

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université BLIDA -1-



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département de Biologie des Populations et Organismes

Mémoire de Fin d'Etudes en Vue de l'Obtention du Diplôme de  
Master académique en Sciences Biologiques

Option : Génomique et Biotechnologie Végétale



*Thème*

---

*Effet du stress salin sur la variation de la teneur en polyphénols  
des extraits de coriandre (coriandrum sativum L.)  
et leur valorisation comme bioinsecticide.*

---

Présenté par : MESKI Hafidha & MERBAH Selma

Le : 25/09/2016 à 10 :30h

Devant le jury composé de:

Mme BENMANSOUR N.	MCB	Université de Blida 1	Présidente
Mme CHERIF H.S	MCB	Université de Blida 1	Examinatrice
Mme AMARA N.	MAA	Université de Blida 1	Promotrice

---

Année Universitaire : 2015-2016

## Remerciements

Je tiens à remercier infiniment ma promotrice, **Mm AMARA. N** pour m'avoir encadré et de diriger  
notre mémoire de fin d'étude.

Qu'elle trouve ici nos sentiments de gratitude et de reconnaissance

Mes remerciements s'adressent aussi aux enseignants qui ont fait partie du jury :

**Mme CHERIF .H.S** pour sa présidence du jury ;

**Mme BENMENSOUR.N** d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Egalement, je tiens à remercier monsieur **DJAZOULI** et monsieur **BOUKHATEM** et tous les techniciens  
des laboratoires, le personnel de la bibliothèque sans oublier les autres enseignants ayant  
contribués à notre formation et nos collègues de biologie.

## LIST DES ABREVIATIONS

---

**AFNOR** : Association Française de Normalisation

**PH** : potentiel d'hydrogéné

**Meq** : Milléquivalent

**UV** : ultraviolet

**MF** : matière fraîche

**Eq** : équivalent

**MS** : matière sèche

**DO** : densité optique

## SOMMAIRE

Introduction	1
--------------	---

### Chapitre I : Synthèse Bibliographique

I.LA CORIANDRE	2
I.1 -Généralités sur la coriandre	2
I.1.1-Originé et historique	2
I.1.2-Classification et noms vernaculaires	2
I.1.3- Description botanique	3
I.1.4-Exigences pédoclimatiques	5
I.1.5-Répartition géographique	5
I.1.6-Composition chimique de la coriandre	5
I.1.7-Usages et propriétés de la coriandre	6
I .2- Stress salin	7
I.3- Polyphénols	9
I.4- Bio-pesticide d'origine naturelle	11

### Chapitre II: Matériel et Méthodes

II. MATERIEL ET METHODES	14
II.1.1 Matériel	14
II.1.1 Matériel biologique	14
II.2. Méthodes	
II.2.1. Dispositif expérimental	15
II.2.1.1. Analyse du sol	16
II.2.2. Paramètres mesurés	16
II.2.2.1. Paramètres biométriques	17
II.2.2.2.Dosage des paramètres physiologiques	17
II.2.2.3. Echantillonnage	18
II.2.2.4.Taux d'humidité « H »	19
II.2.2.5. Tests du screening phytochimique	19
II.2.2.6. Méthodes d'extraction méthanolique	20

II.2.2.7. Analyse quantitative par spectrophotométrie UV-visible	22
II.2.2.8. Evaluation de l'activité bio insecticide des extraits méthanolique	24
II.2.2.9. Analyse statistique	25

## Chapitre III : Résultats et Discussion

III.1. Résultats d'analyse physico-chimique du sol	26
III.2. Résultats de l'effet de NaCl sur les paramètres biométriques	27
III. 3. Dosage des Paramètres physiologiques	29
III.4. Résultats du taux d'humidité « H »	33
III.5. Test de screening phytochimique	33
III.6. Rendement de l'extraction méthanolique	34
III.7. Résultats des analyses quantitatives par spectrophotométrie UV-visible	35
III.8. Evaluation de l'activité bio insecticide des extraits méthanolique	37
Conclusion	40
Références Bibliographiques	41
Annexe	

## Résumé

L'objectif de cette étude, est la détermination de l'effet du stress salin, sur la variation de la teneur en polyphénols des extraits méthanolique de la coriandre (*Coriandrum sativum L.*) et leur valorisation comme bio insecticide.

L'espèce *coriandrum sativum L.* a été soumise au stress salin par quatre traitements à différentes concentrations (0 mM/l, 50 mM/l, 75 mM/l et 100 mM/l de NaCl).

Pour étudier la réponse de la coriandre aux différents traitements testés, des mesures biométriques et des dosages des paramètres physiologiques des feuilles médianes selon les stades phénologiques par spectrophotomètre, ont été effectué.

La salinité a engendré, une diminution de la croissance en longueur et même de la biomasse fraîche et sèche des parties souterraines et aériennes pour les trois traitements par rapport au témoin. Lesteneurs en chlorophylle des feuilles médianes ont été réduites pour tous les traitements, surtout le traitement 100mM/l de NaCl par rapport au témoin. En revanche, l'accumulation en sucres et en proline des feuilles médianes ont augmenté surtout au traitement 100mM/l par rapport au témoin 0mM/l de NaCl.

Le screening phytochimique, sur la poudre végétale et l'infusé à 10%, de la partie aérienne de la coriandre pour les quatre traitements a permis de mettre en évidence la présence des Flavonoïdes, des Tanins (Galliques et Catéchiques), Anthocyanes, Alcaloïdes et Glycosides. Les Leuco-anthocyanes, Saponosides et Coumarines sont absents.

