

RESULTATS

1- Etude de l'impact des plantations à Atriplex sur les paramètres physicochimique du sol

Dans cette expérimentation nous avons procéder à une comparaison entre un site planté par les arbustes d'Atriplex (*Atriplex halimus*, *Atriplex nummularia* et *Atriplex canescens*) et un autre site sans plantation (mise en défens), pour cela nous avons adoptés une méthode de traitement des données sous la forme la plus simple illustrée par les tableaux et des histogrammes suivants. Le tableau 4 regroupe les caractéristiques physico-chimiques des sols de notre zone d'étude et une analyse statistique détaillée pour mieux interpréter ces données.

Afin de vérifier la répartition des variables mesurées dans notre zone d'étude, nous avons effectués un test d'ANOVA qui a pour but de déterminer s'il existe une homogénéité entre les profils dans l'ensemble des stations.

1-1- Granulométrie

Pour Ozenda (1982), l'étude de la texture consiste à évaluer la proportion relative de catégories de particules de tailles différentes (Argile, Limon et sable), pour construire un diagramme qui donne une idée approximative des caractères physiques du sol. La texture des différents échantillons du sol est définie après projection des résultats de l'analyse granulométrique sur le triangle textural. La texture est sablo-limoneuse, avec un pourcentage de sable respectivement de 80% et 76% respectivement pour les périmètres plantés et périmètre non planté (Mise en défens).

Les taux d'argile ne représente pas de variabilité, les taux varient entre 13%, 10%, 9% et 7% respectivement au niveau des périmètres plantés par *Atriplex canescens*, *Atriplex nummularia*, *Atriplex halimus* et la mise en défens.

Nous remarquons que les taux de sable sont généralement élevés aussi bien au sein des plantations que dans les zones non plantées le taux de sable est respectivement de 80.72% et 76%, il est important de retenir de ces taux non pas la valeur elle-même, c'est-à-dire le taux de sable, mais plutôt la contribution des subdivisions inférieures de cette particule de sable. En effet, parmi les sables, on distingue les particules de sable grossier, de sable moyen et de sable fin. Dans les zones non plantées, c'est la proportion en sable grossier qui domine. Dans les zones plantées, c'est les particules de sable fin qui sont présentes. Dans le premier cas, c'est plutôt du processus d'ensablement qu'il s'agit. Dans le second cas, ce serait les conditions particulières du milieu qu'il faudrait retenir. En effet, le ralentissement des écoulements d'eau ainsi que l'effet brise-vent des arbustes plantés augmenteraient le taux des sables fin.

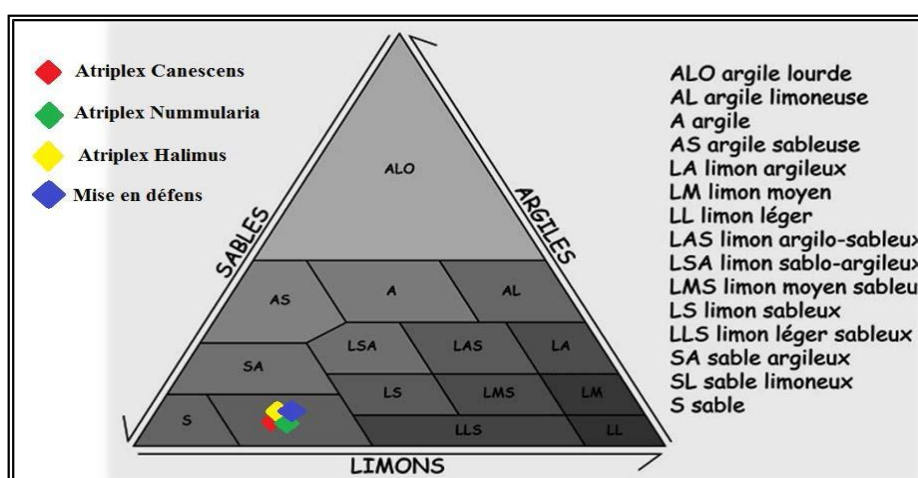


Figure11. Résultats granulométriques de la zone d'étude.

1-2- Matière organique et l'Azote:

D'après les résultats enregistrés dans la figure 12, et le tableau d'analyse de variance, il n'existe pas de différences significatives de la teneur en matière organique entre les différents périmètres plantés et non plantés par l'*Atriplex*, nous observons une très forte homogénéité entre les parcelles plantées par l'*Atriplex*, et la parcelle mise en défens (témoin). La matière organique est de l'ordre de 2.03 à 3.52% elle est très fluctuantes dans les quatre périmètres. Cette fluctuation des valeurs se justifie par la présence ou l'absence du couvert végétal.

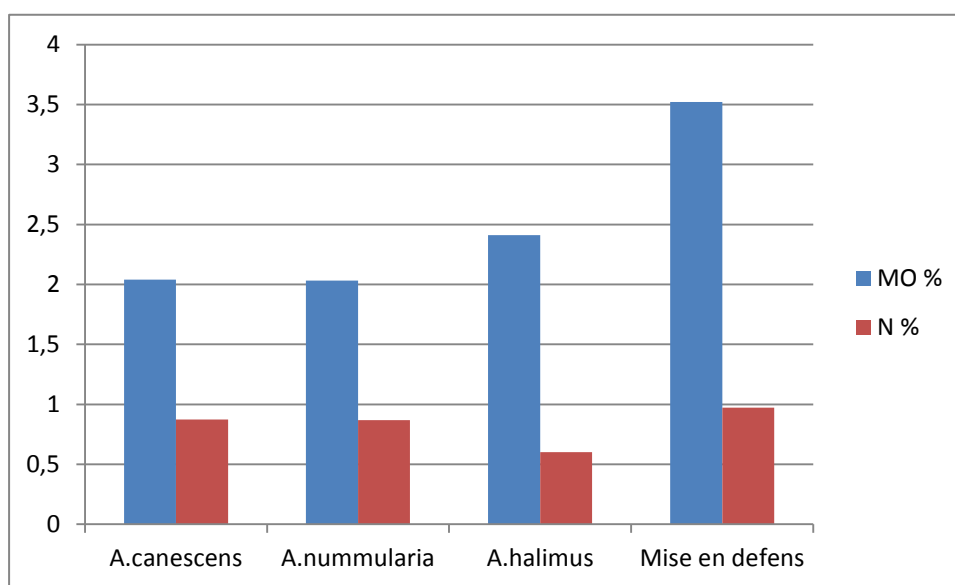


Figure 12. Taux de matière organique et d'azote dans la zone d'étude.

Ces fluctuations de la matière organique s'expliquent par la surexploitation de ces zones (surpâturage). Selon Pouget (1980) et Kadi Hanifi Achour (1998), la diminution de la biomasse végétale conduit par conséquent à une baisse du taux de matières organique au niveau du sol.

1-3- Calcaire total et calcaire actif

L'analyse de variance montre qu'il existe des différences hautement significatives entre les parcelles. Le taux de calcaire totale est significativement inférieur au niveau de la parcelle témoin (mise en défens) avec seulement 6.57%. La parcelle d'*Atriplex nummularia* et *Atriplex canescens* possèdent des taux significativement élevés comparés au reste des traitements avec un taux de calcaire actif respectif de 13.93% et 11,85%.

D'après la figure 13, les résultats montrent la présence d'une grande variation du CaCO_3 total, d'un sol peu calcaire au niveau des zones non plantées (mise en défens), un sol moyennement calcaire représenté par la zone plantée par l'*Atriplex halimus*, à un sol calcaire dans les zones plantées par l'*Atriplex nummularia* et l'*Atriplex canescens*, ceci peut être expliqué par la faible profondeur des sols de cette zone, et la présence d'une croûte calcaire proche de la surface; notre zone d'étude est caractérisée par les glacis du quaternaire à croûte calcaire, ces teneurs en calcaire sont due à l'altération du substratum géologique qui est calcaire, sous l'effet de l'enfoncement des racines de l'*Atriplex* (Kadi Hanifi, 1998).

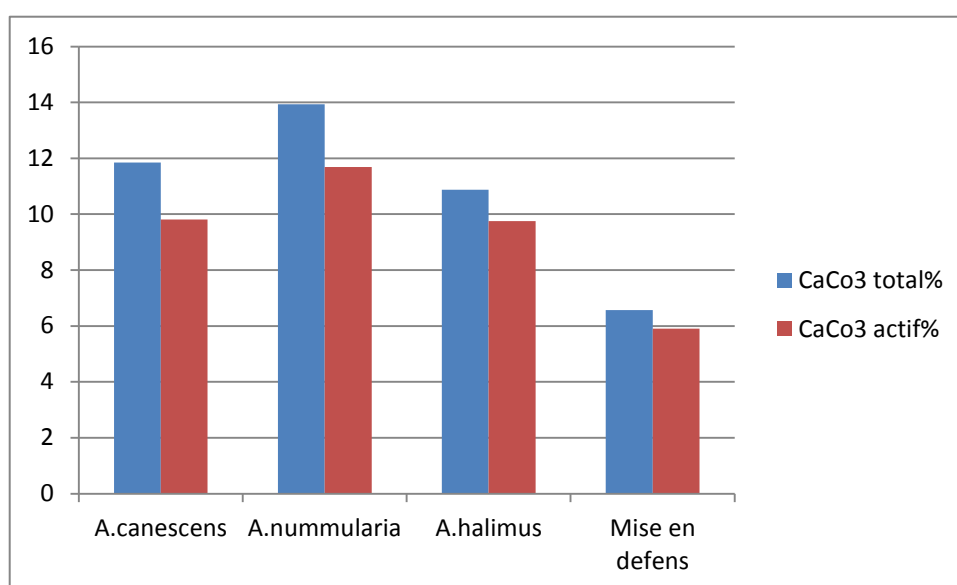


Figure 13. Calcaire total et calcaire actif dans la zone d'étude.

Nous remarquons que le taux de CaCO_3 actif est important au niveau des échantillons de sol des zones plantées par l'*Atriplex*, dus à la concentration très élevée du bicarbonate et du pH (± 8). L'analyse statistique révèle des différences hautement significatives entre les différents périmètres, avec un taux de calcaire actif plus faible de 5.91% au niveau de la parcelle témoin (mise en défens) comparé aux taux de CaCO_3 actif des trois périmètres plantés par les espèces d'*Atriplex*.

1-4- Salinité

Selon la figure 14, nous remarquons que la conductivité électrique dans les parcelles de mise en défens et la planté par l'*Atriplex halimus*, est faible, elle s'enregistre entre 0.18 et 0.44 mmhos/cm. Cela dit au niveau des parcelles plantées par l'*Atriplex canescens* et l'*Atriplex nummularia* la conductivité électrique est plus élevée, elle est respectivement de 1.13 et 0.83 mmhos/cm, les résultats de l'analyse statistique de la salinité, montrent les parcelles d'*Atriplex canescens* et d'*Atriplex nummularia* avec des taux de salinité significativement supérieures aux autres parcelles avec des taux respectif de l'ordre de 0.35 et 0.13, tandis que le taux de salinité enregistré au niveau de la parcelle d'*Atriplex halimus* et la parcelle témoins est respectivement de l'ordre de 0.075 et 0.016.

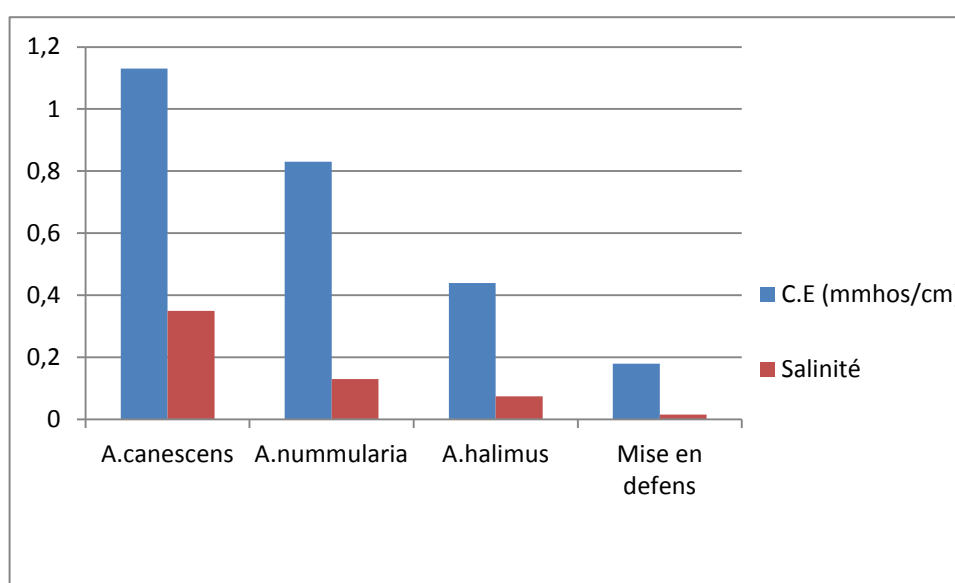


Figure14. Taux de salinité et de la conductivité électrique dans la zone d'étude.

Les valeurs du pH obtenus pour l'ensemble des échantillons, traduisent l'alcalinité des sols des deux zones (plantées et non plantées), favorisant ainsi la dégradation de la fraction fraîche de la matière organique (Duchaufour, 1970; Dommergues et Mangenot, 1970). Selon Dubost (1966), ce pH alcalin reste dans les limites compatibles avec une activité microbiologique normale. La salinité a un effet sur le pH, ceci est confirmé dans nos résultats (Figure 15), car dans les parcelles non plantées et les parcelles plantées par l'*Atriplex halimus*, le pH est légèrement alcalin (7,95), par contre dans les parcelles plantées par l'*Atriplex canescens* et l'*Atriplex nummularia*, la salinité est plus importante et le pH élevé (+8), alcalin.

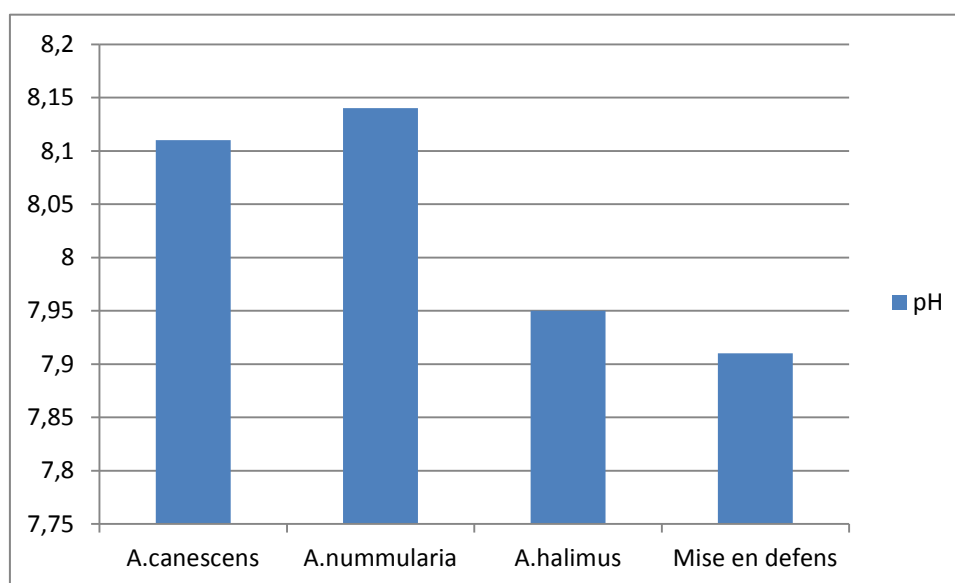


Figure15. pH dans la zone d'étude.

Les parcelles d'*Atriplex nummularia* et *Atriplex canescens* ont un pH significativement supérieur à la parcelle d'*Atriplex halimus* et la parcelle témoin (mise en défens). Ceci signifie probablement que les plantations d'*Atriplex canescens* et d'*Atriplex nummularia*, tendent à augmenter le pH du sol.

1-5- Les éléments minéraux

Le phénomène de salinisation des sols des zones arides peut s'effectuer rapidement, c'est à l'échelle de l'année que l'on peut constater l'accumulation des sels dans le sol, la détérioration de sa structure et l'altération de ses argiles (Rieu, 1980).

Le potassium présente un rôle métabolique (photosynthèse, synthèses organiques, division cellulaire), il intervient dans la régulation de la pression osmotique en diminuant la transpiration, et en empêchant le flétrissement. Les teneurs en potassium varient entre 9,52 g/l et 17,77 g/l, il n'en ressort pas de différence significative entre les quatre parcelles.

Les teneurs en sodium, calcium et en magnésium sont très importantes au niveau des parcelles plantés par l'*Atriplex*, comparé à la teneur en éléments minéraux faible au niveau du périmètre mise en défens. Les parcelles d'*Atriplex canescens*, *Atriplex nummularia* et *Atriplex halimus* renferment des taux significativement élevés de sodium avec 196.3 mg/l, 54,43 mg/l et 23,94 mg/l de Na, le calcium oscille entre 54.6 et 53.48 et 52, 20 mg/l, le magnésium entre 178.2, 169.6 et 148,50 mg/l, nous remarquons le sol des périmètres plantés d'*Atriplex halimus* marque toujours les valeurs les plus faible en minéraux, comparé aux

autres périmètres plantés, néanmoins l'ensemble de ces valeurs de sodium, de calcium, et de magnésium enregistrés au niveau des différents périmètres plantés par l'Atriplex sont significativement supérieurs à la parcelle témoin avec des valeurs respectives de 18,10 de sodium, 40,1 mg/l de calcium, 113.9 mg/l de magnésium.

Quant au chlore et le *NaCl*, les résultats des analyses statistiques montrent qu'il existe des différences hautement significatives. Les parcelles d'*Atriplex canescens* et *Atriplex nummularia* renferment des teneurs significativement supérieures à la parcelle témoin (mise en défens) et la parcelle d'*Atriplex halimus*. Toutefois, c'est la parcelle d'*Atriplex canescens* qui renferment les taux le plus élevés avec des valeurs de l'ordre de 262 mg/l de Cl et 477.2 mg/l de *NaCl*, il s'ensuit la parcelle d'*Atriplex nummularia* avec 191,9 mg/l de Cl et 267mg/l de *NaCl*, alors que la parcelle d'*Atriplex halimus* et la parcelle témoin renferment des valeurs respectives de 155,7 mg/l, 108,3 mg/l de Cl et 216 mg/l, 211 mg/l de *NaCl*.

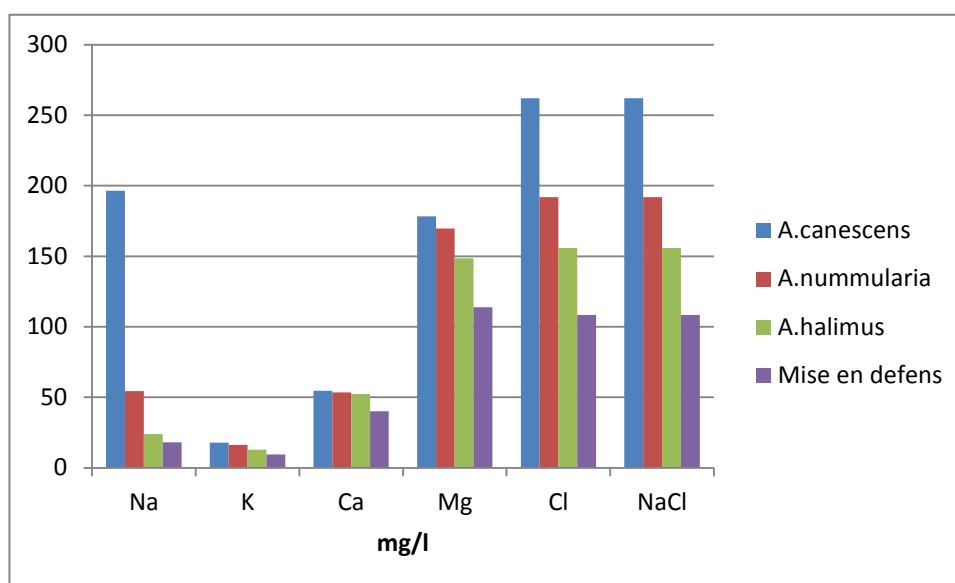


Figure16. Représentation des éléments minéraux dans la zone d'étude.

