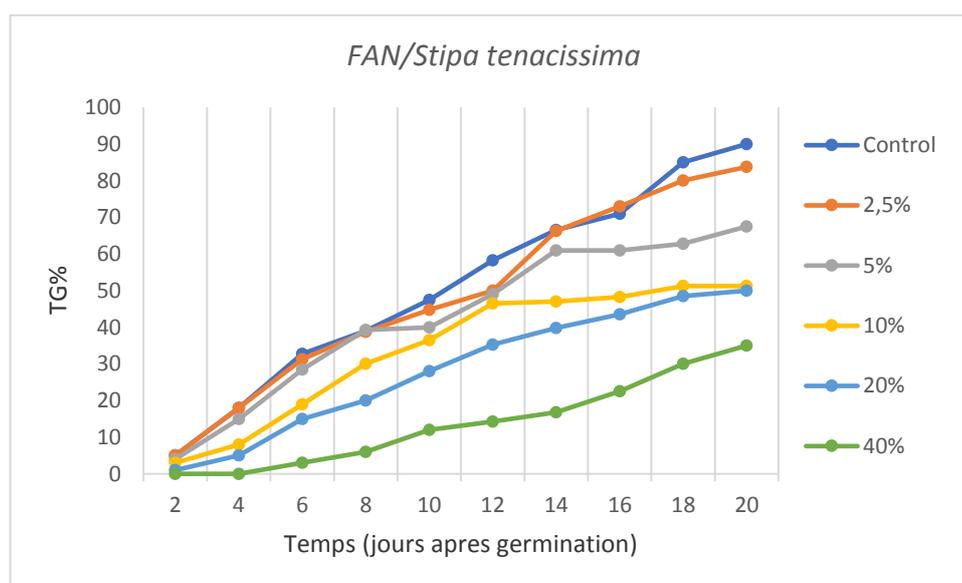
La teneur en chlorophylle totale de <i>Lygeum spartum</i>		
Concentrations	Extrait aqueux des feuilles AN	Extrait aqueux des racines AN
C0= 0% , témoin	10,82±1,77 <sup>a</sup>	10,82±1,77 <sup>a</sup>
C1= 2,5%	8,19±1,26 <sup>b</sup>	7,42±0,68 <sup>b</sup>
C2= 05%	7,33±1,35 <sup>b</sup>	4,58±1,38 <sup>c</sup>
C3= 10%	4,19±0,84 <sup>c</sup>	2,66±0,79 <sup>cd</sup>
C4= 20%	2,76±0,91 <sup>c</sup>	1,42±1,15 <sup>de</sup>
C5= 40%	0 <sup>d</sup>	0 <sup>e</sup>
Total	5,54±3,83	4,48±3,89
<b>ONE WAY ANOVA</b>		
F. statistic	46,29***	52,28***
Sig. entre les groupes	P=0,001	P=0,001

Les valeurs présentées sont de moyens ± std. Deviation. \*\*, \*\*\*= signification à  $P < 0,01$  et  $P < 0,001$ , respectivement, C0, C1, C2, C3, C4, C5 : sont des niveaux de concentration. Les moyennes suivies par la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes pour chaque paramètre mesuré. Selon le test (Tukey HSD<sup>a</sup>) à  $P < 0,05$ .

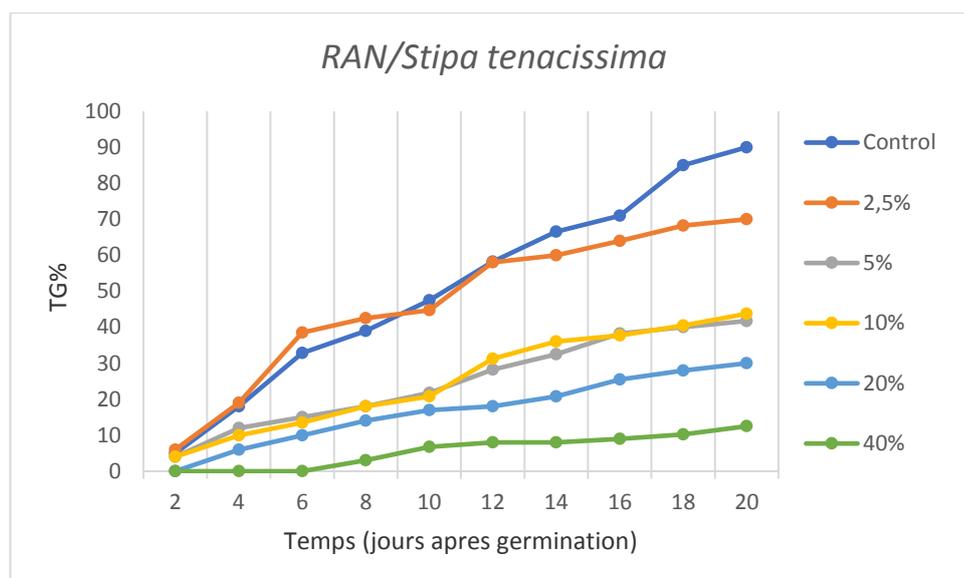
## I.6. Résultats de l'effet allélopathique des extraits aqueux des feuilles et des racines d'*Atriplex nummularia* sur la germination de *Stipa tenacissima*.

### I.6.1. Cinétique de germination

Nous remarquons dans la figure 40 et 41, que le démarrage de germination au 2<sup>ème</sup> jour dans tous les lots et l'intensité des courbes sont différents après 20% qui correspond aux 4 jours, sauf que la différence s'aperçoit dans figure 41, du (RAN) où on constate une perturbation dans C2, C3, C4 et C5 qui soit moins néfaste et ne dépassent pas 40% de TG à 20 jours.



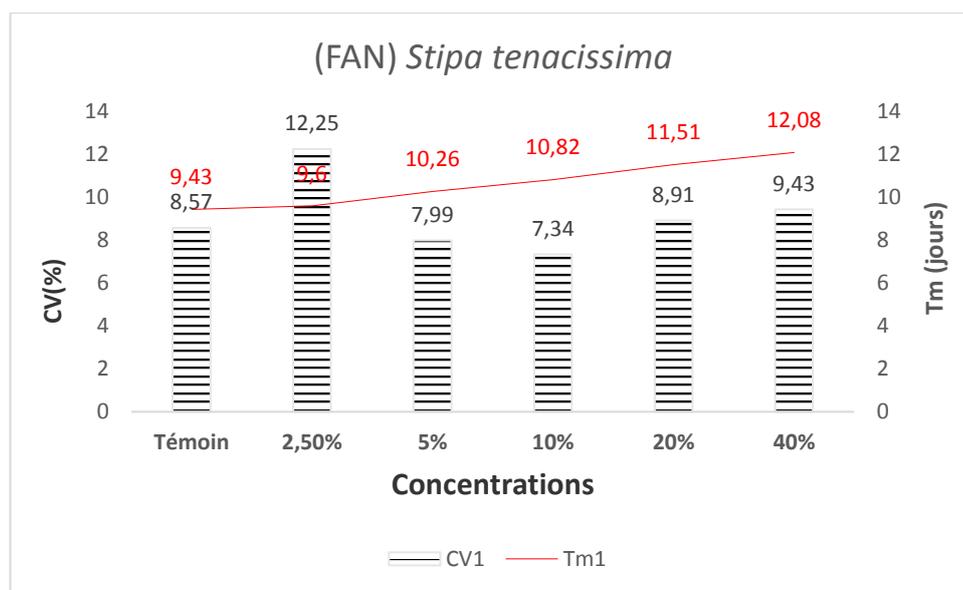
**Figure 40:** La réponse de la germination des graines de *Stipa tenacissima*, sous l'effet de changements des concentrations de (FAN), en fonction du temps (25 jours).



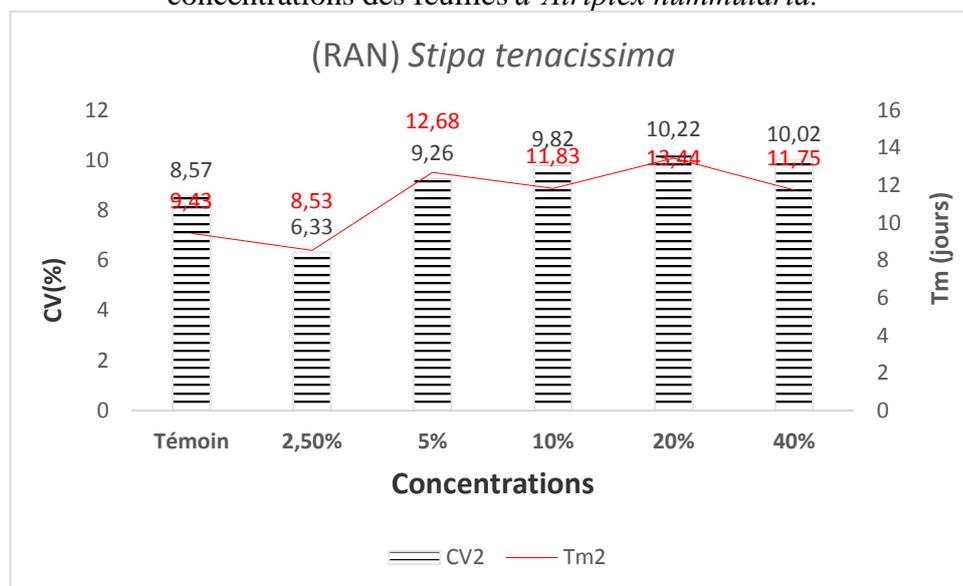
**Figure 41:** La réponse de la germination des graines *Stipa tenacissima*, sous l'effet de changements des concentrations de (RAN), en fonction du temps (25 jours).

### I.6.2. Vitesse de germination

L'arrosage des graines de *Stipa tenacissima* avec les extraits des feuilles de *Atriplex nummularia* montrait un effet inhibiteur qui augmente dans le Tm avec un nombre de jours de 9,43 pour le témoin jusqu'au 12,08 pour l'extrait de 40%, cette situation présente une signification à  $P < 0,05$ . Par contre les petites variations de CV n'ont montré aucune signification statistique à  $P > 0,05$  avec un intervalle de pourcentage de 0.86%. D'autre côté l'arrosage avec les extraits de racines a inhibé la germination des graines dans le Tm jusqu'au 11,75 jours pour la dernière concentration à 40% par rapport au témoin, avec une stimulation de l'extrait 2,5% de 8,53 jours. Pour le coefficient de vélocité, on remarque une élévation de pourcentage avec l'augmentation des solutions, à partir de 10% jusqu'à 40%, avec des valeurs de 6,33% ,10,22% respectivement (Figure 42 ; 43).



**Figure 42:** Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des feuilles d'*Atriplex nummularia*.



**Figure 43:** Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des racines d'*Atriplex nummularia*.

### I.6.3. Effets des extraits aqueux des feuilles d'*Atriplex nummularia* sur la germination de *Stipa tenacissima*

#### I.6.3.1. Effet sur le taux de germination

Dans le tableau ci-dessous, il ya une inhibition lente à partir du témoin à la concentration 40% indiquent le non significatif des traitements par ces concentrations avec un TG de 90% pour le témoin et 35% pour C5.

**Tableau 18:** Effet d'extrait aqueux des feuilles d'*Atriplex nummularia* sur les paramètres de croissances de *Stipa tenacissima*

Concentration	TG%	LPA (mm)	LPR (mm)	PF (mg)	PS (mg)	INH/STIM (%)
C0= 0%, témoin	90±7,07 <sup>a</sup>	47,10±3,19 <sup>a</sup>	19,35±1,26 <sup>a</sup>	271,35±25,81 <sup>a</sup>	13,22±1,07 <sup>a</sup>	-
C1= 2,5%	83,75±10,30 <sup>ab</sup>	46,25±5,90 <sup>a</sup>	14,46±0,85 <sup>b</sup>	225,62±17,83 <sup>a</sup>	10,81±0,43 <sup>ab</sup>	6,94
C2= 05%	67,50±6,45 <sup>bc</sup>	34,37±6,93 <sup>b</sup>	12,54±1,51 <sup>b</sup>	157,16±30,48 <sup>b</sup>	8,81±0,85 <sup>bc</sup>	25
C3= 10%	51,25±4,78 <sup>cd</sup>	16,17±3,05 <sup>c</sup>	7,77±1,52 <sup>c</sup>	111,37±8,21 <sup>b</sup>	6,27±0,66 <sup>cd</sup>	43,05
C4= 20%	50±15,81 <sup>cd</sup>	10,50±2,09 <sup>cd</sup>	4,55±0,74 <sup>d</sup>	87,03±7,69 <sup>c</sup>	5,11±0,67 <sup>d</sup>	44,44
C5= 40%	35±7,07 <sup>d</sup>	6,24±0,82 <sup>d</sup>	2,03±1,27 <sup>d</sup>	36,24±25,21 <sup>d</sup>	2,29±2,20	61,11
Total	62,92±21,51	26,77±17,34	10,12±6,16	148,13±84,31	7,75±3,85	-
<b>ONE WAY ANOVA</b>						
F. statistic	20,92***	73,61***	111,33***	69,72***	48,72***	-
Sig. entre les groupes	P=0,000	P=0,000	P=0,000	P=0,001	P=0,000	-

Les valeurs présentées sont des moyens ± std. Deviation. \*\*, \*\*\*= signification à P<0,01 et P<0,001, respectivement, C0, C1, C2, C3, C4, C5 : sont des niveaux de concentration. Les moyennes suivies par la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes pour chaque paramètre mesuré. Selon le test (Tukey HSD<sup>a</sup>) à P < 0.05.

#### I.6.3.2. Effet sur la longueur des parties aériennes

La solution témoin et la concentration C1 appartient au même groupe homogène (a) qui ne donne aucune signification statistique P<0.005. LPA proche de 47.10mm,46.25mm. Par contre la concentration C5 est affectée avec un LPA de 6.24mm.

#### I.6.3.3. Effet sur la longueur des parties racinaires

La longueur des racines a diminué à partir de 2,5 % jusqu'à donner une signification avec le témoin p<0.005, cette longueur a baissé progressivement, dès que les concentrations augmentent de 40 % pour atteindre une longueur de 2.03mm.

#### I.6.3.4. Effet sur le poids frais

Dans le tableau ci-dessus, on constate que le PF diminue à partir de la concentration de 5% avec une réduction du poids de 157.16mg à 36.24mg. En revanche, l'extrait de concentration de 40% provoque une perte de poids frais de 120.92mg.

#### I.6.3.5. Effet sur le poids sec

Tout d'abord, on remarque la réduction du PS s'accompagne avec la diminution du PF d'où l'effet négatif des extraits des FAN sur le poids sec. En effet, le poids sec décroît significativement de 13.22mg à 2,29 mg respectivement sous concentrations de : 0 %, 40 %, on note une perte de 11mg du PS. P<0.05

#### **I.6.4. Effets des extraits aqueux des racines d'*Atriplex nummularia* sur la germination de *Stipa tenacissima***

##### **I.6.4.1. Effet sur le taux de germination**

On remarque une stimulation significative de TG avec 43,75 et une INH de 51.38 sous concentration de 10%, par contre les faibles concentrations de 2,5% et 5% provoquent respectivement une inhibition de 22.22% et de 53.61%  $p=0.005$ .

##### **I.6.4.2. Effet sur la longueur des parties aériennes**

La LPA a été affectée à partir de 2,5 % jusqu'à 40 % ( $p=0.418$ ), ce qui ne présente aucune signification avec le témoin, cette longueur a baissé progressivement. Cependant, les autres concentrations (C2, C3, C4 et C5) baissent d'une manière significative la longueur des parties aériennes.

##### **I.6.4.3. Effet sur la longueur des parties racinaires**

L'analyse de variance indique une diminution remarquable du LPR dans le tableau ci-dessous allant de 19.35mm jusqu'au 1.20mm, des interactions des composées allélopathique se manifeste par la réduction la LPR lorsque les concentrations augmentent.

##### **I.6.4.4. Effet sur le poids frais**

La réduction du poids frais s'amorce à partir de 2.5% et progresse à 40% avec un déficit de 182.37 mg à 1.74 mg. Une perte de poids frais atteignant 180. 61mg (Tableau. 19).

##### **I.6.4.5. Effet sur le poids sec**

L'influence des extraits sur le poids sec se manifeste par une diminution du poids allant de 13.22mg vers 00 mg avec une inhibition totale sous l'effet de la dernière concentration 40%.

**Tableau 19:** Effet d'extrait aqueux des racines d'*Atriplex nummularia* sur les paramètres de croissances de *Stipa tenacissima*

Concentrations	TG%	LPA (mm)	LPR (mm)	PF (mg)	PS (mg)	INH/STI M%
C0= 0%, témoin	90±7,07 <sup>a</sup>	47,10±3,19 <sup>a</sup>	19,35±1,26 <sup>a</sup>	271,35±25,81 <sup>a</sup>	13,22±1,07 <sup>a</sup>	
C1= 2,5%	70±10,80 <sup>ab</sup>	37,53±10,33 <sup>a</sup>	12,48±2,18 <sup>b</sup>	182,71±52,01 <sup>b</sup>	10,18±1,99 <sup>b</sup>	22,22
C2= 05%	41,75±27,72 <sup>bc</sup>	24,81±6,27 <sup>b</sup>	10,65±1,05 <sup>b</sup>	96,05±15,70 <sup>c</sup>	6,36±1,13 <sup>c</sup>	53,61
C3= 10%	43,75±6,29 <sup>bcd</sup>	11,29±4,43 <sup>c</sup>	6,62±2,08 <sup>c</sup>	58,54±15,04 <sup>cd</sup>	3,77±0,76 <sup>d</sup>	51,38
C4= 20%	30±10,80 <sup>cd</sup>	5,73±1,08 <sup>c</sup>	3,35±0,68 <sup>cd</sup>	18,10±7,44 <sup>d</sup>	1,24±0,36 <sup>e</sup>	66,66
C5= 40%	12,50±2,88 <sup>d</sup>	2,99±1,68 <sup>c</sup>	1,20±0,75 <sup>d</sup>	1,74±1,35 <sup>d</sup>	0 <sup>e</sup>	86,11
<b>Total</b>	48±28,63	21,57±17,46	8,94±6,32	104,75±99,64	5,79±4,90	
<b>ONE WAY ANOVA</b>						
<b>F. statistic</b>	16,96***	43,17***	82,16***	66,62***	89,58***	-
<b>Sig. entre les groupes</b>	P<0,000	P<0,000	P<0,000	P=0,000	P=0,000	-

Les valeurs présentées sont de moyens ± std. Deviation. \*\*, \*\*\*= signification à P<0,01 et P<0,001, respectivement, C0, C1, C2, C3, C4, C5 : sont des niveaux de concentration. Les moyennes suivies par la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes pour chaque paramètre mesuré. Selon le test (Tukey HSD<sup>a</sup>) à P < 0.05.

### 1.6.5. Effet sur la teneur en chlorophylle

La comparaison des moyennes de la teneur en chlorophylle indique que les extraits de FAN et RAN testés affectent significativement la teneur en chlorophylle, il faut souligner que 40% d'extrait aqueux des racines d'*Atriplex nummularia* réduit le taux chlorophyllien à 0 (p=0.000). La teneur en chlorophylle totale de *Stipa tenacissima* décroît en fonction de l'augmentation des concentrations des extraits aqueux des feuilles et des racines d'*Atriplex nummularia* (Tableau. 20).

**Tableau 20:** les effets des extraits aqueux des feuilles et des racines d'*Atriplex nummularia* sur la teneur en chlorophylle accumulée dans les feuilles de *Stipa tenacissima*

<b>La teneur en chlorophylle totale de <i>Stipa tenacissima</i></b>		
Concentrations	Extrait Aqueux des feuilles AN	Extrait Aqueux des racines AN
C0= 0%, témoin	16,39±0,45 <sup>a</sup>	16,39±0,45 <sup>a</sup>
C1= 2,5%	14,60±1,11 <sup>a</sup>	12,57±1,83 <sup>b</sup>
C2= 05%	11,24±0,94 <sup>b</sup>	7,32±1,69 <sup>c</sup>
C3= 10%	7,07±1,39 <sup>c</sup>	1,77±1,19 <sup>d</sup>
C4= 20%	3,63±0,98 <sup>d</sup>	0,82±0,90 <sup>d</sup>
C5= 40%	1,39±1,03 <sup>d</sup>	0 <sup>d</sup>
<b>Total</b>	9,05 ± 5,69	6,48±6,44
<b>ONE WAY ANOVA</b>		
<b>F. statistic</b>	137,67***	128,38***
<b>Sig. entre les groupes</b>	P =0,000	P=0,000

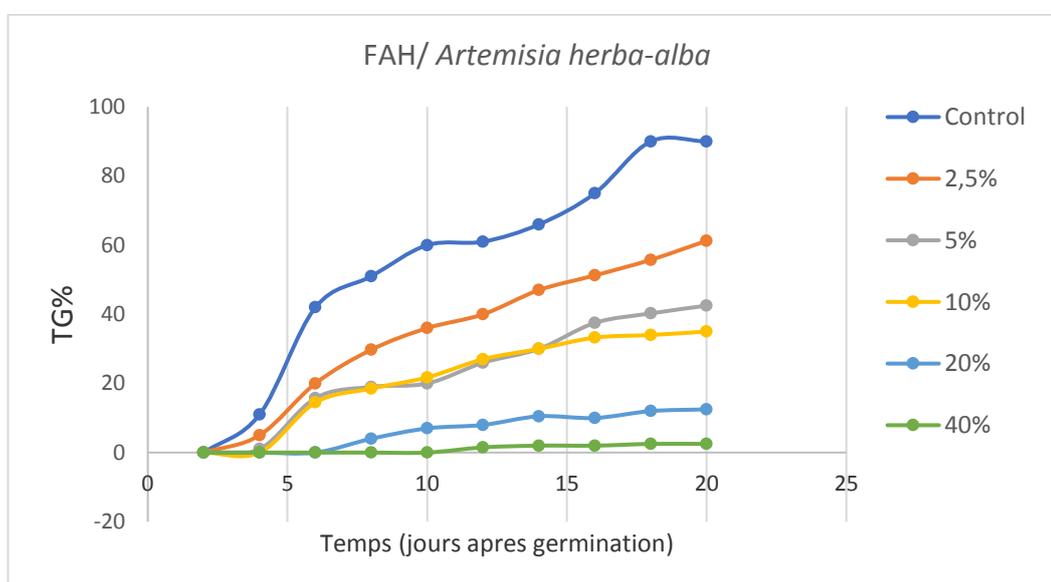
Les valeurs présentées sont de moyens ± std. Deviation. \*\*, \*\*\*= signification à P<0,01 et P<0,001, respectivement, C0, C1, C2, C3, C4, C5 : sont des niveaux de concentration. Les moyennes suivies par la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes pour chaque paramètre mesuré. Selon le test (Tukey HSD<sup>a</sup>) à P < 0.05.

## I.7. Résultats de l'effet allélopathique des extraits aqueux des feuilles et des racines d'*Atriplex halimus* sur la germination d'*Artemisia herba-Alba*

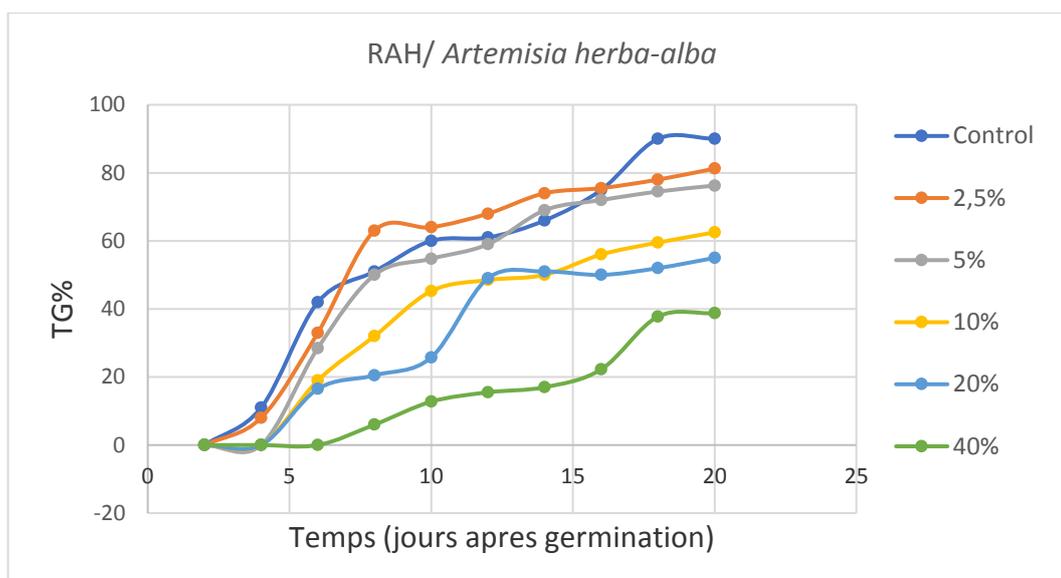
### I.7.1. Cinétique de germination

Un changement des TG en fonction du temps est bien perceptible dans les deux graphes figures 44 et 45. Car on s'aperçoit dans le 1<sup>er</sup> graphe que la germination débute le 2<sup>ème</sup> jour pour les graines traitées par de petites concentrations 2.5% et 5%, en revanche les graines arrosés par de fortes concentrations 10% ,20%,40%, la germination démarre le 4eme jour.

Pour le 2<sup>ème</sup> graphe l'analyse se change parce que la moindre efficacité de ce traitement (RAH) nous donne un départ rapide de germination atteint 63,5% un temps de 7jours et une stimulation de germination des graines d'*Artemisia herba-Alba* en C1 etC2.



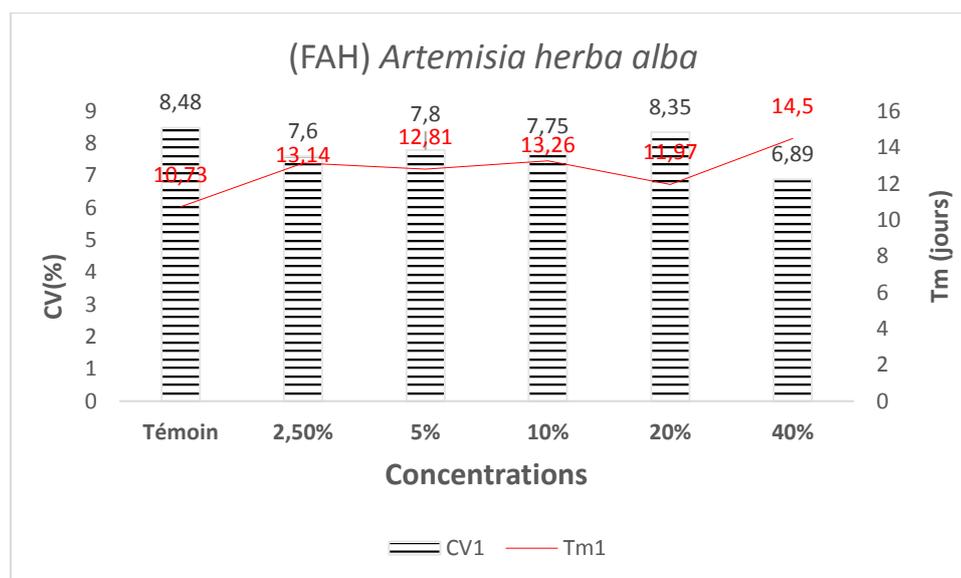
**Figure 44:** La réponse de la germination des graines *Artemisia herba-Alba*, sous l'effet de changements des concentrations de (FAH), en fonction du temps (25 jours).



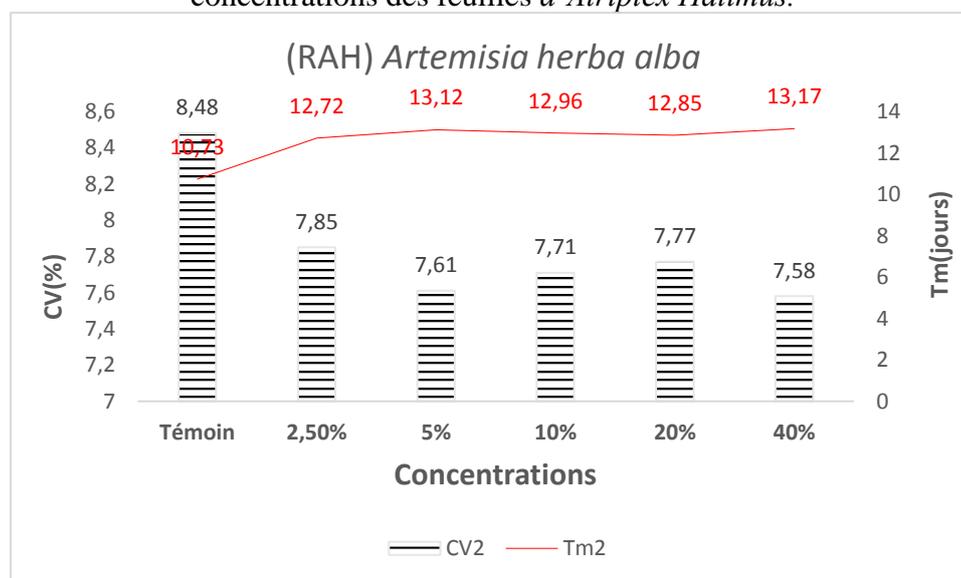
**Figure 45:** La réponse de la germination des graines *Artemisia herba-Alba*, sous l'effet de changements des concentrations de (RAH), en fonction du temps (25 jours).

### I.7.2. Vitesse de germination

Les résultats illustrés dans la figure 46, nous ont permis de mettre en évidence que le nombre des jours pour la stabilité de la germination des plantules de *l'Artemisia herba-Alba* traitées par des solutions des feuilles d'*Atriplex halimus* se situe entre de 11 jours à 15 jours. En revanche pour le test de contrôle (0%) et la concentration 40%, nous avons eu respectivement un coefficient de vélocité de 8,48% et 6,89%, qui ne présente aucune signification à  $P > 0$ . Les résultats obtenus dans la figure 47, montrent que la courbe de stabilité de la germination en fonction des jours est pratiquement constante, on déduit qu'il n'y a eu influence non signification des extraits des racines d'*Atriplex halimus*.



**Figure 46:** Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des feuilles d'*Atriplex Halimus*.



**Figure 47:** Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des racines d'*Atriplex Halimus*.

### I.7.3. Effets des extraits aqueux des feuilles d'*Atriplex halimus* sur la germination d'*Artemisia herba*

#### I.7.3.1. Effet sur le taux de germination

Pour les graines traitées par des petites concentrations d'extraits des feuilles, nous avons noté que les concentrations C1 et C2 présentent un TG de (61.25% et 42.50%)  $p=0.005$  par conséquent, l'inhibition est de 31.94% et 52.77%. Il faut souligner que IINH débute à 30%, jusqu'à 97,22 % (Tableau. 21).

**Tableau 21:** Effet d'extrait aqueux des feuilles d'*Atriplex halimus* sur les paramètres de croissances d'*Artemisia herba-Alba*

Concentrations	TG%	LPA (mm)	LPR (mm)	PF (mg)	PS (mg)	INH/STIM (%)
<b>C0= 0%, témoin</b>	90,00±7,07 <sup>a</sup>	21,70±2,04 <sup>a</sup>	28,86±8,19 <sup>a</sup>	109,62±21,29 <sup>a</sup>	4,36±0,63 <sup>a</sup>	-
<b>C1= 2,5%</b>	61,25±11,08 <sup>b</sup>	17,22±0,93 <sup>a</sup>	10,31±4,21 <sup>b</sup>	28,25±3,71 <sup>b</sup>	1,13±0,36 <sup>b</sup>	31,94
<b>C2= 05%</b>	42,50±14,43 <sup>bc</sup>	16,25±2,50 <sup>a</sup>	10,27±5,70 <sup>b</sup>	15,92±0,93 <sup>bc</sup>	0,49±0,36 <sup>bc</sup>	52,77
<b>C3= 10%</b>	35,00±10,80 <sup>c</sup>	8,41±4,59 <sup>b</sup>	4,85±2,07 <sup>b</sup>	7,36±0,37 <sup>c</sup>	0,21±0,55 <sup>c</sup>	61,11
<b>C4= 20%</b>	<b>12,50±5,00<sup>d</sup></b>	7,16±5,68 <sup>bc</sup>	3,41±2,50 <sup>b</sup>	5,93±0,20 <sup>c</sup>	0,15±0,51 <sup>c</sup>	86,11
<b>C5= 40%</b>	<b>2,50±2,88<sup>d</sup></b>	0,05±0,60 <sup>c</sup>	0,04±0,04 <sup>b</sup>	0,54±0,63 <sup>c</sup>	0,12±0,04 <sup>c</sup>	97,22
<b>Total</b>	40,63±31,04	11,80±7,98	9,62±10,38	27,93±39,17	1,06±1,57	-
<b>ONE WAY ANOVA</b>						
<b>F. statistic</b>	46,46***	23,58***	19,66****	86,74***	98,39***	-
<b>Sig. entre les groupes</b>	P=0,000	P=0,000	P=0,000	P=0,000	P=0,000	-

Les valeurs présentées sont de moyens ± std. Deviation. \*\*, \*\*\*= signification à  $P < 0,01$  et  $P < 0,001$ , respectivement, C0, C1, C2, C3, C4, C5 : sont des niveaux de concentration. Les moyennes suivies par la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes pour chaque paramètre mesuré. Selon le test (Tukey HSD<sup>a</sup>) à  $P < 0,05$ .

### I.7.3.2. Effet sur la longueur des parties aériennes

L'insuffisance de la croissance en longueur des plantules de *Stipa tenacissima* peut entraîner un retard considérable dans le développement des plantes et mener à des pertes des jeunes pousses. La longueur LPA des plantules entre le témoin et les différentes concentrations, de (2,5 %, 5 % ;  $p=0,356$  ;  $p=0,418$  ;  $p=0,228$ ) appartiennent au même groupe homogène, ne présente aucune signification. Sauf à 40 % on note une diminution du LPA à 0.05 mm qui présente une signification apparente avec le témoin et une perte de longueur de 100% par rapport au traitement du contrôle.  $P < 0,05$

### I.7.3.3. Effet sur la longueur des parties racinaires

Il est clair que l'effet des concentrations (C1, C2, C3, C4, C5) sur la longueur des parties racinaires font partie du même groupe, se manifeste par une réduction non significative de la longueur à partir de C1 jusqu'à C5. En revanche entre, le témoin et le groupe cités précédemment il ya un décroissement significatif de la longueur.  $P < 0,05$

### I.7.3.4. Effet sur le poids frais

Les concentrations C1, C2 font partie du même groupe (a), et C3, C4, C5 font partie d'un autre groupe (b), elles affectent le poids frais d'une manière non significative. En contrepartie, le témoin présente un sens significatif avec les deux groupes. On remarque qu'il ya une corrélation entre les paramètres de mesures (PF et PS).

#### **I.7.3.5. Effet sur le poids sec**

L'effet négatif des extraits des feuilles de *Atriplex halimus* sur le poids sec montre une corrélation avec le témoin. Un poids du contrôle de 4.36 mg qui est significatif par rapport aux autres concentrations de C1 jusqu'à C5 avec une masse très faible de 0.12 mg soit une perte de masse environ de 95%.

#### **I.7.4. Effets des extraits aqueux des racines d'*Atriplex halimus* sur la germination d'*Artemisia herba-Alba***

##### **I.7.4.1. Effet sur le taux de germination**

Dans le tableau 22, Le TG commence à diminuer à partir de C1 par une réduction de 81.25% jusqu'à la solution 40% avec une valeur de (38.75%,  $p=0.000$ ), malgré cette influence des extraits pour les 2 premières solutions, elles restent non significatives par rapport au témoin ( $p=0.671$  ;  $p=0.225$ ), le TG de témoin est constamment supérieurs.

##### **I.7.4.2. Effet sur la longueur des parties aériennes**

Les extraits des feuilles ont affecté de manière significative la longueur des parties aériennes entre 0% et les autres concentrations. On note un abaissement de longueur de 21,70mm jusqu'à 10,17 mm  $P<0.05$ .

##### **I.7.4.3. Effet sur la longueur des parties racinaires**

La longueur des parties racinaires diminue de 13mm dès le premier traitement. Les autres traitements (C1, C2, C3, C4 et c5) ne présentent pas de signification.

##### **I.7.4.4. Effet sur le poids frais**

Au même titre que l'influence des concentrations sur le LPR, l'abaissement du poids frais débute au premier traitement C1.

##### **I.7.4.5. Effet sur le poids sec**

La diminution du PS se déclenche à 2.5%, à partir de C1 jusqu'à C5 il n'ya pas de perte significative.

**Tableau 22:** Effet d'extrait aqueux des racines d'*Atriplex halimus* sur les paramètres de croissances d'*Artemisia herba-Alba*

Concentrations	TG%	LPA (mm)	LPR (mm)	PF (mg)	PS (mg)	INH/STIM (%)
C0= 0%, témoin	90±7,07 <sup>a</sup>	21,70±2,04 <sup>a</sup>	28,86±8,19 <sup>a</sup>	109,62±21,29 <sup>a</sup>	4,36±0,63 <sup>a</sup>	-
C1= 2,5%	81,25±12,5 <sup>a</sup>	17,00±2,40 <sup>b</sup>	15,99±2,76 <sup>b</sup>	50,40±8,97 <sup>b</sup>	1,61±0,32 <sup>b</sup>	9,72
C2= 05%	76,25±9,46 <sup>ab</sup>	13,40±1,48 <sup>bc</sup>	14,14±1,56 <sup>b</sup>	49,26±5,10 <sup>b</sup>	1,67±0,34 <sup>b</sup>	15,27
C3= 10%	62,50±8,66 <sup>bc</sup>	12,11±1,62 <sup>d</sup>	14,42±3,09 <sup>b</sup>	40,98±4,16 <sup>b</sup>	1,35±0,42 <sup>b</sup>	30,55
C4= 20%	55±4,08 <sup>cd</sup>	12,38±1,62 <sup>d</sup>	10,94±6,70 <sup>b</sup>	39,66±2,47 <sup>b</sup>	1,15±0,11 <sup>b</sup>	38,88
C5= 40%	38,75±4,78 <sup>d</sup>	10,17±1,81 <sup>d</sup>	7,57±1,33 <sup>b</sup>	32,43±4,41 <sup>b</sup>	0,97±0,09 <sup>b</sup>	56,94
<b>Total</b>	67,29±19,05	14,46±4,24	15,32±7,97	53,72±27,72	1,85±1,21	25,33
<b>ONE WAY ANOVA</b>						
<b>F. statistic</b>	20,81***	21,07***	9,53**	31,57***	46,13***	-
<b>Sig. entre les groupes</b>	P=0,000	P=0,000	P=0,000	P=0,000	P=0,000	-

Les valeurs présentées sont de moyens ± std. Deviation. \*\*, \*\*\*= signification à P<0,01 et P<0,001, respectivement, C0, C1, C2, C3, C4, C5 : sont des niveaux de concentration. Les moyennes suivies par la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes pour chaque paramètre mesuré. Selon le test (Tukey HSD<sup>a</sup>) à P < 0.05.

### 1.7.5. Effet sur la teneur en chlorophylle

Les extraits des feuilles et racines de l'*Atriplex halimus* réduisent de la même manière les teneurs en chlorophylle de C0 à C1. Cependant, les extraits aqueux des FAH influencent les teneurs d'une manière importante jusqu'à zéro que celles des extraits des racines.

**Tableau 23:** les effets des extraits aqueux des feuilles et des racines d'*Atriplex halimus* sur la teneur en chlorophylle accumulée dans les feuilles d'*Artemisia herba-Alba*

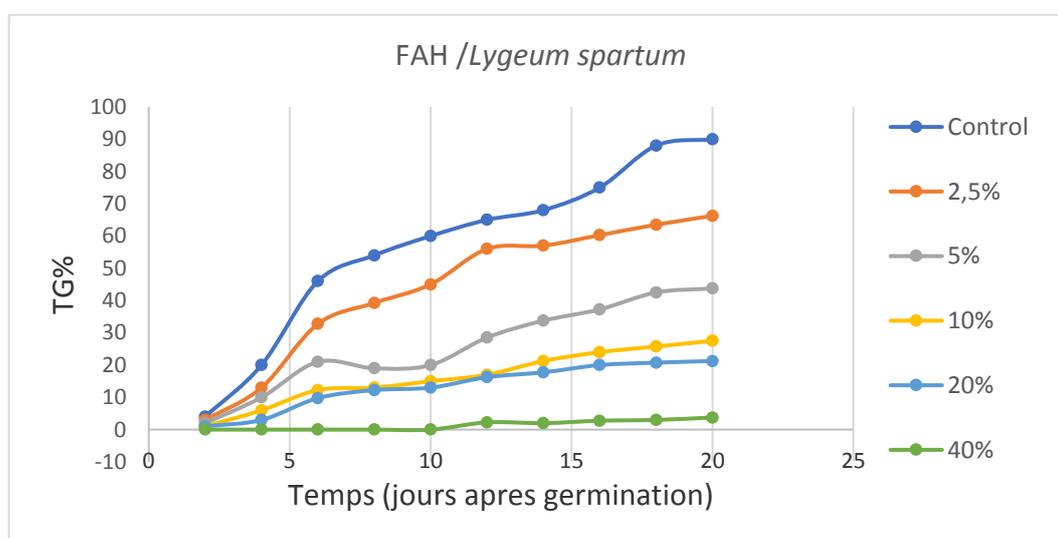
<b>La teneur en chlorophylle totale d'<i>Artemisia herba-Alba</i>.</b>		
Concentrations	Extrait aqueux des feuilles AH	Extrait aqueux des racines AH
C0= 0%, témoin	6,21±0,26 <sup>a</sup>	6,21±0,26 <sup>a</sup>
C1= 2,5%	3,14±0,18 <sup>b</sup>	3,40±0,52 <sup>b</sup>
C2= 05%	1,49±0,18 <sup>c</sup>	2,58±0,35 <sup>bc</sup>
C3= 10%	0,97±0,25 <sup>d</sup>	2,56±0,94 <sup>bc</sup>
C4= 20%	0,60±0,17 <sup>d</sup>	1,71±0,24 <sup>cd</sup>
C5= 40%	0,00 <sup>e</sup>	0,84±0,30 <sup>d</sup>
<b>Total</b>	2,06±2,14	2,88±0,30
<b>ONE WAY ANOVA</b>		
<b>F. statistic</b>	543,65***	54,03***
<b>Sig. entre les groupes</b>	P=0,000	P=0,000

Les valeurs présentées sont de moyens ± std. Deviation. \*\*, \*\*\*= signification à P<0,01 et P<0,001, respectivement, C0, C1, C2, C3, C4, C5 : sont des niveaux de concentration. Les moyennes suivies par la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes pour chaque paramètre mesuré. Selon le test (Tukey HSD<sup>a</sup>) à P < 0.05.