Les analyses quantitatives par spectrophotométrie U-V, ont révélé, une variation des teneurs en polyphénols totaux, des extraits de la partie aérienne de la coriandre de 136,308 µg/mg éq d'acide gallique pour le témoin (0 mM/l) à 192 µg/mg éq d'acide gallique pour le traitement (100 mM/l) de NaCl. Et des flavonoïdes de 0,235 mg/g éq de la Rutine pour le traitement (100 mM/l) à 0,042 mg/g éq de la Rutine pour le témoin (0 mM/l) de NaCl.

L'essai bio insecticide, a montré que les extraits méthanolique purs (1 mg/1ml) de la coriandre ont un effet biocide sur les trois insectes testés les pucerons verts (*Aphispirae cola* Pach), les pucerons noirs (*Aphisfabae* Scop) et les coccinelles asiatiques (*Harmonia oxyridis*) quelle que soit le traitement testé.

**Mots clés :** *coriandrum sativum L.*, stress salin, extraits méthanolique, teneur, polyphénols, bioinsecticide.

# Introduction

# Chapitre I

## Synthèse Bibliographique



# Chapitre II

## Matériel et méthodes

# Chapitre III

## Résultats et discussion

# Conclusion

Annexe

Références  
bibliographiques

## INTRODUCTION

La salinité des sols constitue l'un des principaux stress abiotique limitant la croissance des plantes cultivées, Ainsi chaque année près de 10millions d'Ha de terres cultivables sont perdus dans le monde du fait de l'accumulation, au cours du temps, de petite quantité de sel contenues dans l'eau d'irrigation (AUBERT, 1982).

La salinisation progressive des sols est un facteur limitatif majeur de la productivité agricole, en particulier dans les zones arides et semi arides. Pour parvenir à définir des pratiques culturales permettant de surmonter un stress salin et pour créer des variétés tolérantes au sel, des études physiologiques, biochimiques, moléculaires et génétiques sont nécessaires (LEMZERI, 2007).

La tolérance à ce type de stress est considérée comme une caractéristique quantitative sous contrôle génétique de gènes mineurs (CUIN *et al*, 2008). L'amélioration de la résistance à ce type de stress selon le processus de sélection classique est peu efficace (HOUSHMAND *et al*. 2005). Des stratégies alternatives sont recherchées dont entre autre la production des plantes transgéniques (MOOS et MUMM, 2008).

Ces dernières années, plusieurs recherches scientifiques ont été développées pour l'extraction, l'identification et la quantification des antioxydants naturels (polyphénols) à partir des substances naturelles à savoir, les plantes médicinales et les produits agroalimentaires. Les plantes aromatiques et médicinales constituent une grande source d'antioxydants et d'antibactériens naturels pour l'industrie agroalimentaire, bio pesticide, pharmaceutique et cosmétique. Toutefois, très peu de travaux scientifiques en Algérie, sont consacrés à l'étude de l'effet du stress salin, sur la variation de la teneur en polyphénols des extraits méthanolique et les propriétés bio insectides de la coriandre (*Coriandrum sativum* L.). C'est dans cet ordre d'idée, que s'inscrit ce travail dont les objectifs assignés sont :

\_ Détermination de l'effet des différentes concentrations de NaCl (0, 50, 75 et 100 Mm/l) sur les paramètres biométriques et physiologiques de la coriandre.

\_ Test du screening phytochimique pour évaluer la composition qualitative de la poudre de la partie aérienne de la coriandre et l'infusé à 10%.

\_ Extraction méthanolique et analyse quantitative par spectrophotométrie U.V visible pour le dosage des polyphénols totaux et des flavonoïdes.

\_ Evaluation de l'activité bio insecticide des extraits méthanolique de la partie aérienne de la coriandre par contact-inhalation.

## I.LA CORIANDRE

### I.1 -Généralités sur la coriandre

#### I.1.1-Origine et historique

La coriandre est cultivée depuis plus de 3000 ans. Originaire du Moyen-Orient et d'Asie Mineure, la coriandre s'est largement rependu dans tout le bassin méditerranéen .Le mot latin *Coriandrum* vient du grec Koriandron. En grec, Koris signifie punaise et Andros mâle, car on compare son odeur à celle d'une punaise écrasée. Elle est connue depuis la nuit des temps pour ses propriétés médicinales et ses vertus aromatiques, elle fait partie des premières plantes condimentaires (WILSON, 2007).

La coriandre est connue depuis toujours au Moyen-Orient et en Asie du sud, est restée jusqu'à aujourd'hui un aromate essentiel de la cuisine indienne, pakistanaise, chinoise, orientale et latino-américaine. En Europe, elle est utilisée depuis l'antiquité comme plante médicinale (DENYS, 2012).

#### I.1.2-Classification et noms vernaculaires

*Coriandrum sativum* appartient à la famille des Apiacées. Elle comprend plus de 3000 espèces (OUI, 2015).

La classification botanique de la coriandre selon (ANTOIN, 1796 ; PAUL GOETZ, 2015) est la suivante :

---

Règne : Plantae  
Embranchement : Spermaphytes  
Sous Embranchement : Angiospermes  
Classe : Dicotylédones  
Ordre : Apiales  
Famille : Apiaceae  
Genre : *Coriandrum*  
Espèce : *Coriandrum sativum* L. (2n=22)

---

Diverses appellations ont été attribuées à *C. sativum*. Nous citons quelques dénominations vernaculaires internationales :

En arabe : kusbur.

En français : coriandre, persil arabe, persil chinois, cerfeuil chinois.

En anglais : coriander et en Italien : coriandolo (CHAUMONT et MILLET, 2011).