2- Etude de l'activité allélopathique des *Atriplex*es

2-1- Etude de l'activité allélopathique de l'*Atriplex* sur la germination des graines de laitue « *Lactuca sativa* »

2-1-1. Taux finaux de germination

Les résultats obtenus après expérimentation nous démontrent que le degré d'inhibition était largement dépendant de la concentration des extraits testés et les espèces dont ils sont dérivés, l'inhibition de la germination des graines a été accentuée sur littéralement tous les traitements.

Nous observons de la figure n°17 que le taux de germination marque une baisse de 12% et 12,08% respectivement au niveau des lots arrosés à 6,25 g/l de solutions de tige d'*Atriplex nummularia* et d'*Atriplex canescens*, la solution à base de tige d'*Atriplex halimus* a provoqué un effet moins inhibiteur car le taux de réduction de la germination a été de 9,72%.

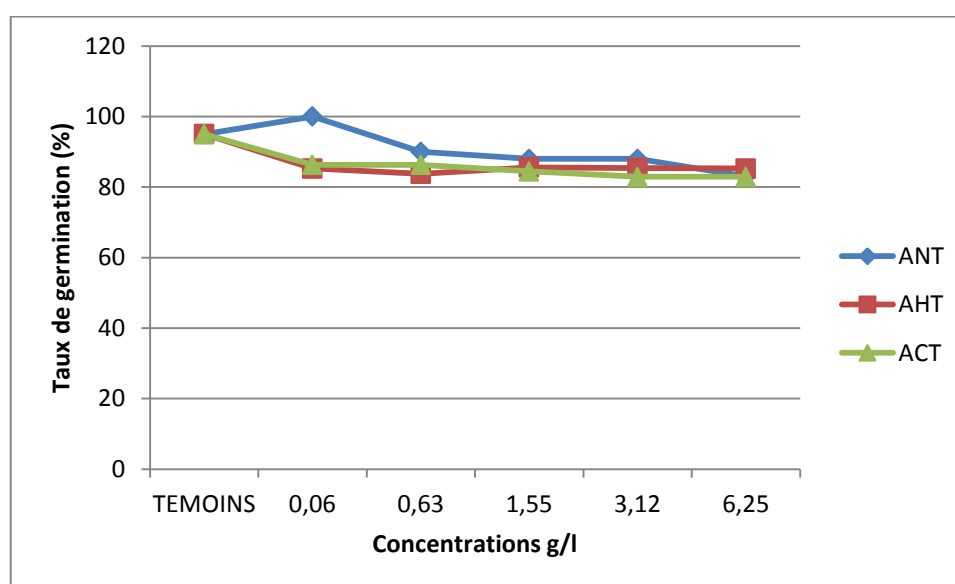


Figure 17. Taux de germination finale des graines de laitue sous différentes concentrations de solutions de tiges des trois espèces d'*Atriplex*.

Au niveau des lots soumis aux concentrations de 6,25g/l de solutions à base de feuilles d'*Atriplex nummularia* le taux de réduction de germination des graines de laitue a été de 19,87% (voir figure n°18) comparé au lot témoins. Tandis que les solutions d'*Atriplex halimus* et *Atriplex canescens* ont infligés un taux d'inhibition de l'ordre de 9,66% et 10,65% respectivement sur la germination des graines.

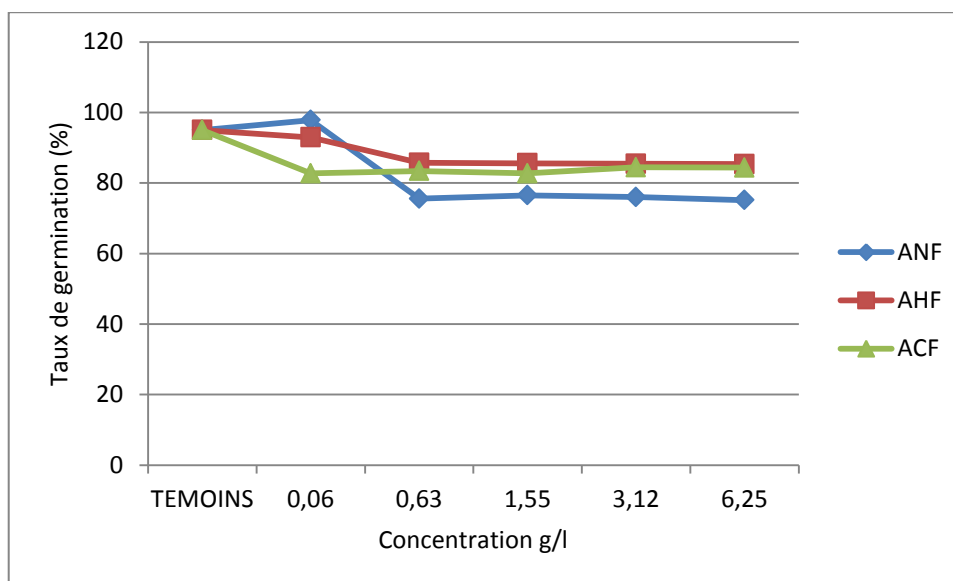


Figure 18. Taux de germination finale des graines de laitue sous différentes concentrations de solutions feuilles de trois espèces d'*Atriplex*.

Il ressort de la figure n°19 que le taux de germination est inhibé par les solutions à base de racines, dont le taux de réduction est de l'ordre de 19,86%, 17,15% et 12,58% respectivement au niveau des lots arrosés à 6,25 g/l de solution à base de racine d'*Atriplex nummularia*, *Atriplex canescens* et *Atriplex halimus*.

Les solutions faites d'*Atriplex nummularia* ont marqués les taux de réduction les plus importants et sont les plus inhibitrices. (19,86%, 19,87% et 12%) respectivement au niveau des lots arrosés à 6,25g/l de racines, feuilles et tiges.

Les racines d'*Atriplex canescens* présentent également une activité allélopathique marqué avec un taux de réduction au niveau du traitement 6,25g/l de 17,15% comparés aux autres parties de la plante, tandis que les solutions faite de tige feuilles et racines d'*Atriplex halimus* ont marqués les taux d'inhibition de la germination les plus faibles.

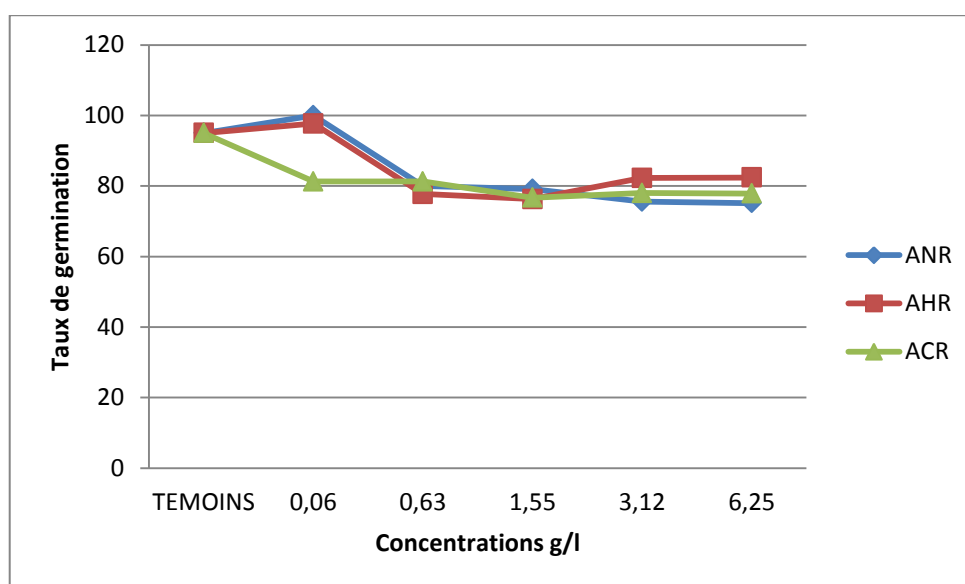


Figure 19. Taux de germination finale des graines de laitue sous différentes concentrations de solutions de racines des trois espèces d'Atriplex.

Nous observons qu'à petite dose c'est à dire (0,063g/l) des trois partie de la plante d'*Atriplex nummularia* la capacité germinative des graines est amélioré dû à une levée de dormance impliquant des taux de germination qui dépasse ceux du témoins arrosés à l'eau distillé, le même comportement a été observé au niveau des lots arrosés a 0,063 g/l de solution de racine d'*Atriplex halimus*, cela dit ce phénomène n'a pas été observé au niveau des solutions d'*Atriplex canescens*.

Tableau 5 : Résultats de l'analyse de variance à deux facteurs, les concentrations et les solutions d'*A. canescens*, *A. nummularia* et *A. halimus*.

	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	ET	CV
Totale	215	223.91				
Facteur1 : concentrations	5	514.65	2.46	0.0350 S		
Facteur2 : solutions d'Atriplex	8	451.30	2.16	0.0332 S		
Facteur1x Facteur2	40	201.89	0.97	0.5360 NS		
Variation résiduelle	162	209.14			14.46	30.6%

L'analyse de variance montre que le taux de germination est significativement influencé par les concentrations et par les différentes solutions à base des trois espèces d'Atriplex.

Les résultats ont été par la suite traités avec le test de Newman et Keuls à un seuil de 5%.

➤ Facteur1 : les concentrations

Le tableau 6 permet de classer concentrations en trois groupes, le groupe « A » qui regroupe les lots témoins et la concentration 0,06g/l, le second groupe « B » englobent les concentrations 3,12g/l, 1,55g/l, 6,25g/l, le groupe C comprend la concentration 0,63g/l.

Tableau 6. Résultats de la comparaison des moyennes des taux de germination en fonction des concentrations.

Libellés	Moyennes	Groupes
Temoins	95	A
0.06	94	A
3,12	83,81	B
1,55	82, 97	B
6,25	82	B
0.63	81,31	C

➤ Facteur2 : les solutions

Le tableau 7 permet de classer les solutions en trois groupes, le groupe « A » qui comprend la solution de tige d'*A. nummularia*, il s'en suit le groupe « AB » qui regroupe les solutions de feuilles et les solutions de tige d'*A. halimus* et *A. canescens*, et les solutions de feuilles d'*A. nummularia* et racine d'*A. halimus*, le dernier groupe « B » comprend les deux solutions de racines d'*A. nummularia* et *A. canescens*.

Tableau 7. Résultats de la comparaison des moyennes du taux de germination en fonction des solutions.

Libellés	Moyennes	Groupes
<i>Atriplex nummularia</i> « Tiges»	90,66	A
<i>Atriplex halimus</i> « Feuilles »	88,33	AB
<i>Atriplex halimus</i> « Tiges»	86,71	AB
<i>Atriplex canescens</i> « Tiges»	86,30	AB
<i>Atriplex canescens</i> « Feuilles »	85,43	AB
<i>Atriplex halimus</i> « Racines »	85,23	AB
<i>Atriplex nummularia</i> « Feuilles »	84,13	AB

<i>Atriplex nummularia</i> « Racines »	82,67	B
<i>Atriplex canescens</i> « Racines »	81,68	B

2-1-2- Vitesse de germination des graines de laitue « *Lactuca sativa* »

La vitesse de germination est considérée comme étant le temps mis par les graines pour germer (LANG, 1965) déterminée entre le semis et la fin des germinations. Pour mieux étudier les facteurs agissant sur la germination des graines de laitue, nous adaptons deux formules simples. Le coefficient de vélocité (Cv) et le temps moyen de germination (Tm) proposées par KOTOWSKI (1926).

a- Coefficient de vélocité

Le coefficient de vélocité marque une valeur de 8,29% au niveau du lot témoin et augmente au fur et à mesure que les concentrations augmentent pour atteindre une valeur maximum de 15,25% et 11,66% au niveau des lots arrosés à 3,12 g/l et 6,25g/l de solutions à base de racine d'*A. nummularia*, et 13,56% au niveau du lot arrosé de 6,25g/l de solution de feuilles d'*A.nummmularia*, on en déduit que les solutions à base de racines et feuilles d'*A.nummularia* accélère le processus de germination.

Le coefficient de vélocité augmente également au niveau des solutions d'*A. halimus* appliqué, la valeur la plus importante est marqué au niveau des lots arrosés aux solutions à base de racines d'*A. halimus*, soumis aux concentrations : 0,63g/l, 1,55g/l, 3,12g/l avec des valeurs respectives de 15,66%, 14,73% et 15,69%, il est à noter la valeur de 14,11% au niveau du traitement 3,12 g/l de solution de tige d'*A. halimus* et 14,1% au niveau du lot soumis à 3,12 g/l de solution de feuilles d'*A. halimus*.

La solution à base de racine d'*A.canescens* contribue également à accélérer la vitesse de germination. Les concentrations 1,55 g/l et 6,25g/l marque les cv les plus élevés (14,89%, 14,9%) suivie par la solution de tige d'*A. canescens* et la solution de feuilles d'*A. canescens*.

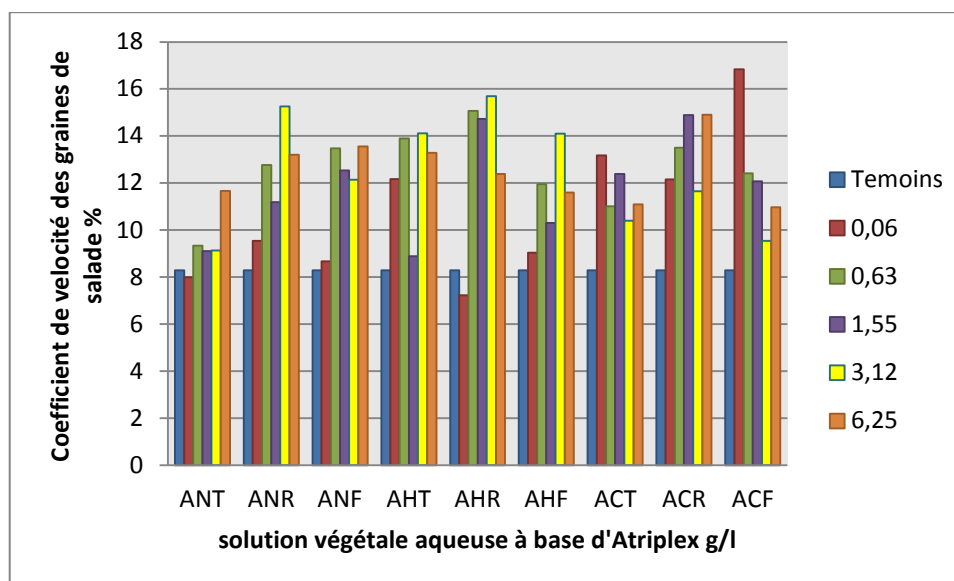


Figure 20. Coefficient de vélocité de germination des graines de laitue arrosées à différentes concentrations et solutions d'*Atriplex*.

Tableau 8. Résultats de l'analyse de variance à deux facteurs, les concentrations et les solutions du coefficient de vélocité des graines de laitue.

	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	ET	CV
Totale	215	9,48				
Facteur1 : concentrations	5	100,91	22,07	0.0000 HS		
Facteur 2 : solutions d'Atriplex	8	22,04	4,82	0.0000 HS		
Facteur1x Facteur2	40	15,39	3,37	0.0000 HS		
Variation résiduelle	162	4,57			2,14	18,8%

L'analyse de variance est hautement significative pour les deux facteurs, concentrations et solutions ainsi que l'interaction des deux facteurs.

Les résultats ont été par la suite traités avec le test de Newman et Keul à un seuil de 5%

➤ Facteur1 : les concentrations

Le tableau permet de classer les concentrations en trois groupe, le groupe C dont la valeur est la moins importante représenté par le témoins, le groupe B représenté par la concentration 0,063 g/l et le groupe A incluant le reste des concentrations.

Tableau 9. Résultats de la comparaison des moyennes du coefficient de vélocité des graines de laitue en fonction des concentrations.

Libellés	Moyennes	Groupes
0,63 g/l	12,60	A
6,25 g/l	12,52	A
3,12 g/l	12,45	A
1,55 g/l	11,79	A
0,063 g/l	10,75	B
Témoins	8,29	C

➤ Facteur 2 : les solutions

Le tableau permet de classer les solutions en deux groupes le groupe « A » inculant toutes les solutions mis à part la solution de tige d'*Atriplex nummularia* classé dans le groupe «B».

Tableau 10. Résultats de la comparaison des moyennes du coefficient de vélocité des graines de laitue en fonction des solutions.

Libellés	Moyennes	Groupes
<i>Atriplex canescens</i> « Racines »	12,56	A
<i>Atriplex halimus</i> « Racines »	12,23	A
<i>Atriplex halimus</i> « Tiges »	11,77	A
<i>Atriplex nummularia</i> « Racines »	11,71	A
<i>Atriplex canescens</i> « Feuilles »	11,69	A
<i>Atriplex nummularia</i> « Feuilles »	11,44	A
<i>Atriplex canescens</i> « Tiges »	11,06	A
<i>Atriplex halimus</i> « Feuilles »	10,88	A
<i>Atriplex nummularia</i> « Tiges »	9,25	B

b- Temps moyen de germination

Le temps moyen de germination est de 11,7j au niveau du lot témoins, il diminue au niveau des traitements les plus sévères et atteint 9,58j au niveau du lot arrosé à 3,12 g/l de solutions de tige d'*A. nummularia*, de racines d'*A.nummularia* (6,61j) et feuilles d'*A.nummularia* (8,49j), cette diminution est plus marqué au niveau des solutions d'*A halimus*

dont le temps moyen a atteint 7,28 j, 6,53j, et 6,5j au niveau des lots soumis respectivement à la concentration 3,12 g/l de solutions de tiges, racines et feuilles.

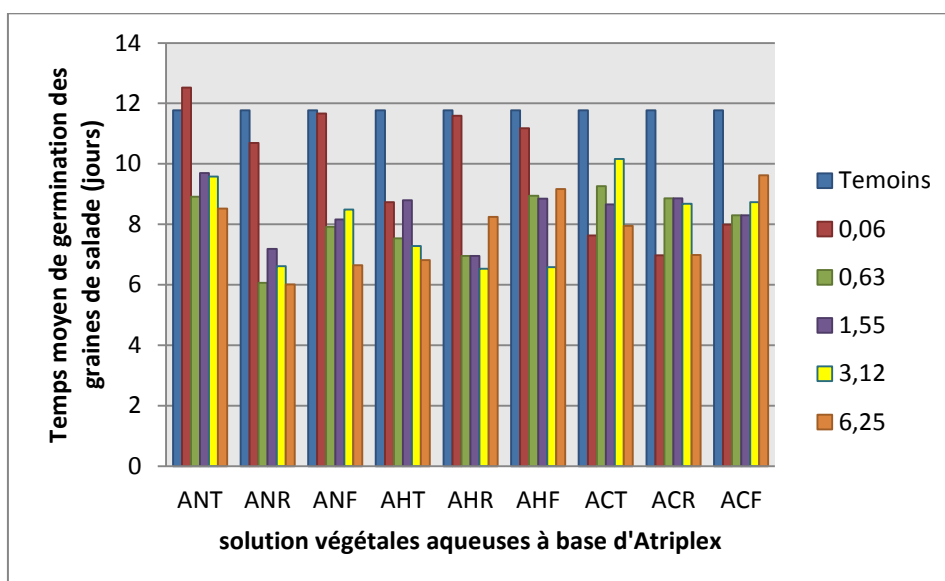


Figure 21. Temps moyen de germination des graines de laitue arrosés à différentes concentrations et solutions d'*Atriplex*.

Quant au traitement à base d'*A. canescens* le temps moyen de germination est de 11,7j au niveau du témoins, il diminue et marque une valeur de 10,16j, 8,68j, 8,73j respectivement au niveau des solutions à base de tige, racine et feuilles d'*A.canescens*.