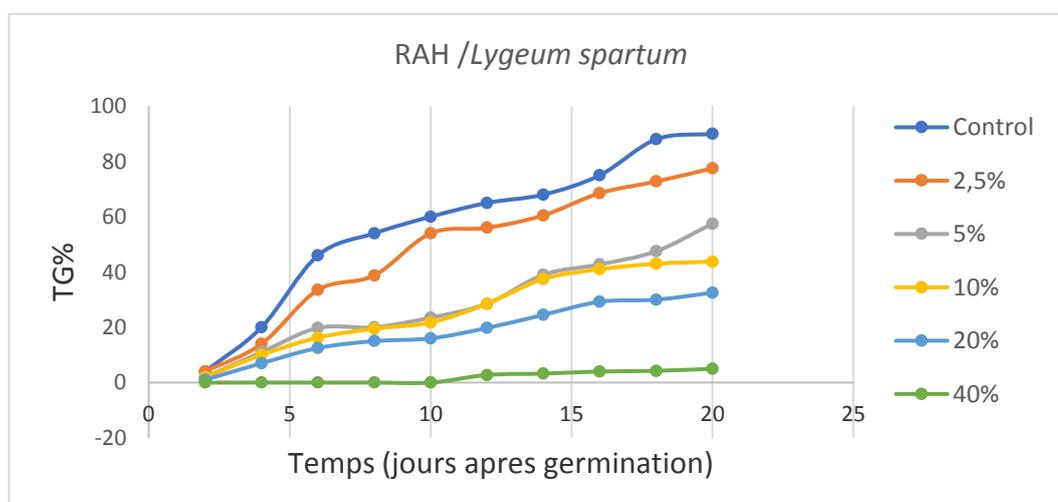
## I.8. Résultats de l'effet allélopathique des extraits aqueux des feuilles et des racines d'*Atriplex halimus* sur la germination de *Lygeum spartum*

### I.8.1. Cinétique de germination

Il ressort de la figure 48 et 49 une évolution rapide de TG dès le 2<sup>ème</sup> jour jusqu'au 6<sup>ème</sup> jour avec un TG de 40,75% du témoin, puis elle devient lente pendant les 20 jours. On marque un TG de 60,75% et 40,25% en C1, C2 pour le 1<sup>ier</sup> traitement. Mais pour le 2<sup>ème</sup> traitement on remarque un effet élevé avec des valeurs de TG comme suit : 70,75% et 50,80% pour C1, C2 respectivement. Pour la dernière concentration C5 dans les deux essais, l'atteinte des graines est au maximum.



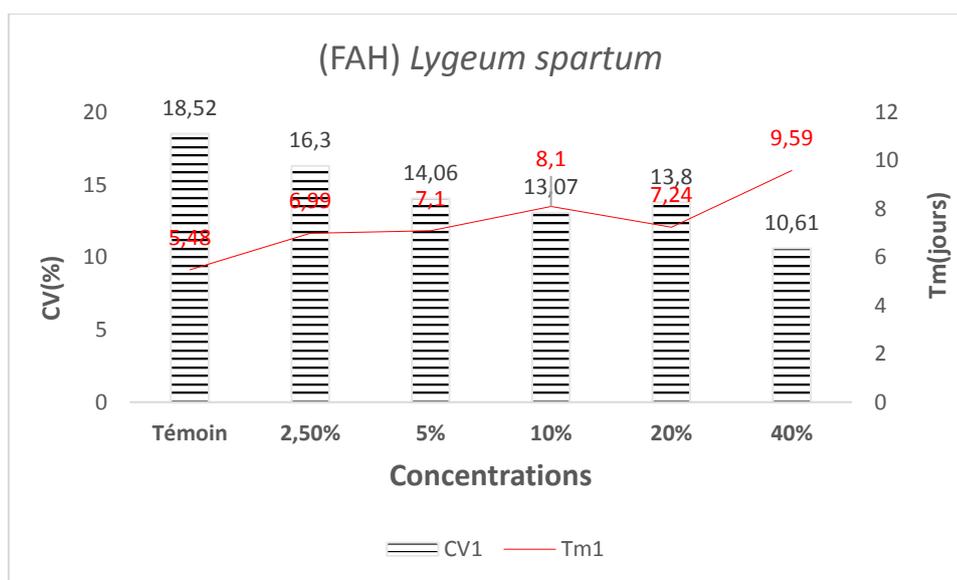
**Figure 48:** La réponse de la germination des graines *Lygeum spartum*, sous l'effet de changements des concentrations de (FAH), en fonction du temps (25 jours).



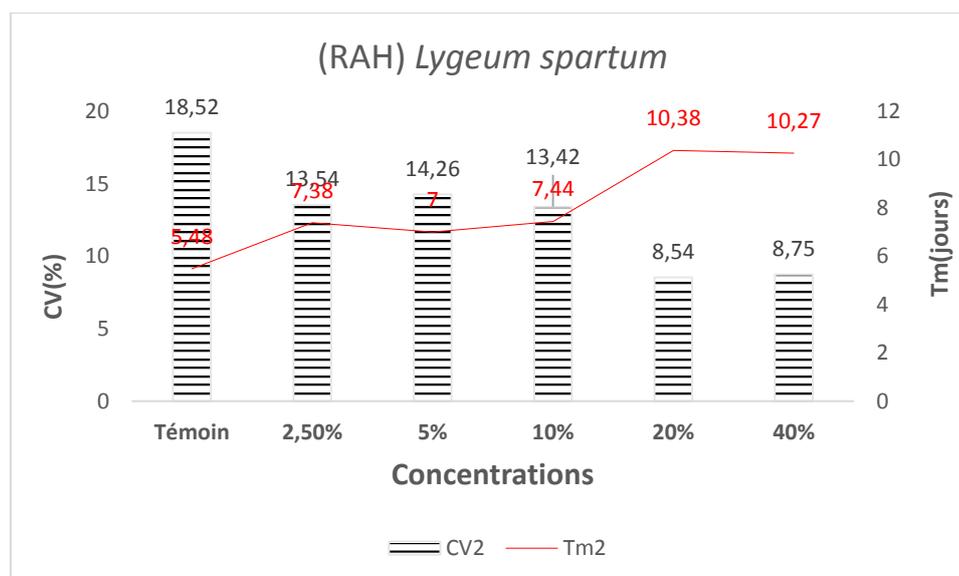
**Figure 49:** La réponse de la germination des graines *Lygeum spartum*, sous l'effet de changements des concentrations de (RAH), en fonction du temps (25 jours).

### I.8.2. Vitesse de germination

Afin d'analyser les réponses de la vitesse de germination des graines de *Lygeum spartum* aux différents traitements d'*Atriplex halimus*, nous comparons les pourcentages de CV et la durée de Tm dans les deux courbes, car nous avons constaté dans la première expérience le Tm de 5,48 jours pour les graines témoin et 9,59 jours pour la solution maximale 40%, donc une durée de 4,10 jours d'intervalle pour atteindre la stabilité de la germination. Par contre, le CV se traduit avec une valeur de 18,52% pour les graines témoins et de 10,61% pour la concentration 40% avec un intervalle de défaillance de 7,92% de germination des graines. La constatation des réponses dans la deuxième expérience présente une inhibition plus élevée dans le Tm qui soit de 5,48 jours de la concentration témoin et 10,27 jours pour la concentration 40% avec un intervalle de 4,79 jours, mais le CV donne des pourcentages plus bas que la première 18,52% et 8,75% avec un intervalle de 9,77% de germination de graines. On peut dire que l'effet des extraits des feuilles est moins fréquent que celle des racines (Figure 50 ; 51).



**Figure 50:** Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des feuilles d'*Atriplex Halimus*.



**Figure 51:** Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des racines d'*Atriplex Halimus*.

### I.8.3. Effets des extraits aqueux des feuilles d'*Atriplex halimus* sur la germination de *Lygeum spartum*

#### I.8.3.1. Effet sur le taux de germination

L'effet des solutions des feuilles *Atriplex halimus* est marquant sur le taux de germination des graines du *Lygeum spartum*.

Concentrations	TG%	LPA (mm)	LPR (mm)	PF (mg)	PS (mg)	INH/ST IM (%)
C0= 0%, témoin	90±7,07 <sup>a</sup>	76,97±9,19 <sup>a</sup>	46,27±4,76 <sup>a</sup>	1467,59±707,25 <sup>a</sup>	69,54±30,67 <sup>a</sup>	-
C1= 2,5%	66,25±4,78 <sup>b</sup>	46,36±8,04 <sup>b</sup>	17,35±0,81 <sup>b</sup>	272,10±98,91 <sup>b</sup>	14,94±5,97 <sup>b</sup>	26,38
C2= 05%	43,75±7,5 <sup>c</sup>	47,32±6,09 <sup>b</sup>	18,78±1,67 <sup>b</sup>	451,23±273,78 <sup>b</sup>	16,16±8,11 <sup>b</sup>	51,38
C3= 10%	27,5±2,88 <sup>d</sup>	25,11±6,92 <sup>c</sup>	15,90±2,93 <sup>b</sup>	150,10±94,56 <sup>b</sup>	9,00±5,61 <sup>b</sup>	69,44
C4= 20%	21,25±6,29 <sup>d</sup>	10,94±1,99 <sup>cd</sup>	8,05±1,30 <sup>c</sup>	13,63±6,98 <sup>b</sup>	2,91±1,39 <sup>b</sup>	76,38
C5= 40%	3,75±4,78 <sup>e</sup>	1,64±2,54 <sup>d</sup>	0,40±0,51 <sup>d</sup>	0,81±1,53 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	95,88
Total	42,08±42,08	34,72±26,42	17,79±14,68	392,58±586,06	18,76±26,72	-
<b>ONE WAY ANOVA</b>						
F. statistic	119,97***	75,08***	158,41***	12,36***	14,70***	-
Sig. entre les groupes	P=0,001	P=0,001	P=0,001	P=0,001	P=0,001	-

Les valeurs présentées sont de moyens ± std. Deviation. \*\*, \*\*\*= signification à  $P < 0,01$  et  $P < 0,001$ , respectivement, C0, C1, C2, C3, C4, C5 : sont des niveaux de concentration. Les moyennes suivies par la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes pour chaque paramètre mesuré. Selon le test (Tukey HSD<sup>a</sup>) à  $P < 0,05$ .

### **I.8.3.2. Effet sur la longueur des parties aériennes**

On remarque tableau 24, qu'il ya une stimulation de la croissance du LPA dans la concentration 2.5%, mais l'inhibition se continue jusqu'à la dernière concentration 40% c'est-à-dire de (76.97mm,  $p=0.000$ ) de LPA vers la valeur la plus faible de 1.64mm.

### **I.8.3.3. Effet sur la longueur des parties racinaires**

La même interprétation que les allongements du LPA dans C1, C2, C3 le LPR des pousses de *Lygeum spartum* ne dévoile aucune signification. Contrairement à C5, on note une 45,46mm de perte sur la longueur.

### **I.8.3.4. Effet sur le poids frais**

Le poids frais diminue à partir du premier traitement C1. Le témoin avec un PF de 1467.5 présente la plus grande valeur du poids. Mais les autres traitements ne présentent aucune influence sur le poids frais

### **I.8.3.5. Effet sur le poids sec**

Le poids sec du *Lygeum spartum* diminue à partir du premier traitement c1. Les autres traitements C1, C2, C3, C4 et C5 ne présentent pas de signification. Par contre, le C5 réduit le poids sec à 00mg.

## **I.8.4. Effets des extraits aqueux des racines d'*Atriplex halimus* sur la germination de *Lygeum spartum***

### **I.8.4.1. Effet sur le taux de germination**

La solution du RAH affecte progressivement le taux de germination des graines du *Lygeum spartum*. On note une décroissance du TG au fur et à mesure que les concentrations augmentent.

### **I.8.4.2. Effet sur la longueur des parties aériennes**

L'effet des traitements se manifeste par une réduction de longueur des parties aériennes en fonction de l'augmentation des concentrations. Donc il ya une signification avec le contrôle.  $P<0.05$

### **I.8.4.3. Effet sur la longueur des parties racinaires**

La partie LPR a été réduite de 33 mm à de 2,5 %, et cette longueur a baissé progressivement, au fur et à mesure que les concentrations des extraits augmentent, ce qui confirme une activité allélopathique certaine.

#### I.8.4.4. Effet sur le poids frais

Pour le PF la perte du poids s'aperçoit à partir de la concentration C1. Cet abaissement du poids continue jusqu'à atteindre la valeur 00mg à la concentration 40%.

#### I.8.4.5. Effet sur le poids sec

Le même effet est enregistré pour le poids sec, on note une diminution totale du poids sec à C5.

<b>Tableau 25:</b> Effet d'extrait aqueux des racines d' <i>Atriplex halimus</i> sur les paramètres de croissances de <i>Lygeum spartum</i>						
Concentrations	TG%	LPA (mm)	LPR (mm)	PF (mg)	PS (mg)	INH/STIM (%)
C0= 0%, témoin	90±7,07 <sup>a</sup>	76,97±9,19 <sup>a</sup>	46,27±4,76 <sup>a</sup>	1467,59±707,25 <sup>a</sup>	69,54±30,67 <sup>a</sup>	-
C1= 2,5%	77,5±2,88 <sup>b</sup>	44,86±7,38 <sup>b</sup>	13,34±0,37 <sup>b</sup>	231,41±128,26 <sup>b</sup>	12,89±5,86 <sup>b</sup>	13,88
C2= 05%	57,5±9,57 <sup>b</sup>	41,20±6,97 <sup>b</sup>	<b>16,04±1,18<sup>b</sup></b>	<b>245,62±116,68<sup>b</sup></b>	11,50±7,02 <sup>b</sup>	36,11
C3= 10%	43,75±8,53 <sup>c</sup>	19,51±6,29 <sup>c</sup>	10,59±2,38 <sup>c</sup>	69,20±57,51 <sup>b</sup>	3,99±2,98 <sup>b</sup>	51,38
C4= 20%	32,5±6,45 <sup>c</sup>	8,95±0,88 <sup>cd</sup>	4,75±0,72 <sup>d</sup>	5,41±2,15 <sup>b</sup>	0,78±0,55 <sup>b</sup>	63,88
C5= 40%	5±5,77 <sup>d</sup>	0,97±1,57 <sup>d</sup>	0,22±0,38 <sup>d</sup>	0,36±0,54 <sup>b</sup>	<b>0<sup>b</sup></b>	94,44
<b>Total</b>	51,04±29,48	32,08±26,68	15,70±15,28	336,6±588,72	16,45±27,35	-
<b>ONE WAY ANOVA</b>						
<b>F. statistic</b>	76,95***	81,64***	206,86***	14,32***	16,37***	-
<b>Sig. entre les groupes</b>	P=0,001	P=0,001	P=0,001	P=0,004	P=0,001	-

Les valeurs présentées sont de moyens ± std. Deviation. \*\*, \*\*\*= signification à P<0,01 et P<0,001, respectivement, C0, C1, C2, C3, C4, C5 : sont des niveaux de concentration. Les moyennes suivies par la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes pour chaque paramètre mesuré. Selon le test (Tukey HSD<sup>a</sup>) à P < 0.05.

#### I.8.5. Effet sur la teneur en chlorophylle

Dans le tableau 26, tous les mesures que ce soit l'effet des extraits aqueux FAH ou les extraits aqueux RAH présentant les mêmes valeurs d'inhibition allant de 10 vers 0. Il est utile de souligner une décroissance des teneurs en chlorophylle proportionnelle à l'élévation des concentrations.

**Tableau 26:** les effets des extraits aqueux des feuilles et des racines d'*Atriplex halimus* sur la teneur en chlorophylle accumulée dans les feuilles de *Lygeum spartum*.

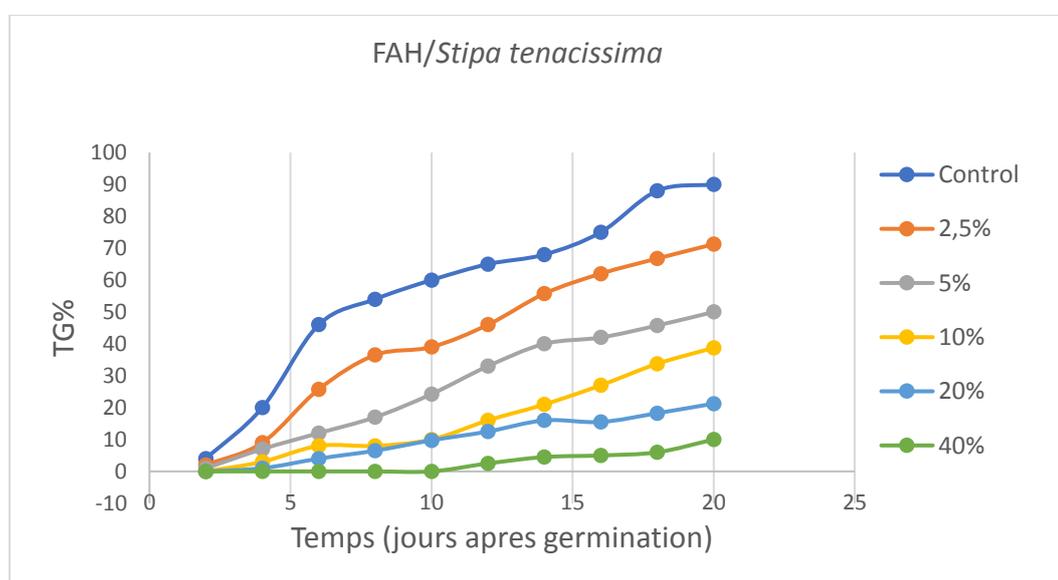
La teneur en chlorophylle totale de <i>Lygeum spartum</i>		
Concentrations	Extrait aqueux des feuilles AH	Extrait aqueux des racines AH
C0= 0%, témoin	10,82±1,77 <sup>a</sup>	10,82±1,77 <sup>a</sup>
C1= 2,5%	5,70±1,69 <sup>b</sup>	5,92±2,38 <sup>b</sup>
C2= 05%	5,89±1,56 <sup>bc</sup>	5,01±1,08 <sup>bc</sup>
C3= 10%	2,93±0,67 <sup>cd</sup>	2,72±1,21 <sup>cd</sup>
C4= 20%	0,57±0,59 <sup>de</sup>	0,15±0,24 <sup>d</sup>
C5= 40%	0 <sup>d</sup>	0 <sup>d</sup>
Total	4,32±3,91	4,10±4,00
ONE WAY ANOVA		
F. statistic	42,15***	34,82***
Sig. entre les groupes	P=0,001	P=0,001

Les valeurs présentées sont des moyens  $\pm$  std. Deviation. \*\*, \*\*\*= signification à  $P < 0,01$  et  $P < 0,001$ , respectivement, C0, C1, C2, C3, C4, C5 : sont des niveaux de concentration. Les moyennes suivies par la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes pour chaque paramètre mesuré. Selon le test (Tukey HSD<sup>a</sup>) à  $P < 0,05$ .

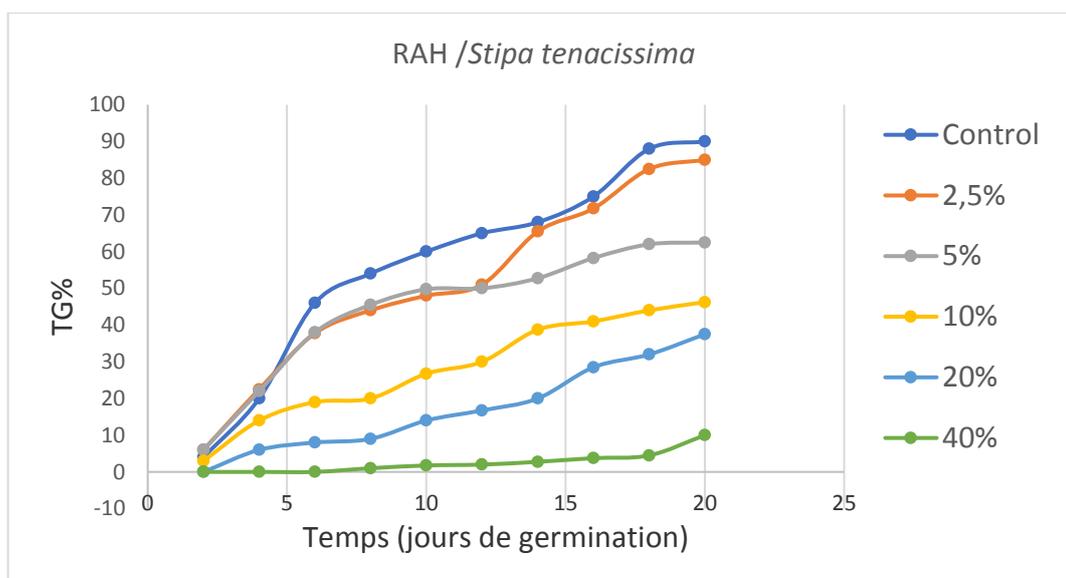
## I.9. Résultats de l'effet allélopathique des extraits aqueux des feuilles d'*Atriplex halimus* sur la germination de *Stipa tenacissima*

### I.9.1. Cinétique de germination

Le démarrage de la germination se déclenche le 2<sup>ème</sup> jour pour tous les traitements, sauf pour la solution de 40% qui démarre le 8<sup>ème</sup> jour. Le taux de germination cumulé du test de l'extrait des racines est supérieur que celle d'extrait des feuilles (Figure 52 ; 53).



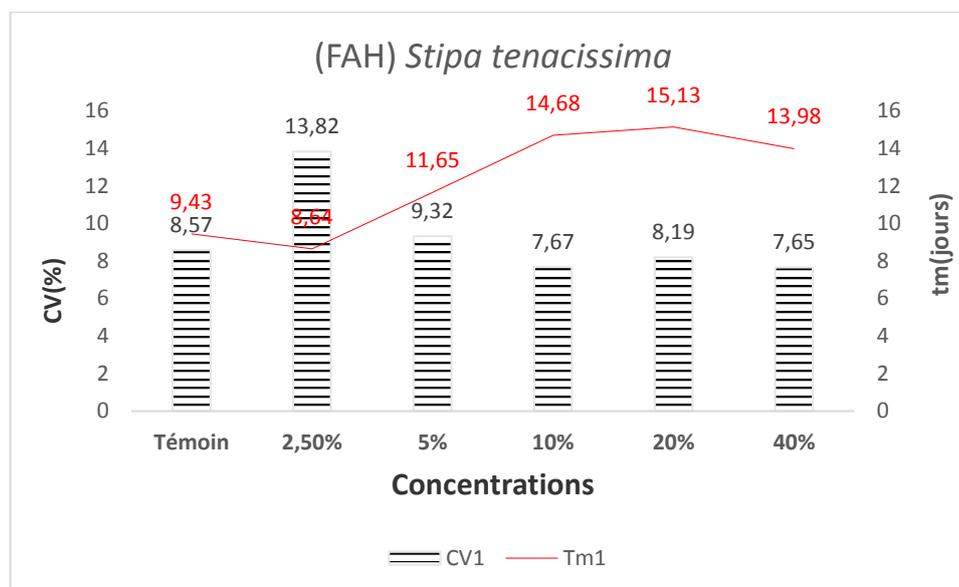
**Figure 52:** La réponse de la germination des graines *Stipa tenacissima*, sous l'effet de changements des concentrations de (FAH), en fonction du temps (25 jours).



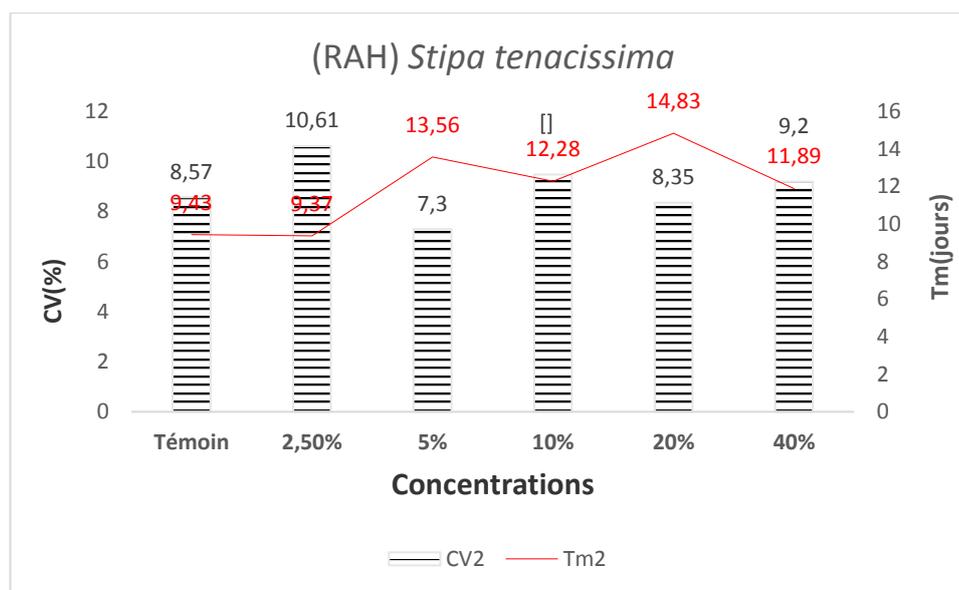
**Figure 53:** La réponse de la germination des graines *Stipa tenacissima*, sous l'effet de changements des concentrations de (RAH), en fonction du temps (25 jours).

### I.9.2. Vitesse de germination

Nous remarquons que le CV augmente à 2.5% pour atteindre 13,82% et diminue à 40% pour atteindre 7,65%, parallèlement le Tm augmente de 8,57jours à 13,98jours. Concernant l'effet des solutions du (RAH) sur les graines de *Stipa tenacissima*, on remarque des perturbations du Tm et de coefficient de vélocité caractérisée par l'alternance d'accroissement et de décroissement du Tm et le CV.



**Figure 54:** Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des feuilles d'*Atriplex Halimus*.



**Figure 55:** Le (CV) et le (Tm) de germination des graines arrosées à différentes concentrations des racines d'*Atriplex Halimus*.

### I.9.3. Effets des extraits aqueux des feuilles d'*Atriplex halimus* sur la germination de *Stipa tenacissima*

#### I.9.3.1. Effet sur le taux de germination

Les résultats enregistrés concernant l'effet des extraits FAH montrent que le TG du contrôle à 90% est significatif avec toutes les concentrations. Ce taux diminue autant que les concentrations augmentent. On peut noter que les fortes concentrations inhibent activement la germination des graines de *Stipa tenacissima*.

**Tableau 27:** Effet d'extrait aqueux des feuilles d'*Atriplex halimus* sur les paramètres de croissances de *Stipa tenacissima*

Concentrations	TG%	LPA (mm)	LPR (mm)	PF (mg)	PS (mg)	INH/STIM (%)
<b>C0= 0%, témoin</b>	90±7,07 <sup>a</sup>	47,10±3,19 <sup>a</sup>	19,35±1,26 <sup>a</sup>	271,35±25,81 <sup>a</sup>	13,22±1,07 <sup>a</sup>	-
<b>C1= 2,5%</b>	71,25±8,53 <sup>b</sup>	39,04±2,04 <sup>a</sup>	14,47±0,69 <sup>ab</sup>	190,89±7,34 <sup>b</sup>	8,74±0,94 <sup>b</sup>	20,83
<b>C2= 05%</b>	50±9,12 <sup>c</sup>	<b>40,25±0,93<sup>a</sup></b>	<b>16,03±1,46<sup>b</sup></b>	<b>197,54±14,23<sup>b</sup></b>	<b>8,99±1,08<sup>b</sup></b>	44,44
<b>C3= 10%</b>	38,75±6,29 <sup>c</sup>	22,81±6,98 <sup>b</sup>	10,21±2,74 <sup>c</sup>	116,92±20,80 <sup>c</sup>	6,13±0,74 <sup>c</sup>	56,94
<b>C4= 20%</b>	21,25±6,29 <sup>d</sup>	11,52±3,99 <sup>c</sup>	4,39±1,11 <sup>d</sup>	55,02±16,64 <sup>d</sup>	3,28±0,95 <sup>d</sup>	75,86
<b>C5= 40%</b>	10±4,08 <sup>d</sup>	3,43±2,10 <sup>c</sup>	1,92±0,82 <sup>d</sup>	19,12±8,92 <sup>d</sup>	0,74±0,51 <sup>e</sup>	88,88
<b>Total</b>	46,88±28,81	27,36±16,97	11,06±6,51	141,81±90,20	6,85±4,23	-
<b>ONE WAY ANOVA</b>						
<b>F. statistic</b>	72,23***	87,25***	82,08***	127,52***	96,30***	-
<b>Sig. entre les groupes</b>	P=0,001	P=0,001	P=0,001	P=0,001	P=0,001	-

Les valeurs présentées sont de moyennes ± std. Deviation. \*\*, \*\*\*= signification à P<0,01 et P<0,001, respectivement, C0, C1, C2, C3, C4, C5 : sont des niveaux de concentration. Les moyennes suivies par la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes pour chaque paramètre mesuré. Selon le test (Tukey HSD<sup>a</sup>) à P < 0.05.

### **I.9.3.2. Effet sur la longueur des parties aériennes**

La longueur des parties aériennes décroît progressivement au fur et à mesure que les concentrations augmentent. On remarque la stimulation en 5% avec une longueur de 40,25mm. Par contre, la concentration C5 est affectée avec un LPA de 3.43mg.

### **I.9.3.3. Effet sur la longueur des parties racinaires**

La longueur des parties racinaires diminue en fonction de l'élévation de la concentration des solutions (FAH) (Tableau. 27).

### **I.9.3.4. Effet sur le poids frais**

Au même titre que l'effet sur LPR, on note une similitude avec le poids frais, dès que les concentrations augmentent le poids frais des jeunes pousses de *Stipa tenacissima* diminue.

### **I.9.3.5. Effet sur le poids sec**

On note une ressemblance de l'effet des solutions sur le poids sec avec l'effet sur le poids frais. En effet, le PS diminue au fur et à mesure que les concentrations des solutions augmentent (Tableau. 27).

## **I.9.4. Effets des extraits aqueux des racines d'*Atriplex halimus* sur la germination de *Stipa tenacissima***

### **I.9.4.1. Effet sur le taux de germination**

Le taux de germination baisse progressivement de C0 (témoin) de 5% jusqu'à C5 parallèlement, l'inhibition de la germination est significative de C1 à C5, ceci confirme qu'il ya un effet allélopathique certain (Tableau. 28).

### **I.9.4.2. Effet sur la longueur des parties aériennes**

Les traitements C1, C2 avec le témoin appartiennent au même groupe (homogène), ce qui signifie une diminution de la longueur des parties aériennes minimales de 5, 35mm. La longueur diminue progressivement de C3 jusqu'à C5 respectivement 31,82mm et 10,69mm.

Une réduction très significative de la longueur de l'ordre de 36,41mm du témoin au C5.

### **I.9.4.3. Effet sur la longueur des parties racinaires**

Dans le tableau 28, on remarque une égalité des mesures en LPR (C1 et C2 ;  $p=0.952$ ,  $p=0.962$ ) qui exprime une différence de valeur de 17mm, cela ne nous donne aucune signification avec le témoin. Cette longueur commence à baisser progressivement, pour les concentrations de 10% 20 % et 40% pour atteindre à une longueur de 12.09mm à 6.21mg.

#### I.9.4.4. Effet sur le poids frais

Les deux concentrations C1 et C2 par rapport au témoin ont une influence minime sur le poids frais des jeunes pousses de *Stipa tenacissima*. Il varie de 271.35mg à 223,28mg. En revanche, la solution C5 baisse le poids frais à 30,31mg soit une perte de 241.04mg.

#### I.9.4.5. Effet sur le poids sec

La concentration C2 stimule le PS avec une valeur de 13.40mg supérieure au de la du témoin par quelques millimètres cette valeur nous renseigne sur l'efficacité de stimulation des petites concentrations d'extraits aqueux des racines d'*Atriplex halimus*.

**Tableau 28:** Effet d'extrait aqueux des racines d'*Atriplex halimus* sur les paramètres de croissances de *Stipa tenacissima*

Concentrations	TG%	LPA (mm)	LPR (mm)	PF (mg)	PS (mg)	INH/STIM (%)
C0= 0%, témoin	90±7,07 <sup>a</sup>	47,10±3,19 <sup>a</sup>	19,35±1,26 <sup>a</sup>	<b>271,35±25,81<sup>a</sup></b>	13,22±1,07 <sup>a</sup>	-
C1= 2,5%	85±5,77 <sup>a</sup>	45,98±5,12 <sup>a</sup>	17,73±4,11 <sup>ab</sup>	<b>271,13±33,82<sup>a</sup></b>	12,92±2,45 <sup>a</sup>	5,55
C2= 05%	62,50±2,88 <sup>b</sup>	41,74±3,79 <sup>a</sup>	<b>17,82±0,85<sup>ab</sup></b>	<b>223±38,41<sup>a</sup></b>	<b>13,40±1,68<sup>a</sup></b>	30,55
C3= 10%	46,25±7,5 <sup>c</sup>	31,82±4,38 <sup>b</sup>	12,09±1,90 <sup>bc</sup>	153,20±18,24 <sup>b</sup>	8,13±0,68 <sup>b</sup>	48,61
C4= 20%	37,50±6,45 <sup>c</sup>	16,85±5,10 <sup>c</sup>	9,31±2,94 <sup>c</sup>	89,10±22,19 <sup>c</sup>	4,74±1,00 <sup>c</sup>	58,33
C5= 40%	10±4,08 <sup>d</sup>	10,69±2,28 <sup>c</sup>	6,21±3,35 <sup>c</sup>	30,31±13,67 <sup>c</sup>	2,25±0,76 <sup>c</sup>	88,88
<b>Total</b>	55,21±28,72	32,36±14,90	13,75±5,52	173,03±95,85	9,11±4,68	-
<b>ONE WAY ANOVA</b>						
<b>F. statistic</b>	106,79***	56,88***	16,02***	55,38***	46,49***	-
<b>Sig. entre les groupes</b>	P=0,001	P=0,001	P=0,001	P=0,001	P=0,001	-

Les valeurs présentées sont de moyens ± std. Deviation. \*\*, \*\*\*= signification à P<0,01 et P<0,001, respectivement, C0, C1, C2, C3, C4, C5 : sont des niveaux de concentration. Les moyennes suivies par la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes pour chaque paramètre mesuré. Selon le test (Tukey HSD<sup>a</sup>) à P < 0.05.

#### I.9.5. Effet sur la teneur en chlorophylle

Dans le tableau 29, les mesures de chlorophylle annonce la différence la plus marquante c'est que l'effet des extraits aqueux des feuilles affecte le taux des jeunes pousses d'une concentration à l'autre avec un difficile de 15 elles peuvent être classés par ordre décroissant : C0>C1>C2>C3>C4>C5. de même que la deuxième série de mesure de chlorophylle en trouve un défiaance de 14, qui nous renseigne sur l'égalité d'inhibition pour les deux traitements des solutions des racines d'*Atriplex halimus* avec le témoin sur l'espèce *Stipa tenacissima* avec un classement : C0>C1>C2>C3>C4>C5.

**Tableau 29:** les effets des extraits aqueux des feuilles et des racines d'*Atriplex halimus* sur la teneur en chlorophylle accumulée dans les feuilles de *Stipa tenacissima*.

<b>La teneur en chlorophylle totale de <i>Stipa tenacissima</i></b>		
<b>Concentrations</b>	<b>Extrait aqueux des feuilles AH</b>	<b>Extrait aqueux des racines AH</b>
<b>C0= 0%, témoin</b>	16,39±0,45 <sup>a</sup>	16,39±0,45 <sup>a</sup>
<b>C1= 2,5%</b>	9,91±0,35 <sup>b</sup>	15,12±3,01 <sup>a</sup>
<b>C2= 05%</b>	10,21±0,43 <sup>b</sup>	13,44±2,08 <sup>a</sup>
<b>C3= 10%</b>	7,34±1,09 <sup>c</sup>	9,00±1,78 <sup>b</sup>
<b>C4= 20%</b>	2,61±0,63 <sup>d</sup>	6,31±2,07 <sup>bc</sup>
<b>C5= 40%</b>	1,10±1,51 <sup>d</sup>	2,91±0,80 <sup>c</sup>
<b>Total</b>	7,93±5,26	10,53±5,24
<b>ONE WAY ANOVA</b>		
<b>F. statistic</b>	168,62***	31,33***
<b>Sig. entre les groupes</b>	P=0,001	P=0,001

Les valeurs présentées sont des moyens  $\pm$  std. Deviation. \*\*, \*\*\*= signification à  $P < 0,01$  et  $P < 0,001$ , respectivement, C0, C1, C2, C3, C4, C5 : sont des niveaux de concentration. Les moyennes suivies par la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes pour chaque paramètre mesuré. Selon le test (Tukey HSD<sup>a</sup>) à  $P < 0.05$ .

## II. Suivi de la dynamique de germination

Toute graine mise en terre ne lève pas immédiatement. L'expérience révèle en effet qu'il faut attendre un certain laps de temps avant de voir sortir du tégument d'abord la radicule puis quelques jours après la tigelle [219]. Nous avons compté la germination comme apte, due la sortie des radicules, l'allongement des racines cotylédonaire pour à l'extérieur du péricarpe et le développement des épicotyles,

### II.1. Effet des extraits aqueux sur la germination d'*Artemisia herba-Alba*

La différence la plus marquante entre les traitements pratiqués sur les lots des graines d'*Artemisia herba-Alba*, sont très nettement observée sur le témoin qui reste le plus élevé para apport aux autres concentrations. À fortes concentrations les allongements des racines cotylédonaire sont très courts, moins élastiques et on observe presque une absence totale des poils absorbants, les premières feuilles des cotylédons perdent leurs couleurs vertes et prennent la couleur jaune, sont moins rigide et l'épicotyle se colore en violet (Planche. V, photo. 22) (Tableau. 30)

**Tableau 30:** Résultats des tests de germination d'*Artemisia herba-Alba* (pépinière de Ain Skhouna).

Noms des espèces	Les extraits utilisés	TG	Vitesse de germination	Taux des tiges anormaux	Taux des racines anormaux	Code d'essai
<i>Artemisia herba-Alba</i>	Témoin	90/85	Rapide	0	0	D
	FAC	68	Moyenne	12	7	A1
	RAC	75	Rapide	13	6	A1
	FAN	51	Moyenne	9	10	A2
	RAN	65	Moyenne	10	9	A2
	FAH	40	Lente	9	13	A3
	RAH	67	Lente	10	12	A3

### II.2. Effet des extraits aqueux sur la germination de *Lygeum spartum*

On observe que la période germinative n'est pas constante. Certaines espèces lèvent rapidement alors que d'autres germent lentement. Le TG n'est pas meilleur si le choc des fortes concentrations est violent particulièrement l'effet de (RAN, FAH, RAH), un allongement des racines mal érigées chez toutes les jeunes pousses, mais qui forment des nœuds parfois des cercles, avec des radicules cassées ou petites, en outre il ya une correspondance entre les multiracines et les tiges multiples qui sont le plus souvent nécrosées si elles sont exposées à de forts traitements de 20% et 40% du (FAH et RAH) (Planche. V, Photos. 23 ; 24) (Tableau. 31).

**Tableau 31:** Résultats des tests de germination *Lygeum spartum* (pépinière de Ain Skhouna).

Noms des espèces	Les extraits utilisés	TG	Vitesse de germination	Taux des tiges anormaux	Taux des racines anormaux	Taux de semis à tiges Multiples	Code d'essai
<i>Lygeum spartum</i>	Témoin	90/88	Rapide	0	0	44	D
	FAC	50	Lente	7	8	27	A1
	RAC	61	Moyenne	6	5	11	A1
	FAN	54	Moyenne	11	10	19	A2
	RAN	49	Lente	9	12	10	A2
	FAH	43	Lente	14	13	5	A3
	RAH	47	Lente	12	13	3	A3

### II.3. Effet des extraits aqueux sur la germination de *Stipa tenacissima*

Les graines de *Stipa tenacissima* gonflent et certains germent au bout de quelques jours ; ceux qui ne germent pas sont morts : ils prennent une coloration blanchâtre. Globalement, le TG pour cette espèce est voisin, soit un peu plus élevé entre 46% et 56% pour les différents traitements, l'effet le plus fort et toujours très hautement significatif, donc les tigelles malformées prennent une forme spirale maigre d'un à deux cercles avec changement de la couleur verte vers la couleur violette foncée, les racines sont très courtes dépourvue des poils.

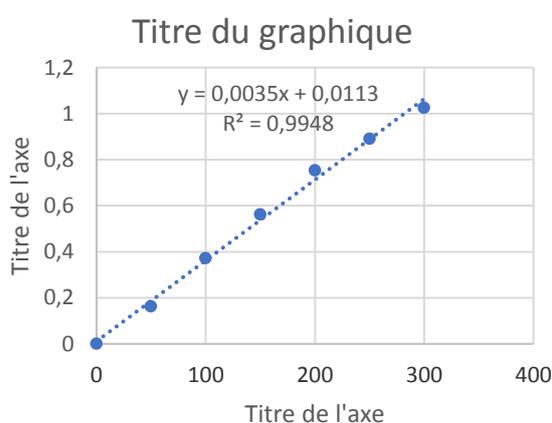
**Tableau 32:** Résultats des tests de germination *Stipa tenacissima* (pépinière de Ain Skhouna).

Noms des espèces	Les extraits utilisés	TG	Vitesse de germination	Taux des tiges anormaux	Taux des racines anormaux	Code d'essai
<i>Stipa tenacissima</i>	Témoin	90/85	Rapide	0	1	D
	FAC	56	Moyenne	5	10	A1
	RAC	62	Moyenne	6	12	A1
	FAN	62	Moyenne	5	9	A2
	RAN	48	Lente	9	14	A2
	FAH	46	Lente	10	12	A3
	RAH	55	Lente	9	13	A3

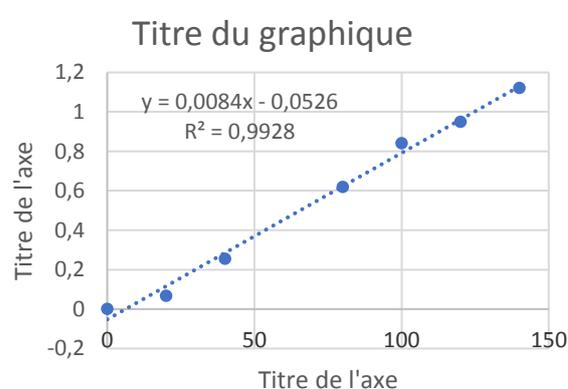
### III. Résultats de l'évaluation antioxydante des extraits de feuilles des trois *Atriplex* (*Atriplex canescens*, *Atriplex halimus*, et *Atriplex nummularia*).

#### III.1. Teneurs en phénols totaux, flavonoïdes et tanins.

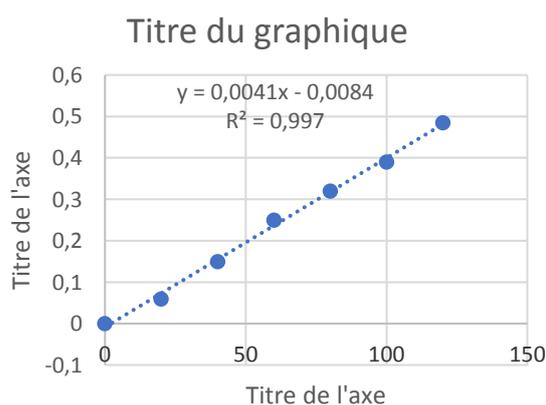
Les mesures spectrophotométriques des polyphénols totaux, des flavonoïdes et des tanins sont déterminées à partir des équations de la régression linéaire de chaque courbe d'étalonnage exprimée successivement en mg équivalent acide gallique /absorbance 765(EAG/gE), mg équivalent Quercétine/absorbance 430 (mg EQ/gE), équivalent catéchine/ absorbance 500 (mg EC/gE) par gramme extrait (Figures. 56 ; 57 ; 58 ; 59).



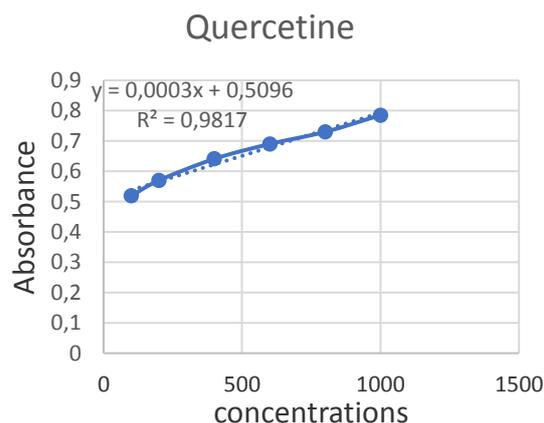
**Figure 56:** Courbe d'étalonnage de l'acide Gallique pour le dosage des phénols totaux.