### I.1.3- Description botanique

La coriandre est une plante annuelle, à racines pivotantes. Elle est herbacée pouvant atteindre (30 à 60cm) de hauteur, à tige grêles portant des feuilles dentées (Figure 1) (BABA AISSA, 1999).

**Les feuilles** sont vert clair, glabres et alternes. Les feuilles basales sont pétiolées, incisées et dentées. Les feuilles supérieures sont sessiles, finement découpées en lanières et pourvues d'une longue et large gaine.

**Les feuilles de La coriandre changent de forme** : au début elles sont très belles, bien plates et peu à peu elles deviennent fines (Figure 1), rappelant la forme des fleurs d'aneth. C'est une transformation tout à fait normale qui indique la montée en graines du plant (FILLIAT, 2012).



**Figure 1.** Feuilles de coriandre stade végétatif et floraison (*Coriandrum sativum* L.) (Original 2016).

**L'inflorescence** est formée d'ombelles plates, constituée de 3 ou 5 rayons, avec un involucre réduit voire absent et des involucelles à 3 bractées.

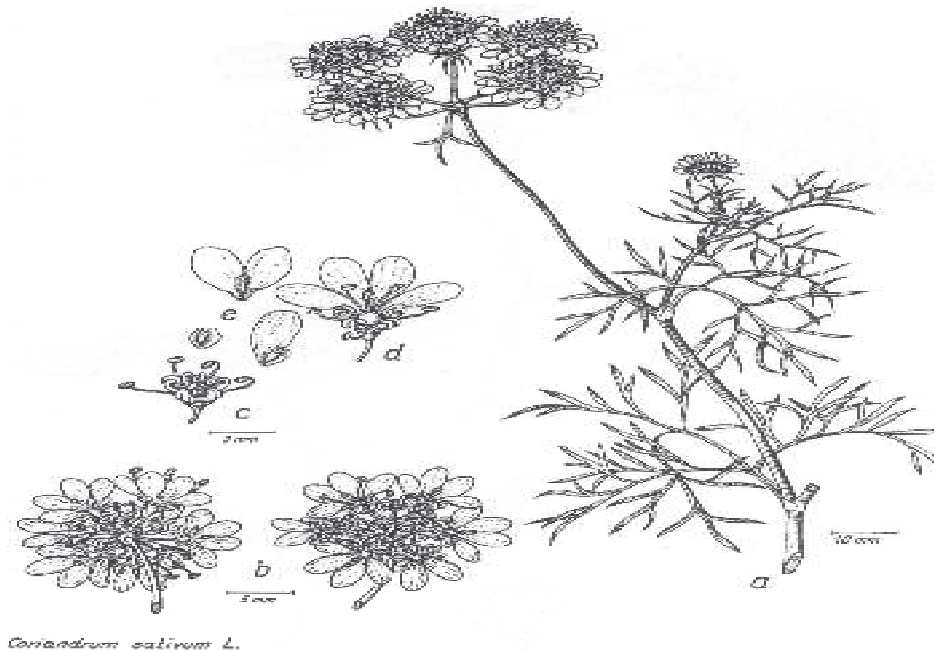
Les **fleurs** sont radiales, régulières au centre de l'ombelle, mais irrégulières à la périphérie. Elles comportent 5 sépales, 5 pétales blancs ou rosés, 5 étamines, 2 styles relativement longs et un ovaire supère bicarpellaire (FILLIAT, 2012).

Les pétales échancrés et orientés vers l'extérieur sont souvent plus grande (Figure 2, 3). Elle dégage à l'état frais une odeur plutôt désagréable (CHAUMONT et MILLET, 2011).



**Figure 2.** Fleurs de coriandre *Coriandrum sativum* (originale 2016)





**Figure 3.** Illustration de la partie aérienne de *Coriandrum sativum* L. (DIEDERICHSEN, 1996)

- (a) branche fleurie
- (b) ombelles en perspective vues d'en-haut et d'en bas
- (c) fleur centrale d'une ombelle
- (d) fleur marginale d'une ombelle avec pétales extérieurs allongés
- (e) les différentes formes de pétales

**Les fruits** sont des diakènes plus ou moins sphériques (1,5à5mm) ou ovales (2à6mm), brun clair et glabre et présentent des côtés primaires peu saillantes leur sommet est surmonté par un stylovide conique (**Figure 4**) (AVRY et GALLOUIN, 2003).

Le fruit est un diakène dont les deux méricarpes ne se détachent pas à maturité donnant ainsi une forme globuleuse au fruit. Son odeur est épicée, sa saveur est aromatique, sucrée et légèrement âcre.

Les graines renferment une huile essentielle ou essence composée d'un linalol appelé Coriandrol (de géranol 60à70%) et des antioxydants (acides phénoliques coumarines trepénoides et flavonoïdes (FILLIAT, 2012)



**A:** graine de coriandre verte    **B:** graine de coriandre mure    **D:** graine mure et sec

**Figure4.** Différents stades de développements des graines de coriandre (ANNONYME 2016)

### **I.1.4-Exigences pédoclimatiques**

La coriandre pousse bien dans les sols lourds ou moyens, bien drainés, fertiles et profonds. Éviter de trop fertiliser, car un excès d'azote peut retarder le murissement des akènes (graines) et réduire leur saveur. La plante tolère un pH de 4,9 à 8,2 (DOMINIQUE, 1999).

La coriandre s'accommode bien au froid et à la chaleur, mais elle exige le plein soleil et doit être arrosée en période sèche. La coriandre est généralement exempte de ravageurs, mais elle est sensible aux maladies à champignons, particulièrement si le temps est humide et pluvieux ou si la terre est trop riche en azote. La plante est aussi sujette à la pourriture des racines, si le sol est mal drainé (SMALL, 2001).