Tableau 11. Résultats de l'analyse de variance du temps moyen de germination des graines de laitue à deux facteurs, les concentrations et les solutions d'*Atriplex*.

	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	ET	CV
Totale	215	13,48				
Facteur1 : concentrations	5	84,47	6,92	0.0000 HS		
Facteur2 : solutions d'Atriplex	8	9,85	0,81	0.5990 NS		
Facteur1x Facteur2	40	10,48	0,86	0.7079 NS		
Variation résiduelle	162	12,21			3,49	38,4%

Les résultats d'analyse de variance est hautement significative pour le facteur concentration et non significative pour le facteur solution ainsi que l'interaction des deux facteurs.

Les résultats ont été par la suite traités avec le test de Newman et Keuls à un seuil de 5%.

➤ Facteur1 : les concentrations

Le tableau permet de classer les concentrations en deux groupes : le groupe «A» représenté par le lot témoins et le second groupe « B » incluant le reste des concentrations à savoir 0,06 g/l, 1,55 g/l, 3,12 g/l, 0,63 g/l, 6,25 g/l.

Tableau 12. Résultats de la comparaison des moyennes du temps moyen de germination des graines de laitue en fonction des concentrations.

Libellés	Moyennes	Groupes
Témoins	11,77	A
0,06 g/l	9,87	B
1,55 g/l	9,15	B
3,12 g/l	8,07	B
0,63 g/l	8,01	B
6,25 g/l	7,77	B

2-1-3-Cinetique de germination des graines de laitue

➤ **Effet de la solution de feuilles d'*A. nummularia* sur la cinétique de germination des graines de laitue**

La germination démarre rapidement le 2^{ème} jour au niveau de tous les traitements, son évolution a duré 8 jours puis s'est stabilisé pour atteindre les taux cumulé de germination maximum de 95%, 97,85%, 76,56%, 76,5%, 76%, 75,13%, respectivement au niveau du lot témoins et des lots soumis aux concentrations : 0,06 g/l, 0,63 g/l, 1,55g/l, 3,12g/l et 6,25g/l.

➤ **Effet de la solution de racines d'*A. nummularia* sur la cinétique de germination des graines de laitue**

La germination démarre rapidement le 2^{ème} jour son évolution dure les 6 jours suivants puis se stabilise, le taux cumulé maximale le plus élevé est enregistré au niveau des lots arrosés à 0,06 g/l dont la germination démarre le plus rapidement avec un taux de germination de 71% le 2^{ème} jour, suivie par le lot témoins avec un taux de germination au démarrage de 56%, puis le reste des lots (1,55g/l, 6,25g/l, 3,12g/l).

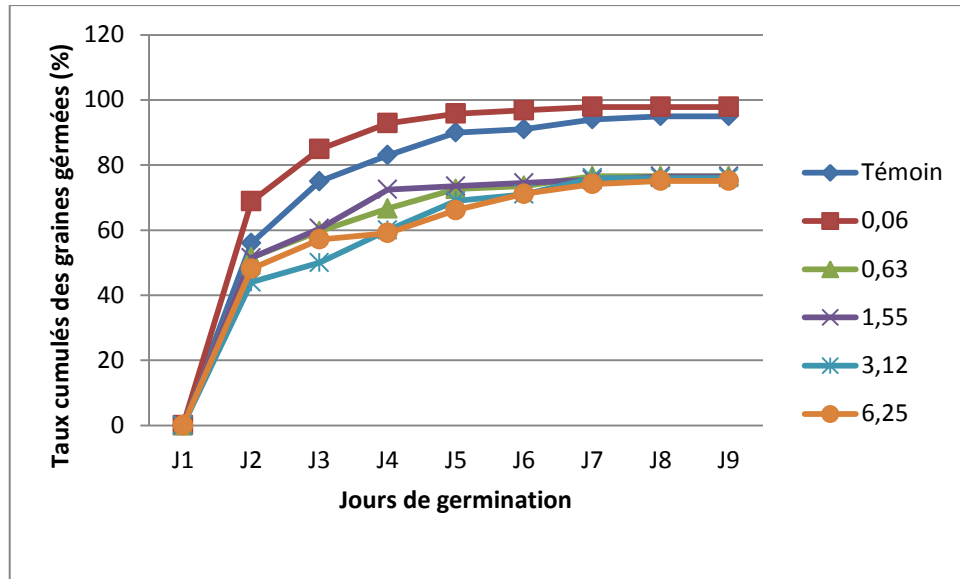


Figure 22. Cinétique de germination des graines de laitue « *Lactuca sativa* » arrosés à différentes concentrations de solutions de feuilles d'*A. nummularia*.

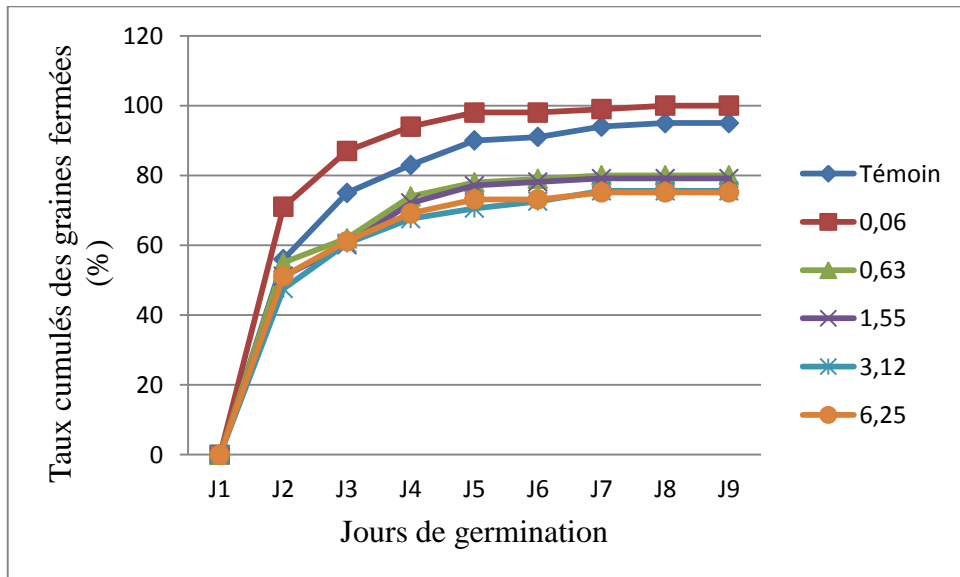


Figure 23. Cinétique de germination des graines de laitue « *Lactuca sativa* » arrosés à différentes concentrations de solutions de racines d'*A. nummularia*.

➤ **Effet de la solution de tiges d'*A. nummularia* sur la cinétique de germination des graines de laitue**

Le même phénomène a été observé au niveau de la figure n° 24 , le lot arrosé à 0,06 g/l a marqué le taux de germination le plus élevé, mais aussi le plus rapide, car la germination a démarré rapidement le 2^{ème} jour avec un chiffre de 71% comparé au témoins 56% et le reste des traitements dont les taux de germination le 2^{ème} jour étaient respectivement de (63%, 59%, 59%, 54%) au niveau des lots de graines arrosés à 0,63 g/l, 1,55g/l, 3,12g/l et 6,25g/l, atteignant des taux cumulés maximale le 8^{ème} jour de germination puis se sont stabilisés.

➤ **Effet de la solution de feuilles d'*A. halimus* sur la cinétique de germination des graines de laitue**

Nous observons au niveau de la figure n° 25, une évolution de la germination qui démarre rapidement au niveau de tous les lots et se stabilise le 8^{ème} jour, sauf pour le lot témoin dont la germination se stabilise le 9^{ème} jour. L'évolution du taux de germination cumulé est plus au moins similaire au niveau des lots arrosés à 0,63 g/l, 1,55g/l , 3,12g/l et 6,25g/l.

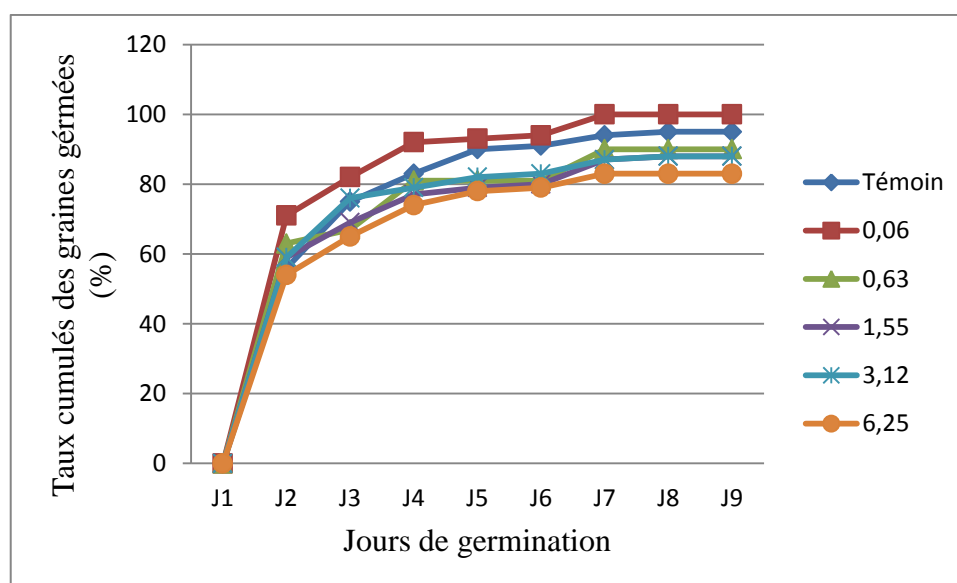


Figure 24. Cinétique de germination des graines de laitue « *Lactuca sativa* » arrosées à différentes concentrations de solutions de tiges d'*A. nummularia*.

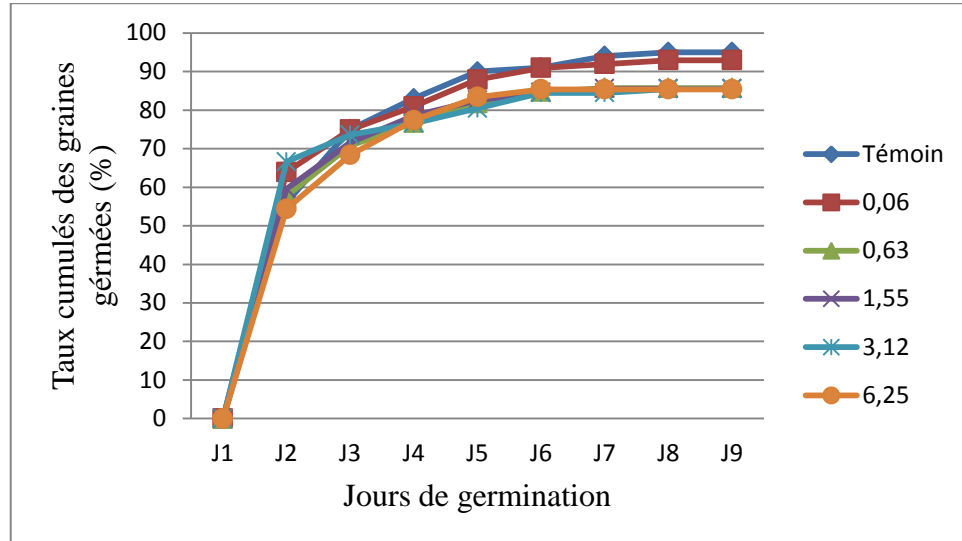


Figure 25. Cinétique de germination des graines de *Lactuca sativa* arrosées à différentes concentrations de solutions de feuilles d'*A. halimus*.

➤ **Effet de la solution de tiges d'*A. halimus* sur la cinétique de germination des graines de laitue**

Lors de l'application des solutions de différentes concentrations de tiges d'*Atriplex halimus* sur les graines de laitue, l'évolution du taux de germination cumulé est plus ou moins semblable au niveau des différents lots arrosés aux concentrations : 0,63 g/l, 1,55g/l, 3,12g/l et 6,25g/l, la germination se stabilise le 8^{ème} jour, et le 9^{ème} jour pour le lot témoins.

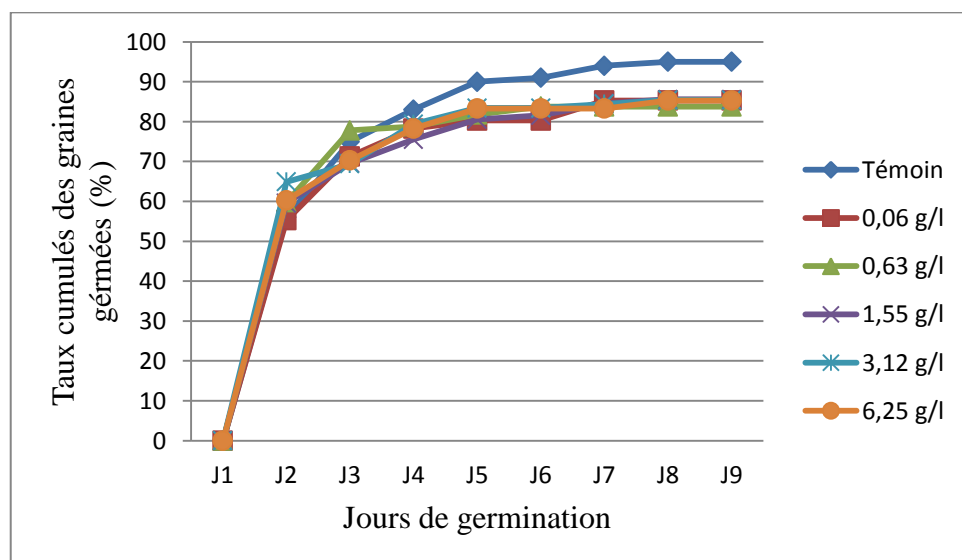


Figure 26. Cinétique de germination des graines de *Lactuca sativa* arrosées à différentes concentrations de solutions de tiges d'*A. halimus*.

➤ **Effet de la solution de racines d'*A. halimus* sur la cinétique de germination des graines de laitue**

Il ressort de la figure n°27, une évolution rapide du taux de germination cumulé qui démarre le 2^{ème} jour rapidement au niveau des lots arrosés à 0,06 g/l, avec un taux de 70,71% suivie par le lot témoins avec un taux de germination cumulé de 56% puis les lots arrosés à 0,63g/l avec un taux de 53,74% et enfin 50,28%, 49,28%,47,42% respectivement chez les lots arrosés aux concentrations 3,12g/l, 1,55g/l, 6,25g/l. La germination se stabilise le 8^{ème} jour pour les lots stressés à 0,06 g/l, 0,63 g/l, 3,12g/l et 6,25g/l et le 9^{ème} jour chez le lot témoins et le lot arrosé à 1,55g/l.

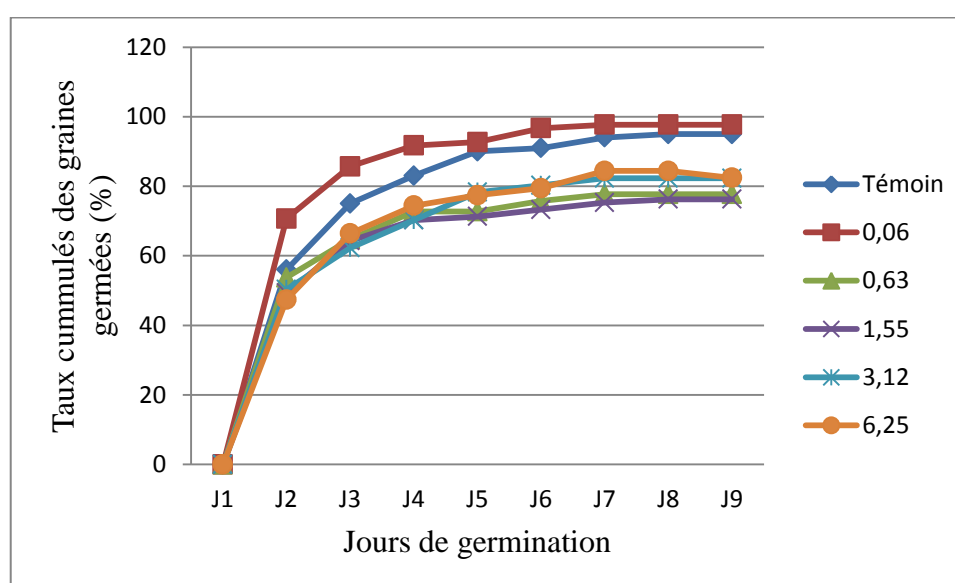


Figure 27. Cinétique de germination des graines de laitue «*Lactuca sativa*» arrosées à différentes concentrations de solutions de racines d'*A. halimus*.

➤ **Effet de la solution de feuilles d'*A. canescens* sur la cinétique de germination des graines de laitue**

Lorsque des graines de laitue sont arrosées avec des solutions d'*Atriplex canescens* le taux de germination cumulé maximum est atteint au bout de 8 jour pour le lot témoin marquant le taux le plus élevé 95%, tandis que le lot arrosé à 0,06 g/l de solution de feuille d'*A. canescens* marque un taux de germination cumulé maximale de 82,7% au bout de 6 jours de germination puis se stabilise, chez les lots arrosés à 1,55g/l, 3,12 g/l et 6,25 g/l, le taux maximale est atteint le 7^{ème} jours puis se stabilise marquant des taux de l'ordre de 82,2% 84,42% 84,35%.

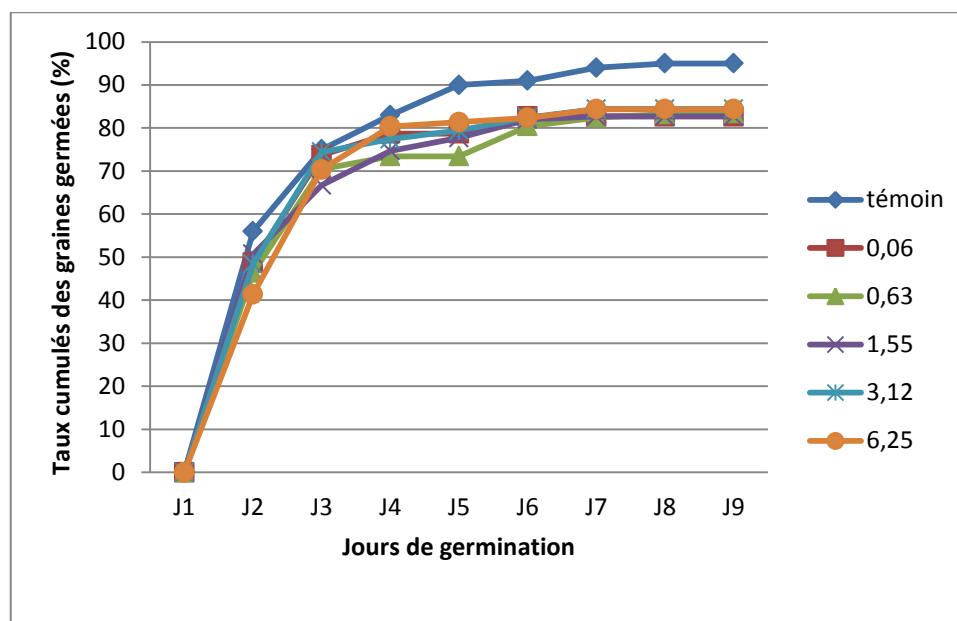


Figure 28. Cinétique de germination des graines de laitue « *Lactuca sativa* » arrosées à différentes concentrations de solutions de feuilles d'*A. canescens*.

➤ **Effet de la solution de tiges d'*A. canescens* sur la cinétique de germination des graines de laitue**

Les lots de graines de *Lactuca sativa* arrosés avec différentes concentrations de solution végétales de tige d'*A. canescens* ont montrés une cinétique de la germination qui diffère selon la concentration appliqué, la germination a démarré le 2^{ème} jour au niveau de tous les lots, néanmoins elle est la moins rapide au niveau des lots arrosés à 3,12 g/l avec un taux de 39,92% le 2^{ème} jours et se stabilise le 6^{ème} jour suivie par les lots arrosés à 0,63 g/l avec un taux de germination cumulé de 47,29% qui se stabilise le 8^{ème} jour. Les lots arrosés à 1,55g/l et 6,25g/l accusent un taux de germination de 48,42% et 48,92% une germination qui se stabilise à partir du 7^{ème} jour. Le taux de germination le plus élevé au démarrage est enregistré au niveau des lots témoins avec 56% et dont le taux cumulé maximale est atteint après 8 jours de germination (95%).