**Figure 57:** Courbe d'étalonnage de Quercétine Gallique pour le dosage des flavonoïdes.



**Figure 58:** Courbe d'étalonnage de la catéchine Pour le dosage des tanins.



**Figure 59:** courbe d'étalonnage du Quercétine pour L'évaluation du FRAP et phosphomolybdate (PPM).

### III.2. Évaluation du pouvoir antioxydant de *Atriplex nummularia*

#### III.2.1. Rendements d'extraction de *Atriplex nummularia*

Les fractions examinées ont montré le rendement le plus élevé est celui de la fraction aqueuse ( $8,560 \pm 0,445$ ) %, et le plus faible rendement est celui de F/DcmAE ( $3,85 \pm 0,21$ ) % (Tableau.33).

**Tableau 33:** 1 Rendement des extraits des feuilles d'*Atriplex nummularia*.

Extraits	Rendement%	Masse (g/5ML)
F/ DieAE	$6,200 \pm 0,144^b$	$1,55 \pm 0,036^b$
F/ DcmAE	$3,853 \pm 0,219^c$	$0,963 \pm 0,054^c$
F/n-BUOH	$5,946 \pm 0,456^b$	$1,486 \pm 0,114^b$
F/Aqueuse	$8,560 \pm 0,445^a$	$2,140 \pm 0,111^a$
F. statistique d'ANOVA	31,195	31,195
Sig : intergroupe	$P < 0,001$	$P < 0,001$

Les valeurs de masse d'extraits et des rendements sont les (moyennes  $\pm$  ES) des trois répétitions des tests. Les lettres (a, b, c) indiquent les sous-ensembles homogènes du test de comparaisons multiples de Tukey (HSD)  $P < 0,05$ .

#### III.2.2. Détermination des teneurs des composés phénoliques d'*Atriplex nummularia*

**Tableau 34:** le contenu des composés phénoliques des quatre fractions des extraits de feuilles de *Atriplex nummularia*

Les fractions	Polyphénols totaux <sup>1</sup>	Flavonoïdes <sup>2</sup>	Tanins <sup>3</sup>
F/ DieAE	$23.437 \pm 0.251^a$	$9.515 \pm 0.277^a$	$2.617 \pm 0.215^d$
F/ DcmAE	$19.723 \pm 0.190^b$	$9.238 \pm 0.119^a$	$17.251 \pm 0.354^a$
F/n-BUOH	$8.961 \pm 0.908^c$	$7.690 \pm 0.181^b$	$8.227 \pm 0.081^b$
F/Aqueuse	$7.342 \pm 0.164^c$	$6.896 \pm 0.039^b$	$4.080 \pm 0.406^c$
F. statistique d'ANOVA	263.983	49.723	504.160
Sig : intergroupe	$P < 0.000$	$P < 0.000$	$P < 0.000$

Les valeurs des composés phénoliques sont les (moyennes  $\pm$  ES) des trois répétitions des tests.<sup>1</sup>: Équivalent acide Gallique (mg EAG/g d'extrait) ; <sup>2</sup>: Équivalent Quercétine (mg EQ/g d'extrait) ; <sup>3</sup>: Équivalent Catéchine (mg EC/g d'extrait). Les lettres (a, b, c) indiquent les sous-ensembles homogènes du test de comparaisons multiples de Tukey (HSD)  $P < 0,05$ .

Une analyse phytochimique nous a fourni un aperçu sur les substances phénoliques des feuilles de *Atriplex nummularia*.

Les résultats des extractions ont montré que les fractions hydroalcooliques et aqueuses présentaient des teneurs différentes : des polyphénols, des flavonoïdes et des tanins, suivant la

nature du solvant et le mode d'extraction et montre une différence significative entre les moyennes des teneurs des fractions dans une analyse de variance à  $P < 0,05$ .

L'étude comparative des teneurs des polyphénols totaux extrapolés d'une courbe d'étalonnage de l'acide gallique à régression linéaire :  $Y = 0,0035X + 0,0113$ ,  $r^2 = 0,9948$  montre une teneur de F/DieAE à  $23,437 \pm 0,251$  ug EAG/gE trois fois plus élevées que celle de La F/n-BUOH à  $8,961 \pm 0,908$  ug EAG/gE et celle de la F/aqueuse  $7,342 \pm 0,164$  ug EAG/gE, mais presque similaire que celle de La F/DcmAE  $19,723 \pm 0,190$  ug EAG/gE, donc nous ne remarquons aucune différence significative entre la F/n-BUOH et F/Aqueuse.

Parallèlement à l'évaluation des polyphénols totaux, les flavonoïdes ont été calculés à l'aide de l'équation de régression linéaire suivante :  $0,0084X - 0,0526$ ,  $r^2 = 0,9928$ , révélant des égalités des teneurs deux à deux dans les mêmes groupes (a et b), variaient entre  $9,515 \pm 0,277$  mg EQ/gE et  $9,238 \pm 0,119$  mg EQ/gE pour La F/DieAE et La F/DcmAE respectivement, et une teneur de  $7,690 \pm 0,181$  mg EQ/gE et  $6,896 \pm 0,039$  mg EQ/gE pour La F/n-BUOH et la F/aqueuse (Tableau.34).

Les teneurs de proanthocyanidines sont également extrapolées de la courbe standard de l'équation :  $0,0041X - 0,0084$ ,  $r^2 = 0,997$ , les résultats indiquent que la plus forte teneur en tanin est observée dans la F/DcmAE  $17,251 \pm 0,354$  mg EC/gE, qui est la plus grande valeur par apport au tanin condensé présenté dans *Atriplex canescens* et *Atriplex halimus* suivi par la F/n-BUOH  $8,227 \pm 0,081$  mg EC/gE la F/aqueuse  $4,080 \pm 0,406$  mg EC/gE, tandis que la plus faible teneur est enregistrée dans La F/DieAE.

### III.2.3. Activité de piégeage de DPPH d'*Atriplex nummularia*

L'étude de la réaction (antioxydant-DPPH) avait montré une activité de piégeage des radicaux libres, qui montre une différence significative entre les moyennes des  $EC_{50}$  et les pourcentages d'inhibition de DPPH\*, dans une analyse de variance à  $P < 0,05$ . Les pourcentages d'inhibitions de la réduction de DPPH\* des échantillons ne présentent aucune signification à faible concentration de (0.1mg/ml), mais qu'elles avaient augmenté hypothétiquement avec l'augmentation des concentrations dans l'ordre suivant, la F/DcmAE > F/DieAE > F/n-BUOH > F/Aqueuse, avec des valeurs comme suit ( $15,96 \pm 0,60$ mg/ml,  $r^2 = 0,851$ ) ; ( $13,11 \pm 0,22$ mg/ml,  $r^2 = 0,788$ ) ; ( $11,78 \pm 0,20$ mg/ml,  $r^2 = 0,683$ ) ; ( $10,96 \pm 0,26$ mg/ml,  $r^2 = 0,859$ ) respectivement tableau 35. Mais cette activité antioxydante reste toujours inférieure à celle des standards utilisés comme référence, presque 20 fois pour le pourcentage de l'activité antiradicalaire d'inhibition minimal et 8 fois pour le pourcentage de l'activité antiradicalaire d'inhibition maximale, cela a confirmé que la réaction chimique en présence de la vitamine C, de la quercétine et l'acide gallique avait débuté rapidement, à certains temps elle deviendra lente.

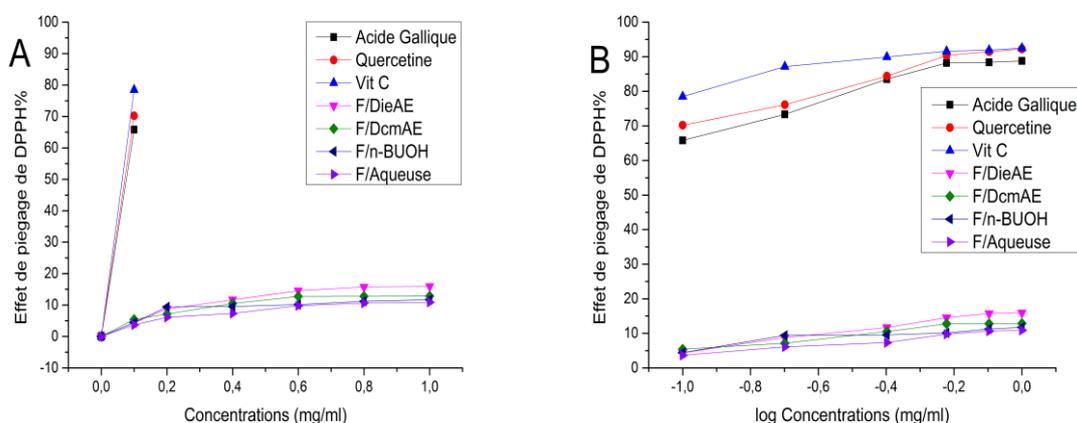
Deux modèles d'équations étaient posés en comparaison d'essai, une équation à régression linéaire et une équation à régression non linéaire (logarithmique dose-réponse) (Tableau. 35). Une équation à régression linéaire a été utilisée dans cette expérimentation, ce qui a permis d'extrapoler les valeurs de : l'acide gallique, la Quercétine et la vitamine C. Aucune différence significative entre les moyennes des valeurs (l'acide gallique, la Quercétine et la vitamine C) n'a été observée.

Pour obtenir d'EC<sub>50</sub> graphiquement, on calcule la somme carrée de la distance verticale des deux premières concentrations (0,1 mg/ml et 1 mg/ml) (Figure 60) (Tableau. 35).

**Tableau 35:** les pourcentages d'inhibition et les valeurs de EC<sub>50</sub> déterminées dans les fractions des extraits de feuilles de *Atriplex nummularia* contre l'acide gallique et la Quercétine.

Les fractions	% d'inhibition Minimal DPPH	% d'inhibition Maximal DPPH	Équation de régression linéaire	R <sup>2</sup>	Équation logarithmique	R <sup>2</sup>
	0.1mg/ml	1mg/ml	EC <sub>50</sub> (mg/ml)	Test1	EC <sub>50</sub> (mg/ml)	Test1
Acide gallique	65,55 ± 0,43 <sup>c</sup>	88,99 ± 0,10 <sup>b</sup>	0,076 ± 0,006 <sup>d</sup>	1	0,160 ± 0,119 <sup>b</sup>	0,998
Quercétine	70,40 ± 0,49 <sup>b</sup>	92,43 ± 0,22 <sup>a</sup>	0,074 ± 0,033 <sup>d</sup>	1	0,031 ± 0,020 <sup>b</sup>	0,998
Vit C	76,85 ± 0,86 <sup>a</sup>	92,73 ± 0,14 <sup>a</sup>	0,064 ± 0,007 <sup>d</sup>	1	0,012 ± 0,018 <sup>b</sup>	0,999
F/DcmAE	4,29 ± 0,07 <sup>d</sup>	15,96 ± 0,60 <sup>c</sup>	3,073 ± 0,088 <sup>c</sup>	0,851	20,132 ± 0,717 <sup>a</sup>	0,978
F/DieAE	5,16 ± 0,17 <sup>d</sup>	13,11 ± 0,22 <sup>d</sup>	3,951 ± 0,619 <sup>b</sup>	0,788	-	-
F/n-BUOH	4,22 ± 0,12 <sup>d</sup>	11,78 ± 0,20 <sup>e</sup>	4,747 ± 0,708 <sup>a</sup>	0,683	-	-
F/Aqueuse	3,77 ± 0,16 <sup>d</sup>	10,96 ± 0,26 <sup>e</sup>	5,066 ± 0,859 <sup>a</sup>	0,859	-	-
F. stat Anova	7084,976	49190,096	2124,523	-	762,005	-
Sig. Intergroupe	p < 0,000	p < 0,000	p < 0,000	-	p < 0,000	-

Les valeurs de EC<sub>50</sub> et %DPPH sont les (moyennes ± ES) des trois répétitions des tests. Les lettres (a, b, c, d, e) indiquent les sous-ensembles homogènes du test de comparaisons multiples de Tukey (HSD) P<0,05.



**Figure 60:** Activité antioxydante de différentes fractions hydroalcooliques avec les trois standards, VitC, Quercétine, Acide Gallique. (A) réduction du radical libre DPPH\* en régression linéaire (B) réduction du radical libre DPPH\* en régression non linéaire.

### III.2.4. Évaluation du pouvoir réducteur du fer FRAP d'*Atriplex nummularia*

**Tableau 36:** Pouvoir réducteur (FRAP) et la capacité antioxydante totale (CAT) des différentes fractions hydroalcooliques de *Atriplex nummularia* avec les références standards, l'acide gallique et l'acide ascorbique à DO=700nm.

Fractions	Test du (FRAP) <sup>e</sup> mgEQ/g E	DO <sup>f</sup>	(CAT) <sup>g</sup> du Test (PPM) <sup>h</sup> mgEAG/g E	DO <sup>i</sup>
F/DcmAE	433,55 ± 24,36 <sup>b</sup>	0,635	20,28 ± 1,96 <sup>b</sup>	0,087
F/DieAE	261,33 ± 8,81 <sup>c</sup>	0,592	16,22 ± 0,50 <sup>b</sup>	0,067
F/n-BUOH	29,11 ± 6,75 <sup>d</sup>	0,522	15,14 ± 0,95 <sup>b</sup>	0,067
F/Aqueuse	-	0,420	11,83 ± 0,72 <sup>b</sup>	0,049
Acide gallique	1642,55 ± 22,20 <sup>a</sup>	1,005	-	-
Acide ascorbique	-	-	790,54 ± 7,49 <sup>a</sup>	2,272
F. stat anova	1712,825	-	599,346	-
Sig. Intergroupe	$p < 0,000$	-	$p < 0,000$	-

<sup>e</sup>:pouvoir réducteur du fer. <sup>g</sup>: la capacité antioxydante totale (CAT). <sup>h</sup>: phosphomolybdate(PPM), sont les (moyennes ± ES) des trois répétitions des tests. <sup>f,i</sup>: les absorbances du premier test. Les lettres (a, b, c, d) indiquent les sous-ensembles homogènes du test de comparaisons multiples de Tukey (HSD), à  $P < 0,05$ .

Les résultats obtenus de la courbe du Quercétine de l'équation :  $Y = 0,0003X + 0,5096$  ;  $R^2 = 0,9817$  avaient montré que le pouvoir antioxydant réducteur le plus élevé est dans la F/DcmAE (433,55±24,36 mgEQ/g E), suivi par la F/DieAE (261,33±8,81 mgEQ/g E) et le n-BUOH avec une valeur de (29,11±6,75 mgEQ/g E (Tableau 36).

Il faut souligner que le pouvoir antioxydant réducteur de l'acide gallique à (1642,55±22,20 mgEQ/g E) reste toujours plus élevée par rapport aux autres fractions hydroalcooliques.

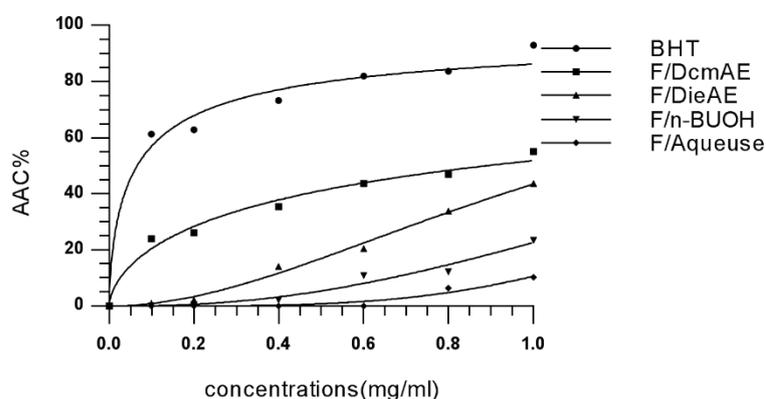
La comparaison multiple entre les différentes moyennes est significative dans le test de Tukey à  $p < 0,05$ . Le changement de l'absorbance était donc directement lié au pouvoir réducteur total ou des antioxydants donneurs d'électrons présents dans le mélange réactionnel.

### III.2.5. Capacité antioxydante totale du test de réduction de Mo (VI) d'*Atriplex nummularia*

On remarque dans les résultats extrapolés de la courbe du Quercétine de l'équation :  $Y = 0,0003X + 0,5096$  ;  $R^2 = 0,9817$  une capacité antioxydante totale du phosphomolybdate (PPM), la plus élevée est dans la F/DcmAE (20.28 mgEQ/g E), suivi par la F/DieAE (16.22 mgEQ/g E) et le n-BUOH avec une valeur de (15.14 mgEQ/g E). Mais celle de l'acide ascorbique à (790.54 mgEQ/g E) demeure toujours plus élevée par rapport aux autres fractions hydroalcooliques (Tableau. 36).

### III.2.6. Test de blanchissement du $\beta$ -carotène (TBBC) d'*Atriplex nummularia*

Les fractions hydroalcooliques ont une capacité modérée d'inhibition de la décoloration de  $\beta$ -carotène qui dépendent des concentrations, les résultats obtenus de  $IC_{50}$  sont récapitulés dans le tableau 37. Avec une signification claire entre les moyennes du  $IC_{50}$  à  $p < 0.05$ , sauf la F/n-BUOH et F/ aqueuse qui n'ont montré aucune différence significative entre les moyennes de  $IC_{50}$ . Les plus petites valeurs de  $IC_{50}$  présentent une forte inhibition sur la F/DcmAE > F/DieAE > F/n-BUOH > F/Aqueuse. Malgré cette confirmation, le témoin positif, le BHT demeure le plus puissant que nos extraits avec une valeur de  $IC_{50}$  ( $0.065 \pm 0,0014$  mg/ml).



**Figure 61:** Activités antioxydantes mesurées (dose-réponse) des fractions hydroalcooliques avec le BHT en utilisant le test de blanchissement du  $\beta$ -carotène / l'acide linoléique.

**Tableau 37:** détermination de  $IC_{50}$  du de blanchissement du  $\beta$ -carotène avec les fractions hydroalcooliques de *Atriplex nummularia* et le BHT.

Fractions	$\beta$ -carotene $IC_{50}$ (mg/ml)	$r^2$ test1
DcmAE	$0,92 \pm 0,0175^c$	0,981
DieAE	$1,15 \pm 0,0041^b$	0,993
n-BUOH	$1,65 \pm 0,0249^a$	0,966
Aqueuse	$1,74 \pm 0,0302^a$	0,947
BHT	$0,065 \pm 0,0014^d$	0,981
F. stat Anova	1222,377	-
Sig. Intergroupe	$p < 0.000$	-

Les valeurs de  $IC_{50}$  de  $\beta$ -carotène sont les (moyennes  $\pm$  ES) des trois répétitions des tests. Les lettres (a, b, c, d) indiquent les sous-ensembles homogènes du test de comparaisons multiples de Tukey (HSD)  $P < 0,05$ .

### III.3. Évaluation du pouvoir antioxydant de l'*Atriplex canescens*

#### III.3.1. Rendements d'extraction de l'*Atriplex canescens*

Les résultats enregistrés dans le tableau ci-dessous ont montré un rendement plus élevé dans la fraction aqueuse ( $9,426 \pm 0,336$ ) %, et une valeur faible est celle de F/n-BUOH ( $4,865 \pm 0,089$ ) %.

**Tableau 38:** Rendements des extraits des feuilles d'*Atriplex canescens*.

Extraits	Rendement%	Masse (g/5ML)
F/ DieAE	$7,417 \pm 0,126^b$	$1,75 \pm 0,014^b$
F/ DcmAE	$5,102 \pm 0,321^c$	$1,33 \pm 0,092^c$
F/n-BUOH	$4,865 \pm 0,089^c$	$0,59 \pm 1,12^b$
F/Aqueuse	$9,426 \pm 0,336^a$	$2,09 \pm 0,10^a$
F. statistique d'ANOVA	32,215	32,215
Sig : intergroupe	$P < 0,001$	$P < 0,001$

Les valeurs de masse d'extraits et des rendements sont les (moyennes  $\pm$  ES) des trois répétitions des tests. Les lettres (a, b, c) indiquent les sous-ensembles homogènes du test de comparaisons multiples de Tukey (HSD)  $P < 0,05$ .

#### III.3.2. Détermination des teneurs des composés phénoliques d'*Atriplex canescens*

**Tableau 39:** le contenu des composés phénoliques des quatre fractions des extraits de feuilles de l'*Atriplex canescens*.

Les fractions	Polyphénols totaux <sup>1</sup>	Flavonoïdes <sup>2</sup>	Tanins <sup>3</sup>
F/ DieAE	$17,385 \pm 0,163^a$	$10,478 \pm 0,136^a$	$1,325 \pm 0,146^a$
F/ DcmAE	$14,689 \pm 0,214^b$	$6,533 \pm 0,109^b$	$11,219 \pm 0,0272^b$
F/n-BUOH	$9,425 \pm 0,723^c$	$3,921 \pm 0,095^c$	$7,824 \pm 0,110^c$
F/Aqueuse	$3,212 \pm 0,214^d$	$3,455 \pm 0,086^c$	$5,038 \pm 0,617^d$
F. statistique d'ANOVA	613,983	31,514	524,016
Sig : intergroupe	$P < 0,000$	$P < 0,000$	$P < 0,000$

Les valeurs des composés phénoliques sont les (moyennes  $\pm$  ES) des trois répétitions des tests.<sup>1</sup>: Équivalent acide Gallique (mg EAG/g d'extrait) ; <sup>2</sup>: Équivalent Quercétine (mg EQ/g d'extrait) ; <sup>3</sup>: Équivalent Catéchine (mg EC/g d'extrait). Les lettres (a, b, c) indiquent les sous-ensembles homogènes du test de comparaisons multiples de Tukey (HSD)  $P < 0,05$ .

Évaluation des teneurs des polyphénols totaux pour la deuxième espèce l'*Atriplex canescens*, nous livrent des informations expérimentales sur les substances phénoliques accumulées dans celle-ci. On s'est basé sur l'équation de la régression linéaire  $Y = 0,0035X + 0,0113$ ,  $r^2 = 0,9948$  pour faire l'analyse quantitatives. Les résultats des extraits ont révélé que les quatre parties hydroalcooliques et Aqueuse présentent des valeurs plausibles des polyphénols, selon la nature

du solvant et le mode prévu à cette extraction. Nous remarquons qu'il existe une différence significative entre les moyennes dans une analyse de variance à  $P < 0,05$ .

L'extrait F/ DieAE possède une teneur plus élevée en phénols totaux de l'ordre de ( $17,385 \pm 0,163$  mg EAG /gE) six fois plus accentuées que celle de La F/Aqueuse ( $3,212 \pm 0,214$ ug EAG/gE) et celle de la F/n-BUOH ( $9,425 \pm 0,723$  ug EAG/g E), mais moins à celle des polyphénols présents dans *d'Atriplex nummularia*, nous remarquons les polyphénols étaient significatifs entre toutes les parties hydroalcooliques (Tableau. 39).

Également pour les flavonoïdes qui ont montré une activité anti-radicalaire que l'on peut évaluer à l'aide de l'équation de régression linéaire suivante :  $0,0084X - 0,0526$ ,  $r^2 = 0,9928$ . Présentent des égalités des teneurs des flavonoïdes dans le même groupe(c), pour les deux fractions, F/n-BUOH et F/Aqueuse avec des teneurs variantes entre ( $3,921 \pm 0,095$  mg EQ/gE) et ( $3,455 \pm 0,086$  mg EQ/gE) respectivement. Ces valeurs sont moins importantes par rapport à celles trouvées dans les feuilles de *l'Atriplex nummularia* (Tableau. 39).

L'évaluation de la teneur des proanthocyanidines est également basée sur l'extrapolation des valeurs (teneurs) à partir de la courbe standard de l'équation :  $0,0041X - 0,0084$ ,  $r^2 = 0,997$ . Les analyses indiquent que la plus forte teneur en tanin est dans la F/DcmAE ( $11,219 \pm 0,272$  mg EC/gE) suivit par la F/n-BUOH ( $7,824 \pm 0,110$ mg EC/gE) et là F/aqueuse ( $5,038 \pm 0,617$  mg EC/gE). La F/DieAE demeure la plus petite valeur enregistrée au cours de l'expérimentation.

### III.3.3. Activité de piégeage de DPPH d'*Atriplex canescens*

Les réactions d'échange antiradicalaires avec (antioxydant-DPPH) avaient enregistré une activité de piégeage antioxydante par la différence entre les moyennes. Dite non significatif, si leur intervalle de confiance entre des  $EC_{50}$  et les pourcentages de piégeage de DPPH' chevauche l'un de l'autre dans une analyse de variance à  $P < 0,05$ .

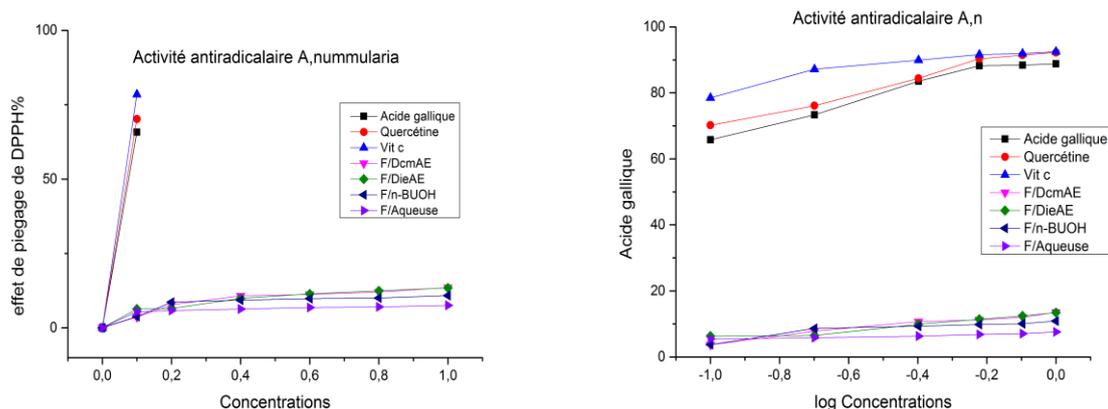
L'évaluation de pourcentages d'inhibitions pour neutraliser le radical DPPH' par le les différentes fractions ne présentent aucune signification à faible dose ( $0,1$ mg/ml), mais qu'elles avaient augmenté progressivement au fur et à mesure que des solutions fortes sont créés ( $1$ mg/ml) dans la disposition suivante, la F/DcmAE > F/DieAE > F/n-BUOH > F/Aqueuse, avec les mesures de ( $13,56 \pm 0,56$  mg/ml,  $r^2 = 0,751$ ) ; ( $13,44 \pm 0,18$ mg/ml,  $r^2 = 0,823$ ) ; ( $10,87 \pm 0,29$  mg/ml,  $r^2 = 0,598$ ) ; ( $7,58 \pm 0,42$  mg/ml,  $r^2 = 0,667$ ) respectivement dans le tableau 40. Cette disposition de classement ayant été identifiée comme inférieure à celle des standards utilisés comme référence, presque 22 fois pour le pourcentage de l'activité antiradicalaire d'inhibition minimal( $0,1$ mg/ml) et 7 fois pour le pourcentage de l'activité antiradicalaire d'inhibition maximale( $1$ mg/ml), en outre, bien que la réaction chimique en présence des trois

références démarre trop rapide, à certains temps elle devient lente. L'expérimentation appuyée sur deux modèles d'équations mettant la comparaison d'essai, la régression linéaire requiert les paramètres linéaires faciles à calculer, la régression non linéaire génère une équation permettant de décrire la relation non linéaire entre les références (Acide gallique, Quercétine, Vitamine C) et prévoit de nouvelles observations. On utilise l'équation à régression non linéaire plutôt que la régression linéaire sur les moindres carrés parce que nous ne pouvons pas modéliser de manière adéquate la relation avec des paramètres linéaires. (Logarithmique dose-réponse), qui ne montrent aucune différence significative entre les moyennes. Ces deux approches sont également prises en charge dans le calcul de la valeur de EC<sub>50</sub> graphiquement (Figure 62).

**Tableau 40:** les pourcentages d'inhibition et les valeurs de EC<sub>50</sub> déterminées dans les fractions des extraits de feuilles de *Atriplex canescens* contre l'acide gallique et la Quercétine.

Les fractions	% d'inhibition Minimal DPPH	% d'inhibition Maximal DPPH	Équation de régression linéaire	R <sup>2</sup>	Équation logarithmique	R <sup>2</sup>
	0.1mg/ml	1mg/ml	EC <sub>50</sub> (mg/ml)	Test 1	EC <sub>50</sub> (mg/ml)	Test1
Acide gallique	65,55 ± 0,43 <sup>c</sup>	88,99 ± 0,10 <sup>b</sup>	0,076 ± 0,006 <sup>c</sup>	1	0,160 ± 0,119 <sup>b</sup>	0,998
Quercétine	70,40 ± 0,49 <sup>b</sup>	92,43 ± 0,22 <sup>a</sup>	0,074 ± 0,033 <sup>c</sup>	1	0,031 ± 0,020 <sup>b</sup>	0,998
Vit C	76,85 ± 0,86 <sup>a</sup>	92,73 ± 0,14 <sup>a</sup>	0,064 ± 0,007 <sup>c</sup>	1	0,012 ± 0,018 <sup>b</sup>	0,999
F/DcmAE	3,65 ± 0,16 <sup>d</sup>	13,56 ± 0,56 <sup>c</sup>	4,125 ± 0,178 <sup>b</sup>	0,751	21,162 ± 0,344 <sup>a</sup>	0,925
F/DieAE	6,32 ± 0,34 <sup>d</sup>	13,44 ± 0,18 <sup>c</sup>	4,322 ± 0,534 <sup>b</sup>	0,823	-	-
F/n-BUOH	3,73 ± 0,36 <sup>d</sup>	10,87 ± 0,29 <sup>d</sup>	6,08 ± 0,519 <sup>a</sup>	0,598	-	-
F/Aqueuse	5,46 ± 0,65 <sup>d</sup>	7,58 ± 0,42 <sup>e</sup>	6,901 ± 0,956 <sup>a</sup>	0,667	-	-
F. stat anova	6359,598	4356,185	3689,452	-	567,22	-
Sig. Intergroupe	$p < 0,000$	$p < 0,000$	$p < 0,000$	-	$p < 0,000$	-

Les valeurs de EC<sub>50</sub> et %DPPH sont les (moyennes ± ES) des trois répétitions des tests. Les lettres (a, b, c, d, e) indiquent les sous-ensembles homogènes du test de comparaisons multiples de Tukey (HSD) P<0,05.



**Figure 62:** Activité antioxydante de différentes fractions hydroalcooliques avec les trois standards, VitC, Quercétine, Acide Gallique. (A) réduction du radical libre DPPH\* en régression linéaire (B) réduction du radical libre DPPH\* en régression non linéaire.

### III.3.4. Évaluation du pouvoir réducteur du fer FRAP d'*Atriplex canescens*

**Tableau 41:** Pouvoir réducteur (FRAP) et la capacité antioxydante totale (CAT) des différentes fractions hydroalcooliques de *Atriplex canescens* avec les références standards, l'acide gallique et l'acide ascorbique à DO=700nm

Fractions	Test du (FRAP) <sup>e</sup> mgEQ/g E	DO <sup>F</sup>	(CAT) <sup>g</sup> du Test (PPM) <sup>h</sup> mgEAG/g E	DO <sup>i</sup>
F/DcmAE	325.86 ± 13.46 <sup>c</sup>	0,606	15.33 ± 1.08 <sup>c</sup>	0,061
F/DieAE	376.46 ± 11.09 <sup>b</sup>	0,614	19,34 ± 0.79 <sup>b</sup>	0,072
F/n-BUOH	32,19 ± 4,66 <sup>d</sup>	0,488	11.59 ± 1.12 <sup>d</sup>	0,053
F/Aqueuse	-	0,379	8.82 ± 0.48 <sup>e</sup>	0,038
Acide gallique	1642,55 ± 22,20 <sup>a</sup>	1,005	-	-
Acide ascorbique	-	-	790,54 ± 7,49 <sup>a</sup>	2,272
F. stat anova	1589.358	-	422.109	-
Sig. Intergroupe	p < 0,001	-	p < 0,001	-

<sup>e</sup>:pouvoir réducteur du fer. <sup>g</sup>: la capacité antioxydante totale (CAT).<sup>h</sup>: phosphomolybdate(PPM), sont les (moyennes ± ES) des trois répétitions des tests. <sup>F.i</sup>: les absorbances du premier test. Les lettres (a, b, c, d) indiquent les sous-ensembles homogènes du test de comparaisons multiples de Tukey (HSD), à P<0,05.

L'équation :  $Y=0,0003X+0,5096$  ;  $R^2=0,9817$  révèle que le pouvoir de réduction le plus fort est remarqué dans la F/DieAE (376.46±11,09 mgEQ/g E), suivi par la F/DcmAE (325.86 ±13,46mgEQ/g E) et le n-BUOH avec une valeur de (32.19±4,66mgEQ/g E), la fraction aqueuse non indiquée dans le test à cause de l'inefficacité de celle-ci voir. Mais l'acide gallique à une valeur de (1642,55±22,20 mgEQ/g E) demeure la plus élevée en comparaison avec les données examinées dans le (Tableau. 41).

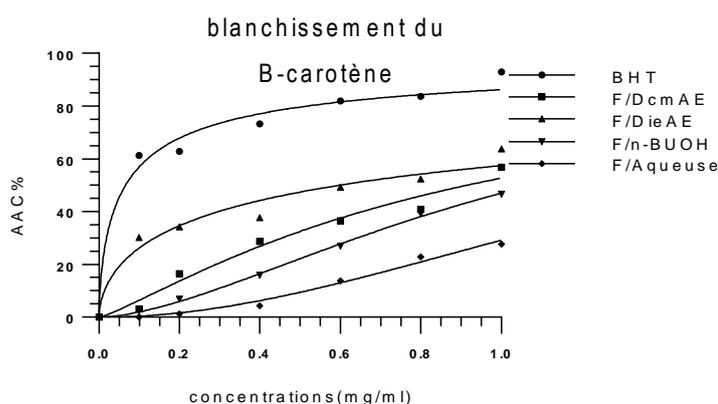
La comparaison entre les moyennes est basée sur la variance groupée, qui est normale dans une ANOVA traditionnelle (un facteur) et significative dans le test de Tukey à  $p < 0,05$ .

### III.3.5. Capacité antioxydante totale du test de réduction de Mo (VI) d'*Atriplex canescens*

la courbe du Quercétine à l'équation :  $Y=0,0003X+0,5096$  ;  $R^2=0,9817$  recense les chiffres disponibles concernant le pouvoir antioxydant réducteur Mo(VI) le niveau de relance le plus élevé est enregistré dans la F/DieAE ( $19.34 \pm 0,79 \text{mgEQ/g E}$ ), suivi par la F/DcmAE ( $15.33 \pm 1,08 \text{mgEQ/g E}$ ) et le F/n-BUOH avec une valeur de ( $11.59 \pm 1,12 \text{mgEQ/g E}$ ) et puis par un ordre celle de la F/Aqueuse ( $8.82 \pm 0,48 \text{mgEQ/g E}$ ), comme il ressort du tableau 41. Mais celle de l'acide ascorbique à ( $790.54 \pm 7,49 \text{mgEQ/g E}$ ) lorsqu'il est comparé aux autres solutions tester reste statistiquement significative même s'il est accompagné d'une valeur moins que l'Acide gallique pour l'évaluation du FRAP.

### III.3.6. Test de blanchissement du $\beta$ -carotène (TBBC) d'*Atriplex canescens*

Il existe des variations sur la figure 63, des différentes fractions hydroalcooliques qui avaient une réponse claire et importante de TBBC qui dépendant des extraits hydroalcooliques. Les résultats obtenus de  $IC_{50}$  sont récapitulés dans le tableau 42. Il semble que la différence entre les moyennes de  $IC_{50}$  obtenues avec les différentes fractions des échantillons hydroalcooliques montre une excellente corrélation significative du  $IC_{50}$  à  $p < 0,05$ , sauf F/n-BUOH et F/ aqueuse qui n'ont montré aucune différence significative entre ceux-ci. Les plus petites valeurs de  $IC_{50}$  indiquent la forte inhibition qui se distingue par ordre décroissant dans la F/DcmAE > F/DieAE > F/n-BUOH > F/Aqueuse.



**Figure 63:** Activités antioxydantes mesurées (dose-réponse) des fractions hydroalcooliques avec le BHT en utilisant le test de blanchissement du  $\beta$ -carotène / l'acide linoléique.

**Tableau 42:** détermination de IC<sub>50</sub> du de blanchissement du β-carotène avec les fractions hydroalcooliques de *Atriplex canescens* et le BHT.

Fractions	β-carotene IC50 (mg/ml)	r <sup>2</sup> test1
<i>DcmAE</i>	0,88 ± 0,0231 <sup>c</sup>	0,982
<i>DieAE</i>	1,14 ± 0,0118 <sup>b</sup>	0,993
<i>n-BUOH</i>	1,69 ± 0,0084 <sup>a</sup>	0,966
<i>Aqueuse</i>	1,75 ± 0,0298 <sup>a</sup>	0,947
<i>BHT</i>	0,065 ± 0,0014 <sup>d</sup>	0,981
<i>F. stat Anova</i>	1268,529	-
Sig. Intergroupe	<i>p</i> < 0,001	-

Les valeurs de IC<sub>50</sub> de β-carotène sont les (moyennes ± ES) des trois répétitions des tests. Les lettres (a, b, c, d) indiquent les sous-ensembles homogènes du test de comparaisons multiples de Tukey (HSD) P<0,05.

### III.4. L'évaluation du pouvoir antioxydant de *Atriplex halimus*

#### III.4.1. Rendements d'extraction de *Atriplex halimus*

Nous constatons que l'extrait de la F/DieAE enregistre un fort rendement de l'ordre de (10,103±0,476) % suivi par l'extrait de la F/Aqueuse de (8,99±0,165) %, d'autre rendement plus au moins considérable été observé dans la F/n-BUOH et la F/ DcmAE respectivement (6,823±0,016) et (6,354±0,261).

**Tableau 43:** Rendements des extraits des feuilles d'*Atriplex halimus*.

Extraits	Rendement%	Masse (g/5ML)
F/ DieAE	10,103 ± 0,476 <sup>a</sup>	2,422 ± 0,065 <sup>b</sup>
F/ DcmAE	6,354 ± 0,261 <sup>c</sup>	1,142 ± 0,087 <sup>b</sup>
F/n-BUOH	6,823 ± 0,016 <sup>c</sup>	1,350 ± 0,917 <sup>b</sup>
F/Aqueuse	8,990 ± 0,165 <sup>b</sup>	2,111 ± 0,094 <sup>b</sup>
F. statistique d'ANOVA	36,362	36,362
Sig : intergroupe	<i>P</i> < 0,001	<i>P</i> < 0,001

Les valeurs de masse d'extraits et des rendements sont les (moyennes ± ES) des trois répétitions des tests. Les lettres (a, b, c) indiquent les sous-ensembles homogènes du test de comparaisons multiples de Tukey (HSD) P<0,05.

### III.4.2. Détermination des teneurs en composés phénoliques d'*Atriplex halimus*

**Tableau 44:** le contenu des composés phénoliques des quatre fractions des extraits de feuilles de *Atriplex halimus*.

Les fractions	Polyphénols totaux <sup>1</sup>	Flavonoïdes <sup>2</sup>	Tanins <sup>3</sup>
F/ DieAE	27,319 ± 0,092 <sup>a</sup>	12,326 ± 0,168 <sup>a</sup>	2,985 ± 0,329 <sup>a</sup>
F/ DcmAE	18,530 ± 0,149 <sup>b</sup>	13,011 ± 0,125 <sup>a</sup>	16,584 ± 0,232 <sup>b</sup>
F/n-BUOH	9,338 ± 0,342 <sup>c</sup>	4,862 ± 0,099 <sup>b</sup>	10,260 ± 0,459 <sup>c</sup>
F/Aqueuse	5,416 ± 0,263 <sup>d</sup>	8,915 ± 0,108 <sup>c</sup>	5,183 ± 0,189 <sup>d</sup>
F. statistique d'ANOVA	314,56	21,863	436,89
Sig : intergroupe	$P < 0.000$	$P < 0.000$	$P < 0.000$

Les valeurs des composés phénoliques sont les (moyennes ± ES) des trois répétitions des tests.<sup>1</sup>: Équivalent acide Gallique (mg EAG/g d'extrait) ; <sup>2</sup>: Équivalent Quercétine (mg EQ/g d'extrait) ; <sup>3</sup>: Équivalent Catéchine (mg EC/g d'extrait). Les lettres (a, b, c) indiquent les sous-ensembles homogènes du test de comparaisons multiples de Tukey (HSD)  $P < 0,05$ .

Il convient également d'évaluer *Atriplex halimus* pour ces teneurs en polyphénols totaux. Les données expérimentales et les informations fournies concernant les substances phénoliques ont montré que les fractions hydroalcooliques et aqueuse présentent des teneurs différentes en polyphénols, en flavonoïdes et en tanins, suivant le choix de la méthode d'extraction ainsi que le type du solvant. Ils confirment une différence significative entre les moyennes dans une analyse d'ANOVA à  $P < 0,05$ .

Les différences observées dans les teneurs en polyphénols étaient toutes statistiquement significatives et ont été évaluées selon la moyenne, extrapolée d'une courbe d'étalonnage de l'acide gallique à régression linéaire :  $Y = 0,0035X + 0,0113$ ,  $r^2 = 0,9948$ . La F/DieAE de (27,319±0,092 ug EAG/gE) est plus élevée de quatre à cinq fois que la F/Aqueuse (5,416±0,263 ug EAG/gE) et celle de F/n-BUOH (9,338±0,342 ug EAG/gE),

L'équation de régression linéaire suivante :  $0,0084X - 0,0526$ ,  $r^2 = 0,9928$ , indique que les teneurs en flavonoïdes présentent des égalités des valeurs dans le même groupe pour les fractions, F/ DieAE (12,326±0,168 mg EQ/gE) et F/ DcmAE (13,011±0,125 mg EQ/gE), pour les deux autres fractions F/Aqueuse et F/n-BUOH ont des valeurs de (8,915±0,108 mgEQ/gE) et (4,862±0,099mgEQ/gE).

L'analyse des valeurs de mesure estimée en tanins condensés est basée sur l'extrapolation des valeurs à partir de la courbe standard de l'équation :  $0,0041X - 0,0084$ ,  $r^2 = 0,997$ , l'observation indique que la plus forte teneur en tanin est dans la F/DcmAE (16,584±0,232 mg EC/gE) suivit par la F/n-BUOH (10,260±0,456mg EC/gE) et F/ aqueuse (5,183±0,189 mg EC/gE), La F/DieAE reste la plus petite teneur enregistrée (Tableau. 44).

### III.4.3. Activité de piégeage de DPPH d'*Atriplex halimus*

**Tableau 45:** les pourcentages d'inhibition et les valeurs de EC<sub>50</sub> déterminées dans les fractions des extraits de feuilles de *Atriplex halimus* contre l'acide gallique et la Quercétine.