### **I.1.5-Répartition géographique**

La coriandre est surtout cultivée en Europe (Bulgarie, Lituanie, Ukraine, pays bas, Italie, Russie), au Japon ainsi qu'au Maroc, en Tunisie et en Egypte.

La coriandre est généralement cultivée dans les régions tropicales et subtropicales pour ses apports condimentaires et médicinaux. La coriandre est cultivée de façon commerciale dans les cultures de fines herbes en France, dans le nord des Pays-Bas et en Tchèque.

De plus, elle se retrouve dans les jardins de paysans et dans les jardins médicinaux. D'un point de vue mondial, sa culture est aussi signalée en Chine, au Japon, au Mexique et en Argentine (WIETHOLD, 2010).

### **I.1.6-Composition chimique de la coriandre**

Comme beaucoup de végétaux vert et frais la feuille de coriandre contient :

Des pigments caroténoïdes (provitamine), des flavonoïdes antioxydants, des vitamines hydrosolubles notamment vitamine C et K et des acides phénols antioxydants. Il n'y a pas d'alcaloïdes toxique, mais un peu d'huile essentielle (environ 0,7%) 2dodecenal (environ 10%) et 1-decanol (environ 7%) (BRUNETON, 2009).

Les feuilles quand on les froisse libèrent les aldéhydes de l'huile essentielle qui possèdent une odeur très marquée, plutôt désagréable, évoquant généralement celle de la punaise. Les racines exhalent une odeur encore plus forte que les feuilles (FILLIAT, 2012).

Les fruits contiennent une huile essentielle, ils sont la partie véritablement médicinale, mais seulement quand ils sont bien murs et secs. Les fruits contiennent également des substances de réserve 20% de lipides et 15% de protide. En outre les fruits sont constitués : de huiles essentielles (0,1 à 2%) contenant principalement du linalol ou coriandrol (35 à 85%) mais aussi de l' $\alpha$ -pinène (1 à 15%), du limonène (0 à 4%), du  $\gamma$ -terpinène (traces à 15%),

(Figure 5) du *p*-cymène(0 à 15%), du camphre (0 à 10%), du géraniol (0 à 7%) et de l'acétate de géranyle (1 à 20%).

Des lipides : 13 à 21%,hydroxycoumarines en très faible quantité : scopolétole et ombélliféronedérivés de l'acide hydroxycinnamique ettriterpènes : coriandrinondiol (FILLIAT, 2012).

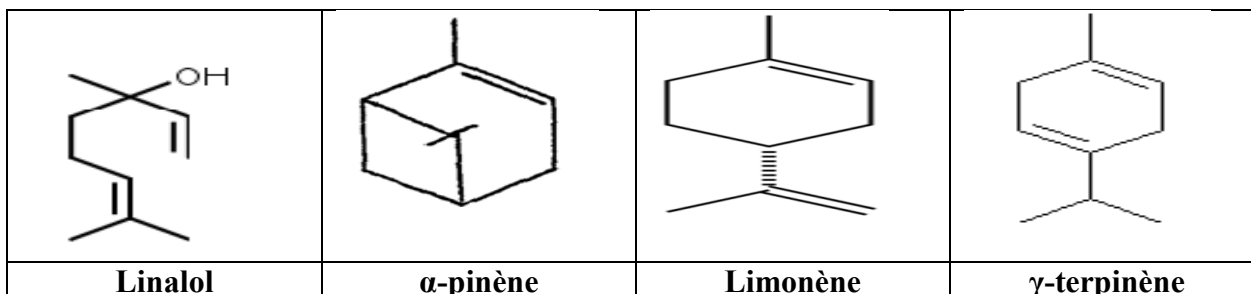


Figure 5. Principaux composés chimiques de *Coriandrum sativum* L. (FILLIAT, 2012)

### I.1.7-Usages et propriétés de la coriandre

La coriandre est utilisée depuis l'Antiquité par les Arabes. En effet, la coriandre est très utilisée comme aromate dans la cuisine de la plus part des pays de la méditerranée orientale. On l'utilise aussi avec d'autres épices broyées : poivre, cumin, muscade, par exemple pour relever le gout des viandes, des sauces et certains plats (BARDEAU, 2009).

La coriandre est, aujourd'hui, employée en phytothérapie. Elle offre des propriétés carminatives, stomachiques, antispasmodiques, bactéricides, fongicides et vermifuges. La coriandre est utilisée pour traiter les troubles digestifs comme les ballonnements, les troubles de la digestion, les flatulences, les diarrhées ou les spasmes. Elle soigne également les colites spasmodiques. En usage externe, l'huile essentielle de coriandre est un décontractant musculaire (MINKER, 2013).

Les racines sont surtout utilisées dans la cuisine asiatique, en particulier en Thaïlande. Pilées avec de l'ail et du poivre, elles constituent un condiment de base (DIEDERICHEN, 1996). Les feuilles inférieures de forme dentées qui sont principalement utilisées. Elles entrent en grande partie dans la composition des currys verts. Tout comme pour le persil, on peut récolter les brins au fur et à mesure de leur maturation sur le plant, et ce jusqu'à l'apparition de fleurs blanches ; à ce moment la coriandre acquiert une odeur que certains qualifient de mauvaise. (WICHEL et AUTON, 1999).

La coriandre est connue depuis l'Antiquité, consommée mondialement, répandue dans toutes les régions tempérées, facile à cultiver et traditionnellement réputée pour diverses propriétés. Elle fait donc naturellement l'objet d'études scientifiques, notamment dans les domaines de la nutrition, de la santé humaine et de l'agriculture.