➤ **Effet de la solution de racines d'*A. canescens* sur la cinétique de germination des graines de laitue**

Nous remarquons au niveau de la figure n° 30 que la courbe du taux cumulé de germination de lots arrosés à 0,06 g/l démarre rapidement avec un taux de 51,28% puis s'accélère pour atteindre 80,28% et se stabilise le 6^{ème} jour, et le 8^{ème} jour pour le lot témoin et les lots arrosés à 0,63 g/l, 1,55g/l et 3,12g/l dont les taux de germination le 2^{ème} jour au démarrage sont respectivement de 47,28%, 48,7% 47%.

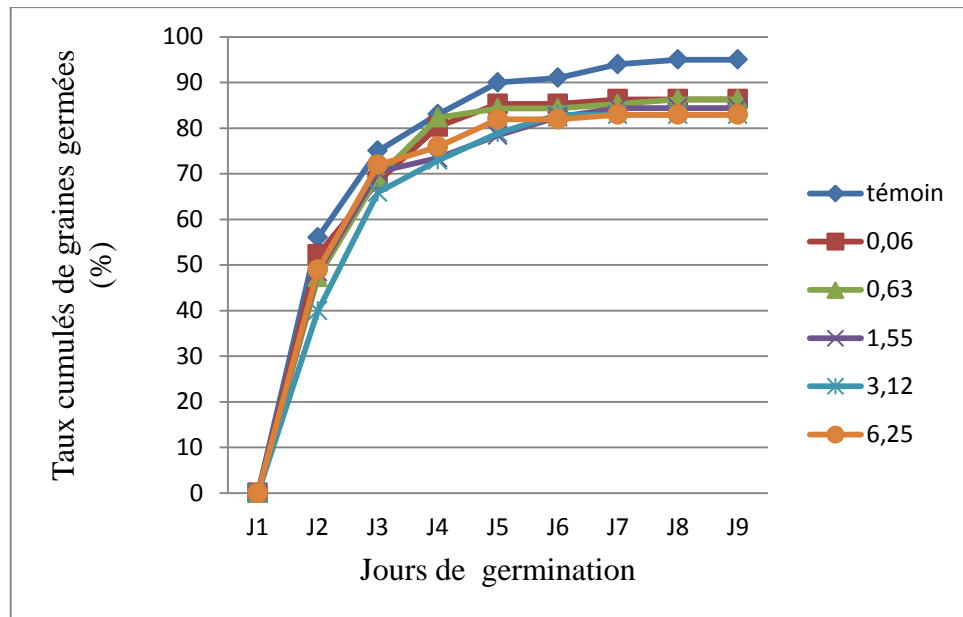


Figure 29. Cinétique de germination des graines de Laitue «*Lactuca sativa* » arrosés à différentes concentrations de solutions de tiges d'*A. canescens*.

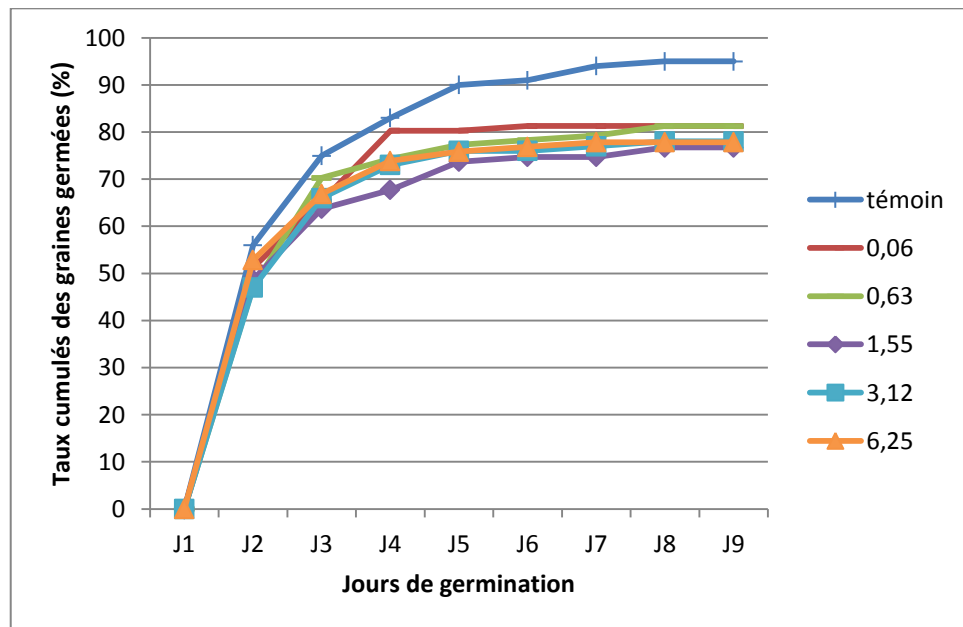


Figure 30. Cinétique de germination des graines de laitue «*Lactuca sativa*» arrosés à différentes concentrations de solutions de racines d'*A. canescens*.

2-2- Etude de l'activité allélopatique sur la germination des graines de sparte "Lygeum spartum"

2-2-1. Taux finaux de germination

Il ressort de cette expérimentation l'effet inhibiteur des solutions d'extraits végétaux sur la germination du sparte, de la figure 31, il ressort que la solution à base de racines d'*A.nummularia* inflige un taux de réduction de 60%, comparé à la solution de partie aérienne d'*A.nummularia* dont le taux de réduction retenue est de 43,3% en la concentration de 40gr/l.

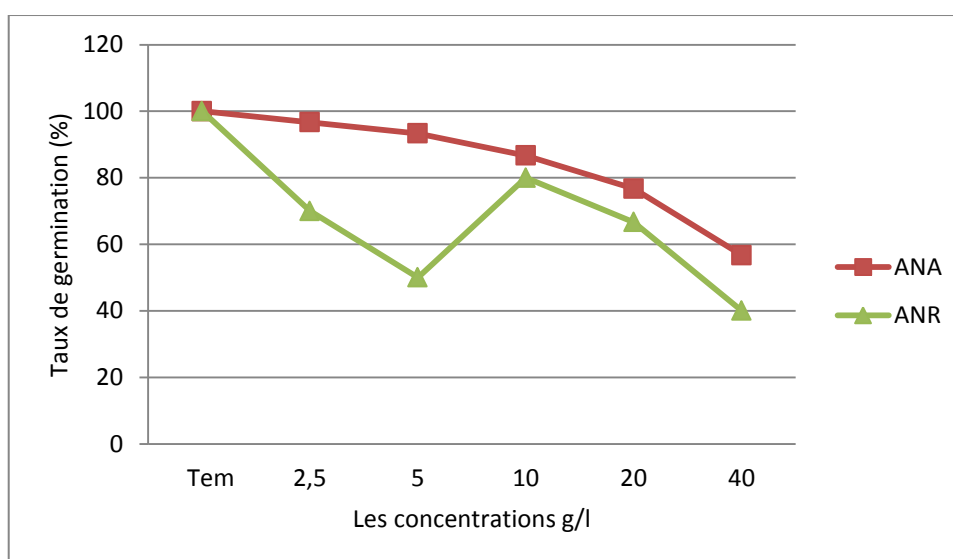


Figure 31. Taux de germination finale des graines de sparte arrosés aux solutions de partie aérienne et racinaire d'*A.nummularia*.

Les solutions préparés à base d'*Atriplex halimus* influe également sur le taux de germination des graines de sparte, les taux de diminution enregistrés sont de 20%, 30% et 20% respectivement au niveau des lots soumis aux concentrations élevés de racine d'*A. halimus* (10g/l, 20g/l, 40g/l) et des taux de réductions de l'ordre de 16,7% 40% 50% enregistrés respectivement au niveau des lots soumis à 10g/l, 20g/l, 40g/l de solutions de partie aérienne d'*A. halimus* (voir figure 32).

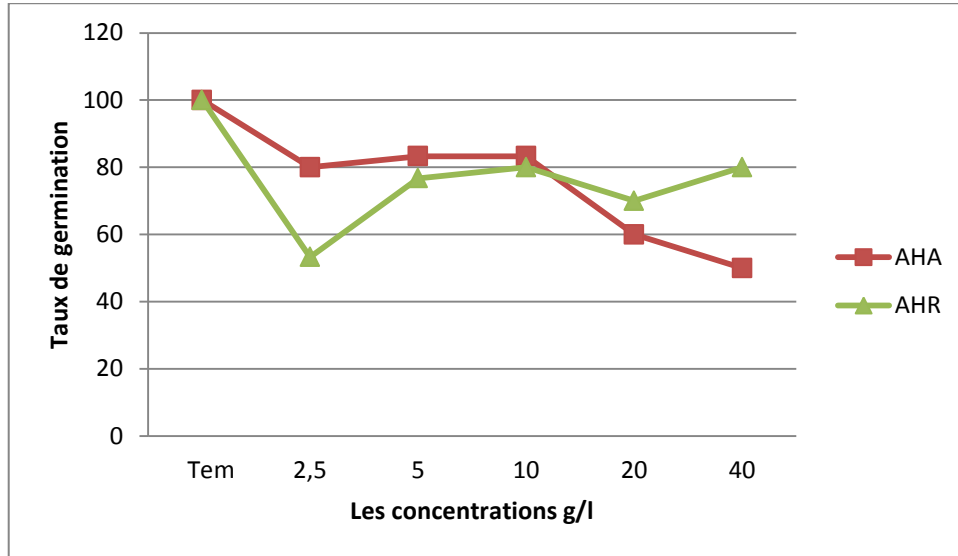


Figure 32. Taux de germination finale des graines de sparte arrosés aux solutions de partie aérienne et racinaire d' *A.halimus*.

La solution à base de partie aérienne et racinaire d' *A.canescens* inhibe largement le phénomène de germination, cette inhibition est plus prononcée au niveau des lots soumis aux solutions de feuilles et tiges d' *A. canescens* avec des taux de réductions de l'ordre de (80%, 70%, 83,3%) respectivement au niveau des lots soumis aux concentrations 10g/l, 20g/l, 40g/l. les lots soumis au solutions de racine d' *A canescens* ont enregistré une baisse moins accentué de l'ordre de 13,3%, 36,7%, 16,7% respectivement au niveau des lots soumis aux concentrations 10g/l, 20g/l, 40g/l.

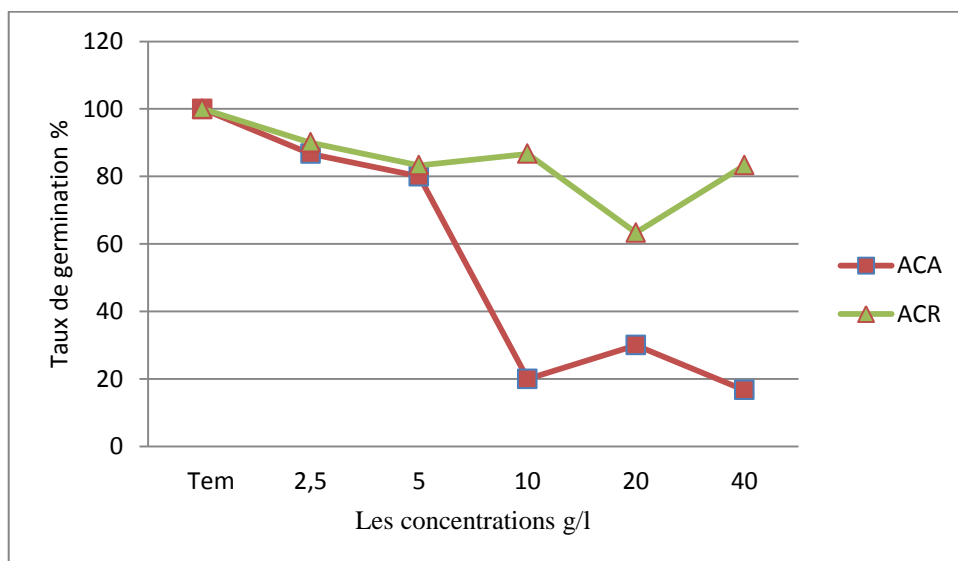


Figure 33. Taux de germination finale des graines de sparte arrosés aux solutions de parties aérienne et racinaire d' *A.canescens*.

La figure 34 représente le taux de germination des lots de graines de sparte « *Lygeum spartum* », arrosés avec différentes concentrations de partie aérienne d'*A. canescens*, *A. nummularia*, *A. halimus*, il ressort de cette figure que les traitements à base d'*A. canescens* influe de façon plus importante sur la germination avec un taux de réduction de plus 80% au niveau du traitement le plus sévère (40g/l), il s'ensuit le traitement à base d'*A. halimus* dont le taux de réduction atteint est 50% au niveau du même traitement (40g/l), et enfin la solution à base de partie aérienne d'*A. nummularia* qui a induit une diminution de 43,3%.

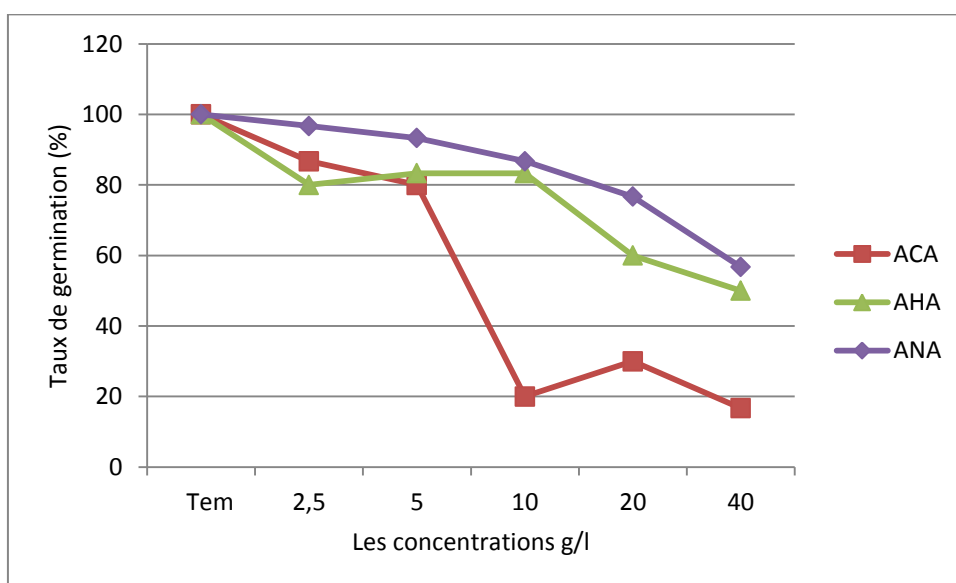


Figure 34. Taux de germination des graines de sparte arrosés aux solutions de partie aérienne des trois espèces d'Atriplex.

La figure 35 représente une comparaison de l'effet de solutions d'arrosage à base de racines des 3 espèces d'Atriplex, nous observons une fluctuation des résultats, cela dit les solutions de racine d'*A. halimus* et *A. nummularia* ont marqué le taux de réductions les plus élevés comparé à la solution de racine d'*A. canescens*.

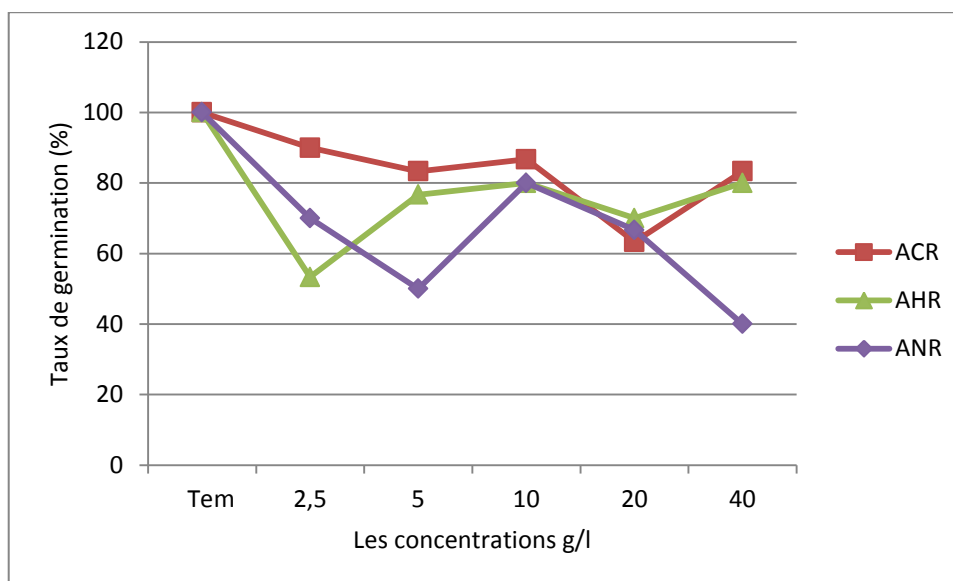


Figure 35. Taux de germination des graines de sparte « *Lygeum spartum* » arrosés aux solutions de racines des trois espèces d'Atriplex.

Les résultats d'analyse de variances sont hautement significatifs, le taux de germination des graines de spartes est hautement influencé par les différentes concentrations et les solutions des trois espèces d'Atriplex.

Tableau 13. Résultats de l'analyse de variance à deux facteurs, les concentrations et les solutions d'*Atriplex canescens*, *A. nummularia* et *A. halimus*.

	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	ET	CV
Totale	107	6.51				
Facteur1 : concentrations	5	45.70	20.23	0.0000 HS		
Facteur2 : solutions d'Atriplex	5	22.33	9.88	0.0000 HS		
Facteur1x Facteur2	25	7.74	3.43	0.0000 HS		
Variation résiduelle	72	2.26			1.5	20.2%

Les résultats ont été par la suite traités avec le test de Newman et Keuls à un seuil de 5%.

➤ Facteur1 : les concentrations

Le tableau 14 permet de classer les concentrations en trois groupes A, B et C représenté respectivement par le témoin, les concentrations 2,5g/l, 5g/l, 10g/l et enfin le dernier groupe avec les concentrations 20 et 40 g/l.

Tableau 14. Résultats de la comparaison des moyennes du taux de germination en fonction des concentrations.

Libellés	Moyennes	Groupes
Temoins	100	A
2.5g/l	79,4	B
5g/l	77,8	B
10g/l	72,8	B
20g/l	61,1	C
40g/l	54,4	C

➤ **Facteur2 : les solutions**

Il ressort du tableau 15 de comparaison des moyennes du taux de germination, 3 groupes différents, le groupe A regroupant la solution de partie aérienne d'*A. nummularia*, et la solution de la partie racinaire d'*A. canescens*, le groupe AB comprend les deux solutions de partie aérienne et racinaire d'*A. halimus*, le dernier groupe C inclue la solution de racine d'*A. nummularia* et la solution de partie aérienne d'*A. canescens*.

Tableau 15. Résultats de la comparaison des moyennes du taux de germination en fonction des solutions.