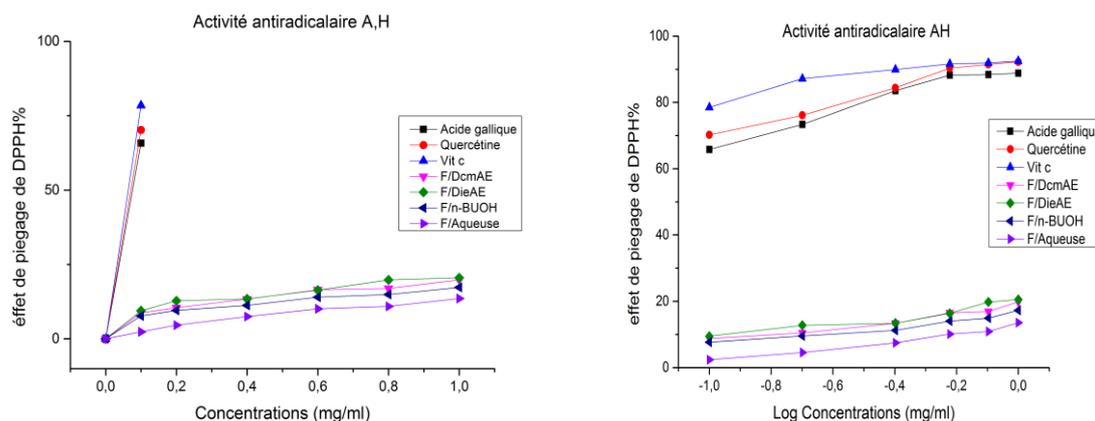
Les fractions	% d'inhibition Minimal DPPH	% d'inhibition Maximal DPPH	Équation de régression linéaire	R <sup>2</sup>	Équation logarithmique	R <sup>2</sup>
	0.1mg/ml	1mg/ml	EC <sub>50</sub> (mg/ml)	Test 1	EC <sub>50</sub> (mg/ml)	Test1
Acide gallique	65,55 ± 0,43 <sup>c</sup>	88,99 ± 0,10 <sup>b</sup>	0,076 ± 0,006 <sup>d</sup>	1	0,160 ± 0,119 <sup>c</sup>	0,998
Quercétine	70,40 ± 0,49 <sup>b</sup>	92,43 ± 0,22 <sup>a</sup>	0,074 ± 0,033 <sup>d</sup>	1	0,031 ± 0,020 <sup>c</sup>	0,998
Vit C	76,85 ± 0,86 <sup>a</sup>	92,73 ± 0,14 <sup>a</sup>	0,064 ± 0,007 <sup>d</sup>	1	0,012 ± 0,018 <sup>c</sup>	0,999
F/DcmAE	8,74 ± 0,07 <sup>d</sup>	19,82 ± 0,51 <sup>c</sup>	1,12 ± 0,018 <sup>b</sup>	0,956	16,18 ± 0,344 <sup>b</sup>	0,978
F/DieAE	9,45 ± 0,16 <sup>d</sup>	20,52 ± 0,22 <sup>c</sup>	0,89 ± 0,452 <sup>c</sup>	0,823	15,46 ± 0,264 <sup>b</sup>	0,997
F/n-BUOH	7,67 ± 0,17 <sup>d</sup>	17,27 ± 0,23 <sup>d</sup>	1,45 ± 0,627 <sup>b</sup>	0,911	18,56 ± 0,356 <sup>a</sup>	0,975
F/Aqueuse	2,37 ± 0,06 <sup>e</sup>	13,56 ± 0,01 <sup>e</sup>	2,35 ± 0,185 <sup>a</sup>	0,756	-	-
F. stat anova	11752.269	7698.215	1895.263	-	856.495	-
Sig. Intergroupe	p < 0,000	p < 0,000	p < 0,000	-	p < 0,000	-

Les valeurs de EC<sub>50</sub> et %DPPH sont les (moyennes ± ES) des trois répétitions des tests. Les lettres (a, b, c, d, e) indiquent les sous-ensembles homogènes du test de comparaisons multiples de Tukey (HSD) P<0,05.

On note une différence significative entre les moyennes des EC<sub>50</sub> et les pourcentages de piégeage de DPPH, avec une analyse de variance ANOVA P<0,05. (Tbleau.45)

Les extraits ne présentent aucune signification à faible concentration, mais l'activité antioxydante augmente en fonction de l'élévation des concentrations. Il faut souligner que l'activité antioxydante des références était toujours supérieure à celle des échantillons utilisés dans le bioessai.

La réaction chimique avait débuté rapidement, mais à certains temps elle devient lente. Les mêmes méthodes d'évaluation EC<sub>50</sub> que celle citée précédemment (Tableau. 45).



**Figure 64:** Activité antioxydante de différentes fractions hydroalcooliques avec les trois standards, VitC, Quercétine, Acide Gallique. (A) réduction du radical libre DPPH' en régression linéaire (B) réduction du radical libre DPPH' en régression non linéaire.

#### III.4.4. Évaluation du pouvoir réducteur du fer FRAP d'*Atriplex halimus*

**Tableau 46:** Pouvoir réducteur (FRAP) et la capacité antioxydante totale (CAT) des différentes fractions hydroalcooliques de l'*Atriplex halimus* avec les références standards, l'acide gallique et l'acide ascorbique à DO=700nm

Fractions	Test du (FRAP) <sup>e</sup> mgEQ/g E	DO <sup>f</sup>	(CAT) <sup>g</sup> du Test (PPM) <sup>h</sup> mgEAG/g E	DO <sup>i</sup>
F/DcmAE	693.57 ± 12.65 <sup>c</sup>	0,798	39.92 ± 0.92 <sup>c</sup>	0,259
F/DieAE	723.15 ± 6.35 <sup>b</sup>	0,587	42.68 ± 0.68 <sup>b</sup>	0,358
F/n-BUOH	432.56 ± 8.56 <sup>d</sup>	0,613	30.18 ± 1.15 <sup>c</sup>	0,189
F/Aqueuse	356.89 ± 0.268	0,395	16.35 ± 0.88 <sup>d</sup>	0,089
Acide gallique	1642,55 ± 22,20 <sup>a</sup>	1,005	-	-
Acide ascorbique	-	-	790,54 ± 7,49 <sup>a</sup>	2,272
F. stat Anova	1088.256	-	389.267	-
Sig. Intergroupe	$p < 0,000$	-	$p < 0,000$	-

<sup>e</sup>: pouvoir réducteur du fer. <sup>g</sup>: la capacité antioxydante totale (CAT). <sup>h</sup>: phosphomolybdate (PPM), sont les (moyennes ± ES) des trois répétitions des tests. <sup>f,i</sup>: les absorbances du premier test. Les lettres (a, b, c, d) indiquent les sous-ensembles homogènes du test de comparaisons multiples de Tukey (HSD), à  $P < 0,05$ .

La marge de la moyenne a été établie sur la base d'une comparaison entre les valeurs normales des moyennes pondérées dans le test de Tukey 0  $p < 0,005$ .

Les résultats globaux obtenus de la courbe du Quercétine de l'équation :  $Y = 0,0003X + 0,5096$  ;  $R^2 = 0,9817$  indique que le pouvoir de réduction du Mo le plus fort est celui de la F/DieAE (42.68 ± 0,68 mgEQ/g E) et F/DcmAE (39.62 ± 0,92 mgEQ/g E), suivi par et le n-BUOH avec une valeur de (30,18 ± 1,15 mgEQ/g E), et la fraction aqueuse (16,35 ± 0,88 mgEQ/g E). Le test de standard l'acide ascorbique montre une mesure de (790,54 ± 7,49 mgEQ/g E) qui reste compétitive par rapport aux autres fractions hydroalcooliques.

### III.4.5. Capacité antioxydante totale du test de réduction de Mo (VI) d'*Atriplex halimus*

Les résultats globaux obtenus de la courbe du Quercétine à une l'équation :  $Y=0,0003X+0,5096$  ;  $R^2=0,9817$  indique que le pouvoir de réduction du Mo le plus fort est impliqué dans la F/DieAE ( $42.68 \pm 0,68$  mgEQ/g E) et F/DcmAE ( $39.62 \pm 0,92$  mgEQ/g E), suivi par et le n-BUOH avec une valeur de ( $30,18 \pm 1,15$  mgEQ/g E), et la fraction aqueuse ( $16,35 \pm 0,88$  mgEQ/g E). Le test de standard l'acide ascorbique montre une mesure à ( $790,54 \pm 7,49$  mgEQ/g E) qui restait compétitive par rapport aux autres fractions hydroalcooliques (Tableau. 46).

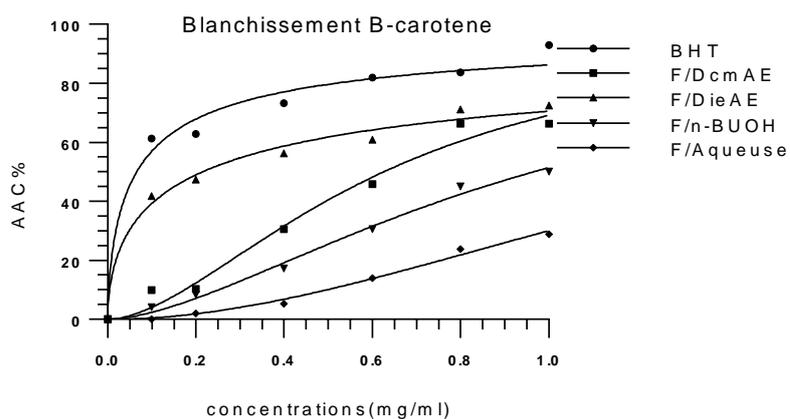
### III.4.6. Test de blanchissement du $\beta$ -carotène (TBBC) d'*Atriplex halimus*

**Tableau 47:** détermination de IC<sub>50</sub> du de blanchissement du  $\beta$ -carotène avec les fractions hydroalcooliques de *Atriplex halimuss* et le BHT.

Fractions	$\beta$ -carotene IC <sub>50</sub> (mg/ml)	r <sup>2</sup> test1
<i>DcmAE</i>	$0.62 \pm 0.0144^b$	0,980
<i>DieAE</i>	$0.21 \pm 0.0354^c$	0,989
<i>n-BUOH</i>	$0.96 \pm 0.0039^b$	0,992
<i>Aqueuse</i>	$1,54 \pm 0.0178^a$	0,990
<i>BHT</i>	$0,065 \pm 0,0014^d$	0,981
<i>F. stat Anova</i>	1187,198	-
Sig. Intergroupe	$p < 0.001$	-

Les valeurs de IC<sub>50</sub> de  $\beta$ -carotène sont les (moyennes  $\pm$  ES) des trois répétitions des tests. Les lettres (a, b, c, d) indiquent les sous-ensembles homogènes du test de comparaisons multiples de Tukey (HSD)  $P < 0,05$ .

Les résultats obtenus de IC<sub>50</sub> sont récapitulés dans le tableau 47. On note une signification claire entre les moyennes du IC<sub>50</sub> à  $p < 0.05$  sauf pour les deux F/n-BUOH et F/DcmAE. Les plus petites valeurs de IC<sub>50</sub> indiquaient la forte inhibition qui se distingue dans la F/DcmAE > F/DieAE > F/n-BUOH > F/Aqueuse. Malgré cette forte capacité antioxydante, le témoin positif BHT confirme sa puissance pour réduire la coloration blanche du  $\beta$ -carotène que nos extraits avec une valeur de IC<sub>50</sub> ( $0.065 \pm 0,0014$  mg/ml).



**Figure 65:** Activités antioxydantes mesurées (dose-réponse) des fractions hydroalcooliques avec le BHT en utilisant le test de blanchissement du  $\beta$ -carotène / l'acide linoléique.

***PARTIE***  
***DISCUSSIONS***

## Discussions

Les Allélochimiques peuvent inhiber la croissance des plantes en modifiant la répartition, l'allongement et l'ultrastructure des cellules, ou en modifiant les processus physiologiques normaux tels que la photosynthèse, la respiration, l'absorption des minéraux et de l'activité enzymatique [206].

Lorsque la germination des graines n'est pas inhibée, nous avons observé d'autres effets sur le développement des plantules (inhibition ou stimulation). Dans le cas d'une inhibition, nous avons noté des effets sur la radicule (coléorhize des poacées), sur la tigelle (coléoptile des poacées) ou sur les deux. Dans certains cas le développement de la radicule s'arrête, dans d'autres cas le développement de la radicule est retardé. Pour la partie aérienne, l'effet se manifeste par l'absence de la tigelle, par l'inhibition de la taille ou encore par le retardement du développement. [220] ont montré aussi que l'effet des substances allélochimique se manifeste par des variations morphologiques qui sont observées le plus souvent aux premiers stades de développement, des effets sur l'allongement de la tigelle et de la radicule. Dans la plupart des tests que nous avons réalisés, l'effet inhibiteur des extraits est plus important sur le développement des plantules (longueur de la racine LPR et longueur de la partie aérienne LPA).

En effet, nous avons noté que la diminution de TG et l'augmentation progressive d'inhibition INH des graines d'*Artemisia herba-Alba*, *Lygeum spartum*, *Stipa tenacissima* pour les deux extraits des feuilles et des racines d'*Atriplex canescens* à partir de 10% pour FAC et 2.5% pour RAC avec un effet plus important les extraits des feuilles. Nos résultats corroborent avec ceux de [82] qui signala que les extraits de *Atriplex canescens* (fruits, feuilles) avaient un effet allélopathique sur la germination des graines de *Salsola rigida*. [83] a signalé que *Atriplex canescens* avait un effet allélopathique sur la germination des *Artemisia sieberi*. L'effet allélopathique de différentes espèces *Atriplex* ont également été signalé par [84].

Les résultats obtenus sont prometteurs. La majorité des extraits inhibent significativement la germination de la plupart des plantes autochtones a des concentrations élevées. En général, l'inhibition augmente lorsque la concentration des extraits augmente. L'inhibition la plus élevée est notée à la concentration de 40%. Dans certains cas, les faibles extraits stimulent le développement des plantules.

Par ailleurs, le (TG) et le degré d'inhibition sont en grande partie dépendante de la concentration des extraits aqueux des feuilles et des racines. Parallèlement à la réduction du (TG), il y a une

autre inhibition de la longueur des jeunes pousses( LPA) et des racines (LPR) dans les deux extraits de *Atriplex canescens* qui peut être attribué aux allélochimiques présents dans les racines et les feuilles d'extraits aqueux d'*Atriplex canescens*, la stimulation de la longueur des parties aériennes et la partie racinaires se voient clairement dans les deux essais, surtout pour les jeunes plantules soumises à des concentrations faibles 2.5% Nos résultats corroborent avec [221], qui ont trouvé l'effet inhibiteur des allélochimiques (composés phénoliques) sur la longueur des racines et des pousses de *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne* et *Rumex acetosa*.

Nos résultats suggèrent que les concentrations des feuilles et des racines d'*Atriplex canescens* baissent significativement le poids frais et sec, une observation similaire a été remarquée par [222]. L'incapacité des jeunes feuilles d'accumuler la chlorophylle qui est une composante essentielle de la nourriture, ce pigment situé dans les chloroplastes des cellules végétales, intervient dans la photosynthèse pour intercepter l'énergie lumineuse a été bien remarquée par une influence des fortes concentrations des extraits aqueux des feuilles et des racines d'*Atriplex canescens*. Les résultats obtenus sont également conformes avec ceux de [203]. [223] ont révélé la diminution de la chlorophylle totale chez les jeunes plants de maïs après avoir été traitée avec des extraits des pousses fraîches aqueux de *Tournesol mexicain*. [224] ont également constaté que l'accumulation de chlorophylle et de porphyrine contenue du riz (*Oryza sativa*), les semis ont été inhibés par les concentrations allélopathiques des composés phénoliques. À l'exception d'un résultat dans le deuxième traitement des extraits des racines à une concentration de 2,5% et 5%, qui révèlent une stimulation inattendue pour tous les paramètres mesurés, les résultats de stimulation de faibles concentrations comme dans notre étude, ont été signalés par [201], [225], qui ont également montré l'existence de saponine dans les organes végétaux d'*Atriplex* qui exerce un l'effet stimulant de la germination des graines d'autres plantes. En général, on peut dire que *Atriplex canescens*, exerce des effets allélopathiques sur la germination des graines d'*Artemisia herba-Alba*, le *Lygeum spartum* et la *Stipa tenacissima*. Elles ont des effets stimulants importants sur la germination des graines à des faibles concentrations et cet effet devient inhibiteur avec une addition de fortes concentrations. [24] a signalé que toutes les substances chimiques inhibitrices d'une plante à des concentrations distinctives, sera probablement stimulantes a des moindres concentrations et vice versa. Donc ce phénomène couvre généralement les effets inhibiteurs et stimulateurs à travers des substances[4]. En conséquence, dans la gestion et l'amélioration des parcours, l'effet allélopathique des plantes devrait être pris en considération.

Contrairement à l'effet de *Atriplex canescens*, les extraits des racines et des feuilles d'*Atriplex nummularia* ont un effet phytotoxique général sur le TG des graines et la croissance des semis des trois espèces testées allant de 90% jusqu'au 2.5%.

En générale, nous avons trouvé que l'effet inhibiteur de l'extrait de *Atriplex nummularia* à 2.5 % et 10% sur la germination des graines (*Artemisia herba-Alba*, *Lygeum spartum*, *Stipa tenacissima*) est généralement faible et même parfois favorise une bonne croissance des jeunes pousses. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par [226], ce dernier à montrer que les faibles concentrations d'extrait du laurier rose favorisent le développement des plantes du coton (*Gossypium hirsutum*), maïs (*Zea mays*) et soja (*Glycin max*) et causent quelques effets négatifs sur le développement des cultures à grandes concentrations. Le pouvoir inhibiteur de ces extraits se manifeste en particulier sur la longueur des tiges et des racines des trois espèces testées de la même manière. Par contre nous avons noté que l'espèce *Artemisia herba-Alba* est la plus atteinte par la variation des différentes concentrations (20% et 40%) par rapport aux deux autres espèces (*Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum*). [227] nota que les extraits qui n'ont pas affecté le TG tout en augmentant l'allongement des racines peut être causé par certains Alléliques qui stimulent la croissance des plantes tout en n'ayant aucun effet nocif ou bénéfique sur la Germination. Cela peut cependant être une indication de l'effet stimulant d'allélopathie. Les effets positifs des plantes sur d'autres selon [7] sont aussi des effets allélopathiques. [228] détectent par exemple que, *Leucaena leucocephala*, le miracle Arbre contient également un toxique, non-protéique dans les feuilles et le feuillage qui inhibe la croissance d'autres arbres, mais pas ses propres semis.

Une réduction totale de zéro milligramme du poids frais et du poids sec est observée également sur les jeunes plantules (*d'Artemisia herba-Alba*) à 10% et 20%,40%, peut être comparé à ceux de (*Lygeum spartum*, *Stipa tenacissima*) qui ont montrés une petite résistance de (20 mg à 2mg) respectivement. Nos résultats comparés avec ceux [229] qui ont découvert que l'extrait de 10 % du séné (*Cassia angustifolia Vahl*) n'affecte pas la germination des graines du blé. Il stimule la longueur des feuilles et leur poids frais. Par contre, il inhibe la longueur de la racine en comparaison avec le témoin.

L'accumulation de la chlorophylle dans les feuilles des trois jeunes pousses (*d'Artemisia herba-Alba*, *Lygeum spartum*, *Stipa tenacissima*) prélevées pour le dosage est affectée négativement par l'augmentation des doses des extraits allélopathiques, allant de (16 à 0). [230] déclare que la scopolétine réduit la photosynthèse et la respiration du tournesol et du tabac par fermeture

des stomates ; et il confirme aussi qu'un même composé peut avoir de multiples sites d'action : par exemple, l'acide férulique agit aussi bien sur la respiration mitochondriale que sur la synthèse de la chlorophylle et sur l'activité des hormones de croissance. L'activité des substances dépend de l'état physiologique de la plante réceptrice et des conditions du milieu (nature et l'humidité du sol). Les acides phénoliques ; ont été tous identifiés comme des agents allélopathiques potentiels [7], [231], [232]. Les principaux effets allélopathiques de ces acides phénoliques sur les processus végétaux sont phytotoxiques ; ils réduisent la conductivité hydraulique et l'absorption nette d'éléments nutritifs par les racines [233]. Les taux réduits de photosynthèse et d'attribution de carbone aux racines, l'augmentation des taux d'acide abscissique et les taux réduits de transpiration et d'expansion des feuilles semblent être des effets secondaires. Cependant, la plupart de ces effets sont facilement réversibles une fois que les acides phénoliques ont été éliminés de la rhizosphère et du rhizoplan [234], [235].

Les résultats enregistrés dévoilent les différences d'effet sur la germination lors du traitement à *Atriplex halimus* selon les différentes concentrations et parties du matériel végétal utilisé (feuilles et racines). L'inhibition de la TG commence à 2,5% pour atteindre 95% à de forte concentration (40%). En outre, les résultats ont montré une réduction de la teneur totale en chlorophylle et une diminution de la hauteur de la plante en raison d'une réduction de l'élongation des pousses et des racines due aux effets allélopathiques d'extraits aqueux de *Atriplex halimus*. Nos résultats sont conformes avec ceux de [75]. Au même titre que l'effet de *Atriplex halimus* sur les autres paramètres, les résultats confirment la présence d'allélochimiques qui affecte le processus de photosynthèse et la croissance des plantes en réduisant la chlorophylle totale à différentes concentrations. En outre des études antérieures sur d'autres plantes réalisées par [203], [223] ont suggéré que la diminution de la teneur en chlorophylle des feuilles d'espèces indigènes testées était influencée par l'augmentation des concentrations des deux extraits aqueux de *Datura stramonium*.

Sur la base de ces données obtenues dans cette étude, nous pouvons conclure que LPA et LPR, ainsi que le PF et PS des trois espèces testées ont été affectés en raison de la réduction de la capacité des plantes à accumuler de la chlorophylle, composante essentielle du processus de fabrication des aliments et la photosynthèse.

Cette capacité d'influence que possède une plante à inhiber la croissance d'une autre plante est fortement influencée par différents paramètres intrinsèques, extrinsèques, paramètres relatifs à la concentration et la nature chimique des constituants et aux proportions de ceux-ci dans les

extraits ; ou bien aux conditions extérieures relatives au climat, à la nature du sol, à l'espèce végétale réceptrice [45]. Les différents effets des extraits sur la germination des graines et le développement des plantules peuvent être expliqués par les différences des quantités (concentration) et caractéristiques physicochimiques (espèce allélopathique) qui probablement mettent en évidence des substances allélochimiques spécifiques.

Les résultats de [236] ont confirmés que les substances allélochimiques dans la rhizosphère modifient généralement la relation plante-eau en perturbant la membrane des cellules radiculaires et les modifications induites par le stress hydrique sont l'un des candidats au taux d'assimilation réduit du CO<sub>2</sub>, en modifiant la fonction des stomates, bien que le mécanisme détaillé reste à étudier.

En ce qui concerne le suivi de la germination, les résultats que nous avons obtenus montrent que les trois espèces d'*Atriplex* affectent la germination des graines des espèces : (*l'Artemisia herba -Alba, Lygeum spartum, Stipa tenacissima*).

Ces trois espèces (*Atriplex halimus, Atriplex canescens et Atriplex nummularia*) présentent des caractéristiques germinatives communes. Plus les concentrations sont élevées de 20% et 40% plus la germination est lente. En ce qui concerne certaines graines, la germination s'arrête dans le stade gonflement de la graine, pour d'autres, la germination s'arrête au début de l'apparition de la radicule. Lorsque la germination ne s'arrête pas ou encore il n'y a pas d'inhibition, nous avons remarqué d'autres effets sur la croissance des jeunes pousses soit (inhibition ou stimulation) par conséquent s'il ya une inhibition on remarque soit une déformation des tiges, ou des cordons racinaires ou même la coloration jaunâtre et noirâtre/violette des feuilles et des épicotyles [220].

En cas de stimulation, des racines cotylédonaires peuvent stimuler à des concentrations faibles de 2.5% jusqu'à 10% pour atteindre des grandes longueurs [7].

Les différents effets des extraits aqueux des *Atriplex* sur la germination des graines testées et la croissance des plantules peuvent être expliqués par un effet inhibiteur des composés allélochimiques spécifiques.

L'inhibition allélopathique des *Atriplex* augmente lorsque les concentrations des extraits augmentent, selon [237] l'allélopathie ne se manifeste que lorsque la quantité critique des composés allélochimique atteint la plante ou la graine cible.

Au sujet de l'activité antioxydante des trois *Atriplex*, les fractions examinées ont montré le rendement le plus élevé est celui de la F/DieAE avec un pourcentage de  $(10,10 \pm 0,47)$  % et d'une masse de  $(2,42 \pm 0,06)$  g/0,27/5ml pour *l'Atriplex halimus*, suivi par la F/Aqueuse pour *l'Atriplex canescens* d'un pourcentage de  $(9,42 \pm 0,33)$  % et d'une masse de  $(2,09 \pm 0,10)$  g/5ml et *l'Atriplex nummularia* avec un pourcentage  $(8,56 \pm 0,44)$  % et d'une masse de  $(2,14 \pm 0,11)$  g/5m. Des auteurs ont montré que le méthanol reste le solvant le mieux choisi pour extraire les antioxydants d'une plante [238].

Les quantités en phénols totaux élevés des F/DieAE varient entre  $(27,31 \pm 0,09)$  mg EAG/gE pour *Atriplex halimus* et de  $(23,43 \pm 0,25)$  mg EAG/gE, *l'Atriplex nummularia* et de  $(17,38 \pm 10,47)$  mg EAG/gE pour *l'Atriplex canescens*.

La quantité de flavonoïdes, la F/DieAE de *l'Atriplex halimus* marque la teneur la plus élevée de  $(12,32 \pm 0,09)$  mg EAG/gE, en revanche *l'Atriplex canescens* est classé en deuxième position mieux que *l'Atriplex nummularia* avec des quantités respectivement comme suit :  $(10,47 \pm 0,13)$  mg EQ/gE) et  $(9,51 \pm 0,27)$  mg EQ/gE).

Des études ont été réalisées par [87] ont montré que l'extrait éthanolique des parties aériennes de *l'Atriplex nummularia* avait des teneurs de polyphénols et de flavonoïdes très élevés  $144,4 \pm 6,11$  mg EAG/gE et  $81,0 \pm 2,33$  mg QE/gE qui est ni pas le cas pour notre étude. D'autres études faites par [239] sur des plantes médicinales et aromatiques pour leurs effets antiradicalaires, ont trouvé que les teneurs de ses plantes en polyphénols et en flavonoïdes varient entre  $(4.3 \pm 0.6)$  et  $(37.9 \pm 2.1)$  mgGAE/g extrait et de  $(1.0 \pm 0.1)$  et  $(13.8 \pm 0.2)$  mgGAE/g extrait respectivement ce qui presque le cas pour notre étude.

Nos résultats sont comparés avec la littérature de [72] sur l'étude d'extrait brut éthanolique des feuilles de *l'Atriplex halimus*, qui sont presque semblables que les nôtres. Il signala que la teneur en phénols totaux est de  $10,127 \pm 2,244$  mg EAG/g MS et les tanins condensés est de  $9,118 \pm 0,684$  (mg EC/g MS), sauf les flavonoïdes qui sont plus faibles que les miens  $2,485 \pm 0,017$  mg EC/g MS.

D'autres travaux de [81] ont par ailleurs indiqué que les composés phénoliques d'extrait aqueux des feuilles de *l'Atriplex canescens* représentent  $9,34 \pm 1,24$  mg EAG/g MS des polyphénols et  $2,09 \pm 0,08$  mg QE/g MS des flavonoïdes, suivi en second lieu par l'extrait méthanolique avec une quantité des polyphénols de  $8,67 \pm 1,71$  mg EAG/g MS et des flavonoïdes de  $1,90 \pm 0,04$  mg

QE/g MS qui n'est pas le cas pour notre travail ,car nous avons eu enregistrés des valeurs supérieures aux siens.

On outre l'étude effectuée sur six Amaranthacées par [240], ont montré des teneurs en polyphénols varie entre ( $62 \pm 0.88$ ) et ( $109.51 \pm 0.34$ ) restent plus élevés que nos recherches. Cela prouve que les teneurs en polyphénols et en flavonoïdes varient relativement d'une plante à l'autre.

La F/DcmAE dans les trois *Atriplex* a enregistré des quantités variables des tanins condensés de l'ordre de ( $17,25 \pm 0,35$  mg EC/gE) pour l'*Atriplex nummularia*, de ( $16,58 \pm 0,23$  mg EC/gE) pour l'*Atriplex halimus* et de ( $11,21 \pm 0,27$  mg EC/gE) pour l'*Atriplex canescens*.

En ce qui concerne la comparaison des teneurs des tanins avec d'autres travaux , nous avons noté que les quantités des tanins dans les fractions hydroalcooliques des trois *Atriplex* sont supérieures que celles enregistrées dans les extraits aqueux et les extraits méthanoliques des feuilles de l'*Atriplex canescens* dans l'étude de [81].

Une étude antérieure a montré que le taux des tanins condensés des jeunes plants de l'*Atriplex nummularia* est plus élevé par rapport au taux des pousses de l'*Atriplex halimus* parce que cette dernière synthétise fréquemment des tanins hydrolysables, condensés et d'oxalates et de phénols tanniques [241].

L'étude faite par [242] pour cinq halophytes côtiers ont enregistré un taux de proanthocyanidins (tanins) de 0.2 - 0.6 CE g-1, comparé avec les taux élevés des F/DcmEA et F/n-BUOH de l'*Atriplex nummularia*, *Atriplex canescens* et l'*Atriplex halimus* signifie que les tanins ont des valeurs hautes pourront réagir comme un antioxydant naturel.

Donc on peut conclure que les variations quantitatives et qualitatives des composés phénoliques dans une plante agissent probablement sous plusieurs facteurs :

- Les facteurs environnementaux et climatiques et bioclimatiques : sécheresse, les zones géographiques, le sol, l'humidité [243], [244] ;
- Le moment de récolte, le patrimoine génétique et le stade de floraison des plantes [245].

Les variations des teneurs en composés phénoliques sont souvent considérables d'une espèce à l'autre et à l'intérieur même d'une espèce, selon les variétés considérées [16]. À l'intérieur d'une espèce végétale déterminée, ces variétés peuvent présenter des équipements phénoliques très différents, mais caractéristiques de chacune d'entre elles [16].

Afin d'évaluer les valeurs  $EC_{50}$  de l'activité de piégeage de DPPH, qui est une réponse inhibitrice fonctionnelle correspond à 50% de la dose de l'effet de concentration [246]. Nous avons utilisé deux modèles d'équations pour faire la comparaison de la valeur de  $EC_{50}$  des références positives avec la valeur de  $EC_{50}$  des différentes fractions hydroalcooliques, une équation à régression linéaire et une équation à régression non linéaire (logarithmique dose-réponse).

En utilisant l'équation de régression linéaire, nous avons enregistré la valeur la plus élevée de  $EC_{50}$  qui est de  $(0,89 \pm 0,45 \text{ mg/ml})$  (piégeage du DPPH) pour la F/DcmAE (*Atriplex halimus*), par contre la plus faible activité de piégeage du DPPH a été déterminée dans la F/aqueuse (*Atriplex canescens*)  $(6,90 \pm 0,95 \text{ mg/ml})$ .

Statistiquement nous avons distingué une complexité et une impossibilité de déterminer le  $EC_{50}$  pour la majorité des échantillons sur la courbe d'ajustement logarithmique [247].

La valeur de  $EC_{50}$  enregistrée dans la F/DcmAE de *Atriplex nummularia* et de  $(20,131 \pm 0,717 \text{ mg/ml})$ , pour *Atriplex canescens*  $(21,16 \pm 0,34 \text{ mg/ml})$  mais pour *Atriplex halimus* on s'aperçoit des valeurs de  $EC_{50}$  des trois fractions respectivement F/DcmAE  $(16,18 \pm 0,34 \text{ mg/ml})$ , la F/DieAE  $(15,46 \pm 0,26 \text{ mg/ml})$  et F/n-BUOH  $(18,56 \pm 0,35 \text{ mg/ml})$ . Cette affirmation nous renseigne sur la capacité de *Atriplex halimus* de piéger les radicaux libres de DPPH plus que les deux autres *Atriplex* étudiés (Tableau. 35 ; 40 ; 45).

Nos résultats étaient comparés avec ceux de [72] pour la détermination de  $EC_{50}$  dans les fractions butanoliques et d'acétate d'éthyle des feuilles et des tiges de *Atriplex halimus* qui a pu ne trouver aucun résultat significatif de  $EC_{50}$ . Ainsi que les résultats enregistrés par [248] pour la détermination des concentrations  $EC_{50}$ , de quelques plantes algériennes (*Helianthemum lippii*, *Inula montana*, *Anabasis articulata*, *Cotula cinerea*, *Marrubium deserti*, *Thymelaea microphylla*, *Zygophyllum album*), allant de  $(66,284 \text{ jusqu'au } 6310,0041 \text{ mg antioxydant/g DPPH})$ , restent inférieurs à celles obtenues dans *Atriplex halimus*, *Atriplex nummularia*, *Atriplex canescens*. Mais à partir de nos données de  $EC_{50}$  comparés avec les travaux de [249] pour le test de DPPH sur les graines de *Nigella sativa* la valeur de  $IC_{50}$  est de  $(0,64 \pm 0,08 \text{ mg/ml})$  est supérieur que les valeurs de nos quatre fractions hydroalcooliques testés, allant de  $(0,89 \pm 0,45 \text{ mg/ml})$  jusqu'au  $(2,35 \pm 0,18 \text{ mg/ml})$  pour *Atriplex halimus*.

Ces résultats nous permettent de valoriser ces plantes particulièrement pour leurs intérêts biologiques et offrent d'autres perspectives dans d'autres domaines.

La comparaison multiple de la méthode FRAP entre les différentes moyennes de la capacité antioxydante totale est significative dans le test de Tukey à  $p < 0,05$ .

Pour la capacité antioxydante des fractions hydroalcooliques et Aqueuse, nous avons observés que la plus forte CAT pour F/DieAE (*Atriplex halimus*) d'une valeur de  $(723,15 \pm 6,35 \text{ mgEQ/gE})$  suivi par F/DcmAE (*Atriplex nummularia*) de  $(433,55 \pm 24,36 \text{ mgEQ/gE})$  et par F/DieAE (*Atriplex canescens*) de  $(376,46 \pm 11,09 \text{ mgEQ/gE})$ .

Nous avons comparé nos résultats qui sont plus forts avec celles de [81] sur l'étude de *Atriplex canescens*, d'où elle avait montré une faible activité de réduction du fer ( $\text{DO} = 1,04$  et  $\text{DO} = 0,90$ ) pour les extraits bruts méthanoliques et aqueux des feuilles et des tiges avec une concentration de 10mg/ml.

Une autre étude faite par [250] sur la plante *Satureja calamintha* avec un  $\text{DO} = 0,484$  qui est inférieur aux fractions de *Atriplex nummularia*, *Atriplex canescens* et *Atriplex halimus*.

On peut dire que le pouvoir réducteur des substances actives peut assister comme un indicateur significatif pour une activité antioxydante potentielle [251].

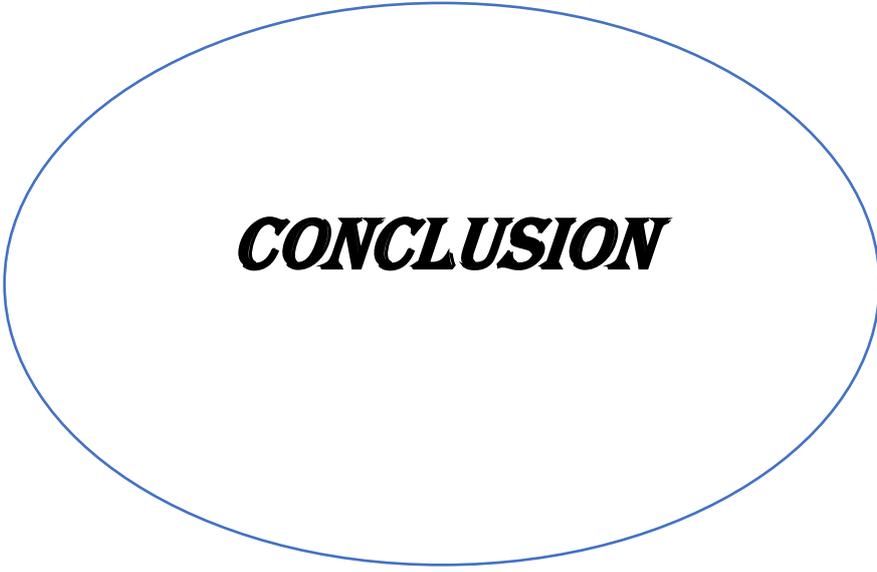
Nous avons fait une comparaison avec des résultats effectués par [252] pour une évaluation de la capacité antioxydante des trois fractions, acétate d'éthyle ( $0,241 \text{ mgAA/gMS}$ ); dichlorométhane ( $0,110 \text{ mgAA/gMS}$ ) et butanolique ( $0,112 \text{ mgAA/gMS}$ ) de *Atriplex halimus* qui montrait des faibles teneurs.

D'autres études effectuées par [253] sur l'extrait aqueux et hydroalcoolique de l'espèce *aloyisia triphylla* avait révélé une CAT de  $173.50 \pm 0.044$  et  $270.14 \pm 0.1 \text{ mgEqAA/gE}$ .

Une similarité antioxydante inhibitrice de décoloration de  $\beta$ -carotène, a été observé dans les recherches de [254] sur les trois pousses (*Suaeda pruinosa*, *Suaeda mollis* and *Suaeda maritima*) avec des  $\text{IC}_{50}$  respectives ( $540,540,1420$ )  $\mu\text{g/ml}$ , comparé avec les résultats trouvés dans nos fractions hydroalcooliques allant de :  $0,21 \pm 0.03 \text{ mg/ml}$  pour DieAE (*Atriplex halimus*) et de  $(0,88 \pm 0.02 \text{ mg/ml})$  pour DcmAE (*Atriplex canescens*) et de  $(0,92 \pm 0,01 \text{ mg/ml})$  pour DcmAE (*Atriplex nummularia*).

Par contre les résultats de  $\text{IC}_{50}$  de blanchissement du  $\beta$ -carotène avec les fractions hydroalcooliques sont moins actifs à celles de (54) dans le genre de *Mesembryanthemum genus* avec des  $\text{IC}_{50}$  ( $250,210,205$ )  $\mu\text{g/ml}$ .

Cela nous renseigne sur l'importance de *l'Atriplex canescens*, *l'Atriplex halimus* et *l'Atriplex nummularia* qui procèdent des principaux actifs capables de maintenir la coloration du  $\beta$ -carotène par son effet antioxydant.



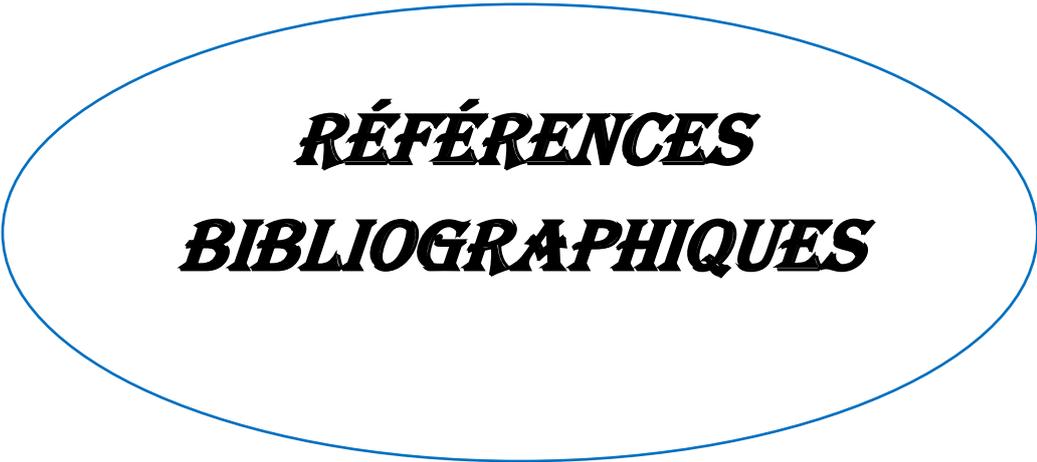
***CONCLUSION***

## Conclusion

On note que cette étude s'est déroulée dans un environnement complètement contrôlé et le résultat peut ne pas être applicable dans un environnement naturel en raison de l'existence d'autres facteurs qui influent. Aussi, afin de mieux étudier le phénomène allélopathique, il faut précisément en savoir plus sur l'effet des trois *amaranthaceae* (*Atriplex canescens*, *Atriplex halimus*, *Atriplex nummularia*) sur quelques espèces steppiques endémiques en Algérie comme *Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum*, *Artemisia herba-Alba*. Au vu de ces résultats, il s'avère que les *Atriplex Halimus* a un effet allélopathique certain, induisant un mécanisme physiologique et écologique qui contrôle la germination et la croissance des jeunes plantes situées autour. Les résultats obtenus confirment aussi que l'effet des *Atriplex canescens* et *Atriplex nummularia* pourront nuire à long terme au développement des espèces végétales locales, particulièrement de l'écosystème steppique. Pour préserver la durabilité des écosystèmes steppiques, il sera plus prudent de recourir lors des opérations de mise en valeur pastorale aux espèces locales telles que l'alfa, le sparte, l'armoise, ainsi que l'inclusion de nouvelles espèces d'*Atriplex* permettra certainement d'élaborer une classification écologique et d'adaptation des seuils de tolérance pour le choix des espèces à retenir dans les projets d'amélioration des parcours pastoraux pour limiter l'effet de l'allélopathie et que néanmoins l'*Atriplex halimus* qui doit être installée au niveau de son faciès écologique. Cependant, des investigations supplémentaires devaient être menées pour l'isolement et l'identification des allélochimiques présents dans l'*Atriplex canescens*, l'*Atriplex nummularia* et l'*Atriplex halimus* poussent en étroite association qui doivent être étudiés pour déterminer s'ils contiennent des composés phytochimiques qui peuvent être utilisés comme un mécanisme allélochimique naturels pour lutter contre les effets impliqués dans le succès invasif d'autres espèces.

D'après nos résultats, tous les composés phénoliques testés ont montré une activité antioxydante considérable, surtout dans les deux fractions F/DieAE et F/DcmAE par leur teneur en polyphénols et tanins élevés. Une importante activité antioxydante aura lieu avec l'augmentation des concentrations des échantillons, mais il reste toujours d'autres composés bioactifs à évaluer en fonction de leur activité antiradicalaire à différents mécanismes. Nous pouvons évoquer que les *Atriplex* étudiées comme plusieurs halophytes par exemple, *Atriplex halimus*, *Atriplex Farinosa*, *Atriplex lentiformis*, *Atriplex hortensis*, pouvant être un précurseur de base des composés bioactifs naturels capables de briser les antioxydants et de neutraliser les radicaux libres, elles pourront utiliser dans de multiples applications médicamenteuses et

industrielles de sorte que ces derniers ont qualifié de défier les contraintes abiotiques et tolèrent les sols salins et aider à donner de matières industrielles à base des issues bioactives, et par la baie de remplacer les dérivés synthétiques néfastes des industries pharmaceutiques.