- **Antioxydant** : l'activité antioxydante de la coriandre a été étudiée *in vitro*. Elle pourrait être suffisante pour que son utilisation en cuisine participe à prévenir la détérioration

de la nourriture par oxydation. Les extraits de feuilles se sont révélés plus efficaces que les extraits de fruits<sup>24</sup>. L'effet antioxydant de certains polyphénols tirés des fruits a été confirmé pour des cellules humaines, dans des conditions expérimentales. Cependant la quantité qu'il faudrait ingérer pour favoriser les défenses de l'organisme contre le stress oxydatif est inconnue. (HASHIM *et al*, 2005)

- **Antibactérien** : les éléments antioxydants de la coriandre pourraient également jouer un rôle dans l'activité antibactérienne contre *Bacillus subtilis* et *Escherichia coli* observée *in vitro*. D'autres composés aliphatiques extraits des feuilles ont également montré des propriétés bactéricides contre *Salmonella choleraesuis*, en partie parce qu'ils agissent comme des tensioactifs non ioniques (WONG, 2006).

## I .2- Stress salin

### I.2.1- Définition de la salinité

La salinité est définie selon plusieurs chercheurs comme la présence d'une concentration excessive de sels solubles dans le sol ou dans l'eau d'irrigation (BAIZ, 2000 ; MAATOUGUI, 2001). C'est un facteur environnemental très important qui limite la croissance et la productivité (ALLAKHVERDIEV *et al*, 2000 in BOUZID, 2010). La salinité élevée des sols due essentiellement au chlorure de sodium affecte le tiers des terres irriguées à l'échelle mondiale et constitue un facteur limitant prépondérant de la production végétale dans les zones arides (HASEGAWA *et al*, 1986 in NDEYE THIORO, 2000).

### I .2.2- principaux sels solubles

Les principaux sels solubles qui participent dans la formation des sols salés sont :

**Les carbonates** les plus rencontrés sont le carbonate de sodium ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), bicarbonate de sodium ( $\text{Na HCO}_3$ ), carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ) et le carbonate de magnésium ( $\text{MgCO}_3$ ).

**Les sulfates** ce sont les sels de l'acide sulfurique, les plus fréquents sont : le sulfate de magnésium ( $\text{MgSO}_4$ ), sulfate de sodium ( $\text{NaSO}_4$ ) et le sulfate de calcium ( $\text{Ca SO}_4$ ).

**Les chlorures** principalement sont : le chlorure de sodium ( $\text{NaCl}$ ), le chlorure de calcium ( $\text{Ca Cl}_2$ ) et chlorure de magnésium ( $\text{MgCl}_2$ ). Ce sont les plus solubles et de forte toxicité. La présence de sels solubles en quantité importante ou d'un horizon sodique à structure dégradée, sont des caractères, qui ont une influence néfaste sur le développement de la végétation ou des cultures (AUBERT, 1982).

### 1.2.3-Définition du stress salin

Le stress salin est défini comme une concentration excessive en sel. Le terme salin s'applique surtout à un excès des ions, en particulier  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$ , autrement dit «une force ou une influence hostile qui tend à empêcher un système normal de fonctionner». Cette définition est subjective et vraie en fonction des espèces et même des écotypes (HOPKINS, 2003).

### 1.2.4-Effet de la salinité sur la synthèse des polyphénols

Les polyphénols constituent un groupe de substances variées et ubiquistes. En font partie les flavonoïdes, les tanins, les dérivés phenylpropanoïdes : tels que les lignanes, les ester et amides hydroxy benzoïques, les stilbènes, les coumarines, les acides hydroxy benzoïques, les xanthones et de nouveaux composés continuellement (HOPKINS, 2003 ; GEORGE et al ,2005 ; MAAROUF, 2009).

Bien qu'étant très diversifiées, ils ont tous en commun la présence d'un ou de plusieurs cycles benzéniques portant une ou plusieurs fonctions hydroxyles.

Les composés phénoliques sont une classe qui est constitué 8000 composés. Qui sont divisés en plusieurs catégories : les acides phénoliques, les flavonoïdes et les tanins obtenus par polymérisation des flavonoïdes et les lignanes avec les iso flavonoïdes sont nommés phéto-oestrogènes.

Chez les plantes la synthèse et l'accumulation des polyphénols sont généralement stimulées en tant que réponse des stress tel que la salinité (SHAHIDI, 2004 ; DIXON et PAIVA, 1995 ; NAVARROET, 2006).

L'augmentation de la concentration des polyphénols dans les tissus est une réponse de l'élévation de la salinité. C'est est un moyen de défense adoptée pour les plantes face au stress salin, mais réduit la production de la biomasse (DEABREU et MAZZAFERA, 2005 ; KATE, 2008).

Cependant, KARAGE, (1981) a observé une réduction linéaire dans le contenu des polyphénols dans les feuilles de *Portulaca oleracea* avec l'augmentation du sel (SAILAJA et SUJATHA, 2013).

Les flavonoïdes sont parmi les métabolites secondaires les plus actifs chez les plantes, ils ne sont pas essentiels à la survie de la plante, mais ils sont bioactifs et influencent le transport des hormones de la plante surtout l'auxine ainsi que leur activité antioxydant. Il était trouvé qu'il y a une augmentation considérable dans les niveaux des flavonoïdes lors de stress salin, celles qui sont dérivé de la voie biosynthétique phénylperopanoïdes sont reconnus d'être responsive au stress (TREUTTER, 2006 in SAILAJA et SUJATHA, 2013).ELFEEL et BAKHASHWAIN, (2012) ont rapporté que la concentration des tanins à augmenter avec l'augmentation de la salinité.