Libellés	Moyennes	Groupes
<i>Atriplex nummularia</i> « partie aérienne »	85	A
<i>Atriplex canescens</i> « partie racinaire»	84,4	A
<i>Atriplex halimus</i> « partie racinaire»	76,7	AB
<i>Atriplex halimus</i> « partie aérienne »	76,1	AB
<i>Atriplex nummularia</i> « partie racinaire»	67,8	C
<i>Atriplex canescens</i> « partie aérienne »	55,6	C

2-2-2- Vitesse de germination des graines de sparte « *Lygeum spartum* »

La vitesse de germination est considérée comme étant le temps mis par les graines pour germer (LANG, 1965) déterminée entre le semis et la fin des germinations. Pour mieux étudier les facteurs agissant sur la germination des graines de sparte, nous adaptons deux formules simples. Le coefficient de vélocité (Cv) et le temps moyen de germination (Tm) proposées par KOTOWSKI (1926).

a- Coefficient de vélocité

Il ressort de la figure 36, une élévation du coefficient de vélocité avec l'élévation des concentrations, ainsi le coefficient de vélocité le plus élevé est celui des graines arrosées avec la solution de feuilles et tiges d'*A. nummularia* au niveau des concentrations 2,5g/l, 5g/l, 10g/l, 20g/l, et dont les valeurs sont respectivement de 11,56% 11,10% 10,96% comparés au témoins dont le coefficient de vélocité est de 9,97%. Le coefficient de vélocité des graines arrosés à la solution d'*A. canescens* marque la valeur la plus élevée (11,17%) au niveau du traitement à 40g/l comparé au témoins (9,97%) et aux autres traitements qui marquent une légère diminution au fur et à mesure que la concentration s'élève (2,5g/l, 5 g/l, 20 g/l) avec des valeurs respectives de 10,7% 10,4%, 9,87%. Quant à l'effet de la solution d'*A. halimus* sur le coefficient de vélocité, nous observons qu'il s'élève légèrement (10,9%, 10,33%, 10,86%, 10,43%) au niveau des lots soumis aux concentrations 2,5g/l, 5g/l, 10g/l et 20g/l, cela dit les coefficients de vélocité les plus bas sont enregistrés au niveau du témoins (9,97%) et au niveau du lot de graines arrosé à 40g/l de racine d'*A. halimus* (9,73%).

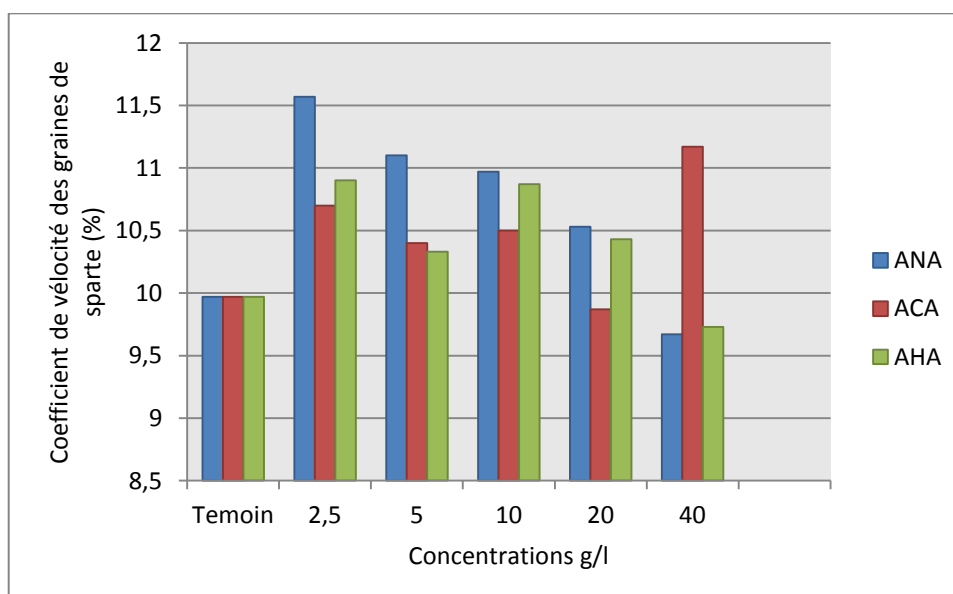


Figure 36. Coefficient de vélocité des graines de sparte « *Lygeum spartum* » arrosés avec des solutions de partie aérienne d'*A. nummularia*, *A. canescens* et *A. halimus*.

De la figure 37, il ressort que le coefficient de vélocité le plus bas est enregistré au niveau des lots témoins arrosés à l'eau distillée (9,97%), il est stable au niveau des lots arrosés avec les concentrations de 2,5g/l, 5g/l, 10 g/l et 20 g/l de solutions de racines d'*A. canescens*, (10,87%, 11,10%, 10,80%, 10,83%) puis il diminue légèrement au niveau du lot arrosé à 40

g/l (10,27%), le même constat a été fait pour les différentes concentrations d'*Atriplex halimus* qui provoque une légère augmentation du cv.

Concernant les lors soumis aux solutions d'*A. nummularia*, le coefficient de vélocité augmente légèrement allant de 10,26% à 2,5 g/l à un maximum lorsque les graines sont soumise à la concentration 20g/l atteignant 11,23%, cela dit il baisse au niveau de la concentration 40g/l (10%).

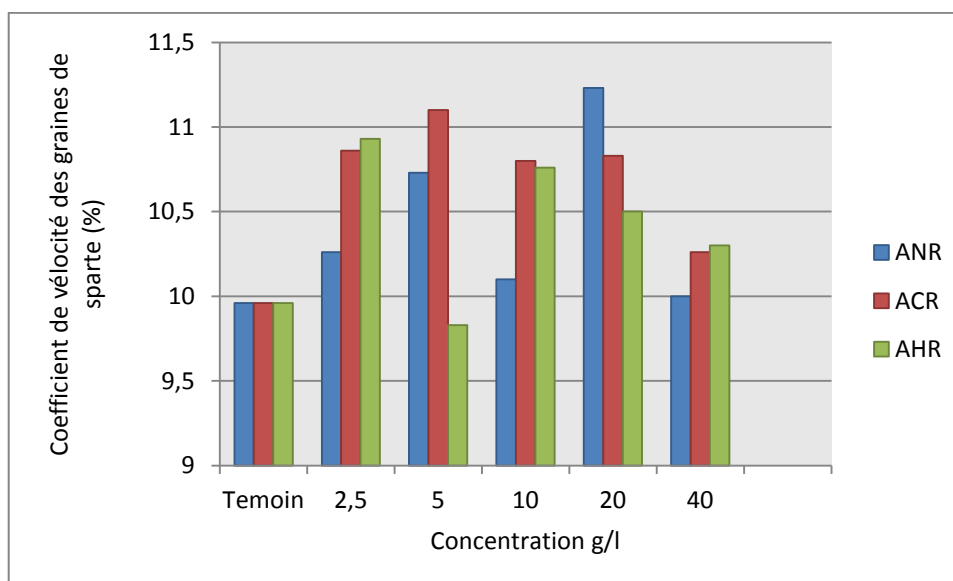


Figure 37. Coefficient de vélocité des graines de sparte arrosés avec des solutions de racines d'*A. nummularia*, *A. canescens* et *A. halimus*.

L'analyse de variance est significative pour le facteur concentration et non significative pour le facteur solutions.

Tableau 16. Resultats de l'analyse de variance du coefficient de vélocité, à deux facteurs, les concentrations et les solutions d'*A. canescens*, *A. nummularia* et *A. halimus*.

	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	ET	CV
Totale	107	0.66				
Facteur1 : concentrations	5	1.81	2.86	0.0207 S		
Facteur2 : solutions d'Atriplex	5	0.26	0.41	0.8449 NS		
Facteur1x Facteur2	25	0.58	0.91	0.5864 NS		
Variation résiduelle	72	0.63			0.80	7.6%

Les résultats ont été par la suite traités avec le test de Newman et Keuls à un seuil de 5%.

➤ Facteur1 : les concentrations

Le tableau 17 permet de classer les concentrations en trois groupes, le groupe « A » représenté par la concentration 2,5 g/l, le second groupe « AB » regroupant les concentrations 5g/l , 10g/l,20 g/l,40 g/l et le dernier groupe « B » qui comprend le lot témoins.

Tableau 17. Résultats de la comparaison des moyennes du coefficient de vélocité de en fonction des concentrations.

Libellés	Moyennes	Groupes
2.5 g/l	10.87	A
10 g/l	10.67	AB
5 g/l	10.58	AB
20 g/l	10.57	AB
40 g/l	10.30	AB
Temoins	9.97	B

b- Temps moyen de germination

Nous observons de la figure 38 que le temps moyen de germination diminue au fur et à mesure que la concentration de la solution d'*Atriplex halimus*, *Atriplex canescens* et *Atriplex nummularia* augmente, cela dit l'effet s'estompe lorsque les graines de sparte sont arrosés avec 40g/l partie aérienne d'*A. halimus* et *A.nummularia* dont les valeurs respectives du Temps moyen de germination sont de 10,43j et 10,26j comparés au lot temoins qui a enregistré une valeur de 9,99j. Il faut noter que le Temps moyen de germination est également élevé au niveau de la concentration 20g/l de solution de partie aérienne d'*A. canescens* avec une valeur de 10,57j et baisse à 8,92 au niveau de la concentration la plus sévère (40g/l).

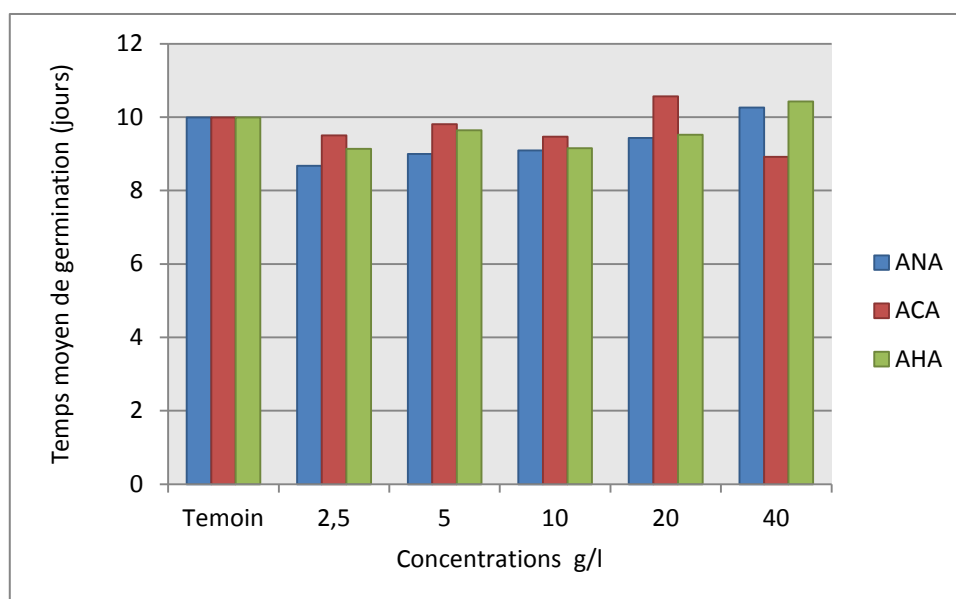


Figure 38. Temps moyen de germination des graines de sparte« *Lygeum spartum* » arrosés avec des solutions de partie aérienne des trois espèces d'Atriplex.

De la figure 39 il ressort que le Temps moyen de germination évolue à la baisse au niveau de presque toutes les solutions et concentrations, concernant les lots soumis aux solutions de racines d'*A. nummularia* les valeurs du temps moyen sont de : 9,76j, 9,29j, 9,90j, 8,88j, 10,02j respectivement chez les lots soumis aux concentrations 2,5g/l, 5g/l, 10g/l, 20g/l et 40g/l comparés au lot témoins dont la valeur enregistré est de l'ordre de 9,99j.

La même observation a été constatée pour la solution de racine d'*A. canescens* dont les valeurs de Temps moyens enregistrés diminuent légèrement tout au long des concentrations appliqués : 9,18j, 8,96j, 9,24j, 9,2j, 9,82j, respectivement au niveau des concentrations 2,5g/l, 5g/l, 10g/l, 20g/l et 40g/l.

Au niveau des lots soumis aux concentrations 2,5g/l, 10g/l, 20g/l et 40 g/l de solutions de racine d'*A. halimus* les Temps moyens de germination enregistrés sont respectivement de 8,82j, 9,69j, 9,51j et 9,63j, comparé au Temps moyen de germination du lot témoins qui enregistre une valeur de 9,99j.

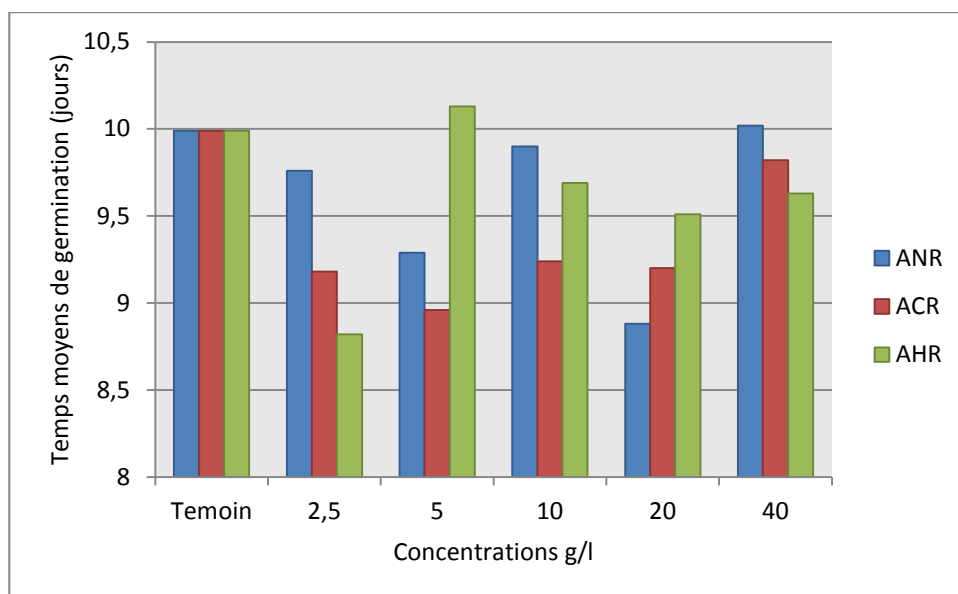


Figure 39. Temps moyen de germination des graines de sparte « *Lygeum spartum* » arrosés avec des solutions de racines des trois espèces d'Atriplex.

Les résultats de l'analyse de variance est significative pour le facteur concentration et non significative pour le second facteur ainsi que l'interaction des deux facteurs.

Tableau 18. Resultats de l'analyse de variance du Temps moyen de germination à deux facteurs, les concentrations et les solutions d'*Atriplex canescens*, *A. nummularia* et *A. halimus*.

	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	ET	CV
Totale	107	0.66				
Facteur1 : concentrations	5	1.59	2.48	0.0394 S		
Facteur2 : solutions d'Atriplex	5	0.32	0.51	0.7733 NS		
Facteur1x Facteur2	25	0.60	0.94	0.5576 NS		
Variation résiduelle	72	0.64			0.8	8.4

Les résultats ont été par la suite traités avec le test de Newman et Keuls à un seuil de 5%

➤ Facteur1 : les concentrations

Le tableau 19 permet de classer les concentrations en trois groupes distincts, le groupe « A » représenté par le lot témoins le groupe « B » représenté par la concentration 2,5g/l et le groupe « AB » représenté par le reste des concentrations.

Tableau 19. Résultats de la comparaison des moyennes du Temps moyen de germination en fonction des concentrations.

Libellés	Moyennes	Groupes
Temoins	9.99	A
40g/l	9.85	AB
20g/l	9.52	AB
5g/l	9.47	AB
10g/l	9.42	AB
2.5g/l	9.18	B

2-2-3- Cinétique de germination des graines de sparte « *Lygeum spartum* »

➤ Effet de la solution de partie aérienne d'*A. canescens* sur la cinétique de germination

La germination du lot témoins démarre le 2^{ème} jour avec un taux de 10% et évolue rapidement tout au long des 15 jours pour atteindre les 100%, les concentrations 2,5g/l et 5g/l de solution aqueuse de partie aérienne d'*A. canescens*, provoquent une évolution lente de la germination qui démarre respectivement le 2^{ème} et 3^{ème} jour avec des taux de germination respectifs de 10% et 3,3%, cela dit la germination s'accélère les 4 derniers jours.

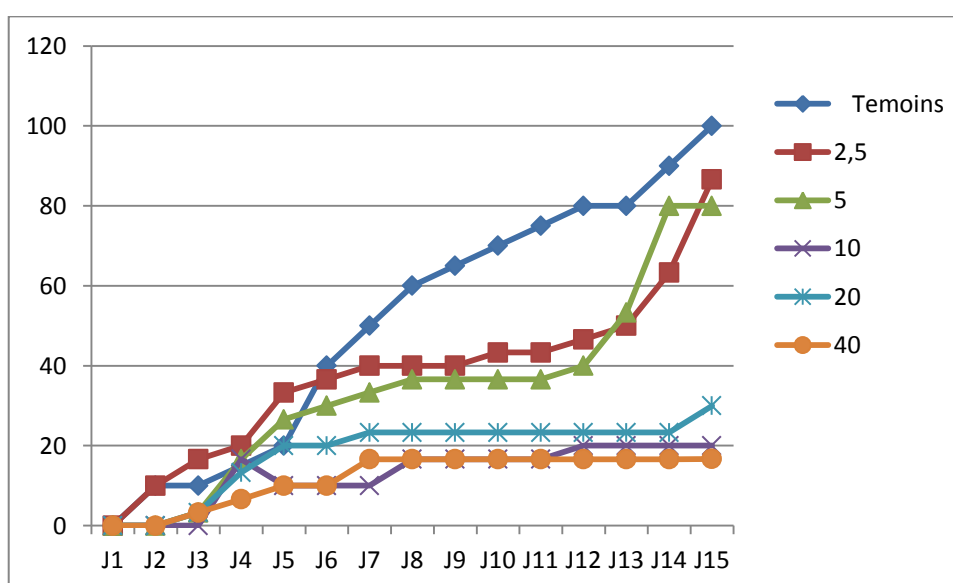


Figure 40. Cinétique de germination des graines de sparte « *Lygeum spartum* » arrosées à différentes concentrations de solutions partie aériennes d'*A.canescens*.

La germination des graines de sparte soumises aux traitements à 10g/l, 20 g/l et 40g/l démarre respectivement le 3^{ème} jour, 2^{ème} jour et 2^{ème} jours, avec des taux de germination respectifs de 16,6%, 3,3% et 3,3% leurs évolution se stabilise le 5^{ème} jour et marquent respectivement des taux cumulés maximums de 20%, 30% et 16,7%.

➤ **Effet de la solution de partie racinaire d'*A. canescens* sur la cinétique de germination**

Lorsque l'on arrose les graines de sparte avec des solutions de racine d'*A. canescens* à différentes concentrations (0g/l, 2,5g/l, 5g/l, 10g/l, 20g/l et 40g/l), nous remarquons que la germination démarre le 1er jour au niveau de tous les traitements cités avec des taux de germination respectifs de 10%, 20%, 6,7%, 10%, 6,7%, 6,7%, l'évolution de la germination progresse tout au long de 15^{ème} jours.

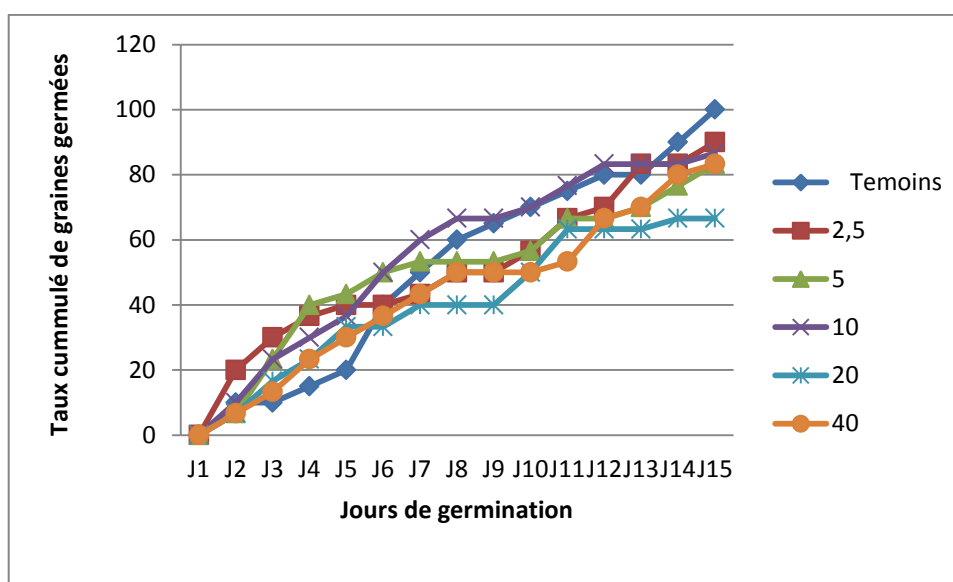


Figure 41. Cinétique de germination des graines de sparte « *Lygeum spartum* » arrosés à différentes concentrations de solutions de parties racinaire d'*A. canescens*.