***RÉFÉRENCES***  
***BIBLIOGRAPHIQUES***

<b>References bibliographiques</b>
------------------------------------

- [1] M. Nee and E. L. Rice, *Biological Control of Weeds and Plant Diseases: Advances in Applied Allelopathy.*, vol. 49, no. 1. University of Oklahoma Press, 1997.
- [2] R. H. Whittaker and P. P. Feeny, "Allelochemicals: chemical interactions between species," *Science (80-. )*, vol. 171, no. 3973, pp. 757–770, 1971.
- [3] C. H. Muller, "Allelopathy as a factor in ecological process," *Plant Ecol.*, vol. 18, no. 1, pp. 348–357, 1969.
- [4] R. J. Willis, *The history of allelopathy*. Springer Science & Business Media, 2007.
- [5] C.-H. Chou, "Biochemical interactions among plants: allelopathy as ecosystem regulator," in *Medical and health sciences-volume V*, EOLSS Publications, 2010, p. 187.
- [6] B. Abderrahmane, H. Benchaben, and A. Nadira, "Réhabilitation par l'*Atriplex* des parcours steppiques du sud de la préfecture de Saïda (Algérie occidentale)," *Eur. Sci. J.*, vol. 10, no. 32, 2014.
- [7] E. L. Rice, *Allelopathy 2nd Edition*. Academic Press, 1984.
- [8] A. R. and T. Putnam C. S. (eds), *The Science of Allelopathy*. Wiley, New York., 1986.
- [9] J. H. Kil and K. C. Shim, "Allelopathic effects of *Tagetes minuta* L. and *Eupatorium rugosum* Houtt. aqueous extracts on seedling growth of some plants," *Allelopath. J.*, vol. 18, no. 2, pp. 315–321, 2006.
- [10] C. Parent, N. Capelli, and J. Dat, "Reactive forms of oxygen, stress and cell death in plants (French)," *C. R. Biol.*, vol. 331, no. 4, pp. 255–261, 2008.
- [11] R. Cervellati, C. Renzulli, M. C. Guerra, and E. Speroni, "Evaluation of antioxidant activity of some natural polyphenolic compounds using the Briggs– Rauscher reaction method," *J. Agric. Food Chem.*, vol. 50, no. 26, pp. 7504–7509, 2002.
- [12] W. Yi, J. Fischer, and C. C. Akoh, "Study of anticancer activities of muscadine grape phenolics in vitro," *J. Agric. Food Chem.*, vol. 53, no. 22, pp. 8804–8812, 2005.
- [13] O. I. Aruoma, "Nutrition and health aspects of free radicals and antioxidants," *Food Chem. Toxicol.*, vol. 32, no. 7, pp. 671–683, 1994.
- [14] C. E. Cross *et al.*, "Oxygen radicals and human disease," *Ann. Intern. Med.*, vol. 107, no. 4, pp. 526–545, 1987.
- [15] E. Choe and D. B. Min, "Mechanisms of Antioxidants in the Oxidation of Foods," *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, vol. 8, no. 4, pp. 345–358, 2009.
- [16] J.-J. Macheix, A. Fleuriet, and C. Jay-Allemand, *Phenolic compounds in plants: an example of economically important secondary metabolites(French)*. lausanne: (PPUR) Presses Polytechniques et universitaires romandes, 2005.
- [17] H. N. Le Houérou, "The role of saltbushes (*Atriplex spp.*) in arid land rehabilitation in the Mediterranean Basin: a review," *Agrofor. Syst.*, vol. 18, no. 2, pp. 107–148, 1992.
- [18] R. Choukr Allah, C. V Malcolm, and A. Hamdy, *Halophytes and biosaline agriculture*. 270 Madison Avenue, New York 10016: New York : M. Dekker, 1996.

- [19] N. Benmansour, H. Tsaki, and B. Khloufi, "Etude caryologique de trois populations d'*Atriplex halimus* L.(Chenopodiacees) de l'ouest oranais," *Ann. l'Institut Natl. Agron. - El Harrach*, vol. 28, no. 1 et 2, pp. 75–85, 2007.
- [20] G. A. Soliman and M. Abd El Raheim, "Antihyperglycemic, Antihyperlipidemic and Antioxidant effect of *Atriplex farinosa* and *Atriplex nummularia* in Streptozotocin-induced Diabetes in rats," *Bull. Env. Pharmacol. Life Sci*, vol. 4, no. 12, pp. 10–18, 2015.
- [21] A. Khaldi, D. Amamra, A. Tir touil, N. Maghdouri, and N. Belhadj, "Effects of *Atriplex Halimus* on Resistant Bacterial Strain of Different Origins," *Int. Conf. Adv. Agric. Biol. Environ. Sci. ,(AABES-2015) July 22-23, 2015 London(UK)*, pp. 85–92, 2015.
- [22] D. I. Last and D. J. Llewellyn, "Antifungal proteins from seeds of Australian native plants and isolation of an antifungal peptide from *Atriplex nummularia*," *New Zeal. J. Bot.*, vol. 35, no. 3, pp. 385–394, Sep. 1997.
- [23] B. Ali *et al.*, "Bioactive triterpenoids from *Atriplex lasiantha*," *J. Asian Nat. Prod. Res.*, vol. 17, no. 8, pp. 843–850, Aug. 2015.
- [24] H. Molish, "Der Einfluss einer Pflanze auf die andere, Allelopathie. Verlag von Gustav Fisher, Jena, Germany. English translation.(2001). LJ La Fleur, MAB Mallik (translators): Influence of one plant on another." Scientific Publishers, Jodhpur, 1937.
- [25] J. V Lovett, "Chemicals in plant protection is there a natural alternatives. U: Alternatives to the chemical control of weeds, Bassett, C., LJ Whitehouse, JA Zabkiewicz (ur.)," *For. Res. Institute, Rotorua, New Zeal.*, pp. 57–67, 1990.
- [26] C.-H. Chou, "Allelopathic research of subtropical vegetation in Taiwan. IV," *J. Chem. Ecol.*, vol. 15, no. 7, pp. 2149–2159, 1989.
- [27] R. J. Willis, Justus Ludewig von Uslar, and the first book on allelopathy. Springer, 2005.
- [28] J. C. G. Galindo, J. M. G. Molinillo, and F. A. Macias, *Allelopathy: Chemistry and mode of action of allelochemicals*. CRC Press, 2003.
- [29] M. Waller, "The Flandrian vegetational history and environmental development of the Brede and Pannel valleys, East Sussex." *University of East London*, 1987.
- [30] J. P. Barnes and A. R. Putnam, "Evidence for allelopathy by residues and aqueous extracts of rye (*Secale cereale*)," *Weed Sci.*, vol. 34, no. 3, pp. 384–390, 1986.
- [31] J. P. Barnes, A. R. Putnam, B. A. Burke, and A. J. Aasen, "Isolation and characterization of allelochemicals in rye herbage," *Phytochemistry*, vol. 26, no. 5, pp. 1385–1390, 1987.
- [32] A. R. and T. Putnam C. S., "Allelopathy: state of science," in *The Science of Allelopathy*, John Wiley and Sons, New York, 1986.
- [33] H. P. Singh, D. R. Batish, and R. K. Kohli, "Autotoxicity: concept, organisms, and ecological significance," *CRC. Crit. Rev. Plant Sci.*, vol. 18, no. 6, pp. 757–772, 1999.
- [34] E. Rice, *Allelopathy*, Academic.P. New York, 1974.
- [35] H. B. Tukey, "Leaching of substances from plants. In 'Ecology of leaf surface microorganisms'.(Eds TF Preece, CH Dickenson) pp. 67–80." *Academic Press: London*, 1971.
- [36] H. H. Li, H. Nishimura, K. Hasegawa, and J. Mizutani, "Some physiological effects and

- the possible mechanism of action of juglone in plants.," *Weed Res.*, vol. 38, no. 3, pp. 214–222, 1993.
- [37] F. A. Einhellig, J. A. Rasmussen, A. M. Hejl, and I. F. Souza, "Effects of root exudate sorgoleone on photosynthesis," *J. Chem. Ecol.*, vol. 19, no. 2, pp. 369–375, 1993.
- [38] L. H. Stiles, G. R. Leather, and P. K. Chen, "Effects of two sesquiterpene lactones isolated from *Artemisia annua* on physiology of *Lemna minor*," *J. Chem. Ecol.*, vol. 20, no. 4, pp. 969–978, 1994.
- [39] F. A. Einhellig, E. L. Rice, P. G. Risser, and S. H. Wender, "Effects of scopoletin on growth, CO<sub>2</sub> exchange rates, and concentration of scopoletin, scopolin, and chlorogenic acids in tobacco, sunflower, and pigweed," *Bull. Torrey Bot. Club*, pp. 22–33, 1970.
- [40] R. C. Ortega, A. L. Anaya, and L. Ramos, "Effects of allelopathic compounds of corn pollen on respiration and cell division of watermelon," *J. Chem. Ecol.*, vol. 14, no. 1, pp. 71–86, 1988.
- [41] U. Blum, "Allelopathic interactions involving phenolic acids," *J. Nematol.*, vol. 28, no. 3, p. 259, 1996.
- [42] U. Blum, "Benefits of citrate over EDTA for extracting phenolic acids from soils and plant debris," *J. Chem. Ecol.*, vol. 23, no. 2, pp. 347–362, 1997.
- [43] F. A. Macias, R. M. Oliva, A. M. Simonet, and J. C. G. Galindo, "What are allelochemicals," in *Allelopathy in rice. Proceedings of the Workshop on Allelopathy in Rice, 25-27 Nov 1996*, 1998, pp. 69–79.
- [44] J. A. Blanco, "The representation of allelopathy in ecosystem-level forest models," *Ecol. Modell.*, vol. 209, no. 2–4, pp. 65–77, 2007.
- [45] HOPKINS .WG, *Physiologie végétale*, De Boeck e. 2003.
- [46] B. W. Buchanan, "Observed and potential effects of artificial night lighting on anuran amphibians," *Ecol. consequences Artif. night Light.*, pp. 192–220, 2006.
- [47] M. A. P. De Candolle, "Physiological vegetable, vol III," *Bechet Jeune Libr. Fac. Med. Paris*, 1832.
- [48] H. Wu, J. Pratley, D. Lemerle, and T. Haig, "Crop cultivars with allelopathic capability," *Weed Res.*, 1999.
- [49] H. P. Bais, R. Vepachedu, S. Gilroy, R. M. Callaway, and J. M. Vivanco, "Allelopathy and exotic plant invasion: from molecules and genes to species interactions," *Science (80-. )*, vol. 301, no. 5638, pp. 1377–1380, 2003.
- [50] C. Bertin *et al.*, "Grass roots chemistry: meta-tyrosine, an herbicidal nonprotein amino acid," *Proc. Natl. Acad. Sci.*, vol. 104, no. 43, pp. 16964–16969, 2007.
- [51] S. Nardi, G. Concheri, D. Pizzeghello, A. Sturaro, R. Rella, and G. Parvoli, "Soil organic matter mobilization by root exudates," *Chemosphere*, vol. 41, no. 5, pp. 653–658, 2000.
- [52] H. A. Mooney and W. D. Billings, "Comparative physiological ecology of arctic and alpine populations of *Oxyria digyna*," *Ecol. Monogr.*, vol. 31, no. 1, pp. 1–29, 1961.
- [53] P. Pietiläinen, H. Veijalainen, and P. Lähdesmäki, "Seasonal variation in foliar nutrient concentrations in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands growing on drained mires.,"

- Aquil. Ser. Bot.*, vol. 38, pp. 29–38, 2000.
- [54] N. P. Todaria, “Ecophysiology of mountain plants-biochemical adaptation of photosynthesis and respiration.,” *Indian Rev. Life Sci.*, vol. 10, pp. 231–250, 1990.
- [55] C. Gallet and F. Pellissier, “Interactions allélopathiques en milieu forestier,” *Rev. For. française*, vol. 54, no. 6, pp. 567–576, 2002.
- [56] R. R. Vance, “Interference competition and the coexistence of two competitors on a single limiting resource,” *Ecology*, vol. 65, no. 5, pp. 1349–1357, 1984.
- [57] R. M. Callaway and W. M. Ridenour, “Novel weapons: invasive success and the evolution of increased competitive ability,” *Front. Ecol. Environ.*, vol. 2, no. 8, pp. 436–443, 2004.
- [58] T. L. Czáran, R. F. Hoekstra, and L. Pagie, “Chemical warfare between microbes promotes biodiversity,” *Proc. Natl. Acad. Sci.*, vol. 99, no. 2, pp. 786–790, 2002.
- [59] K. M. M. Dakshini and F. A. Einhellig, *Allelopathy: organisms, processes, and applications. ACS Publications*, 1994.
- [60] P. Quézel and S. Santa, “1962-1963. Nouvelle flore de l’Algérie et des régions désertiques méridionales,” *CNRS, Paris*, vol. 2, 1963.
- [61] P. Uotila, “Chenopodiaceae (pro parte majore), Juglandaceae, Loranthaceae, Molluginaceae, Moraceae, Nyctaginaceae, Phytolaccaceae, Santalaceae, Typhaceae,” in *Euro+ Med Plantbase-the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity*, Euro+ Med PlantBase, 2011.
- [62] P. Ozenda, “Flore du Sahara, thirded,” *CNRS, Paris*, 2004.
- [63] L. Couzi and H. Roques, *Guide de la faune et de la flore du littoral Manche-Atlantique:[oiseaux, plantes, poissons, coquillages, crustacés]. Sud-Ouest*, 2007.
- [64] B. Nedjimi, B. Guit, M. Toumi, B. Beladel, A. Akam, and Y. Daoud, “*Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii* (Chenopodiaceae): description and ecology, use as forage and as a therapeutic plant.,” *Fourrages*, no. 216, pp. 333–338, 2013.
- [65] A. González Aldama and J. L. Allué, “Especies leñosas de interés pastoral: II La orzaga (*Atriplex halimus*),” *Monogr. INIA. Madrid*, 1972.
- [66] S. Bouda and A. Haddioui, “Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre *Atriplex*,” *Nat. Technol.*, no. 5, p. 72, 2011.
- [67] R. M. Otsyina, C. M. McKell, J. M. Malecheck, and G. A. Van Epps, “Potential of *Atriplex* and other chenopod shrubs for increasing range productivity and fall and winter grazing use,” in McArthur, HC Stutz, R. Stevens and KL Johnson [COMPS.]. *Proceedings, Symposium on Biology of Atriplex and Related Chenopods*, 1983, pp. 2–6.
- [68] A. Franclet and H. N. Le Houérou, “Les *Atriplex* en Tunisie et en Afrique du Nord,” *FAO, Rome*, 1971.
- [69] H. M. El Shaer and H. M. Kandil, “Potential of *Atriplex* species as fodder shrubs under the arid conditions of Egypt. Short Activity Report. Sustainable halophyte utilization in the Mediterranean and Subtropical dry regions,” *Eur. Concert. actions. IC 18 CT 96*, vol. 55, 1998.

- [70] Z. Aharonson, J. Shani, and F. G. Sulman, "Hypoglycaemic effect of the salt bush (*Atriplex halimus*), a feeding source of the sand rat (*Psammomys obesus*)," *Diabetologia*, vol. 5, no. 6, pp. 379–383, 1969.
- [71] J. Bellakhdar, "La pharmacopée marocaine traditionnelle," *Médecine Arab. ancienne savoirs Pop.*, vol. 189, 1997.
- [72] N. Benhammou, F. A. Bekkara, and T. K. Panovska, "Antioxidant activity of methanolic extracts and some bioactive compounds of *Atriplex halimus*," *Comptes Rendus Chim.*, vol. 12, no. 12, pp. 1259–1266, 2009.
- [73] M. . Soumia, "Analyses phytochimiques et activités biologiques des extraits de deux plantes médicinales du Sahara septentrional Est Algérien," universite kasdi merbah-ouargla, 2017.
- [74] H. H. A. El-Rahman, M. I. Mohamed, A. E. A. Gehad, and I. M. Awadallah, "Ameliorating the anti-nutritional factors effect in *Atriplex halimus* on sheep and goats by ensiling or polyethylene glycol supplementation," *Int. J. Agric. Biol.*, 2006.
- [75] Y. Bouchikh-Boucif, A. Labani, K. Benabdeli, and S. Boidielouane, "Allelopathic Effects of Shoot and Root Extracts From Three Alien and Native Chenopodiaceae Species on Lettuce Seed Germination.," *Ecol. Balk.*, vol. 6, no. 2, 2014.
- [76] N. Khaldi, A., Amamra, D., Tir touil, A., Maghdouri, N., Belhadj, "Effects of *Atriplex Halimus* on Resistant Bacterial Strain of Different Origins," in *Int Conf Adv Agric Biol Environ Sci*, (AABES-2015), 2015, pp. 85–92.
- [77] O. Said, K. Khalil, S. Fulder, and H. Azaizeh, "Ethnopharmacological survey of medicinal herbs in Israel, the Golan Heights and the West Bank region," *J. Ethnopharmacol.*, vol. 83, no. 3, pp. 251–265, 2002.
- [78] Hassler M., *Plantes du monde: listes de contrôle des plantes vasculaires du monde* (version déc. 2017). Dans: Roskov Y, Abucay L, Orrell T, Nicolson D, Bailly N, Kirk PM, Bourgoin T, RE DeWalt, Decock W., De Wever A., van Nieukerken E., Zarucchi J, Penev L, *Eds.*, Leiden, Th. 2018.
- [79] E. Glenn *et al.*, "Comparison of growth and morphology of *Atriplex canescens* varieties occidentalis and angustifolia," *Southwest. Nat.*, pp. 176–182, 1998.
- [80] M. Plummer, "Considerations in selecting chenopod species for range seedings," Tiedemann, Arthur R.; McArthur, E. Durant; Stutz, Howard C, pp. 4–6, 1984.
- [81] M. Seladji, "Phytochemical study, antioxidant and antimicrobial activities of the extracts of five medicinal plants and analyzes of their oils (French) essentielles," University of Tlemcen, Algeria, 2015.
- [82] F. Hamedanian, M. Jafari, S. Dehdari, A. Henteh, and C. M. A. ZARE, "The allelopathic effects of *Atriplex canescens* (Four wing saltbush) on seed germination of *Salsola rigida*," *Desert*, vol. 15, no. 1, pp. 15–18, 2010.
- [83] A. Henteh, N. Zargham, M. Jafari, H. Mirzaii Nadoushan, and M. . Zare Chahouki, "Investigation of Allelopathic effects of *Atriplex canescens* on seed germination of *Artemisia aucheri*," *Iran. J. Nat. Resour.*, vol. 75, no. 4, pp. 813–819, 2004.
- [84] A. M. Davis, "The oxalate, tannin, crude fiber, and crude protein composition of young plants of some *Atriplex* species," *J. Range Manag.*, vol. 34, no. 4, pp. 329–331, 1981.

- [85] A. A. Aganga, J. K. Mthetho, and S. Tshwenyane, "Atriplex nummularia (Old Man Saltbush): A potential forage crop for arid regions of Botswana," *Pakistan J. Nutr.*, vol. 2, no. 2, pp. 72–75, 2003.
- [86] H. M. Abou El-Nasr, H. M. Kandil, H. S. Khamis, H. M. El-Shaer, and D. A. El-Kerdawy, "Processing of saltbush and *acacia shrubs* as sheep feeders under the arid conditions of Egypt," *Alexandria J. Agric. Res.*, 1996.
- [87] A. E. R. M. Donia, G. A. Soliman, M. H. Khataibeh, and S. I. Alqasoumi, "Effect of *Atriplex farinosa*, *Atriplex nummularia* and *Ficus ingens* on ulcerative colitis in rats," *Int. J. Biol. Allied Sci.*, vol. 2, no. 6, pp. 1247–1259, 2013.
- [88] R. Ksouri, W. Megdiche, A. Debez, H. Falleh, C. Grignon, and C. Abdelly, "Salinity effects on polyphenol content and antioxidant activities in leaves of the halophyte *Cakile maritima*," *Plant Physiol. Biochem.*, vol. 45, no. 3–4, pp. 244–249, 2007.
- [89] B. Valdés and H. Scholz, "Poaceae (pro parte majeure)," Euro+ Med PlantBase—the Inf. Resour. Euro-Mediterranean plant Divers. <http://ww2.bgbm.org/euroPlusmed/> [accessed 8 Nov 2014, 19 Dec 2014], 2009.
- [90] R. Nègre, "Petite flore des régions arides du Maroc occidental," 1961.
- [91] H. Walter, "Okologische Betrachtungen der Vegetationsverhältnisse im Ebrobecken (Nordost-Spanien)," *Acta Bot.*, 1973.
- [92] K. K. Abdeddaim-Boughanmi, "Etude de deux cytotypes de *Lygeum spartum* L. par approches pluridisciplinaires: Palynologie, Cytogénétique classique et moléculaire," *Algérie Univ. des Sci. la Technol. d'Oran-Mohamed Boudiaf*, 2010.
- [93] DJABEUR A., "Contribution à l'étude de deux populations de *Lygeum spartum* : Évaluation quantitative, morphologie des infrutescences et des caryopses : recherche des conditions optimales de la germination, analyse protéique des caryopses et des embryons au cours de la ," univ.ORAN, 1997.
- [94] A. Aidoud and D. Nedjraoui, "Evaluation des ressources pastorales dans les hautes plaines steppiques du Sud oranais," *Mem. la Soc. d'Histoire Nat. l'Afrique du Nord*, 1983.
- [95] R. Chadli, " \_ Contribution à l'étude du sparte, *Lygeum spartum*: germination, croissance des feuilles, différenciation et structure pariétale des tissus foliaires; essai d'obtention de pâte papetière à partir des fibres foliaires," *Thèse de Magister. Université d'Oran*, 1990.
- [96] D. Nedjraoui, "Teneurs en éléments biogènes et valeurs énergétiques dans trois principaux faciès de végétation dans les Hautes Plaines steppique de la wilaya de Saida," *Postgrad. thesis, USTHB, Algiers*, p. 156, 1981.
- [97] MoukhtariA. et Drici H., "Analyses qualitatives et quantitatives des polysaccharides pariétaux du tissu foliaire de *Lygeum spartum* L. de la région d'El kheiter.," *USTO-MB.*, 2004.
- [98] P. Ozenda, "Flora of the Sahara.," *Flora of the Sahara.*, no. ed. 2, 1977.
- [99] P. Quezel, S. Santa, and O. Schotter, "Nouvelle flore de l'Algerie et des regions desertiques meridionales-v. 1-2," 1962.
- [100] Boutekjenet.C, "Contribution à l'étude chimique d'artémisia herba alba, projet de fin d'étude en g énie chimique," *Ecole nationale polytechnique Alger*, 1987.

- [101] A. Aidoud, Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du Sud oranais: phytomasse, productivité primaire et applications pastorales. 1983.
- [102] A. Aidoud, "Les écosystèmes steppiques à armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso): Caractères généraux," *Biocénose Bull. d'écologie Terr.*, vol. 3, p. 12, 1988.
- [103] D. Nedjraoui, "Evaluation des ressources pastorales des régions steppiques algériennes et définition des indicateurs de dégradation," *Cah. Options Méditerranéennes*, vol. 62, pp. 239–243, 2004.
- [104] N. Ayad, "Etude éco-phytochimique et apport nutritionnel de l'armoise blanche (*Artemisia herba alba* Asso.) du sud oranais, dans l'alimentation du cheptel (Algérie)." Thèse de Doctorat d'état, *Université de Sidi-Bel-Abbès, Algérie*, 2008.
- [105] L. Bezza *et al.*, "Composition chimique de l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* provenant de la région de Biskra (Algérie)," *Phytothérapie*, vol. 8, no. 5, pp. 277–281, 2010.
- [106] F. Baba Aissa, "Les plantes médicinales en Algérie," *coédition Bouchene ad. Diwan, Alger*, p. 29, 1991.
- [107] A. Akrouf, "Etude des huiles essentielles de quelques plantes pastorales de la région de Matmata (Tunisie)," *Cah. Options Méditerranéennes*, vol. 62, pp. 289–292, 2004.
- [108] S. Hatimi, M. Boudouma, M. Bichichi, N. Chaib, and N. G. Idrissi, "Evaluation in vitro de l'activité antileishmanienne d'*Artemisia herba-alba* Asso," *Bull Soc Pathol Exot*, vol. 94, pp. 29–31, 2001.
- [109] A. E.-H. H. Mohamed, M. El-Sayed, M. E. Hegazy, S. E. Helaly, A. M. Esmail, and N. S. Mohamed, "Chemical constituents and biological activities of *Artemisia herba-alba*," *Rec. Nat. Prod.*, vol. 4, no. 1, 2010.
- [110] S. Lakehal, A. Meliani, S. Benmimoune, S. N. Bensouna, F. Z. Benrebaha, and C. Chaouia, "Essential oil composition and antimicrobial activity of *Artemisia herba-alba* Asso grown in Algeria," *Med. Chem*, vol. 6, pp. 435–439, 2016.
- [111] F. Bakkali, S. Averbeck, D. Averbeck, and M. Idaomar, "Biological effects of essential oils a review," *Food Chem. Toxicol.*, vol. 46, no. 2, pp. 446–475, 2008.
- [112] S. Zouari, N. Zouari, N. Fakhfakh, A. Bougatef, M. A. Ayadi, and M. Neffati, "Chemical composition and biological activities of a new essential oil chemotype of Tunisian *Artemisia herba alba* Asso," *J. Med. Plants Res.*, vol. 4, no. 10, pp. 871–880, 2010.
- [113] S. Salido, L. R. Valenzuela, J. Altarejos, M. Nogueras, A. Sánchez, and E. Cano, "Composition and infraspecific variability of *Artemisia herba-alba* from southern Spain," *Biochem. Syst. Ecol.*, vol. 32, no. 3, pp. 265–277, 2004.
- [114] R. Belhattab, L. Amor, J. G. Barroso, L. G. Pedro, and A. C. Figueiredo, "Essential oil from *Artemisia herba-alba* Asso grown wild in Algeria: Variability assessment and comparison with an updated literature survey," *Arab. J. Chem.*, vol. 7, no. 2, pp. 243–251, 2014.
- [115] H. Mohsen and F. Ali, "Essential oil composition of *Artemisia herba-alba* from Southern Tunisia," *Molecules*, vol. 14, no. 4, pp. 1585–1594, 2009.
- [116] P. Crete, "Précis de botanique Systématique des angiospermes, tome II, 2e éd." Masson et Cie, Collection de précis de pharmacie, Paris, 1965.

- [117] P. Ozenda and P. Quézel, Les Zygothylacées de l'Afrique du Nord et du Sahara. 1956.
- [118] H. N. Le Houérou, "Bioclimatologie comparative des zones arides (sl.) de l'Afrique et de l'Amérique Latine," *Terra Arid.*, vol. 7, pp. 26–55, 1990.
- [119] Z. Bekhtaoui, H. et Djoudi, "Étude Biochimique des polysaccharides et des lignines des tissus foliaires de l'alfa (*Stipa tenacissima* L), prélève dans 3 stations AIN Benkhelil , Misserghin, Saida," Université d'Oran, 1990.
- [120] N. Zeriahène, "Étude du système racinaire de l'alfa en relation avec l'adaptation au xérophytisme." Thèse de magister, *Institut des sciences de la nature, Oran*, 1987.
- [121] L. Trabut, Étude sur l'halfa, *Stipa Tenacissima*. A. Jourdan, 1889.
- [122] K. Tazart, "Étude de la variabilité morphologique caryologie et électrophorétique de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) Dans trois régions d'Algérie selon un gradient longitudinal, Résultats préliminaires d'un essai de révision de la systématique de l'Alfa," *These magistere, USTHB, Alger*, 1992.
- [123] J. Greco, L'érosion, la defense et la restauration des sols, le reboisement en Algérie. *Ministère de l'agriculture et de la réforme agraire*, 1966.
- [124] A. Bourahla and G. Guittonneau, "Nouvelles possibilités de régénération des nappes alfatières en liaison avec la lutte contre la désertification," *Bull. l'Institut d'Ecologie Appliquée d'Orléans*, vol. 1, pp. 19–40, 1978.
- [125] A. Tadjeddine, "Rapport sur le projet de synthèse du xylotol à partir du xylose extrait de l'alfa," in *Comm. Sém. Nat. sur L'Alfa*, 1986, p. 5.
- [126] D. Côme, "Obstacles to germination.," *Obs. to germination.*, no. 6, p. 162, 1970.
- [127] M. Evenari, "A survey of the work done in seed physiology by the Department of Botany, Hebrew University, Jerusalem," *Proc. Int. Seed Test. Ass*, vol. 26, pp. 597–658, 1961.
- [128] A. J. Ewart and J. White, On the longevity of seeds. *Roy. Soc. of Vic.*, 1908.
- [129] J. F. Harrington, "The effect of temperature on the germination of several kinds of vegetable seeds," in *Proceedings of the 16th International Horticultural Congress*, 1962, vol. 2, pp. 435–441.
- [130] C. Gimeno-Gilles *et al.*, "ABA-mediated inhibition of germination is related to the inhibition of genes encoding cell-wall biosynthetic and architecture: modifying enzymes and structural proteins in *Medicago truncatula* embryo axis," *Mol. Plant*, vol. 2, no. 1, pp. 108–119, 2009.
- [131] C. H. Koger, K. N. Reddy, and D. H. Poston, "Factors affecting seed germination, seedling emergence, and survival of texasweed (*Caperonia palustris*)," *Weed Sci.*, vol. 52, no. 6, pp. 989–995, 2004.
- [132] L. Rajjou *et al.*, "Seed germination and vigor," *Annu. Rev. Plant Biol.*, vol. 63, pp. 507–533, 2012.
- [133] J. D. Bewley, "Seed germination and dormancy.," *Plant Cell*, vol. 9, no. 7, p. 1055, 1997.
- [134] Mazliak P., physiologie végétale et métabolisme, Herman (éd. 1982.
- [135] A. Vegis, "Climatic control of germination, bud break, and dormancy," *Environ. Control plant growth*, pp. 265–287, 1963.

- [136] P. Chouard, Dormances et inhibitions des graines et des bourgeons: préparation au forçage. Centre de Documentation Universitaire, 1954.
- [137] L. C. Heller R., Esnault R., Abrégés de physiologie végétale (Tome II). *Masson (ed.) Paris*, 1990.
- [138] P. JEAM. T, CATMRINE, L, GIUES., "Biologie des plantes cultivées.," *Ed. L'Arpers, Paris*, vol. 47, no. 150, 1998.
- [139] D. Côme, R. Durand, and P. Mazliak, Croissance et développement. Hermann, 1982.
- [140] J.-F. Morot-Gaudry, F. Moreau, R. Prat, C. Maurel, and H. Sentenac, "Biologie végétale," *Nutr. métabolisme. Ed. Dunod*, 2009.
- [141] T. Hemberg, "Significance of growth-inhibiting substances and auxins for the rest-period of the potato tuber," *Physiol. Plant.*, vol. 2, no. 1, pp. 24–36, 1949.
- [142] T. Hemberg, "The significance of inhibitors and other chemical factors of plant origin in the induction and breaking of rest periods," in *Differenzierung und Entwicklung/Differentiation and Development*, Springer, 1965, pp. 2316–2345.
- [143] M. Bensaid, P. Bultynck, P. Sartenaer, O. H. Walliser, and W. Ziegler, "The Givetian-Frasnian boundary in pre-Sahara Morocco," *Cour. Forschungsinstitut Senckenb.*, vol. 75, pp. 287–300, 1985.
- [144] E. Bünning, In den Wäldern Nordsumatras: Reisebuch eines Biologen. Ferd. Dümmlers Verlag, 1947.
- [145] D. Côme, L'Inhibition de germination des graines de pommier "Pirus malus" L. non dormantes, rôle possible des phénols tégumentaires. Masson et Cie, 1967.
- [146] D. Côme and T. Tissaoui, "Induction d'une dormance embryonnaire secondaire chez le pommier (*Pirus malus* L.) par des atmosphères très appauvries en oxygène," *Comptes Rendus l'Academie des Sci. Paris, Ser.*, vol. 3, no. 266, pp. 477–479, 1968.
- [147] P. Binet and J. Boucaud, "Dormance, levée de dormance et aptitude à germer en milieu salé dans le genre Suaeda forsk," *Bull. Soc. Fr. Physiol. Vég.*, vol. 14, pp. 125–132, 1968.
- [148] M. Evenari, "Les problèmes physiologiques de la germination," *Bull. société française Physiol. végétale*, vol. 3, no. 4, pp. 105–124, 1957.
- [149] M. Eveneri, "Inhibiteurs de la germination," *Bot. Rev.*, vol. 15, no. 153–194, 1949.
- [150] E. H. Toole, S. B. Hendricks, H. A. Borthwick, and V. K. Toole, "Physiology of seed germination," *Annu. Rev. Plant Physiol.*, vol. 7, no. 1, pp. 299–324, 1956.
- [151] P. F. Wareing, "Endogenous inhibitors in seed germination and dormancy," in *Differenzierung und Entwicklung/Differentiation and Development*, Springer, 1965, pp. 2556–2571.
- [152] L. Barton, "Certains effets du traitement des semences non dormantes avec certaines substances de croissance. Contributions.," *Inst. Rech. sur les plantes Boyce Thompson*, vol. 11, no. 181, p. 205, 1940.
- [153] A. M. Mayer and M. Evenari, "The activity of organic acids as germination inhibitors and its relation to pH," *J. Exp. Bot.*, vol. 4, no. 3, pp. 257–263, 1953.
- [154] W. A. Tetjurew, "Über das sogenannte „Blastokolin“," *Planta*, vol. 32, no. 2, pp. 211–

226, 1941.

- [155] C. Sánchez-Moreno, “Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems,” *Food Sci. Technol. Int.*, vol. 8, no. 3, pp. 121–137, 2002.
- [156] F. Marc, A. Davin, L. Deglene-Benbrahim, C. Ferrand, M. Baccaunaud, and P. Fritsch, “Méthodes d’évaluation du potentiel antioxydant dans les aliments,” *médecine/sciences*, vol. 20, no. 4, pp. 458–463, 2004.
- [157] D. Huang, B. Ou, and R. L. Prior, “The chemistry behind antioxidant capacity assays,” *J. Agric. Food Chem.*, vol. 53, no. 6, pp. 1841–1856, 2005.
- [158] H. G. Walker, G. O. Kohler, and W. N. Garrett, “Comparative feeding value of alfalfa press cake residues after mechanical extraction of protein,” *J. Anim. Sci.*, vol. 55, no. 3, pp. 498–504, 1982.
- [159] K. Bouhadjra, “Etude de l’effet des antioxydants naturels et de synthèse sur la stabilité oxydative de l’huile d’olive vierge.” *UMMTO*, 2011.
- [160] A. Favier, “Le stress oxydant,” *L’actualité Chim.*, vol. 108, 2003.
- [161] O. I. Aruoma, “Free radicals, oxidative stress, and antioxidants in human health and disease,” *J. Am. oil Chem. Soc.*, vol. 75, no. 2, pp. 199–212, 1998.
- [162] B. Halliwell, “Free radicals, antioxidants, and human disease: curiosity, cause, or consequence?,” *Lancet*, vol. 344, no. 8924, pp. 721–724, 1994.
- [163] Z. Hellal, “Contribution à l’étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes de certaines huiles essentielles extraites des *Citrus*. Application sur la sardine (*Sardina pilchardus*).” Université Mouloud Mammeri, 2011.
- [164] L. Wang, J.-H. Yen, H.-L. Liang, and M.-J. Wu, “Antioxidant effect of methanol extracts from lotus plumule and blossom (*Nelumbo nucifera Gertn.*),” *J. food drug Anal.*, vol. 11, no. 1, pp. 60–66, 2003.
- [165] R. Yu, S. Mandlekar, and A.-N. T. Kong, “Molecular mechanisms of butylated hydroxyanisole-induced toxicity: Induction of apoptosis through direct release of cytochrome c,” *Mol. Pharmacol.*, vol. 58, no. 2, pp. 431–437, 2000.
- [166] R. V Barbehenn, C. P. Jones, A. E. Hagerman, M. Karonen, and J.-P. Salminen, “Ellagitannins have greater oxidative activities than condensed tannins and galloyl glucoses at high pH: potential impact on caterpillars,” *J. Chem. Ecol.*, vol. 32, no. 10, pp. 2253–2267, 2006.
- [167] T. Richard, H. Temsamani, J.-C. Delaunay, S. Krisa, and J.-M. Mérillon, “Stilbènes: de la chimie à la neuroprotection,” *Cah. Nutr. Diététique*, vol. 49, no. 4, pp. 173–180, 2014.
- [168] D. B. Haytowitz, “USDA Special Interest Databases on Flavonoids.”
- [169] M. Öhrvall, B. Vessby, and G. Sundlöf, “Gamma, but not alpha, tocopherol levels in serum are reduced in coronary heart disease patients,” *J. Intern. Med.*, vol. 239, no. 2, pp. 111–117, 1996.
- [170] W. N. Haworth, *Die konstitution der kohlenhydrate*, vol. 29. T. Steinkopff, 1932.
- [171] S. S. Mirvish, “Effects of vitamins C and E on N-nitroso compound formation, carcinogenesis, and cancer,” *Cancer*, vol. 58, no. S8, pp. 1842–1850, 1986.

- [172] L. H. Kligman, C. H. Duo, and A. M. Kligman, "Topical retinoic acid enhances the repair of ultraviolet damaged dermal connective tissue," *Connect. Tissue Res.*, vol. 12, no. 2, pp. 139–150, 1984.
- [173] G. A. Armstrong, "Eubacteria show their true colors: genetics of carotenoid pigment biosynthesis from microbes to plants.," *J. Bacteriol.*, vol. 176, no. 16, pp. 4795–4802, 1994.
- [174] H. Kadi-Hanifi, "L'alfa en Algérie: syntaxonomie, relations milieu-végétation, dynamique et perspectives d'avenir," *PhD, Univ. des Sci. la Technol. H. Boumediene, Bab Ezzouar, Alger. (in French)*, 1998.
- [175] A. Boughani, "Contribution à l'étude de la flore et des formations végétales au Sud des monts du Zab (Ouled Djellal, wilaya de Biskra)." 1995.
- [176] Y. Djellouli, "Flores et climats en Algérie septentrionale. Déterminismes climatiques de la répartition des plantes," *Thèse Doct. Etat, Univ. Sci. Technol., Alger.* 1990.
- [177] A. Aidoud, "Contribution à l'étude des écosystèmes pâturés (Hautes Plaines Algéro-Oranaises, Algérie)," *Thès. Doc. Etat. Univ. Tech. H. Boumediène, Alger. 210p+ ann*, 1989.
- [178] H. N. Le Houerou, "La régénération des steppes algériennes," *Rapp. Mission Consult. d'évaluation. Ministère l'agriculture, Alger, ronéotypé*, 1985.
- [179] A. Bouzenoune, "Etude phytogéographique et phytosociologique des groupements végétaux du Sud oranais (wilaya de Saida)," *Th. Dot. 3 & cycle, Alger, Univ. Sci. Tech. Houari Boumediene*, 1984.
- [180] S. Djebaili, "Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des Hautes Plaines Steppiques et de l'Atlas Saharien algérien," *El Kasba. Alger*, 1978.
- [181] S. Djebaili, "Steppe algérienne, phytosociologie et écologie," *OPU, Alger*, vol. 159, 1984.
- [182] D.P.A.T, "Monographie de la wilaya de Saida," 2012.
- [183] A.N.A.T, "Plan d'aménagement de la wilaya de Saida.," p. 234, 2089.
- [184] Labani.A, "Impact du programme national de développement agricole sur les ressources hydriques cas de la wilaya de Saida," in *Séminaire national sur les ressources hydriques*, 2005.
- [185] S.A.T.E.C, "Etude développement intégré de la daïra de Saida. *Rapport technique*," 1976.
- [186] A. Halitim, "Sols des régions arides (p. 384)." *Office des Publications Universitaires, Alger*, 1988.
- [187] B.N.E.D.E.R, "Etude du développement agricole dans la wilaya de Saida. *Rapport final et documents annexes*," 1992.
- [188] M. TERRAS, "Typologie, cartographie des stations forestières et modélisations des peuplements forestiers. Cas des massifs forestiers de la wilaya de Saida (Algérie)." 2011.
- [189] F. CHALANE, "Inventaire et analyse de la phytodiversité des steppes à *Stipa tenacissima* L. dans la région de Saida (Algérie occidentale)." 2017.

- [190] S. Djebaili, Y. Djellouli, and P. Daget, "Les steppes pâturées des Hauts Plateaux algériens," *Fourrag.*, vol. 120, pp. 393–400, 1989.
- [191] A. MORSLI, "Quel avenir pour la steppe à Alfa dans le Sud-Ouest algérien?," *Forêt méditerranéenne*, 2012.
- [192] HCDS, Opérations de développement des steppes. 2012.
- [193] N. Benabadji and M. Bouazza, "Quelques modifications climatiques intervenues dans le Sud-Ouest de l'Oranie (Algérie-occidentale)," *Rev. Energ. Ren.*, vol. 3, pp. 117–125, 2000.
- [194] P. Daget, "Un élément actuel de la caractérisation du monde méditerranéen: le climat," in Colloque de la Fondation L. Emberger sur "la mise en place, l'évolution et la caractérisation de la flore et de la végétation circumméditerranéenne", *Montpellier, 9-10 avril 1980*, 1980, pp. 1–8.
- [195] R. GHARZOULI, " \_ Essai de détermination de gradients altitudinaux pluviométriques et thermiques en zone aride: application bioclimatique," *Mém. DES. Univ., Sci. Technol. H. Boumédiène, Alger*, 1977.
- [196] Y. Djellouli and S. Djebaili, "Synthèse sur les relations flore-climat en zone aride Cas de la wilaya de Saïda," *Bull. la Société Bot. Fr. Actual. Bot.*, vol. 131, no. 2–4, pp. 249–264, 1984.
- [197] H. Askri, S. Rejeb, H. Jebari, H. Nahdi, and M. N. Rejeb, "Effet du chlorure de sodium sur la germination des graines de trois variétés de pastèque (*Citrullus lanatus* L.)," *Sci. Chang. planétaires/Sécheresse*, vol. 18, no. 1, pp. 51–55, 2007.
- [198] C. D. Stalikas, "Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids," *J. Sep. Sci.*, vol. 30, no. 18, pp. 3268–3295, 2007.
- [199] W. Vermerris and R. Nicholson, *Phenolic Compound Biochemistry: In Isolation and Identification of Phenolic Compounds* p 151-196. Springer, Dordrecht, 2006.
- [200] X. F. Li, J. Wang, D. Huang, L. X. Wang, and K. Wang, "Allelopathic potential of *Artemisia frigida* and successional changes of plant communities in the northern China steppe," *Plant Soil*, vol. 341, no. 1–2, pp. 383–398, 2011.
- [201] L. V Jefferson and M. Pennacchio, "Allelopathic effects of foliage extracts from four Chenopodiaceae species on seed germination," *J. Arid Environ.*, vol. 55, no. 2, pp. 275–285, 2003.
- [202] P. Danthu, J. Roussel, and M. Neffati, "La graine et la germination d'*Acacia raddiana*," 2003.
- [203] F. Elisante, M. T. Tarimo, and P. A. Ndakidemi, "Allelopathic effect of seed and leaf aqueous extracts of *Datura stramonium* on leaf chlorophyll content, shoot and root elongation of *Cenchrus ciliaris* and *Neonotonia wightii*," *Am. J. Plant Sci.*, vol. 4, no. 12, p. 2332, 2013.
- [204] D. I. Arnon, "Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*," *Plant Physiol.*, vol. 24, no. 1, p. 1, 1949.
- [205] V. N. Tran and A. K. Cavanagh, "Structural aspects of dormancy," in *Germination and reserve mobilization*, Elsevier, 1984, pp. 1–44.