## I.2.5-Les stratégies de tolérance et d'adaptation

Les mécanismes de tolérance et d'adaptation au sel chez les plantes peuvent être groupés en :

### I.2.5.1-L'homéostasie cellulaire

La capacité d'un organisme à s'adapter à son environnement est une importance vitale. La vie existe à travers le maintien d'un équilibre dynamique complexe de l'environnement interne appelé <<homéostasie>>qui constitue un défi constant face aux forces adverses intrinsèques ou extrinsèques, réelles ou perçues : les agents stressants (HABIB et al, 2001).L'homéostasie ionique au niveau des cellules est atteinte sous stress salin par les stratégies suivantes :

Exclusion des ions  $\text{Na}^+$  des cellules par les canaux ioniques et par Compartimentation de  $\text{Na}^+$  dans des vacuoles intracellulaires pour un ajustement osmotique.

Ainsi la régulation du transport ionique joue un rôle fondamental pour la tolérance au sel chez les plantes .L'analyse génétique d'un mutant d'*Arabidopsis* (*Salt only sensitive*) a permis l'indentification des mécanismes (the *sos* pathway) qui régulent l'homéostasie cellulaire et la tolérance au sel (ZHU, 2002).

### I.2.5.2-Activation des gènes

Les signaux transmis dans la cellule suite à un stress vont activer la transcription de gènes permettant à la cellule de survivre dans des conditions hostiles. L'activation de la transcription de ces gènes se fait par l'intermédiaire de facteurs de transcription (CALU, 2006).

L'effet physiologique de la salinité en termes physiologique et l'effet dépressif du sel ( $\text{Na Cl}$ ) du milieu sur la physiologie de la plante peut s'exercer de manières différentes. Une forte concentration saline, entraîne une diminution du potentiel osmotique, dont l'objectif est d'empêcher le potentiel hydrique cellulaire de devenir supérieur à celui des milieux extérieurs et extracellulaires. Ce phénomène assure, d'une part, la continuité de l'absorption de l'eau du sol et d'autre part, la rétention de l'eau et le maintien de la turgescence cellulaire. Lorsque l'ajustement osmotique (qui n'est d'autre que le maintien de la turgescence des cellules et l'accumulation dans le cytoplasme de composés osmoprotecteurs) cellulaire n'est pas suffisant (GORHAM et al, 1990).

### I.3- Polyphénols





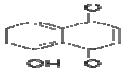




Les polyphénols constituent une famille de molécules organiques hydrosolubles largement présente dans le règne végétal (sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs : racine, tiges, feuilles, fleurs et fruits. Ils sont caractérisés par la présence de plusieurs groupements phénoliques associés en structures plus ou moins complexes généralement de haut poids moléculaire. Ces composés sont utiles à la plante pour ses réactions de défense contre les attaques (AKOWAH et *al*, 2004).

Il y a plusieurs familles dont les plus connues sont les flavonoïdes et les tanins. Les quatre principaux groupes de flavonoïdes sont : les flavones dont fait partie la quercétine, les flavonones, les flavanols (dont les catéchines) et les anthocyanines. Le resvératrol, qui appartient à la famille des stilbènes, est également un polyphénol connu, notamment pour son usage en cosmétique (FERGUSON, 2000).

### I.3.1-Classification des composés phénoliques

Les polyphénols forment un très vaste ensemble de substances chimiques, ils peuvent être classifiés selon le nombre et l'arrangement de leurs atomes de carbones (**Tableau I**). Ces molécules se trouvent généralement conjuguées aux sucres et aux acides organiques.

**Tableau I.** Structure des squelettes des polyphénols.

Composés phénoliques				
Squelette carboné	Classe	Exemple	Structure	Origine
C <sub>6</sub>	Phénols simples	hydroquinone		Busserole
C <sub>6</sub> -C <sub>1</sub>	Acides hydroxybenzoïques	acide parahydroxybenzoïque		Épices, fraises
C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub>	Acides hydroxycinnamiques	acide paracoumarique		Tomates, ail
	Coumarines	ombelliférone		Carottes, coriandre
C <sub>6</sub> -C <sub>4</sub>	Naphtoquinones	juglon		Noix
C <sub>6</sub> -C <sub>2</sub> -C <sub>6</sub>	Stilbénoides	trans-resvératrol		Raisin
C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> -C <sub>6</sub>	Flavonoïdes <i>lato sensu</i>	kaempférol		Fraises
	Anthocyanes	Dalphinol		<i>Dalbergiasissoo</i> , petits fruits rouges
(C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Lignanes	entérodiol		Bactéries intestinales, lin
(C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> ) <sub>n</sub>	Lignines			Bois, fruits à noyaux

(CROZIER et al, 2006).



### I.3.2-Intérêt des composés phénoliques

Les composés phénoliques jouent un rôle très important dans la protection végétale. Leur intérêt comme bio pesticides végétaux potentiels nous pousse à mieux cerner les mécanismes biologiques qu'ils exercent dans la résistance des plantes. Aussi, la connaissance de leur mode d'intervention dans le phénomène de résistance des plantes et de leur mécanisme d'action vis-à-vis des microorganismes phytopathogènes est d'une grande utilité pour la valorisation de ces molécules naturelles autant que produits phytosanitaires biologiques (ROGER et REGNAULT, 2002).

De plus les polyphénols sont des antioxydants naturels permettant d'éviter l'oxydation des cellules et ainsi de lutter contre le vieillissement cellulaire. Ceci est essentiel dans la prévention et le traitement du cancer, des maladies inflammatoires, cardiovasculaires et neurodégénératives (BGAUEGO et *al*, 2012).