➤ **Effet de la solution de partie aérienne d'*A. halimus* sur la cinétique de germination**

Il ressort de ces résultats que les lots arrosés aux concentrations 2,5g/l, 5g/l, 10g/l de solutions de partie aérienne d'*A. halimus*, ainsi que le lot témoins présentent un démarrage de germination le 2^{ème} jour avec des taux de germination respectifs de 6,6%, 10%, 6,6%, 10%, quant aux graines de sparte soumises aux concentrations les plus sévères (20g/l et 40g/l), la germination démarre respectivement le 3^{ème} et 4^{ème} jours et atteint son taux maximum respectivement le 12^{ème} et 15^{ème} jour.

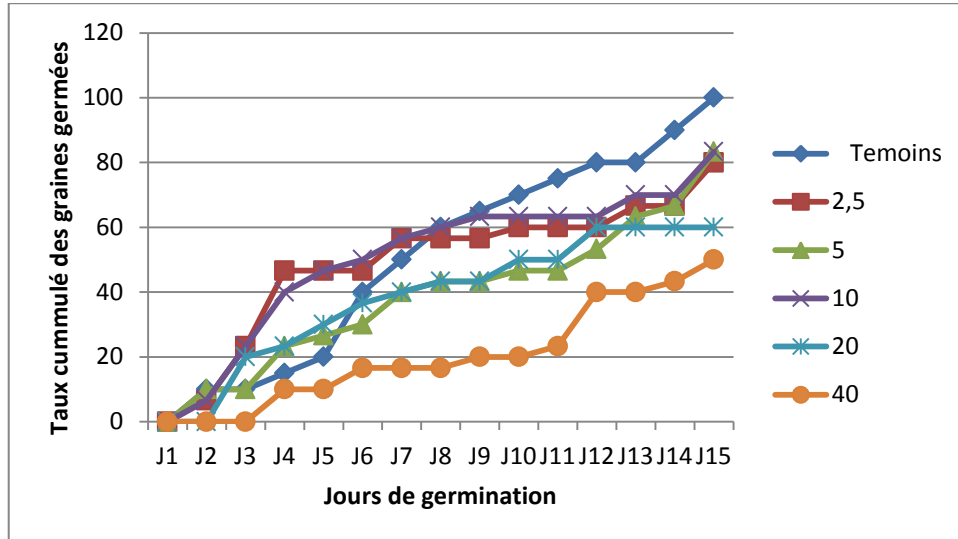


Figure 42. Cinétique de germination des graines de *Lygeum spartum* arrosés à différentes concentrations de solutions de partie aérienne d'*A. halimus*.

➤ **Effet de la solution de partie racinaire d'*A. halimus* sur la cinétique de germination**

Les lots de graines arrosés à différentes concentrations de solutions aqueuses de partie racinaire d'*A. halimus* présentent une lenteur dans la vitesse de démarrage de la germination qui s'est faite le 2^{ème} jour pour les lots 2,5g/l, 5g/l, 10g/l et 20g/l sauf pour le lot soumis à la concentration 40g/l ou la germination a démarré le 3^{ème} jours, avec des valeurs respectives du taux de germination au démarrage des lots cités de 10%, 6,6%, 3,3%, 6,6%, 10%.

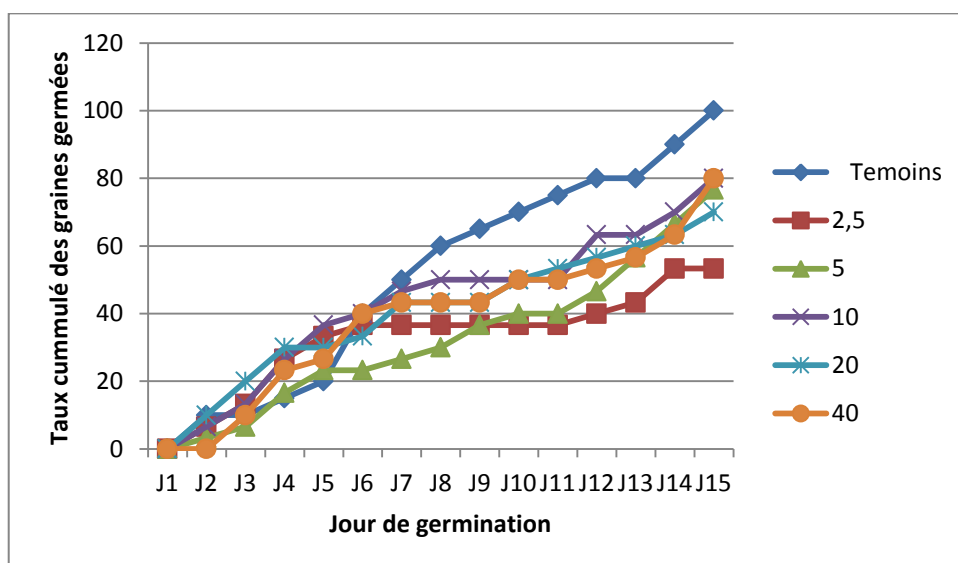


Figure43. Cinétique de germination des graines de sparte « *Lygeum spartum* » arrosés à différentes concentrations de solutions de partie racinaire d'*A. halimus*.

➤ **Effet de la solution de partie aérienne d'*A. nummularia* sur la cinétique de germination**

Il ressort de ce graphe (voir figure 44) que les traitements à base de 2,5 g/l et 5g/l de solution aqueuse de partie aérienne d'*A. nummularia* appliqués à des graines de sparte, enregistrent la vitesse de germination la plus importante, démarrant le 1^{er} jour comme pour tous les autres traitements mais avec des taux de germination respectifs de 20% et 23,3% puis atteignent des taux de germination cumulés maximums de 96,6% et 93,3%. L'évolution la moins rapide est enregistré par les lots arrosés à 40g/l de partie aérienne d'*A. nummularia*, avec un taux de germination au démarrage de 3,3% et un taux cumulé maximale atteint le dernier jour de la germination de 56,6%.

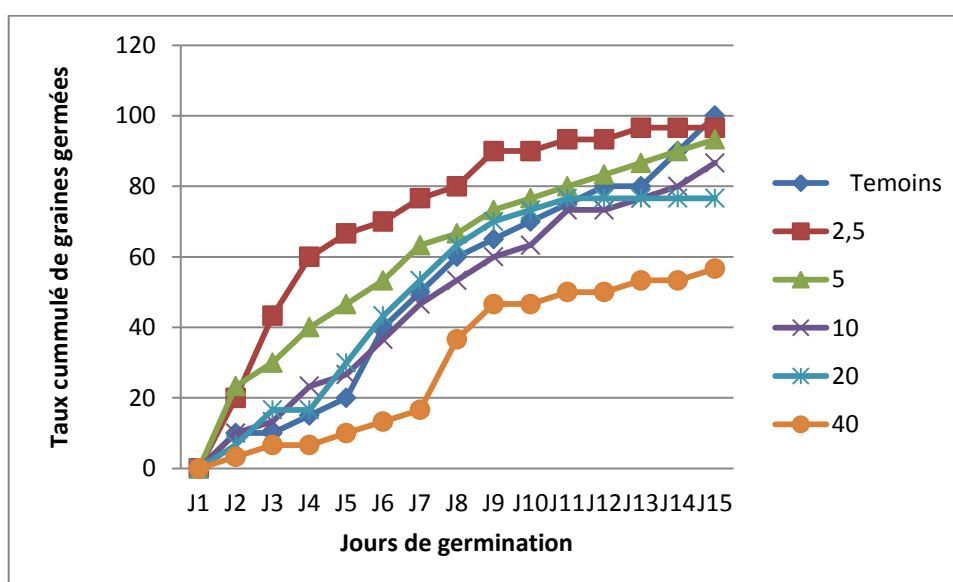


Figure 44. Cinétique de germination des graines de sparte « *Lygeum spartum* » arrosées à différentes concentrations de solutions de partie aérienne d'*A. nummularia*.

➤ **Effet de la solution de partie racinaire d'*A. nummularia* sur la cinétique de germination**

Au niveau de cette expérimentation il ressort que les lots témoins représentent une évolution rapide de la germination avec un taux de germination élevé le 2^{ème} jour de 10% et dont le taux maximum atteint est 100% le 15^{ème} jour, il faut noter que les lots soumis aux concentrations 2,5g/l et 20g/l ont marqués des taux de germination au démarrage plus élevés que celui du lot témoin avec des valeurs respectives de 13,3% et 20%. Cela dit l'évolution du lot soumis à 20g/l est la plus lente car elle s'est stabilisé le 3^{ème} jours pour redémarrer lentement le 7^{ème} jours et atteindre un taux de germination cumulé maximum de 66,67%.

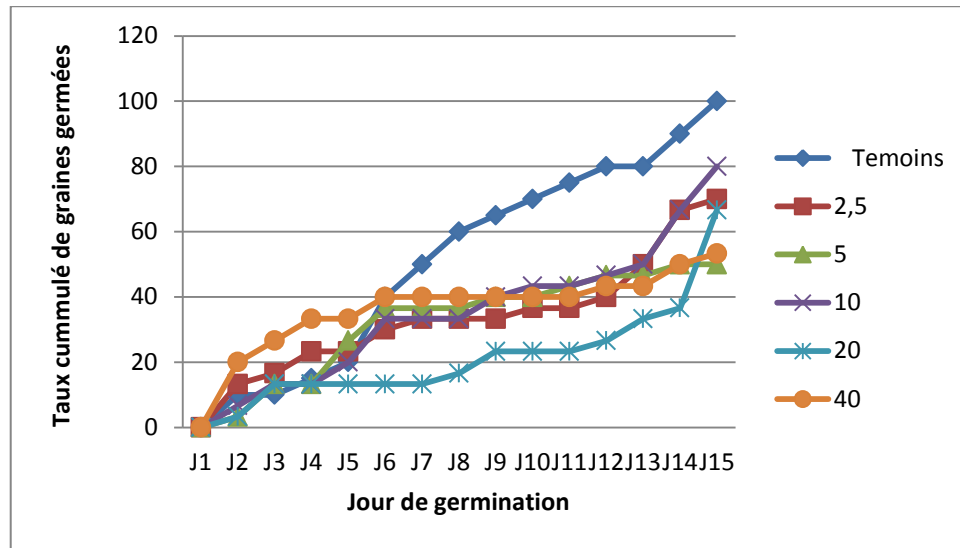


Figure 45. Cinétique de germination des graines de sparte « *Lygeum spartum* » arrosés à différentes concentrations de solutions de partie racinaire d'*A. nummularia*.

2-2-4-Poids frais

Le poids frais des jeunes plantules de *Lygeum spartum* diminue au fur et à mesure que la concentration de la solution végétale augmente..

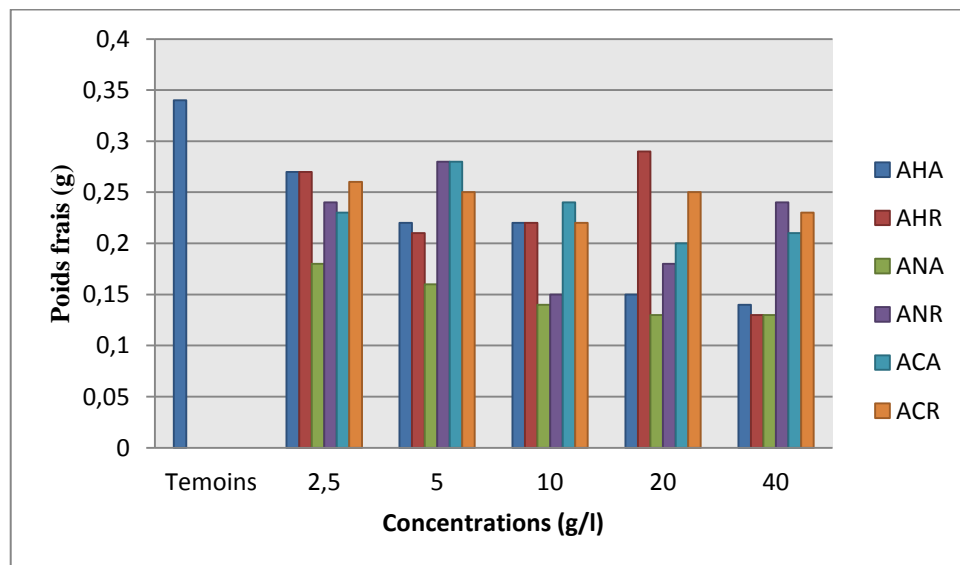


Figure 46. Poids frais des plantules de *Lygeum spartum* arrosés aux solutions d'*Atriplex halimus*, *Atriplex nummularia* et *Atriplex canescens* partie aérienne et racinaire.

Le poids frais des plantules au niveau du lot témoins est de 0,34 g, il est passé à 0,14g et 0,13g respectivement au niveau des lots soumis à 40 g/l de solution de partie aérienne et racinaire d'*Atriplex halimus*, 0,13g et 0,24g respectivement chez les lots soumis à 40g/l de

solution végétale de partie aérienne et racinaire d'*Atriplex nummularia* et enfin 0,21g et 0,23g au niveau des lots soumis à 40g/l de solution végétale de partie aérienne et racinaire d'*Atriplex canescens*

L'analyse de variance démontre l'effet hautement significatif des concentration et des solutions, ainsi que l'interaction des deux facteurs.

Tableau 20. Résultats de l'analyse de la variance du poid frais, à deux facteurs, les concentrations et les solutions d'*Atriplex canescens*, *nummularia* et *halimus*.

	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	ET	CV
Totale	359	0.01				
Facteur1 : concentrations	5	0.19	70.87	0.0000 HS		
Facteur2 : solutions d'Atriplex	5	0.05	18.41	0.0000 HS		
Facteur1x Facteur2	25	0.01	5.10	0.0000 HS		
Variation résiduelle	324	0.00			0.05	22.2%

Les résultats ont été par la suite traités avec le test de Newman et Keuls à un seuil de 5%

➤ Facteur1 : les concentrations

Le tableau 21 permet de classer les concentrations en trois groupes, le groupe « A » représenté par le lot temoins, le groupe « B », représenté par les concentrations 2,5 g/l et 5 g/l et enfin le dernier groupe « C » il comprend les concentrations les plus élevés (10g/l, 20g/l, 40g/l).

Tableau 21. Résultats de la comparaison des moyennes de poids frais en fonction des concentrations.

Libellés	Moyennes	Groupes
Temoins	0.34	A
5g/l	0.24	B
2.5g/l	0.23	B
10g/l	0.20	C
20g/l	0.20	C
40g/l	0.18	C

➤ Facteur 2 : les solutions

Le tableau 22 permet de classer les moyennes de poids frais en 4 groupes le Groupe « A » représenté par les lots arrosés par les solutions à base d'*A. canescens* partie aérienne et racinaire, le groupe « AB » représenté par les lots arrosés par les solutions à base de partie racinaire d'*A. halimus* et *A. nummularia*, le troisième groupe « B » représenté par le lot arrosé avec la partie aérienne d'*A. halimus* et enfin le dernier groupe « C » qui comprend le lot soumis à la solution de partie aérienne d'*A. nummularia*.

Tableau 22. Résultats de la comparaison des moyennes du poids frais en fonction des solutions.

Libellés	Moyennes	Groupes
<i>Atriplex canescens</i> « partie racinaire»	0.26	A
<i>Atriplex canescens</i> « partie aérienne»	0.25	A
<i>Atriplex halimus</i> « partie racinaire »	0.24	AB
<i>Atriplex nummularia</i> « partie racinaire »	0.24	AB
<i>Atriplex halimus</i> « partie aérienne »	0.22	B
<i>Atriplex nummularia</i> « partie aérienne »	0.18	C

2-2-5- Poids Sec

Les solutions et les concentrations appliquées sur les graines de sparte ont eu un effet significativement dépressif sur le poids sec des jeunes plantules, il a atteint 0,07g et 0,08g respectivement au niveau des lots soumis aux solutions d'*Atriplex nummularia* partie aérienne et partie racinaire à raison de 40g/l , il est à noter également des valeurs de 0,06g et 0,08g respectivement au niveau des lots soumis aux solutions d'*Atriplex canescens* partie aérienne et partie racinaire à 40g/l et enfin 0,07g et 0,08g respectivement au niveau des lots soumis aux solutions d'*Atriplex halimus* partie aérienne et partie racinaire à 40g/l comparé au lots témoins qui a marqué une valeur de 0,11g.

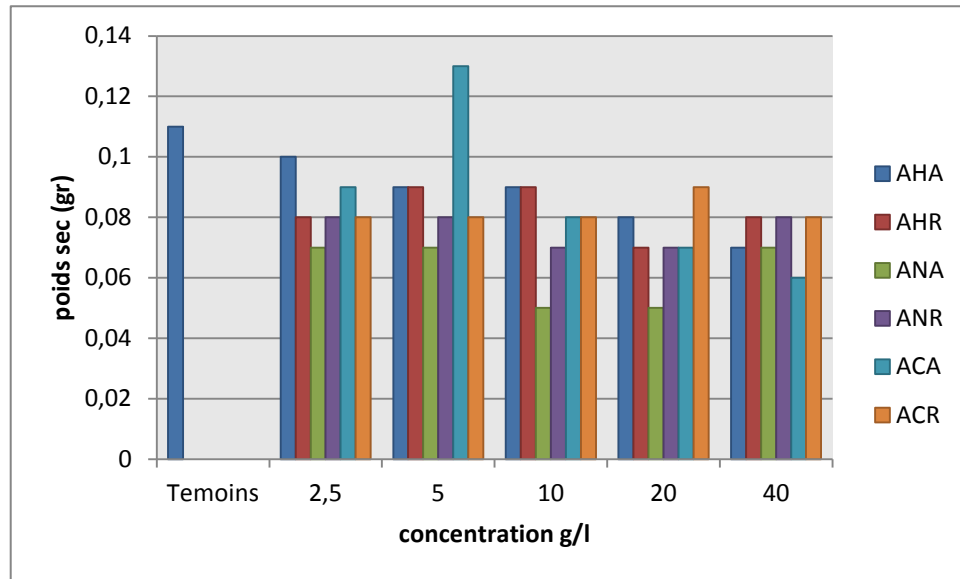


Figure 47. Poids sec des plantules de sparte « *Lygeum spartum* » arrosés aux solutions d'*Atriplex halimus*, *A. nummularia* et *A. canescens*, partie aérienne et racinaire.

Les résultats de l'analyse de variance démontrent l'effet hautement significatif des deux facteurs sur le poids sec et l'effet non significatif de l'interaction de ces deux facteurs sur le poids sec.

Tableau 23. Résultats de l'analyse de variance du poids sec, à deux facteurs, les concentrations et les solutions d'*Atriplex canescens*, *A. nummularia* et *A. halimus*.

	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	ET	CV
Totale	0.47	0.00				
Facteur1 : concentrations	0.06	0.01	10.25	0.0000 HS		
Facteur2 : solutions d'Atriplex	0.02	0.00	3.46	0.0048 HS		
Facteur1x Facteur2	0.03	0.00	1.14	0.2982 NS		
Variation résiduelle	0.36	0.00			0.03	39.8

Les résultats ont été par la suite traités avec le test de Newman et Keuls à un seuil de 5%

➤ Facteur1 : les concentrations

Le tableau 24 permet de classer les moyennes de poids sec en 3 groupes les lots témoins en groupe « A », les lots arrosés à 2,5 g/l et 5 g/l en groupe « B » et enfin les lots arrosés à 10, 20 et 40 g/l en groupe « C ».