- [206] M.-H. Tseng, Y.-H. Kuo, Y.-M. Chen, and C.-H. Chou, "Allelopathic Potential of *macaranga tanarius* (L.) Muell.-arg.," *J. Chem. Ecol.*, vol. 29, no. 5, pp. 1269–1286, 2003.
- [207] K. V Dhima, I. B. Vasilakoglou, I. G. Eleftherohorinos, and A. S. Lithourgidis, "Allelopathic potential of winter cereals and their cover crop mulch effect on grass weed suppression and corn development," *Crop Sci.*, vol. 46, no. 1, pp. 345–352, 2006.
- [208] D. Côme, "Physiologie de la stratification des noyaux de Cerisier : effets de l'imbibition sur la perméabilité à l'oxygène," *Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture*, vol. 53, no. 9, pp. 623–630, 1967.
- [209] MAZLAIK., Physiologie végétale, croissance et développement .Tome 3. 1982.
- [210] V. Wilfred and R. Nicholson, Phenolic compound biochemistry, 1st ed. Springer Netherlands, 2006.
- [211] K. R. Markham and S. J. Bloor, Analysis and identification of flavonoids in practice. In Flavonoids in health and disease, Second Edi. New York, Basel, Hong Kong: Marcel Dekker Inc., 1998.
- [212] S. McDonald, P. D. Prenzler, M. Antolovich, and K. Robards, "Phenolic content and antioxidant activity of olive extracts," *Food Chem.*, vol. 73, no. 1, pp. 73–84, 2001.
- [213] C.-C. Chang, M.-H. Yang, H.-M. Wen, and J.-C. Chern, "Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods," *J. food drug Anal.*, vol. 10, no. 3, pp. 178–182, 2002.
- [214] B. Sun, J. M. Ricardo-da-Silva, and I. Spranger, "Critical Factors of Vanillin Assay for Catechins and Proanthocyanidins," *J. Agric. Food Chem.*, vol. 46, no. 10, pp. 4267–4274, Oct. 1998.
- [215] W. Brand-Williams, M. E. Cuvelier, and C. Berset, "Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity," *LWT - Food Sci. Technol.*, vol. 28, no. 1, pp. 25–30, 1995.
- [216] M. Oyaizu, "Studies on products of browning reaction: antioxidative activity of products of browning reaction prepared from glucosamine," *Japan J. Nutr. Diet.*, vol. 44, no. 6, pp. 307–315, 1986.
- [217] P. Prieto, M. Pineda, and M. Aguilar, "Spectrophotometric Quantitation of Antioxidant Capacity through the Formation of a Phosphomolybdenum Complex: Specific Application to the Determination of Vitamin E," *Anal. Biochem.*, vol. 269, no. 2, pp. 337–341, 1999.
- [218] T. Sun and C.-T. Ho, "Antioxidant activities of buckwheat extracts," *Food Chem.*, vol. 90, no. 4, pp. 743–749, 2005.
- [219] G. de La Mensbrughe, "Semis et plantations," 1966.
- [220] M. Kruse, M. Strandberg, and B. Strandberg, "NERI technical report, 315: Ecological effects of allelopathic plants: a review," 2000.
- [221] M. I. Hussain and M. J. Reigosa, "Allelochemical stress inhibits growth, leaf water relations, PSII photochemistry, non-photochemical fluorescence quenching, and heat energy dissipation in three C3 perennial species," *J. Exp. Bot.*, vol. 62, no. 13, pp. 4533–4545, 2011.

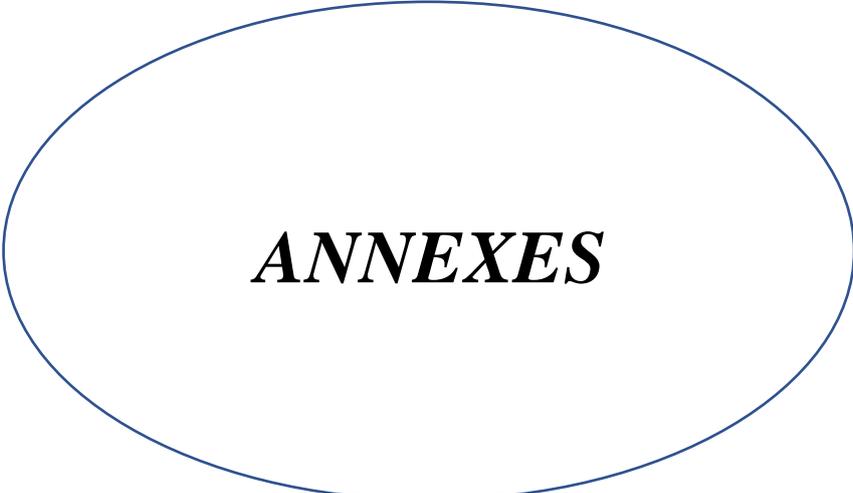
- [222] U. K. Sahoo, L. Jeecelee, K. Vanlalhriatpuia, K. Upadhyaya, and J. H. Lalremruati, "Allelopathic Effects of Leaf Leachate of *Mangifera indica* L. on Initial Growth Parameters of Few Home Garden Food Crops," *World Appl. Sci. J.*, vol. 10, no. 12, pp. 1438–1447, 2010.
- [223] R. O. Oyerinde, O. O. Otusanya, and O. B. Akpor, "Allelopathic effect of *Tithonia diversifolia* on the germination, growth and chlorophyll contents of maize (*Zea mays* L.)," *Sci. Res. Essays*, vol. 4, no. 12, pp. 1553–1558, 2009.
- [224] C.-M. Yang, C.-N. Lee, and C.-H. Chou, "Effects of three allelopathic phenolics on chlorophyll accumulation of rice (*Oryza sativa*) seedlings: I. Inhibition of supply-orientation," *Bot. Bull. Acad. Sin.*, vol. 43, 2002.
- [225] L. R. Askham and D. R. Cornelius, "Influence of desert saltbush saponin on germination," *J. Range Manag.*, vol. 24, no. 6, pp. 439–442, 1971.
- [226] F. N. Uygur and N. Iskenderoglu, "Allelopathic and bioherbicidal effect of the parts of plant residues on the growth of both weeds and corn," in *Proceedings of 7th Turk Phytopatology Congress, Sept, 1995*, pp. 26–29.
- [227] F. A. Macías, R. M. Oliva, R. M. Varela, A. Torres, and J. M. G. Molinillo, "Allelochemicals from sunflower leaves cv. Peredovick," *Phytochemistry*, vol. 52, no. 4, pp. 613–621, 1999.
- [228] J. J. Ferguson and B. Rathinasabapathi, "Allelopathy: How plants suppress other plants (online)." *University of Florida, IFAS Extension*, 2009.
- [229] S. Hussain, S. U. Siddiqui, S. Khalid, A. Jamal, A. Qayyum, and Z. Ahmad, "Allelopathic potential of Senna (*Cassia angustifolia* Vahl.) on germination and seedling characters of some major cereal crops and their associated grassy weeds," *Pakistan J. Bot.*, vol. 39, no. 4, p. 1145, 2007.
- [230] M. De Raïssac, P. Marnotte, and S. Alphonse, "Interactions entre plantes de couverture, mauvaises herbes et cultures: quelle est l'importance de l'allélopathie?," *Agric. développement*, no. 17, pp. 40–49, 1998.
- [231] J. O. Siqueira, M. G. Nair, R. Hammerschmidt, G. R. Safir, and A. R. Putnam, "Significance of phenolic compounds in plant-soil-microbial systems," *CRC. Crit. Rev. Plant Sci.*, vol. 10, no. 1, pp. 63–121, 1991.
- [232] U. Blum, S. R. Shafer, and M. E. Lehman, "Evidence for inhibitory allelopathic interactions involving phenolic acids in field soils: concepts vs. an experimental model," *CRC. Crit. Rev. Plant Sci.*, vol. 18, no. 5, pp. 673–693, 1999.
- [233] U. Blum, "The value of model plant-microbe-soil systems for understanding processes associated with allelopathic interaction: one example," in *ACS Symposium Series*, 1995, vol. 582, pp. 127–131.
- [234] U. Blum and J. Rebbeck, "Inhibition and recovery of cucumber roots given multiple treatments of ferulic acid in nutrient culture," *J. Chem. Ecol.*, vol. 15, no. 3, pp. 917–928, 1989.
- [235] B. R. Blum, U., & Dalton, "Effects of ferulic acid, an allelopathic compound, on leaf expansion of cucumber seedlings grown in nutrient culture.," *J. Chem. Ecol.*, vol. 11, no. 3, pp. 279–301, 1985.

- [236] M. J. Reigosa, N. Pedrol, and L. González, Allelopathy: a physiological process with ecological implications. *Springer Science & Business Media*, 2006.
- [237] J. Friedman, “Allelopathy, autotoxicity, and germination,” in *Seed development and germination*, Routledge, 2017, pp. 629–644.
- [238] T. Sun, J. R. Powers, and J. Tang, “Evaluation of the antioxidant activity of asparagus, broccoli and their juices,” *Food Chem.*, vol. 105, no. 1, pp. 101–106, 2007.
- [239] G. Miliauskas, P. R. Venskutonis, and T. A. Van Beek, “Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts,” *Food Chem.*, vol. 85, no. 2, pp. 231–237, 2004.
- [240] M. S. Stanković, M. Petrović, D. Godjevac, and Z. D. Stevanović, “Screening inland halophytes from the central Balkan for their antioxidant activity in relation to total phenolic compounds and flavonoids: Are there any prospective medicinal plants?,” *J. Arid Environ.*, vol. 120, pp. 26–32, 2015.
- [241] M. M. Abu-Zanat, F. M. Al-Hassanat, M. Alawi, and G. B. Ruyle, “Oxalate and tannins assessment in *Atriplex halimus* L. and *A. nummularia* L.,” *J. range Manag.*, vol. 56, no. 4, pp. 370–374, 2003.
- [242] S. Nazir, M. Qasim, B. Gul, and M. Khan, Antioxidant properties and phenolic composition of coastal halophytes commonly used as medicine, vol. 15. 2018.
- [243] R. Ksouri *et al.*, “Influence of biological, environmental and technical factors on phenolic content and antioxidant activities of Tunisian halophytes,” *C. R. Biol.*, vol. 331, no. 11, pp. 865–873, 2008.
- [244] D. Atmani *et al.*, “Antioxidant capacity and phenol content of selected Algerian medicinal plants,” *Food Chem.*, vol. 112, no. 2, pp. 303–309, 2009.
- [245] N. Bentabet, Z. Boucherit-Otmani, and K. Boucherit, “Composition chimique et activité antioxydante d’extraits organiques des racines de *Fredolia aretioides* de la région de Béchar en Algérie,” *Phytothérapie*, vol. 12, no. 6, pp. 364–371, 2014.
- [246] Z. Chen, R. Bertin, and G. Frolidi, “EC50 estimation of antioxidant activity in DPPH assay using several statistical programs,” *Food Chem.*, vol. 138, no. 1, pp. 414–420, 2013.
- [247] H. J. Motulsky and L. A. Ransnas, “Fitting curves to data using nonlinear regression: a practical and nonmathematical review,” *FASEB J.*, vol. 1, no. 5, pp. 365–374, 1987.
- [248] N. Belyagoubi-Benhammou, L. Belyagoubi, and F. A. Bekkara, “Phenolic contents and antioxidant activities in vitro of some selected Algerian plants,” *J. Med. Plants Res.*, vol. 8, no. 40, pp. 1198–1207, 2014.
- [249] H. Talbi, A. Boumaza, K. El-mostafa, J. Talbi, and A. Hilali, “Evaluation of antioxidant activity and physico-chemical composition of methanolic and aqueous extracts of *Nigella sativa* L.,” *Mater. Environ. Sci.*, vol. 6, no. 4, pp. 1111–1117, 2015.
- [250] N. Bougandoura and N. Bendimerad, “Evaluation de l’activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha* ssp. *Nepeta* (L.) Briq.,” *Nat. Technol.*, no. 9, p. 14, 2013.
- [251] S.-M. Jeong *et al.*, “Effect of heat treatment on the antioxidant activity of extracts from citrus peels,” *J. Agric. Food Chem.*, vol. 52, no. 11, pp. 3389–3393, 2004.

- [252] S. B. Tahar, M. H. Mahammed, and M. Yousfi, "Study of the antioxidant activity of phenolic extracts of *Atriplex halimus* L and *Haloxylon scoparium* pomel from northern Sahara (French)," *Ann. des Sci. Technol.*, vol. 7, no. 1, 2015.
- [253] M. Cheurfa and R. Allem, "Evaluation of antioxidant activity of different extracts of *Aloisia triphylla* leaves (L'Herit.) from Algeria in vitro," 2016.
- [254] S. Oueslati, N. Trabelsi, M. Boulaaba, J. Legault, C. Abdelly, and R. Ksouri, "Evaluation of antioxidant activities of the edible and medicinal *Suaeda* species and related phenolic compounds," *Ind. Crops Prod.*, vol. 36, no. 1, pp. 513–518, 2012.
- [255] M. Nee, "Biological control of weeds and plant diseases: Advances in applied allelopathy. By Elroy L. Rice," *Brittonia*, vol. 49, no. 1, p. 70, 1997.
- [256] C. S. (eds) Putnam, A. R. and Tang, *The Science of Allelopathy*. Wiley, New York., 1986.
- [257] M. A. Khan and N. C. Duke, "Halophytes—A resource for the future," *Wetl. Ecol. Manag.*, vol. 9, no. 6, pp. 455–456, 2001.
- [258] R. Kumar, "Anti-nutritional factors, the potential risks of toxicity and methods to alleviate them," *Legum. trees other Fodd. trees as protein source livestock. FAO Anim. Prod. Heal. Pap.*, vol. 102, pp. 145–160, 1992.
- [259] S. I. Mirmazloum, K. Szabo, V. PoorKalhor, and É. Németh, "Effects of different levels of NaCl and CaCl<sub>2</sub> on seed germination characteristics of *Melissa officinalis* L. and *Ocimum basilicum* L.," *Int. J. Hortic. Sci.*, vol. 16, no. 5, pp. 21–25, 2010.
- [260] H. Falleh *et al.*, "Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities," *C. R. Biol.*, vol. 331, no. 5, pp. 372–379, 2008.
- [261] S. D. Cohen, J. M. Tarara, G. A. Gambetta, M. A. Matthews, and J. A. Kennedy, "Impact of diurnal temperature variation on grape berry development, proanthocyanidin accumulation, and the expression of flavonoid pathway genes," *J. Exp. Bot.*, vol. 63, no. 7, pp. 2655–2665, 2012.
- [262] J. Tonietto and A. Carbonneau, "Thermal regime during ripening of grapes in the vineyard geoclimate(French)," in *Embrapa Uva e Vinho-Artigo em anais de congresso (ALICE)*, 2002, pp. 279–289.
- [263] P. Duchaufour and E. Masson, abstract *Pedology. Soil, vegetation, environment(French)*, 5ème édit. Paris ; Milan ; Barcelone : Masson, 1997 (*impr. en Belgique*), 1997.
- [264] K. E. Effe, S. L. Kouakou, and G. Irié-N'Guessan, "Antioxidant Activity and Hepatoprotective Effect of an Aqueous Extract of *Alchornea cordifolia* Leaves," *Pharmacol. Pharm.*, vol. 8, no. 11, pp. 369–380, 2017.
- [265] R. Scherer and H. T. Godoy, "Antioxidant activity index (AAI) by the 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method," *Food Chem.*, vol. 112, no. 3, pp. 654–658, 2009.
- [266] C. H. Foyer and G. Noctor, "Tansley Review No. 112 Oxygen processing in photosynthesis: regulation and signalling," *New Phytol.*, vol. 146, no. 3, pp. 359–388, 2000.
- [267] M. Brosché, K. Overmyer, M. Wrzaczek, J. Kangasjärvi, and S. Kangasjärvi, "Stress Signaling III: Reactive Oxygen Species (ROS)," in *Abiotic Stress Adaptation in Plants: Physiological, Molecular and Genomic Foundation*, A. Pareek, S. K. Sopory, and H. J.

Bohnert, Eds. *Dordrecht: Springer Netherlands*, 2010, pp. 91–102.

- [268] M. Ashraf, “Biotechnological approach of improving plant salt tolerance using antioxidants as markers,” *Biotechnol. Adv.*, vol. 27, no. 1, pp. 84–93, 2009.
- [269] M. Hanana, L. Hamrouni, O. Cagnac, and E. Blumwald, “Mechanisms and cellular strategies of tolerance to salinity (NaCl) in plants (French),” *Environ. Rev.*, vol. 19, no. NA, pp. 121–140, 2011.
- [270] H. Lai and Y. Lim, “Evaluation of antioxidant activities of the methanolic extracts of selected ferns in Malaysia,” *Int. J. Environ. Sci. Dev.*, vol. 2, no. 6, pp. 442–447, 2011.
- [271] I. F. F. Benzie and J. J. B. T.-M. in E. Strain, “[2] Ferric reducing/antioxidant power assay: Direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration,” in *Oxidants and Antioxidants Part A*, vol. 299, *Academic Press*, 1999, pp. 15–27.



***ANNEXES***

Annexes

Planche. I



**Photo 1** : Feuilles et racines de *Atriplex halimus* broyés en poudre fine



**Photo 2** : Feuilles et racines de *Atriplex nummularia* broyés en poudre fine

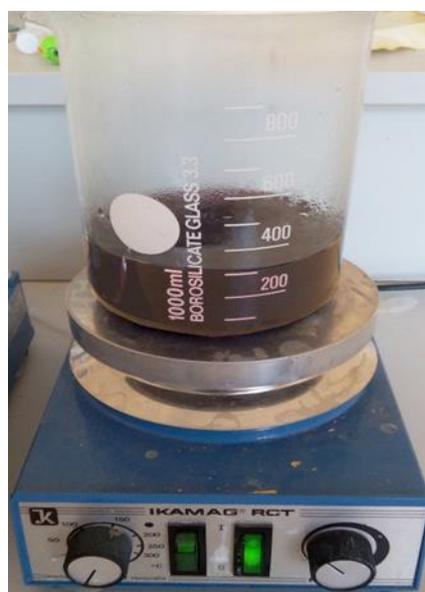


**Photo 3** : Feuilles et racines de *Atriplex canescens* broyés en poudre fine



**Photo 4 :** les graines de *Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum*, *Artemisia herba-Alba*

**Planche. II**



**Photo 5 :** Macération des feuilles d'*atriplex canescens* 24g/300ml



**Photo 6 :** La filtration des solutions brutes des feuilles et des racines d'*atriplex*

## Planche. III



Photo 7 : Germination des différents grains témoins

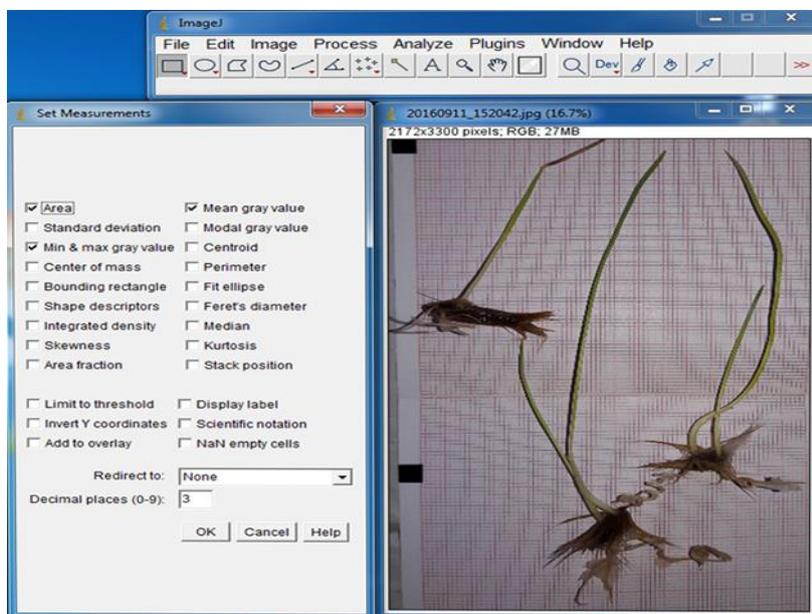
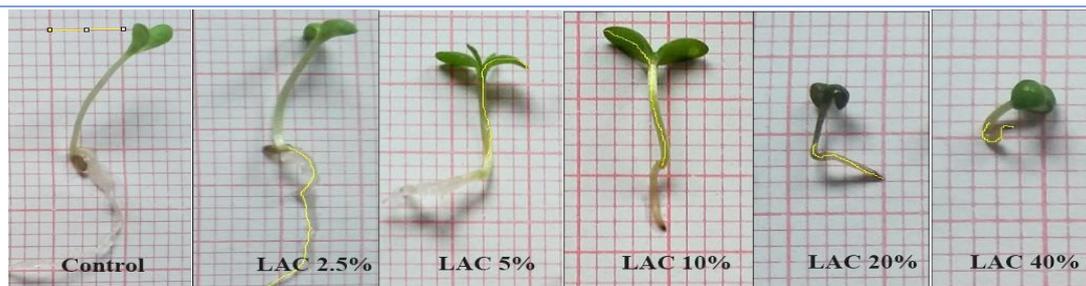
Photo 8 : Germination des différentes graines sous la concentration 20% d'*Atriplex halimus*

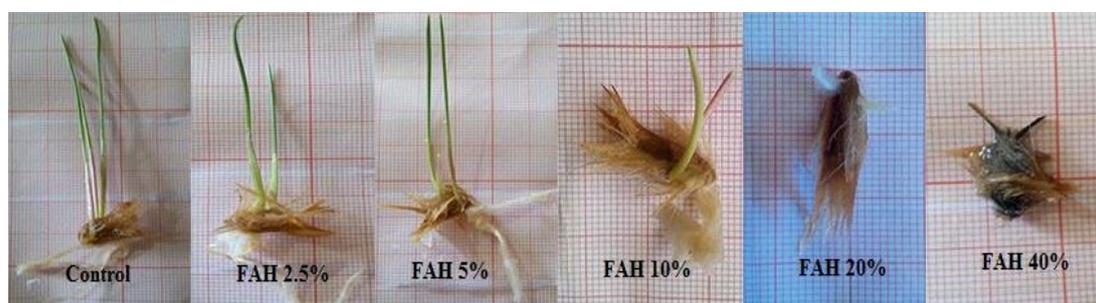
Photo 9: logiciel Imagej v.10 pour la mesure des longueurs et les surfaces des végétaux



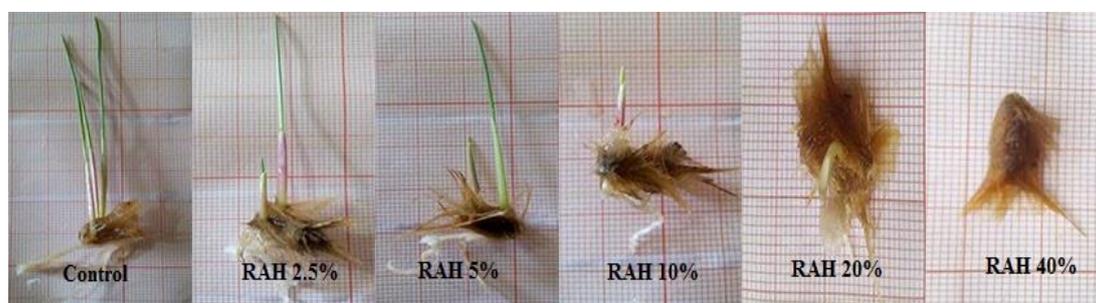
**Photo 10 :** Détermination de la longueur des feuilles et des racines des plantules *d'Artemisia herba-Alba* sous l'effet des extraits de feuilles d'*Atriplex canescens* (FAC)



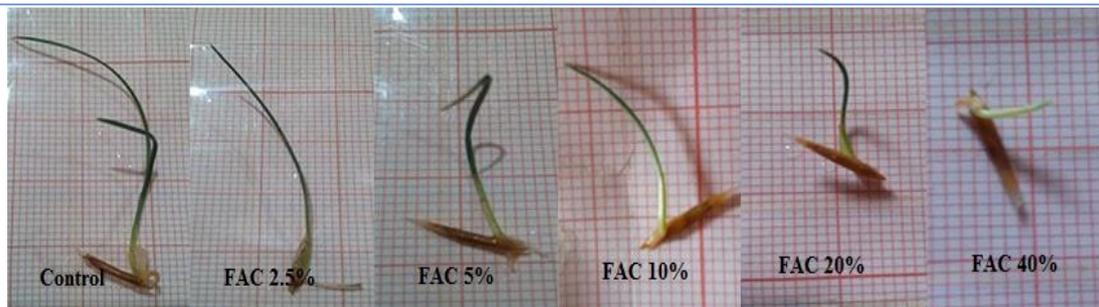
**Photo 11 :** Détermination de la longueur des feuilles et des racines des plantules *d'Artemisia herba-Alba* sous l'effet des extraits de racines d'*Atriplex canescens* (RAC)



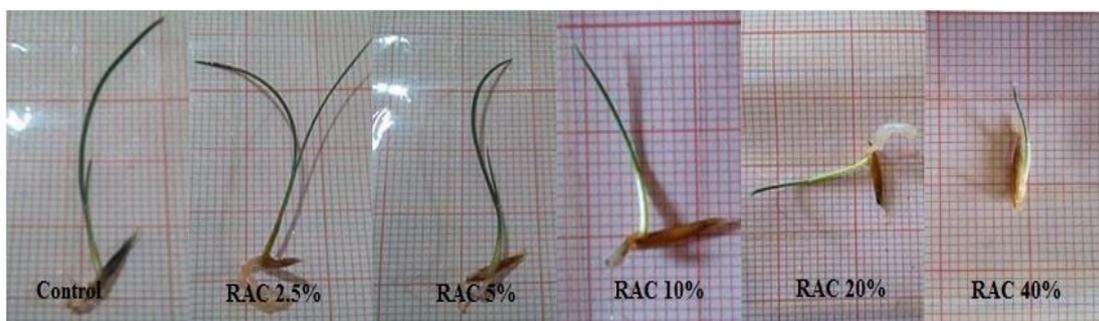
**Photo 12 :** Détermination de la longueur des feuilles et des racines des plantules *de Lygeum spartum* sous l'effet des extraits de feuilles d'*Atriplex halimus* (FAH)



**Photo 13 :** Détermination de la longueur des feuilles et des racines des plantules *de Lygeum spartum* sous l'effet des extraits de racines d'*Atriplex halimus* (RAH)



**Photo 14 :** Détermination de la longueur des feuilles et des racines des plantules de *Stipa tenacissima* sous l'effet des extraits de feuilles d'*Atriplex nummularia* (FAC)



**Photo 15 :** Détermination de la longueur des feuilles et des racines des plantules de *Stipa tenacissima* sous l'effet des extraits de feuilles d'*Atriplex nummularia* (RAC)



**Photo 16 :** germination des graines (*Lygeum spartum*, *Stipa tenacissima*, *Artemisia herba-Alba*)

Planche. IV



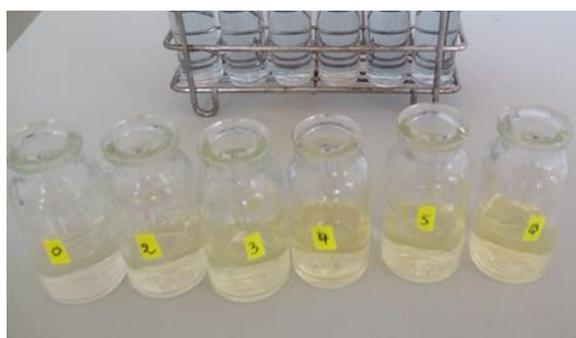
**Photo 17** : Un ensemble d'Extracteur de Soxhlet



**Photo 18** : Extraction liquide liquide (ampoule de décantation)



**Photo 19 :** Préparation de la courbe d'étalonnage des polyphénols

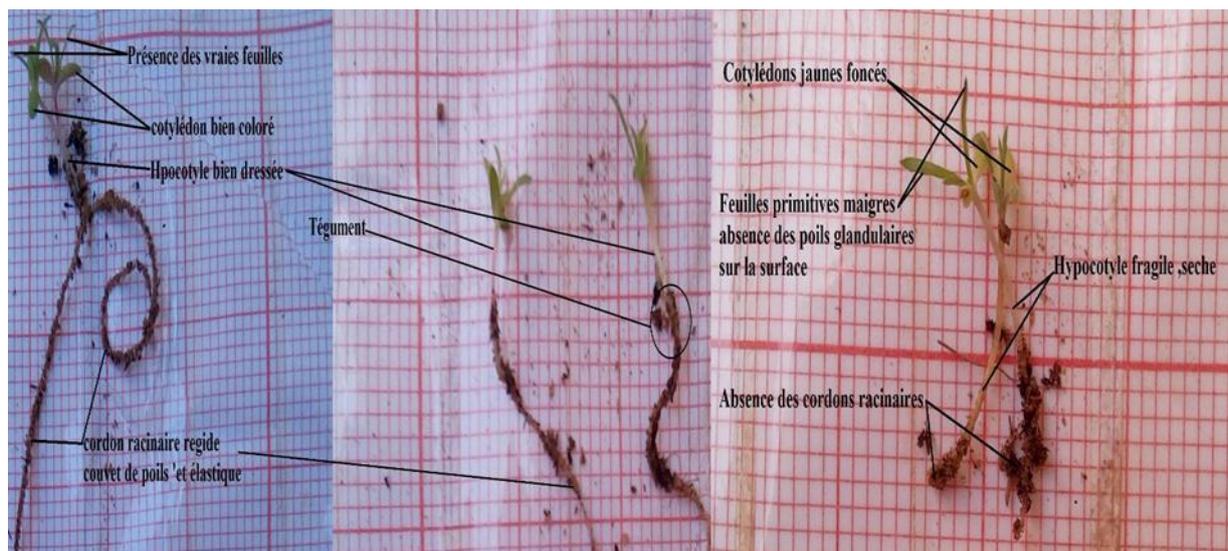


**Photo 20 :** Préparation de la courbe d'étalonnage du Quercétine



**Photo 21 :** Préparation de la courbe d'étalonnage des tanins condensés

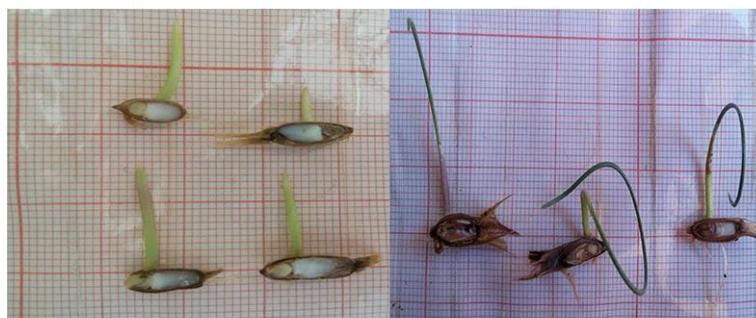
## Planche. V



Germination du lot (D)

Anomalies observées dans les lots A1+A2

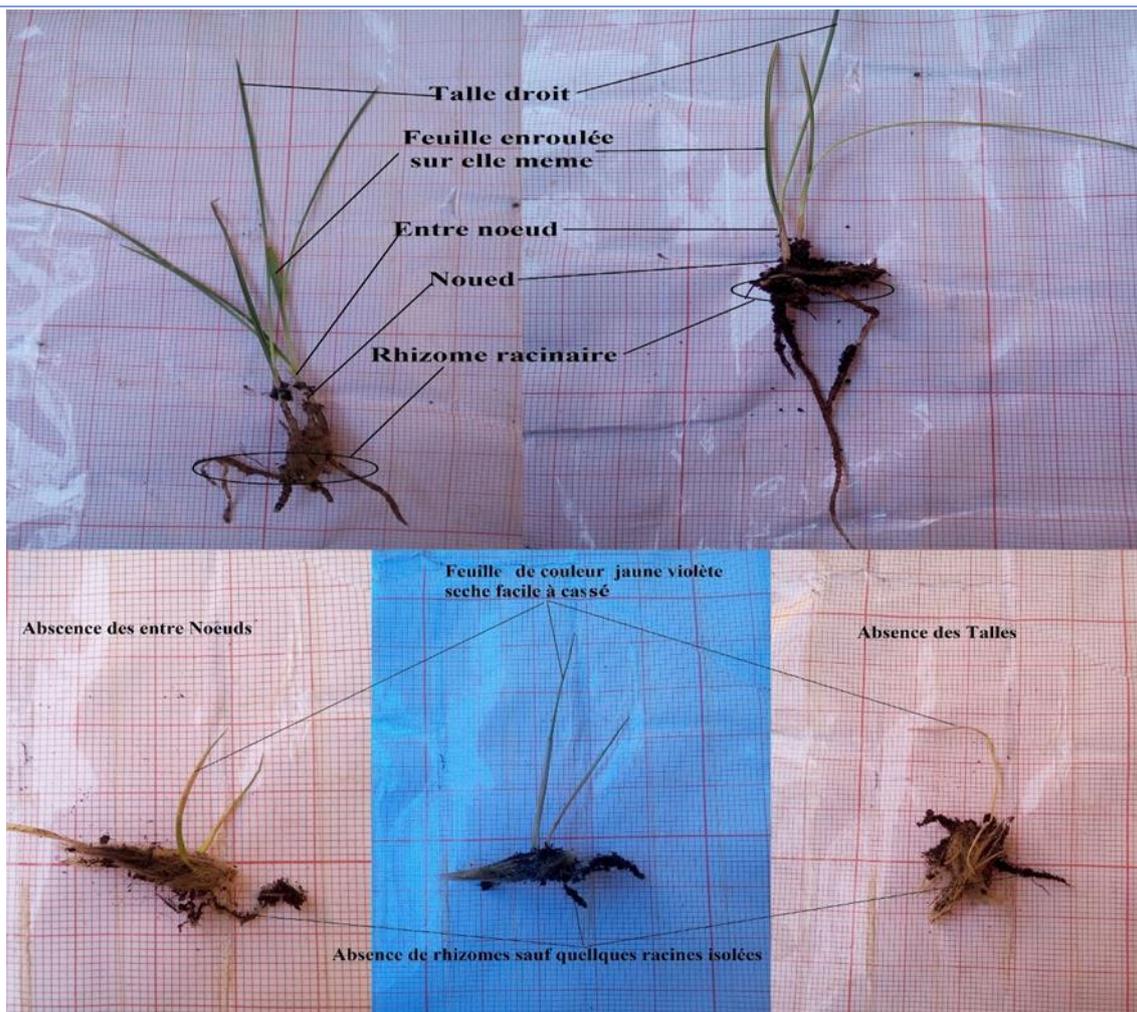
**Photo 22 :** Les anomalies de croissance observées chez les jeunes pousses d'*Artemisia herba-Alba* dans les lots (A1+A2) comparées avec le témoin (D)



Réserve de la graine saint

Réserve de la graine atteint

**Photo 23 :** Malformations observées dans les graines au cours de la croissance des jeunes pousses de *Lygeum spartum* traités avec (A2+A3)



**Photo 24 :** Les anomalies de croissance observées chez les jeunes pousses de *Lygeum spartum* dans les lots (B2+B3) comparées avec le témoin (D)



***COMMUNICATIONS***  
***ET***  
***PUBLICATIONS***

**Communications et publications**

**Mellal Tahar :** Reconfronter le système agraire algérien et son modèle fragile face aux défis mondiaux séminaire national sur la durabilité des système agraires le 27 avril 2016 mascara Algérie.

**Mellal Tahar :** la contribution à l'étude allélopathique des trois *Atriplex* (*A. nummularia*, *A. canescens*, *A. halimus*) sur la germination de quelques espèces steppiques 3ieme journée scientifique des géosciences de l'environnement Saïda le 10 mars 2016. Algérie

**Mellal Tahar :** utilisation géographique (SIG) pour la création d'une base de données phytoécologique dans la daïra de Ouled Brahim. 3ieme journée scientifique des géosciences de l'environnement Saïda le 10 mars 2016. Algérie

**Mellal Tahar :** effet allélopathique de *l'atriplex halimus* sous stress salin, sur les paramètres de croissances de *Lygeum spartum*. 4ieme journée scientifique des géosciences de l'environnement Saïda le 10 mars 2018. Algérie

**Mellal Tahar:** total content of phenols, flavonoids and tannins- antioxidant activity of plant *Atriplex nummularia*. 4ieme journée scientifique des géosciences de l'environnement Saïda le 10 mars 2018. Algérie



## Assessment of the Allelopathic Effect of (*Atriplex Canescens*) “Fourwing Saltbush” on Germination of Seeds and Growth Parameters of (*Artemisia Herba-Alba Asso*)

Mellal Tahar<sup>1\*</sup>, Labani Abderrahmane<sup>1</sup>, Rechache Mustapha<sup>2</sup>, Terras Mohamed<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratory "Water resources and environment" Department of Biology, Faculty of Sciences. University Dr. Moulay Tahar.20000 Saïda, Algeria.

<sup>2</sup> Laboratory of Macromolecular Physical Chemistry, Department of Chemistry, University of Oran1 Ahmed Ben Bella, BP 1524 EL-M'Naouer, Oran 31100, Algeria.

### ABSTRACT

This work was done to evaluate allelopathic effects on seed germination of *Artemisia herba-alba*. Two aqueous extracts at different concentrations of leaves (LAC) and roots (RAC) of *Atriplex canescens* were prepared from: 2,5%; 5%; 10%;20% and 40%. They were used methodically on the seeds of *Artemisia herba-alba*. The results obtained showed that the bioassays had an inhibitory effect on the rate and speed of germination, shoot elongation, root development, and fresh and dry weight. The content of chlorophyll in the leaves decreased proportionally with the increase in the concentration of the Aqueous extracts of leaves (LAC) and roots (RAC) of *Atriplex canescens*. The higher concentration showed a significant inhibitory effect on the germination of seeds of *Artemisia herba-alba*.

**Keywords:** Assessment, Allelopathy, *Atriplex Canescens*, Germination, Chlorophyll, *Artemisia Herba-Alba*.

**Corresponding author:** Mellal Tahar

**e-mail** ✉ [ecomellal@live.fr](mailto:ecomellal@live.fr)

**Received:** 04 October 2018

**Accepted:** 27 March 2019

### 1. INTRODUCTION

Despite the negative statements on the allelopathic phenomena for thousands of years, this science has been new, and the term Allelopathy was invented by Molisch (1937) (Nee, 1997). It is a process which results in the release of phytotoxic compounds by a plant to the environment to inhibit the growth of another plant sharing the same habitat Whittaker & Feeny (1971). It is important to know that the allelopathy is explained by the addition of the chemical compounds in the environmental medium, while the interference posed by Muller (1969) indicated the harmful influence of a plant on the others. Most allelopathic experiments have been done on the inhibiting aspects, but the stimulating effects have been probably so routine and subtle in nature that they have generally been neglected Willis (2007). Molisch (1937) expressed well that all the chemicals inhibiting substances of a plant with distinctive concentrations would probably be stimulating with lesser contractions and vice versa. So, this phenomenon usually covered the inhibitory and stimulatory effects through allelochemical substances. The majority of allelopathic compounds were secondary metabolites, including substances that are released by plants into their environment through four ecological processes including: volatilization, leaching, breakdown of vegetables residues, and root exudation (Chou, 2010). Degradation and allelopathy are among the most distinguished aspects of the handled ecosystems. The impacts of the degradation have been reflected by the erosion of biodiversity and the eradication of certain plants. The

preservation and development of rangelands have been focused on defending; but recourse to the introduction of exotic species has been getting widespread. *Atriplex canescens* is among the species that have been introduced on a large scale in arid Algerian pastures. This species has been well known as a shrub, resistant to drought and salt, and it provides forage mainly to sheep and cattle during the dry season (Abderrahmane et al., 2014). On this subject, the opinions differed with regard to the utility from the use of this species. A field survey has shown that planting *A. canescens* had a negative impact on seed germination and the development of some important native forage plants in Algerian rangelands such as *Artemisia herba-alba*. Chemical exudates of some plants have been reported as agents responsible for allelopathy on the growth and development of neighboring plants and thus affecting normal growth in their natural environment (Putnam & Tang, 1986; Rice, 1984). Inhibitory allelopathic effects resulted from the action of allelochemical groups that interfered collectively in various physiological processes; modifying plant growth patterns (Kil & Shim, 2006). The purpose of the present study was to evaluate the negative impact of allelopathy of the various aqueous extracts obtained from the (FAC) and (RAC) of *Atriplex canescens* on the germination, growth and development of *Artemisia herba-alba*.

### 2. MATERIAL AND METHODS

#### 2.1. Seed treatment and extract preparation

After the ripening of the seeds of *Artemisia herba-alba* asso, the samples were collected on 15/12/2017 from a natural population located in the area of "Taoudmout west of the city of Saïda, Algeria". The seeds were disinfected with hydrogen peroxide titrating 10% (w / v) for 20 minutes, followed by four

rinses with deionized water, and then stored dry at room temperature before the germination test.

## 2.2. Liquid solid extraction

The preparations of *Atriplex canescens* extracts were made from leaves and roots of samples taken from "Ain Skhouna south of the city of Saïda, Algeria" Dec 2017, the leaves and roots were separated and dried in a hot air dryer at 45°C. The samples were ground to a fine powder and packaged before being used for solvent extraction (Stalikas, 2007). The extractions were used to extract the active ingredients (Vermerris & Nicholson, 2006). The maceration of 80 g of the powder of each sample (roots and leaves) was diluted in a volume of one liter of distilled water, with magnetic stirring for 72 h at a temperature of  $(0 \pm 4^\circ\text{C})$ , by adding a reducing agent (ascorbic acid), to ensure the protection of phenolic compounds (Macheix & Jay, 2005). The procedure was repeated 3 times until the exhaustion of plant material. The extract of 80 g<sup>l</sup> inhibited 100% germination of the seeds, and because of static representativeness, half of 80 g<sup>l</sup> (40 g<sup>l</sup>) was used, which showed that the sample was representative when a threshold was crossed 50%. The solutions were filtered through double layers of sterile wattman paper. The desired concentrations of (LAC) and (RAC); (0% distilled water, 2,5%;5%;10%;20% and 40%) were prepared by the addition of distilled water and methanol. Different concentrations were stored at 4°C until its use (Li et al., 2011).

## 2.3. Experimental protocol

### 2.3.1. Germination of the seeds of *Artemisia herba-alba*

Twenty tested seeds of species of *Artemisia herba-alba* were placed in boxes of Petri dishes lined with 2 layers of the absorbent paper, for conducting 4 repetitions of each concentration of (LAC) and (RAC). The experiment of 6 complete random batches, started from the 1st until the 20<sup>th</sup> day, then the control boxes were soaked daily into distilled water, and the other boxes were soaked into the solutions of concentrations. This culture was carried out in a culture chamber at 12°C and photoperiods of 12h /12h. The counting of germination was carried out everyday, the date of germination corresponded to the bursting of the radicle.

### 2.3.2. Measurement techniques of shoots and roots of young seedlings

After the period of germination, the lengths of shoots and roots of young plants of *Artemisia herba-alba* of each of the Petri dishes were evaluated. Ten young plants were randomly removed and placed on a graph paper, and photographed individually, and then the images were transferred to the Scion ImageJ 1.48V software for determining the lengths of the roots and shoots. The measures of the fresh and dry weights were carried out by weighing young plants of different concentrations in the fresh and dry states (Figure 1; 2).

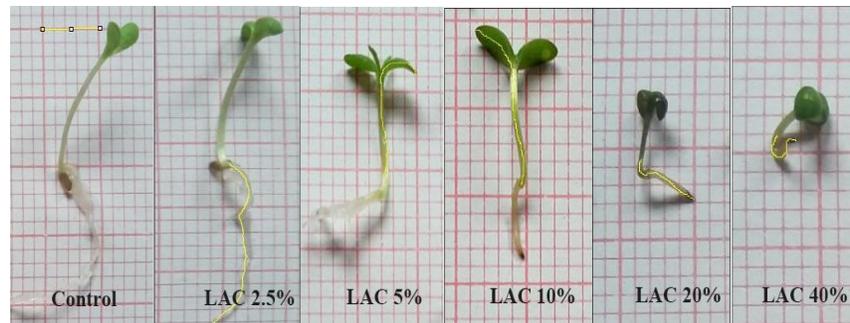


Fig. 1 . Determining the lengths of shoots and roots of *Artemisia herba-alba. asso* seedlings, by the extracts of the roots of *Atriplex canescens* (RAC).