Les polyphénols ont un effet protecteur contre les maladies hormono-dépendantes telles que l'ostéoporose ils présentent des fonctions gustatives et visuelles. Parmi les flavonoïdes, les flavonones sont responsables de l'amertume du pamplemousse, les tanins sont à l'origine de l'astringence de divers fruits (peau et pépins du raisin) et les anthocyanines, de la couleur des fruits rouges (BGAUEGO et *al*, 2012). Au-delà de leur implication reconnue dans «l'effet-santé» de l'aliment, les polyphénols participent aussi pleinement aux caractéristiques organoleptiques des denrées alimentaires et jouent un rôle important sur la durée de vie des aliments. Ils peuvent favoriser la conservation, mais également générer des problèmes de couleurs ou d'instabilité colloïdale au cours du temps (SOLTNER, 1999).

## I.4- Bio-pesticide d'origine naturelle

### I.4.1-Définition

Un bio-pesticide se définit étymologiquement comme un pesticide d'origine biologique, c'est à dire issu d'organismes vivants ou de substance d'origine naturelle synthétisée par ses derniers comme le notent REGNAULT-ROGER et *al*, (2005). Par ailleurs, le bio pesticide est préconisé pour un meilleur respect des biocénoses et de l'environnement (CATHERINE et REGNAULT et *al*, 2002).

Les bio-pesticides est un terme générique qui englobe différentes méthodes de contrôle des ravageurs de cultures : microorganismes (virus, bactéries et champignons), métabolites bactériens (antibiotiques), Pesticides naturels dérivés de plantes et Phéromones d'insectes.

OGM (Organisme Génétiquement Modifier) pour transformer les plantes et la résistance aux champignons, aux virus et aux insectes ou pour les rendre résistantes aux herbicides Nématodes entomophages.

### I.4.2-Historique et diversité des produits

Plus de 2000 espèces végétales dotées de propriétés insecticides ont été répertoriées. Dès l'Antiquité, les Chinois, les Grecs et les Romains utilisaient des plantes ou extraits de plantes avec du soufre et de l'arsenic (NAS, 1969). Il a été rapporté que les Romains utilisaient des poudres préparées à partir de *Veratrum sp.* Comme insecticides et rodenticides tandis que des extraits d'ifs (*Taxusbaccata*) ont été utilisés par certains peuples de l'hémisphère nord (SCHMUTTERER, 1992). Sous les tropiques, l'utilisation du neem (*Azadirachta indica* Juss. Meliaceae) ont été répertoriée depuis au moins 4 000 ans (LARSON, 1989). Au XIXe siècle, seuls quelques composés d'origine végétale étaient identifiés et abondamment utilisés comme répulsifs ou produits toxiques parmi lesquels il y avait la nicotine (alcaloïde) et ses dérivés, la roténone, les pyrèthres et les huiles végétales. La nicotine servait à lutter contre les insectes piqueurs-suceurs des plantes vivrières. La roténone s'est révélé un composé phytosanitaire du plus haut intérêt (WENIZEIRL, 1998).

Les biopesticides se composent de trois groupes principaux :

- **Les pesticides microbiens** qui sont constitués de micro-organismes : bactéries, champignons entomopathogènes ou virus (on y inclut parfois les métabolites produits par les bactéries ou les champignons). Les nématodes entomopathogènes sont également souvent classés comme pesticides microbiens, bien qu'il s'agisse d'organismes multicellulaires.
- **Les pesticides biochimiques** ou pesticides à base de plantes qui sont des substances d'origine naturelle permettant de lutter contre les ravageurs et les maladies microbiennes (ou de les surveillés dans le cas de phéromones).
- **Les phytoprotecteurs** incorporés dans les plantes (PIP) qui sont des substances produites par des plantes possédant des gènes d'autres espèces incorporés dans leur propre matériel génétique (c'est-à-dire des plantes génétiquement modifiées). Leur utilisation est controversée, en particulier dans de nombreux pays européens.

Les biopesticides ont généralement pas de fonction connue dans la photosynthèse, la croissance ou d'autres aspects fondamentaux de la physiologie de la plante. Cependant, leur activité biologique contre les insectes ravageurs, les nématodes, les champignons et d'autres organismes est bien documentée. Toutes les espèces de plantes ont développé une structure chimique unique et intégrée qui les protège contre les parasites. Le règne végétal offre une gamme diversifiée de structures chimiques complexes et presque toutes les activités biologiques imaginables. Ces alternatives biodégradables, économiques et renouvelables, sont notamment utilisées dans les systèmes d'agriculture biologique (KUMAR et al, 2013).

### I.4.3- Avantages et inconvénients

Les bio pesticides présentent plusieurs avantages : ils sont biodégradables et ne laissent pas de résidus nocifs, ils peuvent être moins chers que les pesticides chimiques lorsqu'ils sont produits localement et peuvent s'avérer plus efficaces à long terme. Ils sont favorisés lors d'une utilisation en serre (culture serricole de haute valeur économique). En plus, ils diminuent les risques de développer de la résistance (ADAM ,2008).

Ils présentent cependant des inconvénients :

Leur grande spécificité, nécessite une identification exacte du ravageur ou de l'agent pathogène ciblé et peut imposer l'utilisation de multiples produits ; cela peut aussi être un avantage du fait qu'un bio pesticide spécifique est moins susceptible de nuire à des espèces autres que la cible ; leur vitesse d'action souvent lente les rend impropres à traiter une menace immédiate pour une culture, en cas d'épidémie par exemple ; leur efficacité est souvent variable à cause de l'influence de divers facteurs biotiques et abiotiques (puisque les bio pesticides sont généralement des organismes vivants, qui doivent se multiplier dans les organismes cibles -insectes ravageurs ou agents pathogènes pour agir)(ADAM ,2008).