Tableau 24. Résultats de la comparaison des moyennes de poids sec en fonction des concentrations.

Libellés	Moyennes	Groupes
Temoins	0.11	A
5g/l	0.09	B
2.5g/l	0.09	B
10g/l	0.08	C
20g/l	0.07	C
40g/l	0.07	C

➤ Facteur2 : les solutions

Le tableau 25 permet de classer les moyennes de poids sec des plantules arrosés avec les différentes solutions d'Atriplex en trois groupes le premier groupe « A » regroupe les solutions d'*A. canescens* et *A. halimus* partie aérienne et la solution de racine d'*A. halimus*, le groupe « AB » englobe les deux solutions de racines d'*A. canescens* et *A. nummularia*. Le dernier groupe « B » comprend la solution de partie aérienne d'*A. nummularia*

Tableau 25. Résultats de la comparaison des moyennes du poids sec en fonction des concentrations

Libellés	Moyennes	Groupes
<i>Atriplex canescens</i> « partie aérienne»	0.09	A
<i>Atriplex halimus</i> « partie aérienne »	0.09	A
<i>Atriplex halimus</i> « partie racinaire »	0.09	A
<i>Atriplex canescens</i> « partie racinaire »	0.08	AB
<i>Atriplex nummularia</i> « partie racinaire »	0.08	AB
<i>Atriplex nummularia</i> « partie aérienne»	0.07	B

3- Etude de la mycoflore des Atriplexes

3-1- Identification des genres fongique à partir des racines.

L'identification des isolats fongiques des différents taxons endophytes dans cette étude est basée sur des critères morphologiques notamment qui sont déterminés par les structures reproductrices (Pitt et Hocking, 1985, Botton et al., 1990), elle a été réalisée sur milieu PDA et s'est basée sur les observations du mycélium fongique par observation microscopique et macroscopique. Nous avons procédé à un comptage des colonies mycoendophytes issues des racines en milieu PDA, nous avons remarqué la présence d'un effectif important de colonies au niveau des racines d'*Atriplex nummularia* et *Atriplex halimus* leur valeurs respectives sont de 27 et 26 colonies, les échantillons de racines d'*Atriplex canescens* sont colonisés par 21 colonies alors que les échantillons de racine de sparte "*Lygeum spartum*" sont habités par seulement 5 colonies.

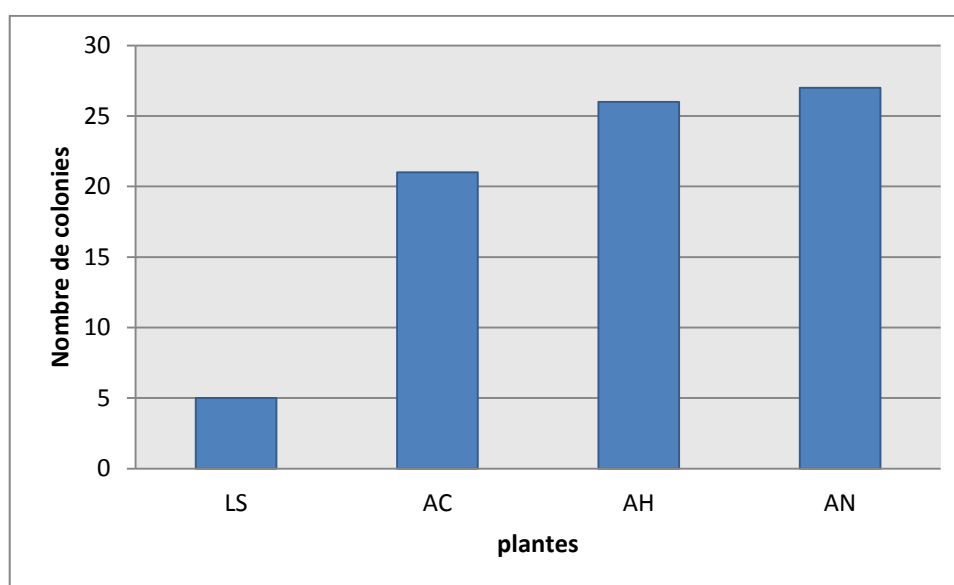


Figure 48. Nombre de colonies fongiques isolées des racines

Au total nous avons 17 isolats mycotaxons endophytes isolés à partir des racines (tableau 26), l'effectif des champignons présents au niveau des racines est de l'ordre de 5 genres respectivement chez *Atriplex halimus* et *Lygeum spartum*, 4 genres chez *Atriplex nummularia* et 3 genres chez *Atriplex canescens*, avec un total de 13 mycotaxons différents.

Tableau 26. Inventaire des champignons isolés partir des racines d'Atriplex.

<i>Atriplex halimus</i>	<i>Atriplex canescens</i>	<i>Atriplex nummularia</i>	<i>Lygeum spartum</i>
- <i>Fusarium oxysporum</i>	- <i>Cladosporium</i> sp	- <i>Helmenthosporium</i> sp	- <i>Aspergillus flavus</i>
- <i>Phytophthora</i> sp	- <i>Fusarium</i> sp	- <i>Fusarium oxysporum</i>	- <i>Fusarium oxysporum</i>
- <i>Thialovopsis</i> sp	- <i>Alternaria</i> sp	- <i>Cladosporium</i> sp	- <i>Trichoderma</i> sp
- <i>Aspergillus</i> sp		- <i>Phytophthora</i> sp	- <i>Phytophthora</i> sp
- <i>Penicilium</i> sp			- <i>Botrytis</i> sp

3-2- Identification des genres fongique à partir des sols rhizosphérique d'Atriplex.

Les résultats ont été résumés au niveau du tableau 27 , il ressort de nos résultats une diversité fongique isolés des sols rhizosphériques plus importantes que celle isolé des racines, 7 genres d'endophytes ont été isolés à partir de sol d'*Atriplex halimus*, 4 genres à partir de sol d'*Atriplex canescens* et 5 genres à partir de sol d'*Atriplex nummularia*, au total 16 mycotaxons différents, nous constatons une diversité du genre *Fusarium*, un champignon pathogène responsable de la *Fusariose* en agriculture, avec la présence de trois espèces, au niveau du sol d'*Atriplex canescens*, il est également à noter la présence de trois espèces d'*Aspergillus* au niveau du sol d'*Atriplex nummularia* , cependant il a été relevé au niveau de l'espèce d'*Atriplex halimus*, la présence de 2 espèces de *Trichoderma*, un champignon microscopique, très recherché et utilisé en industrie et agriculture biologique et qui contribue à développer des mécanismes de résistance au stress biotique et abiotique chez la plante hôte.

Tableau 27. Inventaire de la diversité fongique isolée à partir des sols rhizosphériques des Atriplexes.

<i>A. halimus</i>	<i>A. canescens</i>	<i>A. nummularia</i>
<i>Aspergillus</i> sp1	<i>Aspergillus</i> sp1	<i>Aspergillus flavus</i>
<i>Fusarium solani</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Aspergillus</i> sp1
<i>Fusarium</i> sp1	<i>Fusarium solani</i>	<i>Aspergillus</i> sp2
<i>Penicilium</i> sp2	<i>Fusarium</i> sp3	<i>Fusarium oxysporum</i>
<i>Trichoderma</i> sp1	<i>Phytophthora</i> sp1	<i>Fusarium</i> sp1
<i>Trichoderma</i> sp2	<i>Penicilium</i> sp1	<i>Thielaviopsis basicola</i>
<i>Thielaviopsis</i> sp1		<i>Alternaria</i> sp
<i>Phytophthora</i> sp1		<i>Trichoderma</i> sp
<i>Phytophthora</i> sp2		

<i>Cladosporium sp1</i>		
-------------------------	--	--

La plus grande trame de genres fongiques endophyte que nous avons identifiés est rangée au sein du groupe des champignons de la division des Deutéromycètes ou nous retrouvons dans cette division le plus grand nombre d'espèces d'intérêt médicale.

Tableau 28. Classification taxonomique des mycotaxons endophytes isolés à partir des racines et sols rhyzosphériques d'Atriplex.

Classification des mycotaxons endophytes			Mycotaxons endophytes
La division	La classe	La famille	
Deuteromycota	Eurotiomycetes	Trichocomaceae	<i>Aspergillus flavus</i>
			<i>Aspergillus sp1</i>
			<i>Aspergillus sp2</i>
	Sordariomycetes	Nectriaceae	<i>Fusarium oxysporum</i>
			<i>Fusarium solani</i>
			<i>Fusarium sp1</i>
			<i>Fusarium sp2</i>
			<i>Fusarium sp3</i>
		Hypocreaceae	<i>Trichoderma sp1</i>
			<i>Trichoderma sp2</i>
	Eurotiomycetes	Trichocomaceae	<i>Penicilium sp1</i>
			<i>Penicilium sp2</i>
	Dothideomycetes	Pleosporaceae	<i>Alternaria sp</i>
		Davidiellaceae	<i>Cladosporium sp</i>
	Sordariomycetes	Ceratocystidaceae	<i>Thielaviopsis basicola</i>
	Leotiomycetes	Sclerotiniaceae	<i>Botrytis sp</i>
Stramenopiles	Oomycetes	Pythiaceae	<i>Phytophthora sp1</i>
	Oomycetes		<i>Phytophthora sp2</i>
Ascomycètes	Dothideomycetes	Pleosporaceae	<i>Helmenthosporium sp</i>

La méthode de suspension dilution nous a permis d'effectuer un comptage des colonies fongiques par gramme de sol, il ressort des résultats de cette expérimentation (voir Figure n °49) que l'UFC le plus élevé est observé au niveau du sol d'Atriplex halimus (11,41.

10^5 UFC /gr), ils représentent le sol le plus riche en diversité fongique, suivie par le sol d'*Atriplex canescens* avec $0,12 \cdot 10^5$ UFC /gr, puis le sol *Atriplex nummularia* avec un UFC de $0,08 \cdot 10^5$ UFC /gr.

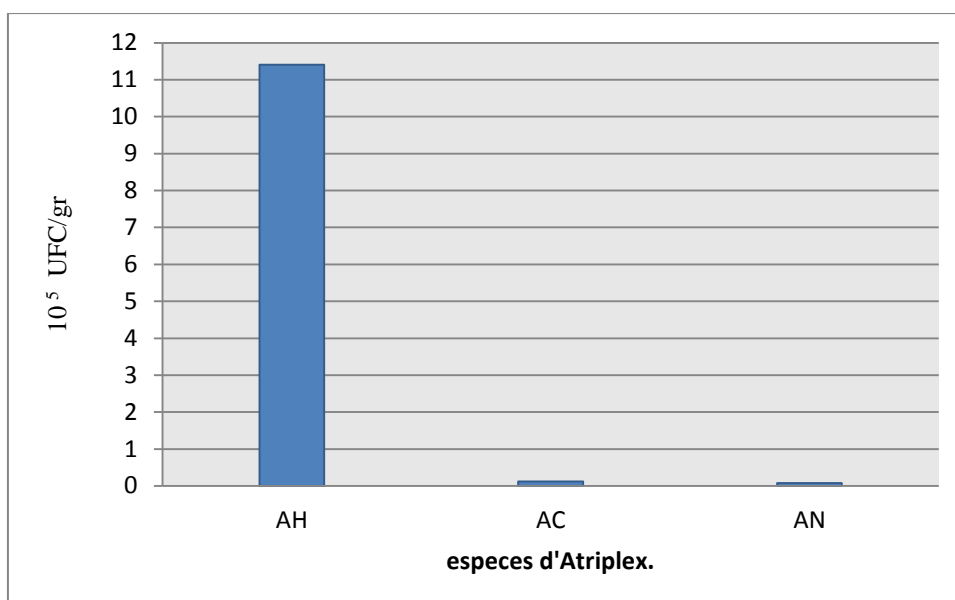


Figure 49. Concentrations des champignons dans le sol des trois espèces d'Atriplex.

3-3- Description des genres isolés et identifiés

L'identification nous a permis de classer nos isolats dans la classe des Deutéromycètes, une classe qui est considérée parmi celles auxquelles appartient la plupart des champignons endophytes, en plus des classes des Ascomycètes et des Basidiomycètes (Saar *et al.*, 2001).

Aspergillus, un genre très diversifié comptant 180 espèces, dont certaines ayant une valeur commerciale, médicale, ainsi que des espèces pathogènes (Lubertozzia et Keasling, 2009). L'*Aspergillus* est un genre capable de croître sur presque tout type d'habitat (Ilyas *et al.*, 2009), et a été déjà isolé préalablement en tant qu'endophyte à partir de plusieurs plantes médicinales dont *Clitoria ternatia*, une plante médicinale de la famille des *Fabaceae*, par (Shankar et Shashikala, 2010).

Le genre *Penicillium*, un genre qui comporte plus de 200 espèces, certaines utilisées dans l'industrie fromagère ou pour la production de métabolites, d'autres peuvent être responsables de dégradations, c'est un genre très répandus dans la plupart des environnements terrestres (Botton *et al.*, 1990; Petit *et al.*, 2009), et il a été déjà isolé comme endophyte à partir de

plusieurs plantes médicinales par (Kharwar *et al.*, 2008 ; Ilyas *et al.*, 2009 ; Bhagobaty *et al.*, 2010; Khan *et al.*, 2010)

Le troisième genre isolés et identifié est *Cladosporium*, un genre mondialement répandu, il groupe environ 35 espèces parasites de végétaux ou saprophytes très communs (Botton *et al.*, 1990) il a été isolé comme endophyte à partir de *Cephalotaxus mannii* *Acacia catechu* Willd par (Saithong *et al.*, 2010).

Le *Fusarium* est un genre de champignons imparfaits (deutéromycètes). Dans ce genre, plusieurs espèces causent une maladie des plantes, dite « fusariose ». Certaines espèces sont impliquées dans des infections opportunistes chez l'homme. Plusieurs espèces peuvent produire des mycotoxines, le genre *Fusarium* regroupe plusieurs espèces phytopathogènes susceptibles d'attaquer un grand nombre de plantes, provoquant des maladies appelées fusarioses.

Phytophthora, est un genre de champignon phytopathogène infectant un grand nombre de végétaux parmi lesquels se trouvent plusieurs plantes ou arbres cultivés tels la pomme de terre, la vigne, le châtaignier ou le pommier. Il touche également les cactus (mildiou des cactées). Approximativement 100 espèces de *Phytophthora* ont été décrites, cependant on estime leur nombre entre 100 et 500. Selon l'espèce considérée, une souche peut être pas, peu ou très pathogène et plus ou moins virulente selon les conditions de l'environnement et l'espèce hôte infectée, des souches introduites peuvent attaquer des espèces indigènes, par exemple en Australie en 2001 *Phytophthora cinnamomi* affectait directement 2000 des 9000 espèces indigènes du continent.

Thielaviopsis est un champignon pathogène, du sol qui attaque de nombreuses espèces maraîchères, et notamment les cultures d'endives, provoquant une pourriture noire des racines. C'est l'un des champignons responsables de la fonte des semis.

Alternaria est un genre de champignons à reproduction asexuée (Deutéromycètes) de la famille des Pleosporaceae. Ce genre renferme un grand nombre d'espèces (plus de soixante) parasites ou saprophytes. Plusieurs espèces d'*Alternaria* sont responsables de maladies des plantes cultivées ou non. Ces maladies sont parfois regroupées sous le terme d'alternariose, par exemple *Alternaria dauci* infecte les feuilles de carottes cultivées, plus ou moins selon les caractéristiques génétiques de la souche en cause, et selon l'espèce de carotte infectée.

Trichoderma est un genre de champignon de la famille des *Hypocreaceae*. Ce champignon produit des substances qui empêchent le développement d'autres champignons pathogènes comme certains *Fusarium*. C'est pourquoi il commence à être utilisé en agriculture comme produit phytosanitaire d'origine biologique et bioengrais.

DISCUSSION

2- Etude de l'impact des plantations à *Atriplex* sur les paramètres physicochimique du sol

De nombreux travaux dans le bassin méditerranéen ont fait l'objet d'études floristiques sur les halophytes (*Atriplex* en particulier), l'importante étendue de ces espèces a attiré l'attention d'un certain nombre de chercheurs Simonneau (1961), Djebaili (1970, 1984), Francelet et Le Houérou (1971), Gauchet et Burdin (1974), Billard et Binet (1975), Le Houérou et al (1975), Le Houérou (1981), Bendaânoun (1981, 1991), Alcaraz (1982), Aidoud (1983), El Afifi (1986), Benabadji (1991,1995, 1999), Bouazza (1991,1995), Chaâbane (1993), Benchaâbane (1996), Tremblin (2000).

Cet aspect de recherche a fait aussi l'objet de travaux de fin de cycle, notamment, ceux de Bennai (1993), Ghezlaoui (1995, 2001), Tlibat (1998), Hammoumraoui (1999), Benmoussat (2004), Aboura (2006), Bouzid (2011), Yahiaoui (2012), Regagba (2012), Henni (2014), Bessaih (2015), s'intégrant dans un domaine de recherche de biologie végétale (écophysiologie et écobiologie), plusieurs travaux ont également été menés sur l'*Atriplex halimus*, nous noteront en particulier ceux de Zid Boukhris (1977), Dreier (1978), Le Houérou (1980,1992), Benrebiha (1987), Aouissat et al (1993), Benchaâbane (1998), Kinet (1998), Zriba et al (1998), Belkhodja et Bidai (2001), Hamza (2002) et Larafa (2004), quant aux travaux relatifs à l'*Atriplex canescens* et l'*Atriplex nummularia* nous citeront les travaux de Kaba (1996), Said et Zaidi (2001), Mesbahi (2002), Ramram et Bouchehda (2002), Mulas et Mulas (2004), Rahmoune et al (2005), Bouhroud et al (2006), Ben Ahmed et Ben Saha (2007), Merzougui et Bounif (2008), Bekai et Hamidou (2008) et Boularak et al (2009). Certaines de ces études ont montrés différentes corrélations pouvant exister entre les espèces halophytes et les paramètres édaphiques tel que la texture, la salinité, le pH.....etc.

Des résultats des analyses pédologiques des échantillons de sols de parcelles plantés par les trois espèces d'*Atriplex* et une parcelle non planté, considéré comme mise en défens, nous avons constatés l'existence d'une très forte homogénéité des profils des parcelles plantées et non plantées par les *Atriplex* en fonction des variables pédologique analysés, matière organique et azote, le reste des paramètres (calcaire total et calcaire actif, pH, conductivité électrique, salinité, et teneur en sels minéraux), présentent une différence significative entre

les zones, nous avons observés que la parcelle planté avec *Atriplex canescens*, renferme une quantité significativement supérieur comparé aux autres parcelles, vient ensuite la parcelle plantée par *Atriplex nummularia*, alors que la parcelle plantée par *Atriplex halimus* et la mise en défens renferment des quantités inférieures.

Il ressort de nos résultats un impact de l'*Atriplex canescens* et l'*Atriplex nummularia* sur les caractéristiques physico-chimiques du sol qui se manifeste par une fixation des dunes ; ces plantations jouent un rôle de brise vent, spécialement lorsque les individus d'*Atriplex* présentent un volume important. Les pieds d'*Atriplex* interviennent dans le piégeage du sable amené par le vent, et dans le ralentissement de l'écoulement de l'eau, il est également à noter l'augmentation du taux de calcaire total et calcaire actif ; sous l'effet de la présence d'une croûte calcaire proche de la surface et une augmentation de la capacité électrique, ce qui favorise les échanges sol-végétation qui impliquent une alcalinisation, et l'augmentation du pH du sol. Il faut également souligner l'augmentation du taux des éléments minéraux, et augmentation du taux de salinité, due à l'existence de la dalle calcaire.