Fig. 2. Determining the lengths of shoots and roots of *Artemisia herba-alba. asso* seedlings, by the extracts from the leaves of *Atriplex canescens* (LAC).

### 2.3.3. Determination of the chlorophyll content of the leaves of *Artemisia herb-alba*.

100 mg leaf tissue of each treatment were collected, and then placed in glass vials containing 7 ml of dimethyl sulphoxide (DMSO). An incubation at 65°C for 48 hours was applied, the process was followed by the addition of 10 ml of (DMSO) in each

vial. The products were stored at 4°C until the time of the analysis, this was a technique used by Elisante et al. (2013). The extraction of chlorophyll from the leaves of the plant was carried out without crushing and centrifugation (Arnon, 1949). The evaluation of the chlorophyll was made by the

spectrophotometer (OPTIZEN3220 UV), the values obtained were calculated using Arnon's equation:

$$\text{Total chlorophyll} \left( \text{TCHL.} \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = 20,2D_{645} + 8,02D_{663}$$

#### 2.4. statistical analysis

The data were subjected to the statistical analysis of variance (ANOVA), using software (IBM SPSS Statistic V.24). If a significant difference was found between the means, a pairwise comparison test of HSD Tukey at ( $p \leq 0,05$ ) between the individual treatments were used to define the statistical significance. The parameters evaluated in this study included:

#### 2.5. Germination rate

$$GR = ((Ni) / (Nt) \times 100)$$

where: GR: germination rate; Ni: total number of germinated seeds; NT: total number of tested seeds (Tran & Cavanagh, 1984).

#### 2.6. Percentage of inhibition

$$I\% = ((control - Extract) / control) \times 100$$

where: I %: percentage of inhibition compared to the witness. [206], [207].

Inhibition (inh) or stimulation (stim), shoot and root lengths, fresh and dry weights as well as total chlorophyll contents were accumulated in the leaves.

*Kinetics of germination:* It was estimated by the rate of germination according to time (days), varying by the various aqueous concentrations.

#### 2.7. Speed of germination

$$\text{Velocity coefficient} = ((\sum n) / (\sum (n \cdot Jn)) \times 100)$$

The velocity coefficient (CV) of Kotowski (1926), which was expressed by the comparison of the germination times of each tested seed, where n is the number of seeds germinated in a day, and Jn presents the number of days after seeding. When this

style of the formula of the speed of germination was adopted, the calculation was done based on Harrington (1962) and Côme (1967).

$$\frac{N_1 T_1 + N_2 T_2 + N_3 T_3 + \dots + N_n T_n}{N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_n}$$

Where  $N_1$  is the number of seeds germinated at the time of  $T_1$ ,  $N_2$  is the number of seeds germinated at time  $T_2$ , and  $N_n$  is the number of seeds germinated at time  $T_n$ . This formula corresponded to the reverse x100 of the "coefficient of velocity" of Kotowski (1926).

### 3. RESULTS

The results obtained in (Tables 1, 2 and 3), clearly showed the negative effects of the (LAC) and (RAC) extracts, on the parameters of the growth of the seedling of *Artemisia herba-alba*.

#### 3.1. Kinetics of germination

The evolution of the percentages of germination in the function of time (20 days) has been represented in the (Figs. 3 & 4). The seeds seemed to tolerate the concentrations of 2,5% and 5% of the two aqueous solutions of (LAC) and (RAC), which were located above the witness curve, with time intervals varying between 6 to 16 days for leaves, and between 6 to 20 days for root concentrations. The germination rate started to slow down from 10%, in a way more accentuated for the first treatment, while the seeds submitted to the second treatment became sensitive than 20%. This kinetics had no particular meaning. A slowdown of the phenomenon of germination was noted when the concentrations were increased. Although the halophytes were highly developed morphologically and physiologically to tolerate salinity (Khan & Duke, 2001), they accumulated unwanted antinutrients, including salts and oxalates (Kumar, 1992), which constituted themselves by sodium or potassium oxalate and the oxalic acid. Thus, the presence of high doses of NaCl caused the osmotic potential to drop, which might delay or prevent the absorption of  $H_2O$  necessary for germination (Mirmazloum et al., 2010) (Figure 3;4).

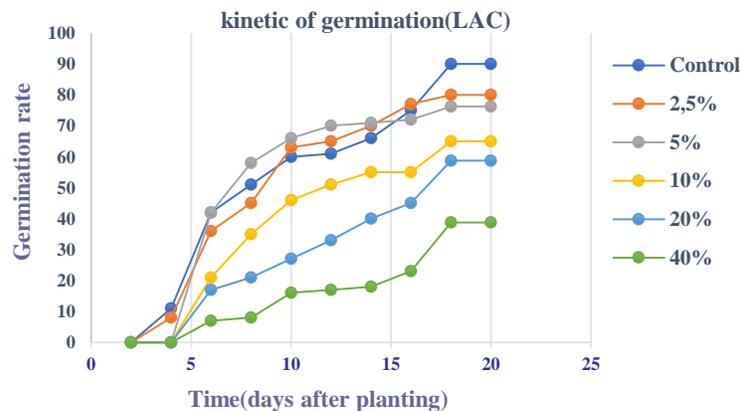


Fig. 3. The response of seed germination of *Artemisia herba-alba* asso, under the effect of changes in concentrations of (LAC), as a function of time (25 days).

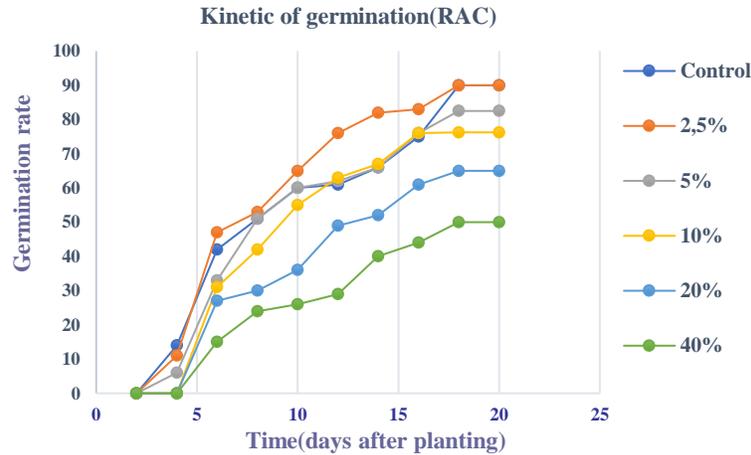


Fig. 4 . The response of seed germination of *Artemisia herba-alba asso*, under the effect of changes in concentrations of (RAC), as a function of time (25 days).

**3.2. Speed of germination**

For whole treatments, the coefficient of velocity ( $C_v$ ) increased with concentrations, this increase was visible(10%), which corresponded to 10 days in both treatments, it had a significant effect ( $p \leq 0,05$ ) in the control. The low concentration of 5% in both (Figures 3,4) had no significance ( $p = 1$ ) in the control. The 2,5% concentration of (LAC) with a ( $C_v$ ) of 10 days was significant ( $p \leq 0,05$ ); on the other hand, the 2,5% concentration of (RAC) with a ( $C_v$ ) of 7 days was not significant ( $p = 0,192$ ) in

the control. The results were compared with those of Nedjimi *et al.* (2013) who showed that the addition of  $10g^1$  of doses of  $CaCl_2$  to the culture medium decreased the speed of germination of *Atriplex halimus*, but did not seem to affect the speed of germination of *Atriplex Amnicola* and *Atriplex Lentiformis*; only starting from  $15g/1de$  NaCl, the results could be explained by the physiological role of the toxic saline components of the halophyte as (oxalic acid) which precipitated and affected the growth target fabrics (Munns, 2002) (Figure 5 & 6).

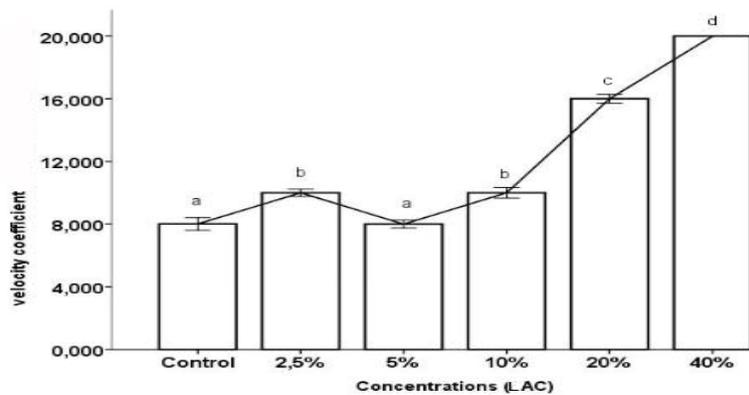


Fig. 5 . Velocity Coefficient ( $C_v$ ) of *Artemisia herba-alba asso* seeds germination as a function of concentration (LAC).

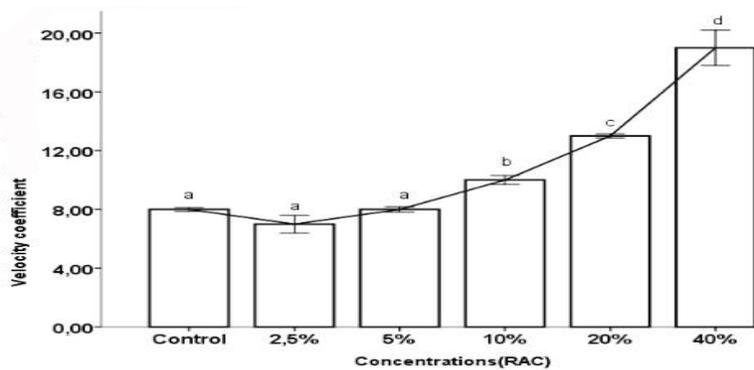


Fig. 6 . Velocity Coefficient ( $C_v$ ) of *Artemisia herba-alba asso* seeds germination as a function of concentration (RAC)

### 3.3. Effects of (LAC) extracts on *Artemisia herba-alba* growth parameters

#### 3.3.1. Effect on germination rate (GR)

The results showed that the high concentrations of extracts of (LAC) significantly affected the GR of seeds of *Artemisia herba-alba* (Table 1). Indeed, one recorded a TG of (38,75±10,30) %

and 56,94% inhibition at a concentration of 40% ( $p \leq 0,001$ ). By against under treatment with low concentration of 2.5% ( $p = 0,573$ ), it was noted a GR of (80±8,16) % and 11.1% inhibition, which gave no significant difference with a GR of 90% and no inhibition (Table 1).

#### 3.3.2. Effect on the length of the aerial parts

**Table 1.** The effects of *Atriplex canescens* (LAC) extracts on the growth parameters of *Artemisia herba-alba.asso*.

Aqueous extract of the leaves of <i>Atriplex canescens</i>						
<i>Artemisia herba-alba.asso</i>						
Concentrations (%)	Rate Germination (%)	Length Shoots (mm)	Length Roots (mm)	Fresh weight (mg)	Dry weight (mg)	Inh/Stim
C0=%, Control	90 ± 7,07 <sup>a</sup>	21,70 ± 2,04 <sup>a</sup>	28,86 ± 8,19 <sup>a</sup>	109,62 ± 21,29 <sup>a</sup>	4,36 ± 0,63 <sup>a</sup>	-
C1= 2,5%	80 ± 8,16 <sup>ab</sup>	19,97 ± 1,00 <sup>a</sup>	22,36 ± 9,71 <sup>ab</sup>	71,23 ± 3,07 <sup>b</sup>	2,15 ± 0,20 <sup>b</sup>	11,1
C2= 05%	76,25 ± 2,5 <sup>abc</sup>	19,03 ± 5,01 <sup>a</sup>	21,18 ± 2,02 <sup>ab</sup>	50,75 ± 5,54 <sup>bc</sup>	1,63 ± 0,40 <sup>bc</sup>	15,27
C3= 10%	65 ± 12,24 <sup>bc</sup>	16,99 ± 6,27 <sup>ab</sup>	15,80 ± 4,59 <sup>bc</sup>	50,42 ± 1,76 <sup>bc</sup>	1,58 ± 0,28 <sup>bc</sup>	27,7
C4= 20%	58,75 ± 7,5 <sup>c</sup>	10,63 ± 1,13 <sup>bc</sup>	4,15 ± 1,47 <sup>cd</sup>	41,18 ± 2,97 <sup>cd</sup>	1,33 ± 0,33 <sup>bc</sup>	34,72
C5= 40%	38,75 ± 10,30 <sup>d</sup>	5,76 ± 1,21 <sup>c</sup>	1,67 ± 0,36 <sup>d</sup>	20,92 ± 3,25 <sup>d</sup>	1,00 ± 0,30 <sup>c</sup>	56,94
ANOVA ONE WAY						
F. statistic	18,14***	12,68***	14,68***	42,81***	39,82***	
	P ≤ 0,001	P ≤ 0,001	P ≤ 0,001	p < 0,001	P ≤ 0,001	

Values presented are means ± std. Deviation. \*\*, \*\*\*= significance at  $P < 0.01$  and  $P < 0.001$  respectively. C0, C1, C2, C3, C4, C5 are levels of concentrations. Means followed by the same letter in the same column are not significantly different for each parameter measured. According to the test (Tukey HSDa) at  $P \leq 0.05$ .

The results recorded the effect of (LAC) extracts at (2,5%; 5%; 10%) on the means lengths of aerial parts of seedlings, did not show any significant decrease ( $P = 0,979$ ;  $P = 0,881$ ;  $P = 0,425$ ) comparing to the control and it was noted for the lengths of shoots of (21,70±2,04 ; 19,97±1,00 ; 19,03±5,01) mm, respectively which belonged to the same group. By contrast, a significant response was recorded using a high concentration of 40%, which decreased the shoots' length to (5,76±1,21) mm with 56,94% inhibitions ( $p \leq 0,001$ ).

#### 3.3.3. Effect on the length of the root parts

The average lengths of the root parts were still affected significantly by (20% and 40%). Indeed, a reduction was noted in the lengths of (4,15±1,47 mm) with an inhibition of 34,72% and (1,67±0,36 mm) with an inhibition of 56,94% ( $p \leq 0,001$ ). The lengths of the roots treated with low concentration of (2,5%) were 22,36±9,71 mm;  $p = 0,586$  with an inhibition of (11,1%). At 5%, the average length was (21,18±2,02 mm;  $p = 0,413$  with a rate of inhibition of 15,27%). They were thus nonsignificant compared to the control which was 28,86±8,19 mm.

#### 3.3.4. Effect on fresh weight.

Whatever the concentrations (LAC) of extracts, they negatively affected the average biomass of young shoots of *Artemisia herba-alba*. The fresh weight of about 71,23±3,07 mg was recorded under 2,5% treatment which came down to (20,92±3,25 mg) under the concentration of 40%, whereas the fresh weight of the control was (109,62 mg;  $p \leq 0,001$ ), and a loss of 88,7mg fresh weight was noted.

#### 3.3.5. Effect on dry weight

Parallel to the negative effect of *Atriplex canescens* leaf extracts on fresh weight, the dry weight decreased significantly from (4,36±0,63 to 2,15±0,20) up to (1,00±0,30) mg, respectively at the concentrations of (0%; 2,5%; 40%; for  $p \leq 0,001$ ). There was a loss of 3,36 mg in dry weight.

### 3.4. Effects of (RAC) extracts on *Artemisia herba-alba*

#### 3.4.1. Effects on germination rate

A small concentration of 2,5% of the (RAC) extracts, and a GR of (90±7,07%;  $p = 1$  and 0% of inhibition) were recorded compared to the witness which was about 90%, but at a high concentration of 40%, the reduction of GR was significant ( $p \leq 0,001$ ), the rate decreased to 50%, and the rate of inhibition increased to 44,4% (Table 2).

**Table 2.** The effects of *Atriplex canescens* (RAC) extracts on the growth parameters of *Artemisia herba-alba.asso*

Aqueous extract of the roots of <i>Atriplex canescens</i>						
<i>Artemisia herba-alba.asso</i>						
Concentrations (%)	Rate Germination (%)	Length Shoots (mm)	Length Roots (mm)	Fresh weight (mg)	Dry weight (mg)	Inh/Stim
C0=%, Control	90 ± 7,07 <sup>a</sup>	21,70 ± 2,04 <sup>a</sup>	28,86 ± 8,19 <sup>a</sup>	109,62 ± 21,29 <sup>a</sup>	4,36 ± 0,63 <sup>a</sup>	-
C1= 2,5%	90 ± 7,07 <sup>a</sup>	22,29 ± 4,63 <sup>a</sup>	29,13 ± 6,55 <sup>a</sup>	111,31 ± 20,0a <sup>a</sup>	4,46 ± 0,49 <sup>a</sup>	0
C2= 05%	82,5 ± 5,00 <sup>ab</sup>	20,34 ± 6,76 <sup>a</sup>	26,76 ± 4,87 <sup>a</sup>	77,03 ± 6,53 <sup>b</sup>	2,35 ± 0,43 <sup>b</sup>	8,3
C3= 10%	76,25 ± 10,30 <sup>ab</sup>	18,56 ± 2,37 <sup>a</sup>	21,21 ± 2,98 <sup>ab</sup>	70,01 ± 9,67 <sup>b</sup>	1,84 ± 0,32 <sup>b</sup>	15,27
C4= 20%	65 ± 7,07 <sup>bc</sup>	15,23 ± 3,13 <sup>ab</sup>	11,52 ± 1,58 <sup>bc</sup>	62,34 ± 2,34 <sup>b</sup>	1,61 ± 0,28 <sup>b</sup>	27,7
C5= 40%	50 ± 9,12 <sup>c</sup>	8,72 ± 2,94 <sup>b</sup>	5,95 ± 2,72 <sup>c</sup>	50,30 ± 6,72 <sup>b</sup>	1,56 ± 0,32 <sup>b</sup>	44,4

ANOVA ONE WAY						
F. Statistic	16,20***	6,60**	14,97***	14,57***	39,74***	
	P ≤ 0,001	P ≤ 0,01	P ≤ 0,001	P ≤ 0,001	P ≤ 0,001	

Values presented are means ± std. Deviation. \*\*, \*\*\*= significance at  $P < 0,01$  and  $P < 0,001$  respectively. C0, C1, C2, C3, C4, C5 are levels of concentrations. Means followed by the same letter in the same column are not significantly different from each parameter measured. According to the test (Tukey HSDa) at  $P \leq 0.05$ .

### 3.4.2. Effect on the length of the aerial parts

The length of the shoots between the witness and the various concentrations of (2,5%,5%,10%,20%) which belonged to the same homogeneous group ( $p = 1$ ;  $p = 0,996$ ;  $p = 0,870$ ;  $p = 0,247$ ) respectively, did not present any significance. Except at 40% where there was a decrease in shoot length at (8,72±2,94) mm with an inhibition of 44,4% ( $p \leq 0,003$ ) which presented an apparent significance with the control and a loss of 13,57 mm length per contribution to the 2,5% treatment.

### 3.4.3. Effect on the length of the root parts

The length of the roots' part was stimulated from 2,5% up to 10% ( $p = 1$ ;  $p = 0,990$ ;  $p = 0,309$ ) respectively, which to gave a significant difference with the control, and this length gradually decreased as the concentrations of the extracts increased by (20%,  $p = 0,001$  to reach a length of 11,52 ± 1,58 mm, and an inhibition of 27,7%) and at (40%, 5,95 ± 2,72 mm in length and 44,4% of inhibition,  $p \leq 0,001$ ), therefore a loss of length of 23,18 mm was found for the concentration of 2.5%.

### 3.4.4. Effects on fresh weight

In 2,5%, there was a high fresh weight of 111,31±20 mg which was included in the homogeneous group of the control (109,62±21,29 mg;  $p = 1$ ). They were not statistically significant, while the other concentrations were included in the groups by pairs (C2; C3; C4; C5;  $p \leq 0,05$ ). The mean of fresh weight under the treatment of 40% was 50,30 ±6,72 mg, which revealed a

decrease in the biomass of 61,01 mg and a statistical significance with the control ( $P \leq 0,001$ ).

### 3.4.5. Effects on the dry weight

A greater value of (4,46±0,49 mg at 2,5%;  $p = 0,999$ ) was noted, and a value of 4,36±0,36 mg for the control was not significant ( $p = 0,999$ ), but the values of the dry weight >2.5% presented a significant difference with the control ( $p \leq 0,001$ ), with a weight loss of 2.9mg.

### 3.4.6. Effects on the chlorophyll content

The analysis of the (Table 3) affirmed that the chlorophyll content was significantly reduced ( $p \leq 0,05$ ) in *Artemisia herba-alba* seedlings treated respectively by the extracts of (LAC): (C0; C1; C2; C3; C4; C5), the values were respectively as follows: 6,21> 4,69> 3,66> 3,58> 2,98> 1,93. In addition, there was no significant difference between (C0; C1; C2) with a chlorophyll content 6,21±0,26 of control and (4,69 ±1.14;  $P = 1$ ) and (3,66 ±0,30;  $P = 0,848$ ); respectively. While for seedlings of *Artemisia herba-alba* treated respectively by the extracts of (RAC) of *Atriplex canescens*, the chlorophyll levels of (C1; C2) were (6,27 ± 0,87;  $p = 1$ ) and (5,79 ± 0,36;  $p = 0,848$ ), and no statistically significant difference with the C0 control was found. Therefore, the reduction of chlorophyll content was noticed from C3;  $p = 0.007$ ) in the leaves of young seedlings: (C3; C4; C5). The values were presented as follows: 4.72>4.26>3.06 (Table 3).

**Table 3.** The effects of *Atriplex canescens* (LAC) and (RAC) extracts on chlorophyll content accumulated in the leaves of *Artemisia herba-alba.asso*

The total chlorophyll content (mg / l)		
<i>Atriplex canescens</i> (LAC) extract		<i>Atriplex canescens</i> (RAC) extract
<i>Artemisia herba-alba.asso</i>		
Concentrations (%)		
C0=%, Control	6,21 ± 0,26 <sup>a</sup>	6,21 ± 0,26 <sup>a</sup>
C1= 2,5%	4,69 ± 1,14 <sup>b</sup>	6,27 ± 0,87 <sup>a</sup>
C2= 05%	3,66 ± 0,30 <sup>bc</sup>	5,79 ± 0,36 <sup>ab</sup>
C3= 10%	3,58 ± 0,11 <sup>bc</sup>	4,72 ± 0,30 <sup>bc</sup>
C4= 20%	2,98 ± 0,12 <sup>cd</sup>	4,26 ± 0,24 <sup>c</sup>
C5= 40%	1,93 ± 0,35 <sup>d</sup>	3,06 ± 0,67 <sup>d</sup>
ANOVA ONE WAY		
F. Statistic	31,82***	24,74***
	P ≤ 0,001	P ≤ 0,001

Values presented are means ± std. Deviation. \*\*, \*\*\*= significance at  $P < 0,01$  and  $P < 0,001$ ; respectively. C0, C1, C2, C3, C4, C5 are the levels of concentrations. Means followed by the same letter in the same column are not significantly different from each parameter measured, according to the test (Tukey HSDa) at  $P \leq 0.05$ .

## 4. DISCUSSION

The allelochemicals can inhibit the growth of the plants by modifying the distribution, elongation and the ultrastructure of the cells, or by modifying the normal physiological processes such as photosynthesis, respiration, the absorption of minerals and the enzymatic activity (Tseng et al. , 2003).

The present study showed the decrease in GR and the increase in the inhibition of *Artemisia herba-alba* seeds, for both extracts of the (LAC) and (RAC) from 5% with a little more emphasis on the first treatment of leaf extracts. The results corroborated with those of Hamedanian et al. (2010) who pointed out that the extracts of *Atriplex canescens* (fruits, leaves) had an allelopathic effect on seed germination of *Salsola rigida*. Henteh et al. (2004)

reported that *Atriplex canescens* had an allelopathic effect on the germination of *Artemisia sieberi*. The allelopathic effect of different *Atriplex* species was also reported by Davis (1981). Moreover, the GR and the degree of inhibition were largely dependent on the concentration of the extracts of the (LAC) and (RAC). In parallel to the reduction of the GR, there was another inhibition of the length of the young shoots and roots which can be attributed to the allelochemicals present in the (RAC) and (LAC) extracts. The results corroborated with Hussain & Reigosa (2011) who found the inhibitory effect of allelochemicals (phenolic compounds) on the length of the roots and shoots of *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne* and *Rumex acetosa*. The findings of this study suggested that the (LAC) and (RAC) concentrations significantly decreased the fresh and dry weights of the species tested, A similar observation was noticed by [222]. The incapacity of the young sheets of accumulated chlorophyll which was an essential component of food, where this pigment located in the chloroplasts of plant cells, intervened in photosynthesis to intercept luminous energy was well noticed by the influence of high concentrations of extracts of the (LAC) and (RAC). The results obtained were also in conformity with those of [203]. Oyerinde et al. (2009) revealed the decrease in total chlorophyll at the young corn seedlings after being treated with the extracts of the aqueous fresh shoots of Mexican Sunflower. Yang et al. (2002) also noted that the accumulation of chlorophyll and porphyrin contained rice *Oryza sativa*, and the sowings were inhibited by the allelopathic concentrations of the increased phenolic compounds. The results in the second treatment of (RAC) extracts at the concentration of 2.5% revealed an unexpected stimulation for all the measured parameters. The results of the stimulation of low concentrations as in this study were reported by (Askham & Cornelius 1971; Jefferson & Pennacchio 2003) who also showed the existence of saponin in the plant organs of *Atriplex*, which exerted a preventive effect on the seeds' germination of the other plants. In general, one can say that *Atriplex canescens* exerted allelopathic effects on the seed germination of *Artemisia herba-alba*. Molisch (1937) expressed well that all the inhibitory chemicals of a plant at distinctive concentrations would probably be stimulating to lesser contractions and vice versa. So, this phenomenon usually covers the inhibitory and stimulatory effects in substances [4]. Consequently, in the management and the improvement of the rangelands, the allelopathic effect of the plants should be taken into account.

## 5. CONCLUSIONS

It was noted that this experiment was unrolled in a completely controlled environment, and the results cannot be applicable in a natural environment due to the existence of other influencing factors. Also, in order to better study the allelopathic phenomenon, it must be precisely known more about the effect of the three Amaranthaceae (*A. canescens*, *A. halimus*, *A. nummularia*) on some species steppe native in Algeria like (*Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum*, *Artemisia herba-alba*). Considering these results, it can be confirmed that *Atriplex canescens* had a certain Allelopathic effect, inducing a physiological and ecological mechanism which controls the germination and the growth of the young plants located around. The results obtained confirmed that the effect of *Atriplex* could

harm the development of the local plant species in long run, particularly in the steppe ecosystem. To preserve the durability of the steppe ecosystems, it would be more advisable to resort, at the time of the operations of pastoral development to the local species such as the esparto, the sparte, and the armoise; and *Atriplex halimus* must nevertheless be installed on the level of its ecological facies.

## 6. ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to express their thanks to all the members of the laboratory team in Water Resources and Environment University of Moulay Tahar. Saïda, especially Pr : Labani. A and Dr : Terras.M.

## REFERENCES

1. Abderrahmane, B., H. Benchaben & A. Nadira. 2014. *Atriplex* rehabilitation of steppe routes in the south of Saïda prefecture (Western Algeria). *European Scientific Journal*. 10 (32).pp.81-92.
2. Arnon, D. I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*. 24 (1):1.
3. Askham, L. R. & D. R. Cornelius. 1971. Influence of desert saltbush saponin on germination. *Journal of Range Management*. 24 (6):439-442.
4. Chou, C.-H. 2010. Biochemical interactions among plants: allelopathy as ecosystem regulator. in : *Medical and health sciences-volume V*, p. 187, EOLSS Publications.
5. Côme, D. 1967. Physiology of the stratification of cherry stones: effects of imbibition on oxygen permeability. *Reports of the Academy of Agriculture*. 53 (9):623-630.
6. Davis, A. M. 1981. The oxalate, tannin, crude fiber, and crude protein composition of young plants of some *Atriplex* species. *Journal of Range Management*. 34 (4):329-331.
7. Dhima, K. V, I. B. Vasilakoglou, I. G. Eleftherohorinos & A. S. Lithourgidis. 2006. Allelopathic potential of winter cereals and their cover crop mulch effect on grass weed suppression and corn development. *Crop Science*. 46 (1):345-352.
8. Elisante, F., M. T. Tarimo & P. A. Ndakidemi. 2013. Allelopathic effect of seed and leaf aqueous extracts of *Datura stramonium* on leaf chlorophyll content, shoot and root elongation of *Cenchrus ciliaris* and *Neonotonia wightii*. *American Journal of Plant Sciences*. 4 (12):2332.
9. Hamedanian, F., M. Jafari, S. Dehdari, A. Henteh & C. M. A. ZARE. 2010. The allelopathic effects of *Atriplex canescens* (Four wing saltbush) on seed germination of *Salsola rigida*. *Desert*. 15 (1):15-18.
10. HARRINGTON, W.O. JAHN, A.S. & HILLS, C.H. (1962). Spectrophotometric Determination of Sorbic Acid in Apple Cider. *Journal of Food Science*. 27(1). Pages 15-19.
11. Henteh, A., N. Zargham, M. Jafari, H. Mirzaii Nadoushan & M. Zare Chahouki. 2004. Investigation of Allelopathic

- effects of *Atriplex canescens* on seed germination of *Artemisia aucheri*. Iranian Journal of Natural Resources. 75 (4):813–819.
12. Hussain, M. I. & M. J. Reigosa. 2011. Allelochemical stress inhibits growth, leaf water relations, PSII photochemistry, non-photochemical fluorescence quenching, and heat energy dissipation in three C3 perennial species. *Journal of Experimental Botany*. 62 (13): 4533–4545.
  13. Jefferson, L. V & M. Pennacchio. 2003. Allelopathic effects of foliage extracts from four Chenopodiaceae species on seed germination. *Journal of Arid Environments*. 55 (2):275–285.
  14. Khan, M. A. & N. C. Duke. 2001. Halophytes—A resource for the future. *Wetlands Ecology and Management*. 9 (6):455–456.
  15. Kil, J. H. & K. C. Shim. 2006. Allelopathic effects of *Tagetes minuta* L. and *Eupatorium rugosum* Houtt. aqueous extracts on seedling growth of some plants. *Allelopathy Journal*. 18 (2):315–321.
  16. Kotowski, F. 1926. Temperature relations to germination of vegetable seed. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 23:176–184.
  17. Kumar, R. 1992. Anti-nutritional factors, the potential risks of toxicity and methods to alleviate them. *Legume Trees and Other Fodder Trees as Protein Source for Livestock*. FAO Animal Production and Health Paper. 102 :145–160.
  18. Li, X. F., J. Wang, D. Huang, L. X. Wang & K. Wang. 2011. Allelopathic potential of *Artemisia frigida* and successional changes of plant communities in the northern China steppe. *Plant and Soil*. 341 (1–2):383–398.
  19. Macheix, J.-J., A. Fleuriet & C. Jay-Allemand. 2005. Phenolic compounds in plants: an example of economically important secondary metabolites (French), (PPUR) Polytechnic and University Press, Lausanne.
  20. Mirmazloum, S. I., K. Szabo, V. PoorKalhor & É. Németh. 2010. Effects of different levels of NaCl and CaCl<sub>2</sub> on seed germination characteristics of *Melissa officinalis* L. and *Ocimum basilicum* L. *International Journal of Horticultural Science*. 16 (5):21–25.
  21. Molisch H. 1937. The effect of plants on each other. *Fischer Jena*, 31: 12–16. (in German)
  22. Muller, C. H. 1969. Allelopathy as a factor in ecological process. *Plant Ecology*. 18 (1):348–357.
  23. Munns, R. (2002) Comparative Physiology of Salt and Water Stress. *Plant Cell Environ*. 28, 239–250.
  24. Nedjimi, B.; Guit, B.; Toumi, M.; Beladel, B.; Akam, A.; Daoud, Y., 2013. *Atriplex halimus* subsp *schweinfurthii* (Chenopodiaceae): Description and ecology, use as forage and as a therapeutic plant. *Fourrages*, 216: 333–338.
  25. Nee, M. 1997. Biological control of weeds and plant diseases: Advances in applied allelopathy. By Elroy L. Rice. *Brittonia*. 49 (1):70.
  26. Oyerinde, R. O., O. O. Otusanya & O. B. Akpor. 2009. Allelopathic effect of *Tithonia diversifolia* on the germination, growth and chlorophyll contents of maize (*Zea mays* L.). *Scientific Research and Essays*. 4 (12):1553–1558.
  27. Putnam, A. R. and Tang, C. S. (eds). 1986. *The Science of Allelopathy*, Wiley, New York.
  28. Rice, E. L. 1984. *Allelopathy* 2nd Edition, Academic Press.
  29. Sahoo, U. K., L. Jeecelee, K. Vanlalhratpuia, K. Upadhyaya & J. H. Lalremruati. 2010. Allelopathic Effects of Leaf Leachate of *Mangifera indica* L. on Initial Growth Parameters of Few Home Garden Food Crops. *World Applied Sciences Journal*. 10 (12):1438–1447.
  30. Stalikas, C. D. 2007. Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids. *Journal of Separation Science*. 30 (18):3268–3295.
  31. Tran, V. N. & A. K. Cavanagh. 1984. Structural aspects of dormancy in :Germination and reserve mobilization, pp. 1–44, Elsevier.
  32. Tseng, M.-H., Y.-H. Kuo, Y.-M. Chen & C.-H. Chou. 2003. Allelopathic Potential of *macaranga tanarius* (L.) Muell.-arg. *Journal of Chemical Ecology*. 29 (5):1269–1286.
  33. Vermerris, W. & R. Nicholson. 2006. Phenolic Compound Biochemistry: In Isolation and Identification of Phenolic Compounds p 151–196, Springer, Dordrecht.
  34. Whittaker, R. H. & P. P. Feeny. 1971. Allelochemics: chemical interactions between species. *Science*. 171 (3973):757–770.
  35. Willis, R. J. 2007. *The history of allelopathy*, Springer Science & Business Media.
  36. Yang, C.-M., C.-N. Lee & C.-H. Chou. 2002. Effects of three allelopathic phenolics on chlorophyll accumulation of rice (*Oryza sativa*) seedlings: I. Inhibition of supply-orientation. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*. 43 : 299–304.

Available online [www.ijpras.com](http://www.ijpras.com)

International Journal of Pharmaceutical Research &amp; Allied Sciences, 2019, 8(2):168-179



Research Article

ISSN : 2277-3657

CODEN(USA) : IJPRPM

## ***The Total Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Atriplex Nummularia Leaves' Extract***

**Mellal Tahar<sup>1\*</sup>, Labani Abderrahmane<sup>1</sup>, Rechache Mustapha<sup>2</sup>, Bouchentouf Salim<sup>3</sup>, Terras Mohamed<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Department of Biology, Faculty of Sciences, Laboratory of Water resources and environment, University Dr. Tahar Moulay of Saida, 20000 Saïda, Algeria.

<sup>2</sup>Laboratory of Macromolecular Physical Chemistry, Department of Chemistry, University of Oran I Ahmed Ben Bella, Algeria

<sup>3</sup> Faculty of Technology, Doctor Tahar Moulay University of Saida, Laboratory of Natural Products and Bioactive-University of Tlemcen, Algeria.

\*Corresponding Author Email: [ecomellal@live.fr](mailto:ecomellal@live.fr)

### **ABSTRACT**

In the present study, four fractions were prepared from the leaves of *Atriplex nummularia*. This study aimed at determination of TPP (total polyphenols), FLV (flavonoids) and CT (condensed tannins) on one hand. And on the other hand, the evaluation was conducted on the antiradical activity of the hydroalcoholic and aqueous fractions by four different methods including: DPPH test (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil), FRAP test (antioxidant activity by the iron reduction method), BCB test ( $\beta$ -carotene bleaching), and TAC test (antioxidant capacity total) by the phosphomolybdate method. High levels of total polyphenols and condensed tannins were found in F/DieEA ( $23,437 \pm 0.251 \text{mgGEA/gE}$ ), and F/DcmEA ( $17,251 \pm 0.354 \text{mgCE/gE}$ ), respectively. Therefore, flavonoid levels F/DieEA and F/DcmEA were almost identical ( $9.515 \pm 0.277 \text{mgQE/gE}$ ), ( $9.238 \pm 0.119 \text{mgQE/gE}$ ). The F/DcmEA showed an interesting and significant antioxidant activity in all tests as the other F/DieEA, F/n-BUOH, F/aqueous represented the activity of trapping the free radical DPPH of  $C50 = (3.073 \pm 0.088 \text{mg/ml})$ , a reducing power of iron ( $433.55 \pm 24.36 \text{mgQE/gE}$ ), and a total antioxidant capacity of the Mo (VI) reduction test of ( $20.28 \pm 1.96 \text{mgEAG/gE}$ ), and the determination of IC50 of  $\beta$ -carotene bleaching ( $0.92 \pm 0.0175 \text{mg/ml}$ ).

**Key words:** *Atriplex nummularia*, polyphenols, flavonoids, tannins, antioxidant activity.

### **INTRODUCTION**

The oxidation of organic matter by molecular oxygen is a fundamental part of the aerobic life of human metabolism. Free radicals occur when the reduction of oxygen is incomplete in cytochromes [1] or they occur by biological dysfunction. These Free Radicals (FR) and Reactive Oxygen Derivatives (ROD) including lipid peroxidation (LP) are causative agents of several types of diseases such as emphysema, central nervous system lesion, autoimmune diseases, anemia, cerebral ischemia [11], cancers [12], inflammatory and degenerative diseases [13]. They are also harmful in a reversible or irreversible way with regard to all biochemical classes, such as nucleic acids, proteins and amino acids, lipids and lipoproteins, carbohydrates and macromolecular connective tissue [14]. Antioxidants such as phenolic compounds; tocopherols, butylated hydroxytoluene (BHT), butylated hydroxyanisole (BHA), tert-butylhydroquinone, (TBHQ), propyl gallate (PG), lignans, flavonoids and

phenolic acids), ubiquinone (coenzyme Q), carotenoids, ascorbic acids and amino acids can eliminate free radicals [15]. In the vicinity of primary metabolites of plants such as (nucleic acids lipids, proteins, carbohydrates), one of the major peculiarities lies in their ability to produce very diversified so-called secondary substances which contain molecules usable by man in pharmacology or agroalimentary [16]. In this study, the *Atriplex nummularia* of the chenopodiaceae family which is a halophyte forage plant used as a cattle feed and which adapts to the steppic and saharan environment, was chosen. In previous studies, its antioxidant properties have been mentioned.

There are about 400 species of *Atriplex* in the world, mostly in temperate zones, subtropical and Mediterranean zones between 20 ° and 50 ° N latitude [17]. This genus includes 48 wild species in the Mediterranean Basin [18], these species are the most interesting and endearing in the dry and salty regions. Some species are spontaneous in Algeria, and there are some other species including *Atriplex nummularia*, *Atriplex ceneriensis*, *Atriplex leuoclada*, *Atriplex polycarpa*, *Atriplex canariensis* in this country [19]. *Atriplex nummularia* at (200 and 400 mg / kg) has been proven to have an antihyperglycaemic effect compatible with the drug glibenclamide [20]. Active ingredients of *Atriplex halimus* provided reliable results as an alternative antibacterial therapy against a highly encountered family of beta-lactamase bacteria (BLSE) [21]. High antifungal activities were detected in the genera of *Atriplex Alphonsonia*, and the seeds of *Atriplex nummularia* [22]. Isolation and extraction of the secondary metabolites of *Atriplex leuoclada* and *Atriplex nummularia* were studied for pharmacological actions that possessed anti-fungal, anti-ulcerative, anti-colitic effects, and molluscicidal activity [23]. The current study because of investigating the antioxidant efficacy of this species and certain kinds of the same family and evaluating their antioxidant properties of polyphenolic compounds (polyphenols, flavonoids and condensed tannins) can be considered as a part of the research on natural antioxidants.

## MATERIALS AND METHODS

### Preparation of extracts

The *Atriplex nummularia* leaf samples were taken on July 18<sup>th</sup> from a natural population in the south of "Ain Skhoua, Saïda Algeria". The leaves were separated and dried in a hot air dryer at 45 °C. The samples were ground to a fine powder, and packaged before being used in solvent extraction [198]. solid-liquid and liquid-liquid extraction have been the most commonly used procedures before the analysis of simple phenolic compounds in natural plants. These are still the most used techniques, mainly because of their ease of use, efficiency, and great applicability [198].

### Solid liquid extraction

Four extraction hydroalcoholics with increasing polarity were used to extract phenolic compounds. 5g of powder was macerated with 4x25ml of different mixtures of solvents, ethanol (80:20, v / v), methanol (80:20, v / v), acetone (80:20, v / v) and deionized water with magnetic stirring for 72h at temperature of (0±4 ° C) by adding a reducing agent (sodium metabisulfite in the middle of extraction to ensure the protection of polyphenols) [16]. The extracts were filtered through Whatman No. 1 filter paper. And the marcs were again macerated with the same solvents until the exhaustion of the extractions.

### Liquid liquid extraction

The four filtrates were dried under the reduced pressure at 50° C using a rotary vacuum evaporator. The first series of purification of the overall extracts was necessary with an apolar solvent (petroleum ether 2 x 25 ml to remove the oils, and the chlorophyll pigments, and waxes), [210], and the second series of purification with dichloromethane 2x25ml for the hydro-acetonic extract was used to extract the majority of the glycosides [211], and the diethyl ether 2x25ml was used for the hydro-ethanolic extracts, hydro-methanol and water to extract the free gene linked to glycosides [211], then they were evaporated dried under the reduced pressure at 50 ° C [210]. The third series of extraction was used for extracting the phenolic compounds by two solvents at intermediate polarity (ethyl acetate for the first two extracts, hydro-acetonic hydro-ethanolic), and (n-butanol for the third extract), then they were concentrated in vacuum at 50 ° C, and preserved at temperature of 4 ° C. Finally, four fractions were obtained: the fraction diethyl ether ethyl acetate (F / DieEA), the fraction dichloromethane ethyl acetate (F / DcmEA), the fraction diethyl ether n-butanol (F / n- BUOH), the aqueous fraction (F / Aqueous).

**Determination of total polyphenols contents (TPP)**

The total content of phenolic compounds in the extract was determined using the folin- ciocalteu (FC) reagent according to the method described by [212], with some modifications, a diluted extract of 0.5ml of concentration 1 mg / ml or gallic acid standard solutions (50-300 ug/L), was prepared beforehand in a mixture (methanol / water, 50:50). The absorbance of the solution was measured by the spectrophotometer (OPTIZEN3220 UV) at 765 nm, the results were expressed in milligrams equivalent to gallic acid per each gram of extract (mg GAE /gE).

**Determination of total Flavonoids contents (FLV)**

The total Flavonoid content was determined by the colorimetric assay of the aluminum chloride according to the method described by [213], with small modifications, by using 0.5 ml of 1 mg ml<sup>-1</sup> of each concentration. The absorbance of the reaction mixture was measured at 415 nm with a spectrophotometer (OPTIZEN3220 UV). The total flavonoid dosage was expressed in milligrams of quercetin equivalent per gram of extracts (mg QE/ gE).