1. Etude de l'activité allélopathique des Atriplexaies

L'allélopathie à un rôle primordiale dans la formation des structures végétales présentes dans le monde, les résultats de nos recherches ont montrés que les feuilles, tiges et racines des trois espèces d'*Atriplex* présentent des composés allélopathiques, ces composés inhibent la germination des graines de laitue ainsi que les graines de sparte le degré d'inhibition varie selon l'espèce cible, la concentration, la partie de la plante l'espèce d'*Atriplex* utilisé en solution, nos résultats concordent avec ceux de Chiapusio et *al.*, 1997 ; Macias et *al.*, 1999 ; Escudero et *al.*, 2000 ; Macias et *al.*, 2000 ; Jefferson et Pennacio, 2003.

Pour la mise en évidence du comportement physiologique des graines sous différentes concentrations et solutions de différentes parties d'*Atriplex* nous avons élaborés un premier protocole de germination en boîtes de pétri des graines de laitue « *Lactuca sativa* » suivie durant plusieurs jours arrosés avec des solutions à base de racines de tiges et de feuilles d'*Atriplex* avec les concentrations suivantes : 0,06g/l, 0,63g/l, 1,55g/l, 3,12g/l, 6,25g/l.

Le second protocole implique l'utilisation de deux solution l'une à base de partie aérienne et la seconde à base de partie racinaire des trois espèces d'*Atriplex* avec le dosage

suivant : 2,5g/l, 5g/l, 10g/l, 20g/l, 40g/l sur la germination des graines de sparte *Lygeum spartum*.

Les paramètres évalués et étudiés reflètent le comportement et la réponse physiologique des graines et jeune plantes soumise à ces stress : le taux de germination, la vitesse de germination (Cv et Tm), la cinétique de germination, le poids frais et poids sec des jeunes plantules. De ces résultats il est possible de retenir l'essentiel :

2-1- Etude de l'activité allélopathique de l'Atriplex sur la germination des graines de laitue « *Lactuca sativa* »

a. Taux de germination

Les résultats ont montrés que les solutions à base de feuilles, tige et racines d'Atriplex affectent significativement la germination des graines de salade. La solution à base de racines et à base de feuilles d'*Atriplex nummularia* (taux de réduction respectifs de 19,86% et 19,87%) sont plus inhibitrice suivie par la solution à base de tige considéré comme la moins inhibitrice. La racine d'*Atriplex canescens* a également l'activité allélopathique la plus marqué (taux de reduction de 17,15%) comparé aux autres organes de la plante. Les espèces d'Atriplex les plus significativement inhibitrices sont l'*Atriplex nummularia* et l'*Atriplex canescens*. Nous observons également que les petites dose c'est à dire 0,063g/l de solutions de tiges, feuilles et racines d'*Atriplex nummularia* la capacité germinative des graines est amélioré dû à une levée de dormance embryonnaire impliquant des taux de germination qui dépassent ceux du témoins arrosés à l'eau distillé, le même comportant a été observé au niveau des lots arrosés a 0,063 g/l de solution de racine d'*Atriplex halimus*, cela dit ce phénomène n'a pas été reporté au niveau d'*Atriplex canescens*.

b. Vitesse de germination

La vitesse de germination est exprimée en coefficient de vélocité (Cv) et le temps moyen de germination (Tm). Les concentrations et les solutions ont eu un effet hautement significatif sur la vitesse de germination des graines de sparte.

Le coefficient de vélocité augmente au fur et à mesure que la concentration augmente atteignant des valeurs maximales au niveau des traitements les plus sévères, les solutions à base de racines des trois espèces d'Atriplex, et plus particulièrement *Atriplex canescens* et *Atriplex halimus* contribuent le plus à l'élévation du coefficient de vélocité, cela dit le temps moyen de germination diminue au fur et à mesure que les concentrations augmentent.

c. Cinétique de germination

➤ *Atriplex nummularia*

Le démarrage de la germination a été rapide chez les graines arrosés à l'eau distillé et à la solution 0,06g/l d'*Atriplex nummularia*, atteignant des taux de germination de 56% au niveau des lots témoins et 68,85%, 71%, 71%, respectivement au niveau des lots arrosés de solutions à concentration 0,06g/l d'*Atriplex nummularia* feuilles, *Atriplex nummularia* racine et *Atriplex nummularia* tige. Les premières germinations apparaissent aussi le 2^{ème} jour après le semis ; au niveau des autres solutions et concentrations d'*Atriplex nummularia* le taux de germination est d'autant plus faible que la concentration est plus forte surtout au niveau des lots arrosés à 6,25 g/l, il se stabilise plus au moins le 8^{ème} jour.

➤ *Atriplex halimus*

Il ressort des résultats de cinétique de germination que les lots arrosés à base de solutions d'*Atriplex halimus* le démarrage et la progression de la germination du lot arrosé à 0,06 g/l de racine et feuille est plus rapide par rapport aux autres traitements dépassant même le lot témoins marquant un taux de 56% au démarrage et 95% le dernier jour de germination tandis que les traitements à 0,06g/l de la solutions de racines et feuilles d'*Atriplex halimus* marquent une valeur lors du démarrage de germination de 70,71%, 63,91% et des taux respectifs de germination maximum après 8 jours de 97,71%, 92,92%, le reste des concentrations (0,63g/l, 1,55g/l, 3,12g/l, 6,25g/l) présentent des effets plus au moins similaires sur la germination des graines de laitue avec une évolution moins importante et plus lente comparé au lot témoin et le lot arrosé à 0,06g/l.

➤ *Atriplex canescens*

Lorsque les graines de *lactuca sativa* sont arrosées avec des solutions à base d'*Atriplex canescens* le taux de germination cumulé maximum est atteint au bout de 8 jours pour le lot témoins (95%), cela dit nous remarquons que la germination au niveau des lots arrosés avec les concentrations à base de racine d'*Atriplex canescens* présentent une évolution plus lente, par contre les lots arrosés avec les solutions à base de tige et feuille d'*Atriplex canescens* marque des valeurs moins importante mais présente une évolution plus ou moins semblable au lot témoins.

2-2- Etude de l'activité allélopathique de l'*Atriplex* sur la germination des graines de sparte « *Lygeum spartum* »

a. Taux de germination

Les résultats ont montrés que les solutions préparés en macérant la partie aérienne et la partie racinaire des trois espèces d'*Atriplex* affectent de façon hautement significative la germination des graines de *Lygeum spartum*.

La solution à base de racine d'*Atriplex nummularia* présente un effet inhibiteur plus prononcé que la partie aérienne avec des taux de réduction de 50%, 20%, 33,33% et 60% respectivement au niveau des concentrations 5g/l, 10g/l, 20g/l et 40g/l, la solution à base de partie aérienne a provoqué des taux de réduction de l'ordre de 6,7% , 13,3% 23,3%, 43,3% au niveau des concentrations 5g/l, 10g/l, 20g/l et 40g/l.

La germination des graines de sparte a été plus significativement affecté par la solution à base de partie aérienne d'*Atriplex canescens* marquant des taux de réductions de 20% 80%, 70%, 83,3% respectivement au niveau des concentrations 5g/l, 10g/l, 20g/l et 40g/l comparé au graines arrosés avec ces même concentrations de solution de partie racinaire d'*Atriplex canescens* dont le taux de réduction furent de 16,7%, 13,3%, 36,7%,16,7%.

L'effet inhibiteur le plus prononcé est observé au niveau de la solution d'*A canescens* partie aérienne suivie par la solution de racine d'*Atriplex nummularia*.

b. Vitesse de germination

la vitesse de germination est déterminé par deux paramètres le coefficient de vélocité « Cv » et le temps moyen « Tm », les différentes concentrations appliqués ont eu un effet significatif sur l'élévation du coefficient de vélocité et diminution du temps moyen de germination « Tm », du tableau de comparaison des moyennes il ressort que la concentration la plus faible 2,5 g/l influe sur le coefficient de vélocité et le temps moyen des graines induisant une accélération du pouvoir germinatif il s'ensuit l'effet du reste des concentrations. Cela dit il n'existe pas d'effet significatif des solutions aqueuses des parties aérienne et racinaire des trois espèces d'*Atriplex* sur le coefficient de vélocité et le temps moyen de germination.

c. Cinétique de germination

➤ *Atriplex nummularia*

Il ressort des résultats de cette expérimentation que les lots soumis aux concentrations les plus faibles tel que 2,5g/l et 5g/l de partie aérienne présentent une évolution plus rapide comparé aux autres traitements y compris le lot témoin, les graines ont été plus rapide à germer au niveau du lot soumis à la concentration 40g/l.

La solution faite de racines d'*Atriplex* n'a pas eu d'effet particulier sur le démarrage de la germination qui a été observé le 2^{ème} jour pour tous les lots, cela dit l'évolution de la germination a été plus lente au niveau du lot témoins qui a été dépassé par les graines germées des lots soumis à 5 g/l, 10 g/l et 40 g/l, ce classement a été vite inversé le 5 jour lors de l'accélération de l'évolution de germination du lot témoins atteignant un taux maximale de 100%, tandis que les lots (5 g/l, 10 g/l, 40 g/l) ont régressés dans leur évolution.

➤ *Atriplex halimus*

La germination a démarré le 2^{ème} jour au niveau du groupe comprenant les lots des graines arrosés à 2,5 g/l, 5 g/l, 10 g/l de solution de partie aérienne d'*Atriplex halimus* et du lot témoin, leur évolution est rapide et se stabilise le 13^{ème} et 14^{ème} jour. Quant aux second groupe comprenant le reste des concentrations (20g/l, 40g/l) la germination débute respectivement le 3^{ème} et 4^{ème} jour et évolue moins rapidement comparé au premier groupe.

➤ *Atriplex canescens*

La germination démarre le 3^{ème} jour au niveau des traitements les plus sévères à base de partie aérienne de la plante, leurs évolution est lente elle se stabilise le 8eme jour contrairement aux lots témoins et les los arrosés à 2,5g/l et 5g/l dont l'évolution est plus rapide. La germination des graines de sparte démarre le 2^{ème} jour pour tous les lots arrosés par les solutions de racine d'*Atriplex canescens* et évolue rapidement.

d. Poids frais et poids sec

Les concentrations et les solutions végétales des trois espèces ainsi que des deux parties racinaire et aérienne ont eu un effet hautement significatif sur la régression du poids frais et sec des jeunes plantules de *Lygeum spartum*.

Les concentrations 10g, 20g et 40 g ont eu le plus d'impact, la solution à base de partie aérienne d'*Atriplex nummularia* a provoqué l'effet dépressif le plus sévère.

La présence de substances allélopathiques dans le sol est déterminé par de nombreux facteurs tel que densité des feuilles tombant sur le sol, le degrés de décomposition des feuilles, la distance entre chaque plante et enfin les précipitations (Mann, 1987 ; Saxena et *al.*,1996 ; Escudero et *al.*,2000 ; Nilsson et *al.*, 2000). La décomposition du végétale dépend du tissu des feuilles déterminé par le ration C :N et C :P, de la température, des précipitations et de la présence de certains micro-organismes (Friedman et *al.*, 1977 ; Newman et Miller, 1997 ; Ito et *al.*, 1998), sans oublier le type de sol et son pH (Saxena et *al.*, 1996).

Lorsque les conditions du milieu sont favorables au développement d'une activité allélopathique, on observe un retardement de la germination (Ross et Harper, 1972) et de la croissance des plantes compétitrices en milieu aride et semi arides elles menacent ainsi leur survie (Witkowski, 1991), les plantes germent plus lentement et sont plus petites ce qui influence sérieusement leur chance de compétition avec les plantes voisines pour les ressources tel que l'eau (Ross et Harper,1972 ; Fowler,1986 ;Weiner et *al.*,1997).

Nos résultats sont similaires à ceux de Hamedanian et *al.*, 2010 qui avait indiqués que les extraits de feuilles et de fruits d'*Atriplex canescens* ont eu un effet allopathique dépressif sur la germination de *Salsola rigida*, Henteh et *al.*, (2004) avaient également reporté qu'*Atriplex canescens* avait un effet allelopathique inhibiteur sur la germination d'*Artemisia sieberi*. Askham et al (1971), Jefferson et *al.*, (2003) ont reportés la présence de Saponine au niveau des organes d'Atriplex et son effet dépressif sur la germination des graines d'autres plantes. L'effet allélopathique de différentes espèces d'*Atriplex* a également été reporté par Davis et Kiarostami (2003) dans leurs recherches sur les métabolites secondaires des Atriplexs, ils avaient d'ailleurs conclus que l'activité allélopathique diffère d'une espèce à une autre. Hejazi et *al.*, (2001) ont soulignés dans leurs recherches sur le blé, le fait que l'activité allélopathique des plantes est également en partie dû à l'exsudation racinaire des composés phénoliques, qui ont exercés un effet néfaste sur la croissance et le rendement du tournesol.

L'exsudation racinaire est le mécanisme par lequel la plante libère ses composés allélopathique dans le sol ce qui explique l'effet allélopathique très important des solutions racinaire d'*Atriplex nummularia* et *Atriplex canescens* sur la germination des graines de sparte, nous pouvons confirmer que les composés responsables de l'inhibition sont des biométabolites synthétisés par la plante, dont l'action dépend de leur concentration et de la

sensibilité de la plante cible , il nous est difficile de déterminer le composé exact responsable de cette inhibition, des analyses biochimiques poussés des exsudats sont à prescrire afin de déterminer et cibler les composés et leurs fonctions allélopathiques.

Les résultats de notre étude indique également le pouvoir promoteur de certains extraits aqueux de racines et feuilles d'*Atriplex numularia* mais aussi la solution de racine d'*Atriplex halimus* à petite concentration, à raison de 0,063g/l sur la germination des graines de laitue, impliquant la levée de dormance embryonnaire de ces dernières, ce phénomène a été reporté par Jefferson en 2003 , cela est probablement due à des métabolites secondaire ou phytohormones contenues dans les organes des Atriplexs, les plantes invasives secrètent des substances au niveau de leurs racines afin d'activer la germination de leur graines mélanger au sols situé en sous-bois des plantes mères (Hejazi et *al.*, 2001).

Lors des aménagements et de l'amélioration pastorale des parcours, les profils biochimiques et allélopathiques des plantes doivent être pris en considération, l'allélopathie de ces espèces peut affecter considérablement les communautés végétales des parcours en influençant la structure du couvert végétale à long terme, il est important de noter que nos expérimentations ont été faite en environnement contrôlé, l'existence d'autres facteurs environnementaux affectant le milieu de la plante et la structure chimique de ces composés sont à signaler.

2. Etude de la mycoflore des Atriplexaies

La recherche scientifique sur les champignons endophytes des végétaux au cours des deux dernières décennies a montré que pratiquement toutes les feuilles, tige et racines sont infectées par les champignons endophytes (Suryanarayanan et Thennarasan, 2004). Ils peuvent jouer un rôle important dans l'aptitude de leur plante hôte (Lv et *al.*, 2010). Les interactions entre les plantes et les endophytes ont été considérés largement comme mutualistes, car les champignons endophytes confèrent des bénéfices à leur plante hôte à travers l'amélioration de l'absorption des nutriments (Mandyam et Jumpponen, 2005 ; Dupont, 2007). La promotion de la croissance et de la résistance de leur hôte (Sun et *al.*, 2011 ; Lakshman et Kurandawad , 2013 ; Rodriguez et *al.*,2009), tous ces aspects font que l'étude des endophytes est devenue l'un des plus important point de la recherche en mycologie (Sun et *al.*,2011).

La majorité des racines d'*Atriplex* mise en culture montrent la présence de mycoendophytes, le comptage des colonies fongiques nous a démontré la présence d'un effectif important de colonies au niveau des racines d'*Atriplex numularia* et *Atriplex halimus* leurs valeurs respectives sont de 27 et 26 colonies, les échantillons de racines d'*Atriplex canescens* sont colonisés par 21 colonies alors que le sparte "Lygeum spartum" seulement 5 colonies un total de 13 mycotaxons a été identifié des isolements racinaire et 16 mycotaxons identifié à partir du sol.

Certains champignons ont une large gamme d'hotes tel que *Alternaria*, *Penicilium* (Zabalgoitia, 2008). Hoffman et Arold 2008 ont constatés qu'il y'avait une similitude relativement faible entre les communautés d'endophytes de différentes espèces de la famille de Cupressaceae qui se trouvaient dans la même localité, et entre celles de la même espèce hôte dans différentes localités, contrairement à ce qu'ils ont trouvés pour la même espèce hôte dans la même localité ou ils ont observés une grande similitude.

Des différences d'assemblage des champignons endophytes ont été trouvés dans les différents tissus de la même espèce végétale, ou même dans les différents tissus d'une plante unique, ceci relève une spécificité des tissus de certains champignons endophytes (Collado et al., 2011; Ganley et Newcombe, 2006)

Le comptage des colonies au niveau du sol d'*Atriplex halimus* a été de l'ordre de $11,41 \cdot 10^5$ UFC /gr, classé comme le sol le plus riche en diversité fongique, suivie par le sol d'*Atriplex canescens* avec $0,12 \cdot 10^5$ UFC /gr, puis *Atriplex nummularia* avec un UFC de $0,08 \cdot 10^5$ UFC /gr. Les endophytes colonisent les espaces inter et intracellulaires des tissus de végétaux vivants. Plusieurs centaines d'espèces de ces microorganismes peuvent être isolés à partir d'une seule plante, mais très peut seraient spécifiques de la plante hôte. Les plantes supérieures constituent ainsi une véritable niche écologique, réservoir potentiel d'une vaste diversité microbiologique (Kogel et al., 2006).

Considérés sur le plan des échanges de matière et d'énergie, la communauté constitue un écosystème où on trouve des producteurs (végétaux), des consommateurs (animaux), mais aussi des décomposeurs (champignons et bactéries). Ces derniers dégradent les molécules complexes de la matière organique par la minéralisation et libèrent des éléments simples qui seront repris et remétabolisés ultérieurement par les végétaux chlorophylliens. Pour que le cycle des éléments fonctionne, il est donc indispensable que la minéralisation de la matière organique s'effectue. Les décomposeurs sont tout aussi importants et utiles que les

producteurs, les bactéries et les champignons effectuent le recyclage des éléments carbonés et azotés à partir des déchets (excréments, débris végétaux.....), issus de tous les êtres vivants. Leur qualité et leur diversité atteignent dans le sol des valeurs souvent méconnus (Laberche, 1999).

D'après les isolats recensés, nous remarquons une diversité en champignons endophytes importante au niveau des racines. Ces résultats confirment les résultats de Kumar et Hyde (2004) et Lakshman et Kurandawad. (2013), qui montrent que l'un des traits les plus caractéristiques des champignons endophytes est leur diversité exceptionnelle. Malgré l'aridité qui caractérise la zone, les champignons endophytes présentent une diversité intéressante au niveau des racines et sols des Atriplexs, Bezerra et *al.*, 2013, avait également suggéré une forte diversité fongique dans ses recherches, Ceci contredit certaines études ayant indiquées que la diversité endophytique dans les régions arides et/ou désertiques est faible, parce que des facteurs comme la pluviométrie et la densité végétative sont faibles (Arnold et *al.*, 2000 ; Suryanarayanan et *al.*, 2002 a, 2003, 2005 ; Bezerra et *al.*, 2013). Les sources de microorganismes colonisant la plante sont diverses et dépendent de l'atmosphère (Cordier, 2012), les insectes (Coluccio et *al.*, 2008 ; Feldman et *al.*, 2008 ; Cordier, 2012), la pluie et le sol (Wilson et Carroll, 1994 ; Cordier, 2012) ou encore les animaux. Ces assemblages fongiques sont dominés par quelques taxons endophytes (Arnold et *al.*, 2007 ; Hashizume et *al.*, 2008 ; Cordier, 2012). La majorité des champignons isolés appartiennent aux Deutéromycètes, ces résultats confirment ceux de Selim et *al.*, (2012) et Selvanathan et *al.*, (2011), qui ont montrés que la plupart des champignons endophytes appartiennent aux Deutéromycètes. La composition du microbiome interne de la plante peut dépendre de multiples facteurs, incluant la plante hôte, la densité de la végétation, la disponibilité en nutriments, les conditions environnementales et les interactions avec le microbiome externe, tels que les champignons du sol et les bactéries (Porras-Alfaro et Bayman, 2011).