**Determination of condensed tannins (CT). Proanthocyanidins**

In this study, the vanillin-HCl method of [214] was followed. A calibration curve was constructed using (+)-catechin, and the contents were estimated in milligrams equivalent (+)-catechin per gram of extracts (mg CE / gE).

**Free Radical-Scavenging Activity Using (DPPH Assay)**

The DPPH scavenging activity was determined using the method of [215] with a slight modification. For each antioxidant, different concentrations were tested (0.1 mg / ml-1 mg / ml). Gallic acid, ascorbic acid and quercetin were used as reference materials. The amounts of absorbance at 515 nm were recorded against 95% methanol. Initial DPPH absorbance was (0.632 ± 0.47). The DPPH inhibition percentages of the test sample and references were calculated by the following formula:

$$\% \text{ Inhibition} = [(A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{control}}] \times 100$$

Where  $A_{\text{control}}$ : the absorbance of the control;  $A_{\text{sample}}$ : the absorbance of the test samples. For each concentration, the test was repeated 3 times, and the EC<sub>50</sub> values were determined graphically by linear and non-linear regression.

**Ferric-reducing antioxidant power (FRAP)**

The ferric reduction determination procedure has been adapted from [216] with a slight modification, 0.5 ml of each of the extracts at 1 mg / ml concentration was considered. The colored solution was read at 700 nm against a blank using a UV-VIS spectrophotometer. The results were expressed in milligram equivalent Quercetin per each gram of the extract (mg QE/ gE).

**Total antioxidant capacity of the Mo (VI) reducing assay (TAC)**

The amounts of total antioxidant capacity (TAC) were estimated by the method described by [217]. Except that the sample dose was tripled. 3.0 ml of each extract at 0.5 mg / ml concentration was considered. The absorbance was measured at 695 nm against a blank. By replacing the sample with gallic acid under the same conditions mentioned above, the total antioxidant capacity (TAC) was expressed in milligrams equivalent of gallic acid per each gram of extract (mg GAE / gE).

**β-carotene bleaching assay (BCB)**

The antioxidant activity was determined according to a slightly modified version of the β- carotene bleaching method [218]. The negative control consisted of having 500 ul of methanol instead of extract or the synthesized antioxidant. For the positive control, the sample was replaced by the BHT. The coefficient of antioxidant activity (CAA) was calculated according to the following equation:

$$CAA\% = [(A_{S120} - A_{C120}) / (A_{C0} - A_{C120})] \times 100$$

Where  $A_{S120}$ : the absorbance of the antioxidant at t = 120 min  $A_{C120}$ : the absorbance of the control at t =120 min and  $A_{C0}$ : the absorbance of the control at t =0 min. The test was repeated 3 times, and EC<sub>50</sub> values were determined graphically by the non-linear regression.

### Statistical analyzes

All the tests were carried out in triplicate, and the results were expressed in (mean  $\pm$  standard error), by using two software of statistical analysis (IBM SPSS Statistics v 24 and Sigmaplot v12.5 and (a software of treatment and of scientific data analysis) Origin pro v 9.0.

### RESULTS AND DISCUSSIONS

The yields of the hydroalcoholic and aqueous extractions were calculated according to the extraction yield formula given by [260]:

$$R\% = ((M_{extract}) / (M_{sample}) \times 100)$$

The fractions examined showed the highest yield was that of the aqueous fraction (8,560 $\pm$ 0,445%), and the lowest yield was that of F/DcmEA (3.853  $\pm$  0.219) % (Table 1).

**Table 1.** Yields of leaf extracts of *Atriplex nummularia*.

Fractions	Yields%	Mass (g/5ML)
F/ DieEA	6,200 $\pm$ 0,144 <sup>b</sup>	1,55 $\pm$ 0,036 <sup>b</sup>
F/ DcmEA	3,853 $\pm$ 0,219 <sup>c</sup>	0,963 $\pm$ 0,054 <sup>c</sup>
F/n-BUOH	5,946 $\pm$ 0,456 <sup>b</sup>	1,486 $\pm$ 0,114 <sup>b</sup>
F/Aqueous	8,560 $\pm$ 0,445 <sup>a</sup>	2,140 $\pm$ 0,111 <sup>a</sup>
F. Stat of ANOVA	31,195	31,195
Sig : intergroup	$P < 0,000$	$P < 0,000$

mass values and yields are the (mean  $\pm$  SE) of the three test repetitions. The letters (a, b, c) indicate the homogeneous subsets of the Tukey multiple comparison (HSD) test  $P < 0.05$ .

### Determination of the contents of phenolic compounds

The intention of this study was based on a large family that has been very widespread in the photochemical environment, which provided us with an overview of the phenolic substances in the leaves of *Atriplex nummularia*.

The results of the extractions showed that the hydroalcoholic and aqueous fractions had different contents of the polyphenols, flavonoids, and tannins, depending on the nature of the solvent and the extraction method. And, they determined a significant difference between the averages in the analysis of variance at  $P < 0.05$ .

The comparative study of the extrapolated total polyphenol contents of a linear regression gallic acid calibration curve indicating:  $Y = 0.0035X + 0.0113$ ,  $r^2 = 0.9948$  showed that the content of F / DieEA at  $23.437 \pm 0.251$  ug GAE/gE was three times higher than that of the F/n-BUOH  $8.961 \pm 0.908$  ug GAE/gE and that of the F / aqueous  $7.342 \pm 0.164$  ug GAE/gE, but almost similar to that of the F / DcmEA  $19.723 \pm 0.190$  ug GAE/gE, so no significant difference was noticed between F / n-BUOH and F/Aqueous.

In parallel with the evaluation of total polyphenols, the flavonoids were calculated using the following linear regression equation:  $Y = 0.0084X - 0.0526$ ,  $r^2 = 0.9928$ , revealing that the equalities of two-to-two in the same groups ranged between  $9,515 \pm 0,277$  mg QE/gE and  $9,238 \pm 0,119$  mg QE/gE for F/DieEA and F/DcmEA; respectively, and a content of  $7.690 \pm 0.181$  mg QE/gE and  $6.896 \pm 0.039$  mg QE/gE for F/n- BUOH and the F/Aqueous; respectively as shown in Table 2. A study carried out by [87] showed that the ethanolic extract of the aerial parts of *Atriplex nummularia* had very high polyphenol and flavonoid contents including  $144.4 + 6,11$  mg GAE / gE and  $81.0 + 2.33$  mg QE/gE like the results of this study. [88] showed that halophytes in the salt response can cause variability in phenolic compound contents, for sustainability and species growth. The results of the subsequent work of [27] who evaluated the extracts of twelve medicinal and aromatic plants for their antiradical effect, and found that the levels of their plants in polyphenols and flavonoids varied between  $4.3 \pm 0.6$  and  $37.9 \pm 2.1$  mg GAE / g extract and  $1.0 \pm 0.1$  and  $13.8 \pm 0.2$  mg GAE / g extract respectively, were not compatible with the results of the current study, this proved that the polyphenol contents and in flavonoids extracts of *Atriplex nummularia* remained relatively high compared to the twelve medicinal plants tested. Besides the six

chenopodiaceae of the same family of this plant studied by [28], it was shown that polyphenol contents varied between  $62 \pm 0.88$  and  $109.51 \pm 0.34$  mg of RU /g of extract, remained higher than the current research. So, the quantitative and qualitative variations of phenolic compounds in a plant acted under several factors:

- Environmental and climatic factors: drought geographical areas, soil, humidity.
- the time of harvest, the genetic heritage and the stage of growth of the plants [29].

The estimate of condensed tannin content was based on a standard curve of the equation:  $Y=0,0041X -0.0084$ ,  $r^2=0.997$ , the results indicated that the highest tannin content was observed in F/DcmEA  $17,251 \pm 0,354$  mg CE/gE followed by F/n-BUOH  $8,227 \pm 0,081$  mg CE/gE and the F/aqueous  $4,080 \pm 0,406$  Mg CE/gE, while the lowest content was recorded in the F/DieEA.

**Table 2.** The contents of the phenolic compounds of the four fractions of leaf extracts of *Atriplex nummularia*.

Fractions	Polyphenols <sup>1</sup>	Flavonoids <sup>2</sup>	Tannins <sup>3</sup>
F/ DieEA	$23.437 \pm 0.251^a$	$9.515 \pm 0.277^a$	$2.617 \pm 0.215^d$
F/ DcmEA	$19.723 \pm 0.190^b$	$9.238 \pm 0.119^a$	$17.251 \pm 0.354^a$
F/n-BUOH	$8.961 \pm 0.908^c$	$7.690 \pm 0.181^b$	$8.227 \pm 0.081^b$
F/Aqueuos	$7.342 \pm 0.164^c$	$6.896 \pm 0.039^b$	$4.080 \pm 0.406^c$
F. Stat of ANOVA	263.983	49.723	504.160
Sig : Intergroup	P < 0.000	P < 0.000	P < 0.000

The values of the phenolic compounds are (mean  $\pm$  SE) of the three repetitions of the tests. <sup>1</sup> Gallic acid equivalent (mg GAE / g extract); <sup>2</sup> Quercetin Equivalent (mg QE / g extract); <sup>3</sup> (+)-Catechin Equivalent (CE mg / g extract). The letters (a, b, c) indicate the homogeneous subsets of the Tukey multiple comparison (HSD) test P < 0.05.

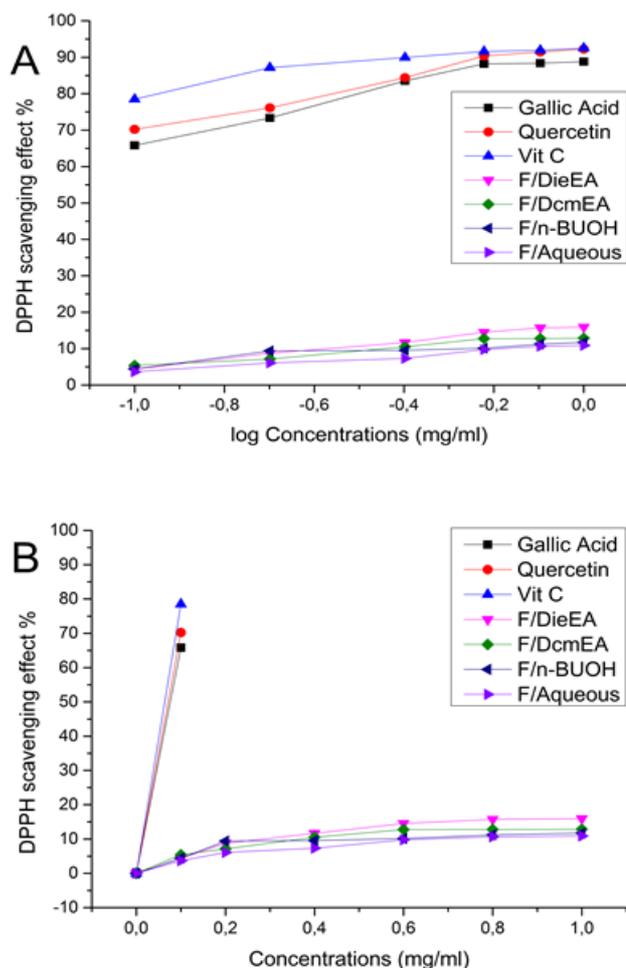
Another study showed that the rate of condensed tannin in young seedlings of *Atriplex nummularia* was higher in relation to the rate of *Atriplex halimus* because the latter has frequently synthesized hydrolysable tannins, condensed tannins and oxalates and phenols tannic [241]. Seasonal variations in the air temperature have had a limited effect on the biosynthesis of proanthocyanidins in grape berries [261]. High temperatures followed by night-time temperatures close to 16 ° C favored the accumulation of anthocyanins in the skin [262]. The results of this study were compared with the literature of [72] on the study of the methanolic raw extract of *Atriplex halimus* leaves and it was found that they were almost similar to the results of the current study. The total phenol content was  $10.127 \pm 2.244$ mg GAE/g MS, and the condensed tannins was  $9,118 \pm 0,684$  mg CE/g MS, except for the flavonoids which were lower than its own  $2,485 \pm 0,017$  mg CE/g MS. A work by [81] indicated that phenolic compounds of the aqueous extracts of leaves of *Atriplex canescens* contained  $9.34 \pm 1.24$  mg GAE/g MS of polyphenols and  $2.09 \pm 0.08$  mg QE/g MS flavonoids and  $1.5 \pm 0.11$  mg EC/g MS tannins, followed secondly by the methanolic extract with an amount of polyphenols of  $8.67 \pm 1.71$  mg GAE/g MS and flavonoids of  $1.90 \pm 0.04$  mg QE/g MS and tannins of  $2.1 \pm 0.19$  mg CE/g MS. The study done by [35] for five coastal halophytes commonly used in traditional herbal treatments recorded a proanthocyanidin level of 0.2 - 0.6 EC g-1, compared with the high rates of F / DcmEA and F / n. -BUOH meant that tannins with high values could react as a natural antioxidant to various mechanisms, as well as neutralization of free radicals in humans and animals. A similar trend in tannins was noted in [36] for root extracts of the vegetative halophyte *Limonium delicatulum* ranging from  $0.2 \pm 0.13$  to  $17.6 \pm 7.67$  mg EC / g MS indicated the physiological characteristics of halophytes that had the ability to produce bioactive substances, and could be used as food preservatives [37]. Variations in the levels of phenolic compounds have been often considerable from one species to another and even inside a species, depending on the varieties considered [16]. Within a given plant species, these varieties might have very different phenolic equipment which is the characteristic of each of them [16]. Phenolic compounds were resulted from lignin and tannins plant residues; a part was synthesized by microorganisms by cyclization of certain aliphatic compounds (microbial melanins) [263].

#### DPPH trapping activity

The antioxidant activity has been based on the principle of the reduction of the free radical DPPH<sup>\*</sup>(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl,  $\alpha$ ,  $\alpha$ -diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazyl), that is to say the passage of a violet color towards a yellow

color by measuring its absorbance at 517 nm [264]. This absorbance will decrease when the hydrogen atom of the antioxidant compound serves an odd electron of the nitrogen atom of DPPH<sup>•</sup> formed, (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazine, DPPH-H), [265]. The reaction study (antioxidant-DPPH<sup>•</sup>) showed free radical scavenging activity, which determined a significant difference between EC<sub>50</sub> averages and DPPH<sup>•</sup>, and inhibition percentages were measured in an analysis of variance at  $p < 0.05$ . The inhibition percentages of the DPPH<sup>•</sup> reduction in the samples had no significance at low concentrations, but they increased hypothetically with increasing concentrations in the following order, F / DcmEA > F / DieEA > F / n-BUOH > F / Aqueous, with values as follows ( $15.96 \pm 0.60$  mg / ml,  $r^2 = 0.851$ ); ( $13.11 \pm 0.22$  mg / ml,  $r^2 = 0.788$ ); ( $11.78 \pm 0.20$  mg / ml,  $r^2 = 0.683$ ); ( $10.96 \pm 0.26$  mg / ml,  $r^2 = 0.859$ ); respectively in (Table 3). But this antioxidant activity always remained slower than the standards used as a reference, almost 20 times in the percentage of the anti-radical activity of minimal inhibition and 8 times in the percentage of the anti-radical activity of maximum inhibition, it was confirmed that the chemical reaction in the presence of vit C, and quercetin and gallic acid had started quickly, at certain times which would become a slow chemical reaction.

The accumulation in large quantities of the active forms of the superoxide radicals (O<sub>2</sub><sup>-</sup>) and the oxygen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) and hydroxyl (OH), during an abiotic saline stress was translated in a response and a cellular defense [10], [266], [267], and could develop a non-enzymatic low molecular weight antioxidant mechanism, such as polyphenols, flavonoids, anthocyanins and Ascorbic acid [268], [269]. The EC<sub>50</sub> values were a functional inhibitory response corresponding to 50% of the dose of the concentration effect [46].



**Figure 1.** Antioxidant activity of different hydro alcoholic fractions with the three standards, VitC, Quercetin, Gallic acid. (A) reduction of the free radical DPPH<sup>•</sup> in linear regression. (B) reduction of the free radical DPPH<sup>•</sup> in non-linear regression.

Two models of the equations were posed in a comparison test, a linear regression equation and a logarithmic non-linear regression equation (dose-response). The complexity and impossibility of determining the EC<sub>50</sub> for the majority of the samples on the logarithmic fit curve [47], except the DieEA fraction with (20,131 ± 0,717 mg / ml, r<sup>2</sup> = 0,978), allowed the researchers to put in experimentation a linear regression equation, in order to adjust straight lines for the three references, gallic acid, quercetin and vitC, which did not show any significant difference between the averages, through selecting the square sum of the vertical distance of the first two concentrations (0.1 mg / ml and 1 mg / ml).

**Table 3.** Inhibition percentages and EC<sub>50</sub> values determined in extracts fractions *Atriplex nummularia* leaves compared with Gallic acid and Quercetin.

Fractions	Minimal % inhibition	Maximal %inhibition	Linear regression	r <sup>2</sup>	Logarithmic	r <sup>2</sup>
	DPPH'	DPPH'	equation		equation	
	0.1mg/ml	1mg/ml	EC <sub>50</sub> (mg ml <sup>-1</sup> )	Test1	EC <sub>50</sub> (mg ml <sup>-1</sup> )	Test1
Gallic Acid	65,55 ± 0,43 <sup>c</sup>	88,99 ± 0,10 <sup>b</sup>	0,076 ± 0,006 <sup>d</sup>	1	0,160 ± 0,119 <sup>b</sup>	0,998
Quecetin	70,40 ± 0,49 <sup>b</sup>	92,43 ± 0,22 <sup>a</sup>	0,074 ± 0,033 <sup>d</sup>	1	0,031 ± 0,020 <sup>b</sup>	0,998
Vit C	76,85 ± 0,86 <sup>a</sup>	92,73 ± 0,14 <sup>a</sup>	0,064 ± 0,007 <sup>d</sup>	1	0,012 ± 0,018 <sup>b</sup>	0,999
F/DcmEA	4,29 ± 0,07 <sup>d</sup>	15,96 ± 0,60 <sup>c</sup>	3,073 ± 0,088 <sup>c</sup>	0,851	20,132 ± 0,717 <sup>a</sup>	0,978
F/DieEA	5,16 ± 0,17 <sup>d</sup>	13,11 ± 0,22 <sup>d</sup>	3,951 ± 0,619 <sup>b</sup>	0,788	-	-
F/n-BUOH	4,22 ± 0,12 <sup>d</sup>	11,78 ± 0,20 <sup>e</sup>	4,747 ± 0,708 <sup>a</sup>	0,683	-	-
F/Aqueous	3,77 ± 0,16 <sup>d</sup>	10,96 ± 0,26 <sup>e</sup>	4,666 ± 0,859 <sup>a</sup>	0,859	-	-
F. Stat of ANOVA	7084,976	49190,096	2124,523	-	762,005	-
Sig : Interg	p < 0,000	p < 0,000	p < 0,000	-	p < 0,000	-

The values of EC<sub>50</sub> and %DPPH' are the (means ± SE) of the three test repetitions. The letters (a, b, c, d, e) indicate the homogeneous subsets of the Tukey multiple comparison (HSD) test. <0.05.

This facilitated the calculation of the EC<sub>50</sub> value graphically. The results of this study confirmed those of [33] considering the determination of EC<sub>50</sub> in butanol fractions and ethyl acetate of *Atriplex halimus* leaves. Also, the results of the current study approved the results recorded by [48] for the determination of the EC<sub>50</sub> concentrations, of some Algerian plants of the order of (*Helianthemum lippii*, *Inula montana*, *Anabasis articulata*, *Cotula cinerea*, *Marrubium deserti*, *Thymelaea microphylla*, *Zygophyllum album*) ranging from 66,284 to 6310,0041 mg antioxidant / g DPPH', these results remained inferior to those obtained in *Atriplex nummularia*. And the results of the work of [49] for the DPPH' test on seeds of *Nigella sativa* showed that the IC<sub>50</sub> value was 0.64 ± 0.08 mg / ml which was higher than the values of the four hydroalcoholic fractions tested for *Atriplex nummularia* ranging from 3.073 ± 0.088 to 4.666 ± 0.859 mg/ml. Overall, the results made it possible to know and value this plant particularly for its biological interest, in order to use its resources in the therapeutic field and widen perspectives in other potential tests of Gram-positive antimicrobial [50], anti-inflammatory, anticancer, antidiabetic agents. Although the first model (linear regression equation) confirmed the accuracy of the results of this study, the high DPPH' trapping activity was obtained in the F/DcmEA; the EC<sub>50</sub> value was (3.073-0.088 mg / ml, r<sup>2</sup> = 0.851), and the lowest DPPH' trapping activity was determined in F/aqueous (4.666 ± 0.859 mg / ml, r<sup>2</sup> = 0.859).

#### Evaluation of (FRAP)

The FRAP method was based on the ability of an antioxidant to give an electron to Fe (III), which caused the reduction of Fe<sup>3+</sup>/ ferricyanide complex to Fe<sup>2+</sup> + complex [51]. The multiple comparison between the different means was significant in the test of Tukey to p<0.05, and the change in absorbance was therefore directly related to the total reducing power or electron donor antioxidant present in the reaction mixture [52]. The results obtained from the Quercetin curve of the equation were: Y = 0.0003X + 0.5096; r<sup>2</sup> = 0.9817 showed the highest reductive

antioxidant potency included in F/DcmEA (433,55±24,36 mgEQ/g E), followed by F/DieEA (261,33±8.81 mgQE/g E) and n-BUOH with a value of (29,11±6.75 mgQE/gE), as it was shown in (Table 4), but that of gallic acid at (1642.55 ± 22.20 mgQE / g E), always remained higher compared to the other hydroalcoholic fractions.

**Table 4.** reducing power (FRAP) and the total antioxidant capacity (TAC) of the different hydroalcoholic fractions of *Atriplex nummularia* with standard references, Gallic acid and Ascorbic acid at OD = 700 nm.

Fractions	(FRAP) <sup>E</sup> test mgQE/gE	OD <sup>F</sup>	(TAC) <sup>G</sup> , (PPM) <sup>H</sup> test mg GAE/gE	OD <sup>I</sup>
F/DcmEA	433,55 ± 24,36 <sup>b</sup>	0,635	20,28 ± 1,96 <sup>b</sup>	0,087
F/DieEA	261,33 ± 8,81 <sup>c</sup>	0,592	16,22 ± 0,50 <sup>b</sup>	0,067
F/n-BUOH	29,11 ± 6,75 <sup>d</sup>	0,522	15,14 ± 0,95 <sup>b</sup>	0,067
F/Aqueous	-	0,420	11,83 ± 0,72 <sup>b</sup>	0,049
Gallic acid	1642,55 ± 22,20 <sup>a</sup>	1,005	-	-
Vit C	-	-	790,54 ± 7,49 <sup>a</sup>	2,272
F. stat of ANOVA	1712,825	-	599,346	-
Sig. Interg	p < 0,000	-	p < 0,000	-

<sup>E</sup>: Ferric Reducing power (FRAP); <sup>G</sup>: total antioxidant capacity (TAC); <sup>H</sup>: phosphomolybdate, are the (means ± SE) of the three repetitions of the tests; <sup>F,I</sup>: The absorbance of the first test. The letters (a, b, c, d) indicate the homogeneous subsets of the Tukey multiple comparison (HSD) test at P < 0.05.

The results of this study were compared with those of [34] which was done on *Atriplex canescens* where a low activity of iron reduction (OD = 1.04 and OD = 0.90) was shown for the crude methanolic and aqueous extracts of leaves and stems at a concentration of 10 mg / ml and higher activity (OD = 1.30) for the fraction of ethyl acetate of the leaves at a concentration of 2 mg / ml [53]; in another study done by [54] on the *Satureja calamintha* plant, there was an OD = 0.484 which was lower than the extracts of *Atriplex nummularia*, and it could be said that the reducing power of the active substances might assist as a significant indicator of a potential antioxidant activity [55].

#### Reducing of Mo (VI) to Mo (V)

The quantitative measurement of (TAC) reduction in Mo (VI) to Mo (V) which was done in gallic acid equivalent per gram of the extract in an established linear equation  $Y = 0.0028 X + 0.0192$ ,  $r^2 = 0.9994$ , showed a (TAC) of the following descending order: Ascorbic Acid > F/DcmEA > F/DieEA > F/n-BUOH > F /Aqueous (table4), but there were no significant differences between the four fractions of extracts from the leaves of *Atriplex nummularia* because they were in the same homogeneous group, this could be interpreted by the fact that all the phenolic compounds TPP, FLV, CT, and others played a key role in the reduction of Mo (VI). Overall, the intergroup comparison and the presence of ascorbic acid as a reduction reference for Mo (VI) showed a clear significance at p < 0.05 and a moderate value of (TAC) with a value of (790.54 ± 7.49 mg GAE / gE), 39 times greater than the four hydroalcoholic fractions of the organ investigates of *Atriplex nummularia*. In this study, the researchers made a comparison with the results performed by [53], for an assessment of the antioxidant capacity of the three fractions, ethyl acetate (0.241 mgAA / gMS); dichloromethane (0.110 mgAA / gMS) and butanolic (0.112 mgAA / gMS) of *Atriplex halimus*, which showed lower contents than the results of this study. Also, a comparison was made with another study carried out by [56] considering the aqueous and hydroalcoholic extract of the *aloyisia triphylla* species, a CAT of 173.50 ± 0.044 and 270.14 ± 0.1mgEqAA / gE were revealed. It was difficult to compare this research with the other studies because of the different variety of plants; and also the use of different methods of extraction and solvent mixture reduced the credibility of agreements between the research studies.

#### β-Carotene assay

The BCB method has been based on the loss of the yellow color of β-carotene due to its reaction with the radicals formed by the oxidation of linoleic acid in an emulsion [57]. This method has been used frequently since β-carotene has a powerful antioxidant activity due to its important physiological composition [58, 59]. Hydroalcoholic fractions had a moderate ability to inhibit concentrations dependent on β-carotene discoloration.

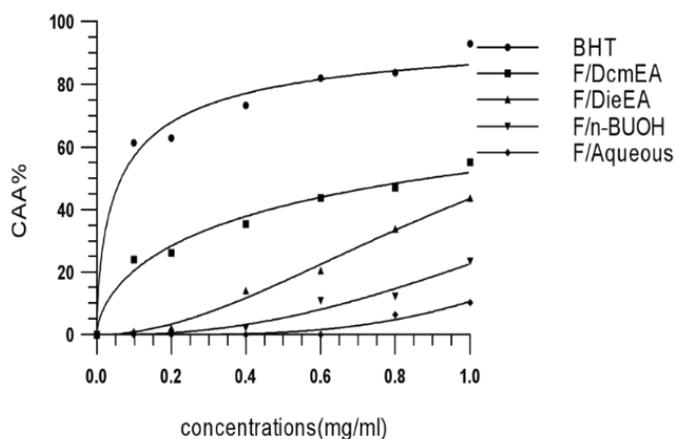
The results obtained from IC<sub>50</sub> have been summarized in Table 5 with a clear significance between the IC<sub>50</sub> averages at  $p < 0.05$ , except F / n-BUOH and F / aqueous which showed no significant difference between those. The smallest IC<sub>50</sub> values indicated the strong inhibition seen in the F/DcmEA > F/DieEA > F/n-BUOH > F/Aqueous.

**Table 5.** IC<sub>50</sub> determination of  $\beta$ -carotene bleaching with hydroalcoholic fractions of *Atriplex nummularia* and BHT.

Fractions	$\beta$ -carotene IC <sub>50</sub> (mgml <sup>-1</sup> )	r <sup>2</sup> test1
F/DcmEA	0,92 ± 0,0175 <sup>c</sup>	0,981
F/DieEA	1,15 ± 0,0041 <sup>b</sup>	0,993
F/n-BUOH	1,65 ± 0,0249 <sup>a</sup>	0,966
F/Aqueous	1,74±0,0302 <sup>a</sup>	0,947
BHT	0,065 ± 0,0014 <sup>d</sup>	0,981
F. Stat of ANOVA	1222,377	-
Sig. Intergroup	$p < 0.000$	-

The  $\beta$ -carotene IC<sub>50</sub> values are the (means ± SE) of the three test repetitions, the letters (a, b, c, d,) indicate the homogeneous subsets of the Tukey multiple comparison (HSD) test  $P < 0.05$ .

Despite this confirmation, the positive control of the BHT would remain the most powerful among the extracts with a value of IC<sub>50</sub> (0.065 ± 0,0014mg / ml). The antioxidant inhibitory similarity of  $\beta$ -carotene decolorization, was observed in the study done by [60] which was conducted on the three shoots (*Suaeda pruinosa*, *Suaeda mollis* and *Suaeda maritima*) with respective IC<sub>50</sub> (540,540,1420) ug / ml, and was compared with the results found in this study' hydroalcoholic fractions ranging from 0.92 ± 0.0175 mg / ml to 1.74 ± 0.0302 mg / ml, which were less active than those of [61] in the *Mesembryanthemum* genus with IC<sub>50</sub> (250.210,205) ug / ml. This gave information about the importance of *Atriplex nummularia*, which has been one of the main active agents that can maintain  $\beta$ -carotene staining through its antioxidant effects.



**Figure 2.** Antioxidant activities measured (dose-response) of hydroalcoholic fractions with BHT using  $\beta$ -carotene bleaching test / linoleic acid.

## CONCLUSION

According to the results of this study, all the phenolic compounds tested showed a considerable antioxidant activity, especially in the two fractions of F / DieAE and F / DcmAE by their content of polyphenols and high tannins. A significant antioxidant activity would occur with increasing sample concentrations, but there have

been still other bioactive compounds to be evaluated based on their antiradical activity at different mechanisms. *Atriplex nummularia* can be mentioned as several halophytes for example, *A. halimus*, *A. Farinosa*, *A. lentiformis*, and *A. hortensis*, which can be a precursor base of the natural bioactive compounds which are able to break the antioxidants and neutralize the free radicals, and they can be used in multiple medicinal and industrial applications, and they are qualified to defy the abiotic constraints, tolerate the saline soils, and help to produce industrial materials based on bioactive issues, and replace the derivative synthetics of the pharmaceutical industries.

**Conflicts of Interest:** The authors declared no conflict of interest.

## ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank all members of the team of “Hydric Resources and Environment Laboratory” for providing the necessary chemicals and reagents.

## REFERENCES

1. Cervellati, R., Renzulli, C., Guerra, M.C., Speroni E., Evaluation of antioxidant activity of some natural polyphenolic compounds using the Briggs Rauscher reaction method, *J Agric Food Chem*, 2002, 50(26):7504–9.
2. Yi, W., Fischer, J., Akoh, C.C., Study of anticancer activities of muscadine grape phenolics in vitro, *J Agric Food Chem*, 2005, 53(22):8804–12.
3. Aruoma, O.I., Nutrition and health aspects of free radicals and antioxidants, *Food Chem Toxicol*, 1994, 32(7):671–83.
4. Cross, C.E., Halliwell, B., Borish, E.T., Pryor, W.A., Ames, B.N., Saul, R.L., et al., Oxygen radicals and human disease, *Ann Intern Med*, 1987, 107(4):526–45.
5. Choe, E., Min, D.B., Mechanisms of Antioxidants in the Oxidation of Foods, *Compr Rev Food Sci Food Saf*, 2009, 8(4):345–58.
6. Macheix, J.J., Fleuriot, A., Jay-Allemand, C., Phenolic compounds in plants: an example of economically important secondary metabolites (French), lausanne: (PPUR) Polytechnic Presses and French Universities, 2005. 192 p.
7. Le Houérou, H.N., The role of saltbushes (*Atriplex* spp.) in arid land rehabilitation in the Mediterranean Basin: a review, *Agrofor Syst*, 1992, 18(2):107–48.
8. Choukr Allah, R., Malcolm, C.V., Hamdy, A., Halophytes and biosaline agriculture, Choukr Allah R, Malcolm C.V., Hamdy, A., editors. 270 Madison Avenue, New York 10016: New York : M. Dekker, 1996. p. 256.
9. Benmansour, N., Tsaki, H., Khloufi, B., Karyological study of three populations of *Atriplex halimus* L. (Chenopodiaceae) from western Oran, *Ann Natl Agron Institute - El Harrach*, 2007, 28(1 and 2):75–85.
10. Soliman, G.A., Abd El Raheim, M., Antihyperlipidemic and Antioxidant effect of *Atriplex farinosa* and *Atriplex nummularia* in Streptozotocin-induced Diabetes in rats, *Bull Env Pharmacol Life Sci*, 2015, 4(12):10–8.
11. Khaldi, A., Amamra, D., Tir touil, A., Maghdouri, N., Belhadj, N., Effects of *Atriplex Halimus* on Resistant Bacterial Strain of Different Origins, *Int Conf Adv Agric Biol Environ Sci*, (AABES-2015) July 22-23, 2015 London (UK). 2015, 85–92.
12. Last, D.I., Llewellyn, D.J., Antifungal proteins from seeds of Australian native plants and isolation of an antifungal peptide from *Atriplex nummularia*, *New Zeal J Bot*. 1997, 35(3):385–94.
13. Ali, B., Tabassum, R., Riaz, N., Yaqoob, A., Khatoun, T., Tareen, R.B., et al., Bioactive triterpenoids from *Atriplex lasiantha*, *J Asian Nat Prod Res*, 2015, 17(8):843–50.
14. Stalikas, C.D., Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids, *J Sep Sci*, 2007, 30(18):3268–95.
15. Wilfred, V., Nicholson, R., Phenolic compound biochemistry [Internet]. 1st ed., Springer Netherlands, 2006. XII, 276.

16. Markham, K.R., Bloor, S.J., Analysis and identification of flavonoids in practice. In Flavonoids in health and disease. Second Edi.,A. C, Evans R, Packer L, editors. New York, Basel, Hong Kong: Marcel Dekker Inc, 1998, 1-34. p.
17. McDonald, S., Prenzler, P.D., Antolovich, M., Robards, K., Phenolic content and antioxidant activity of olive extracts, Food Chem, 2001,73(1):73–84.
18. Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M., Chern J.C., Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods, J food drug Anal, 2002,10(3):178–82.
19. Sun, B., Ricardo-da-Silva, J.M., Spranger I., Critical Factors of Vanillin Assay for Catechins and Proanthocyanidins, J Agric Food Chem, 1998,46(10):4267–74.
20. Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C., Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity, LWT - Food Sci Technol, 1995,28(1):25–30.
21. Oyaizu, M., Studies on products of browning reaction: antioxidative activity of products of browning reaction prepared from glucosamine, Japan J Nutr Diet, 1986,44(6):307–15.
22. Prieto, P., Pineda, M., Aguilar, M., Spectrophotometric Quantitation of Antioxidant Capacity through the Formation of a Phosphomolybdenum Complex: Specific Application to the Determination of Vitamin E, Anal Biochem. 1999,269(2):337–41.
23. Sun, T., Ho, C.T., Antioxidant activities of buckwheat extracts, Food Chem, 2005,90(4):743–9.
24. Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karray-Bouraoui N., Trabelsi, N., Boulaaba, M., et al., Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities, C R Biol, 2008, 331(5):372–9.
25. Donia, A.E.R.M., Soliman, G.A., Khataibeh, M.H., Alqasoumi, S.I., Effect of *Atriplex farinosa*, *Atriplex nummularia* and *Ficus ingens* on ulcerative colitis in rats, Int J Biol Allied Sci, 2013,2(6):1247–59.
26. Ksouri, R., Megdiche, W., Debez, A., Falleh, H., Grignon, C., Abdelly, C., Salinity effects on polyphenol content and antioxidant activities in leaves of the halophyte *Cakile maritima*, Plant Physiol Biochem, 2007,45(3–4):244–9.
27. Miliuskas, G., Venskutonis, P.R., and Van Beek, T. A. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extract, Food Chem, 2004, 85: 231–7
28. Stanković, M.S., Milica, P., Dejan, G., and Zora D.S. Screening inland halophytes from the central Balkan for their antioxidant activity in relation to total phenolic compounds and flavonoids: Are there any prospective medicinal plants? J. Arid Environ, 2015,120 : 26-32.
29. Bentabet, N., Boucherit, O. Z., and Boucherit, K. Chemical composition and antioxidant activity of organic extracts of the roots of *Fredolia aretioides* from the region of Béchar in Algeria, Phytothérapie, 2014, 12(6): 364-371.
30. Abu-Zanat, M.M., Al-Hassanat, F.M., Alawi, M., Ruyle, G.B., Oxalate and tannins assessment in *Atriplex halimus* L and *A. nummularia* L, J range Manag, 2003,56(4):370–4.
31. Cohen, S.D., Tarara, J.M., Gambetta, G.A., Matthews, M.A., Kennedy, J.A., Impact of diurnal temperature variation on grape berry development, proanthocyanidin accumulation, and the expression of flavonoid pathway genes, J Exp Bot, 2012,63(7):2655–65.
32. Tonietto, J., and Carbonneau, A. Thermal regime during ripening of grapes in the vineyard geoclimate (French), In: Embrapa Grape and Wine, annual congress (ALICE). In: International Symposium on Wine Zoning, 4, 2002, avignonn, French. Inter Rhône e International Office of Vine and Wine-OIV Volume I, 2002, p. 279–89.
33. Benhammou, N., Bekkara, F. A., and Panovska, T. K. Antioxidant activity of methanolic extracts and some bioactive compounds of *Atriplex halimus*, Comptes Rendus Chim, 2009, 12(12): 1259–66.
34. Seladji, M. Phytochemical study, antioxidant and antimicrobial activities of the extracts of five medicinal plants and analyses of their oils (French) essentielles [Internet], Department of Biology, Laboratory of Natural Products (LAPNONA). University of Tlemcen, Algeria, 2015.
35. Nazir, S., Qasim, M., Gul, B., and Khan, M. Antioxidant properties and phenolic composition of coastal halophytes commonly used as medicine, int. j. biol. biotech, 2018,15 : 66-71.

36. Medini, F., Fellah, H., Ksouri, R., and Abdelly, C. Total phenolic, flavonoid and tannin contents and antioxidant and antimicrobial activities of organic extracts of shoots of the plant *Limonium delicatum*, JTUSCI, 2014, 8(3): 216-224.
37. Laetitia, M. D., Gaetan, L. F., Christian, M. Radical scavenging, antioxidant and antimicrobial activities of halophytic species, J Ethnopharmacol, 2008, 116 (2): 258-62.
38. Duchaufour, P., and Masson, E. Abstract Pedology. Soil, vegetation, environment(French). 5th edition.,Paris , Milan , Barcelone : Masson, 1997 (printed in belgium), 1997. p. 291.
39. Effe, K. E., Kouakou, S. L., and Irié-N'Guessan, G. Antioxidant Activity and Hepatoprotective Effect of an Aqueous Extract of *Alchornea cordifolia* Leaves, Pharmacol Pharm, 2017,8(11):369–80.
40. Scherer, R., and Godoy, H. T. Antioxidant activity index (AAI) by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method, Food Chem, 2009,112(3):654–8.
41. Parent, C., Capelli, N., and Dat, J. Reactive forms of oxygen, stress and cell death in plants (French), C R Biol, 2008, 331(4): 255–61.
42. Foyer, C. H., and Noctor, G. Tansley Review No. 112 Oxygen processing in photosynthesis: regulation and signalling, New Phytol, 2000, 146(3): 359–88.
43. Brosché, M., Overmyer, K.,Wrzaczek, M., Kangasjärvi, J., and Kangasjärvi, S. Stress Signaling III: Reactive Oxygen Species (ROS) in: Pareek A, Sopory SK, Bohnert HJ, editors. Abiotic Stress Adaptation in Plants: Physiological, Molecular and Genomic Foundation. Dordrecht: Springer Netherlands, 2010, p. 91–102.
44. Ashraf, M. Biotechnological approach of improving plant salt tolerance using antioxidants as markers, Biotechnol Adv, 2009, 27(1):84–93.
45. Hanana, M., Hamrouni, L., Cagnac, O., Blumwald, E. Mechanisms and cellular strategies of tolerance to salinity (NaCl) in plants (French), Environ Rev, 2011, 19(NA):121–40.
46. Chen, Z., Bertin, R., and Froid, I G. EC50 estimation of antioxidant activity in DPPH assay using several statistical programs, Food Chem, 2013, 138(1):414–20.
47. Motulsky, H. J., and Ransnas, L.A. Fitting curves to data using nonlinear regression: a practical and nonmathematical review, FASEB J, 1987, 1(5):365–74.
48. Nabila, B. B., Larbi, B., and Fawzia, A. B. Phenolic content and in vitro antioxidant activities of selected Algerian plants, Journal of Medicinal Plant Research, 2014, 8(40):1198-1207.
49. Talbi, H., Boumaza, A., EL-Mostafa, K., Talbi, J., and Hilali, A. Evaluation of antioxidant activity and physico-chemical composition of methanolic and aqueous extracts of *Nigella sativa*, J. Mater. Environ. Sci, 2015, 6:1111-1117.
50. Donia, A. M. Phytochemical content and antibacterial activity of *Atriplex nummularia* extracts, IJBPAS, 2006, 2 (6):1260-1269.
51. Lai, H., and Lim, Y. Evaluation of antioxidant activities of the methanolic extracts of the selected ferns in Malaysia, Int J Environ Sci Dev, 2011, 2(6):442–7.
52. Benzie, I. F. F., Strain JJBT-M in E., [2] Ferric reducing/antioxidant power assay: Direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration, In: Oxidants and Antioxidants Part A. Academic Press, 1999. p. 15–27.
53. Tahar, S. B., Mahammed, M. H., Yousfi, M. Study of the antioxidant activity of phenolic extracts of *Atriplex halimus* L and *Haloxylon scoparium* pomel from Northern Sahara (French), Ann des Sci Technol, 2015,7(1) :258-264.
54. Bougandoura, N., and Bendimerad, N. Evaluation of the antioxidant activity of the aqueous and methanolic extracts of *Satureja calamintha* ssp. *Nepeta* (L.) Briq, Nature & Technology, 2013, 9, 14-19.
55. Jeong S.M., Kim S.Y., Kim D.R., Jo S.C., Nam K.C., Ahn D.U., and Lee S.C. The effects of heat treatment on the antioxidant activity of extracts from citrus peels. J of Agric. Food Chem., 2004, 52, 3389–3393.
56. Cheurfa, M., and Allem, R. Evaluation of the antioxidant activity of different leaf extracts of *Aloysia triphylla* (L'Hérit.) from Algeria in vitro, Phytothérapie, 2016,14 (3):181-187.

57. Kulisic, T., Radonic, A., Katalinic, V., and Milos, M. Use of different methods for testing antioxidative activity of oregano essential oil, *Food Chemistry*, 2004, 85(4):633–640.
58. Adel, K., Zied, Z., Ahmed, B., Néji, G., Mohamed, D., and Radhouane, G. Chemical composition and antioxidant activity of *Marrubium vulgare* L, essential oil from Tunisia, *African Journal of Biotechnology*, 2011, 10: 3908–14.
59. Ghedadba, N., Bousselesla, H., Hambaba, L., Benbia, S., and Mouloud, Y. Evaluation of the antioxidant and antimicrobial activity of leaves and flowering tops of *Marrubium vulgare* L, *Phytothérapie*, 2014, 12 :15–24.
60. Oueslati, Samia., Trabelsi, Najla., Boulaaba, Mondher., Legault, Jean., Abdelly, Chedly Ksouri, Riadh. Evaluation of antioxidant activities of the edible and medicinal Suaedaspecies and related phenolic compounds, *Ind Crops Prod*, 2012, 36 (1): 513-518.
61. Hanen, F., Riyadh, K., Samia, O., Sylvain, G., Christian, M., and Chedly, A. Interspecific variability of antioxidant activities and phenolic composition in *Mesembryanthemum* genus, *Food Chem Toxicol*, 2009, 47(9): 2308-2313.