Les organismes vivants évoluent et augmentent leur résistance à toute forme d'agents de lutte, qu'ils soient biologiques, chimiques, physiques ou autres. Si la population cible n'est pas exterminée ou rendue incapable de reproduction, la population survivante peut acquérir une tolérance aux pressions exercées (ROCHEFORT et *al*, 2006).

#### **1.4.4. Marché des bios pesticides**

L'utilisation des bios pesticides a longtemps été cantonnée à l'agriculture biologique. Ces produits ont été progressivement employés en agriculture conventionnelle car les agriculteurs sont de plus en plus soucieux de leur impact écologique (FROST et *al*, 2009). Le marché des bio pesticides est très en dessous de celui des produits phytosanitaires chimiques. Cependant, il est en constante croissance. En 2008, aux USA et en Europe de l'Ouest, il a été estimé à 594,8 millions de dollars (FROST et *al*, 2009). Avec un taux de progression annuel de 8 %, il est prévu que ce marché atteindra 1 082,0 millions de dollars d'ici 2015 (Frost et *al*, 2009). La majorité des bios pesticides commercialisés est d'origine microbienne. Il s'agit principalement d'insecticides à base de *B.thuringiensis* (GARCIA, 2009).

Les fournisseurs de bio pesticide sont principalement des petites et moyennes entreprises qui ont des difficultés compréhensibles à développer de nouveaux produits et à commercialiser pleinement ceux déjà existants (FarmChemical International, 2010). Deux cent soixante-deux bio pesticides microbiens sont commercialisés dans les 34 pays de l'OCDE. Il y a beaucoup plus de bio pesticide disponible sur le continent américain qu'en Europe. Des études suggèrent que cet écart serait dû au prix (KABALUK et *al*, 2011).

## II. MATERIEL ET METHODES

Le présent travail a pour objectif de déterminer l'effet du stress salin induit par différentes concentrations de NaCl, ajoutées à l'eau du robinet sur la variation des teneurs en polyphénols des extraits méthanolique de la coriandre et leur valorisation comme bio insecticide.

La durée de la culture de la coriandre a pris trois mois du 15 Novembre 2015 (date de semis) au 15 Février 2016 (date de récolte).

L'expérimentation a été réalisée pendant trois mois allant du mois de Février au mois de Mai 2016 au niveau :

- Laboratoire de pédologie de l'INRA de Baraki, L'ITAF de Tessala El merdja et L'ITAF de Boufarik pour l'analyse physico-chimique du sol.
- Laboratoire de biotechnologie alimentaire département Agroalimentaire université de Blida1 pour l'extraction méthanolique et le dosage des polyphénols totaux et les flavonoïdes.
- Laboratoire de biotechnologie végétale département de Biotechnologie végétale université Blida1 pour le dosage des paramètres de la salinité (proline, sucres solubles et chlorophylles) et les mesures des paramètres biométriques (croissance en longueur, biomasse fraîche et biomasse sèche).
- Laboratoire d'Entomologie de l'Institut National de la Protection des Végétaux (INPV) de Boufarik pour l'évaluation de l'activité bio insecticide des extraits méthanolique de la coriandre in vivo et in vitro.

### II.1.1 Matériel

#### II.1.1 Matériel biologique

##### A. Matériel végétal

Le matériel végétal, utilisé dans cette expérimentation, est constitué de la partie aérienne (tige, feuille et fleur) de la coriandre (*coriandrum sativum* L.). La plantation de la coriandre, a été menée au niveau de la serre en plastique (**figure 6**), de la station expérimentale du département de biotechnologie végétale (ex agronomie) de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'université Blida 1. Située à une latitude de 36°30'36,34''N et 2°52'26,05''E et une altitude de 243 mètres. L'expérimentation a été conduite sur sol dans des sachets en plastique noire de 5 kg de capacité. Aération latéral ou les températures maximales ont oscillé entre 11 et 21°C et les températures minimales ont varié entre 04 et 10°C durant toute la durée de plantation (du semis à la récolte). Des opérations de désherbage ont été réalisées au niveau de la serre, ensuite un paillage en plastique a été étendu sur toute la surface de la serre, afin d'empêcher le développement des mauvaises herbes. Le semis a été effectué directement sur le sol (mélange 80% de sol et 20% de terreau). L'irrigation a été faite quotidiennement avec l'eau du robinet jusqu'à l'apparition des plantules.



**Figure 6.**Site de la plantation (**Original 2016**)

## B. Matériel animal

L'étude a porté sur trois espèces d'insectes différentes, elles sont prélevées à partir d'une parcelle mise en place à cet effet, à la station expérimentale de l'Institut National de la Protection des Végétaux (I.N.P.V) de Boufarik.

Les pucerons verts (*Aphis speraecola* Pach) et les pucerons noirs (*Aphis fabae* Scop) ont été prélevés à partir des feuilles infestées naturellement des plantules de fève de la variété (*Vicia faba major*) cultivée dans des pots en plastique. La collecte des coccinelles asiatiques (*Harmonia axyridis*) a été faite dans un champ de roseau commun ou il y a une grande invasion de puceron (**Figure 7**).



Pucerons verts

Coccinelles asiatiques

puceron noire

**Figure 7.**Observation des insectes par la loupe binoculaire (**Originale, 2016**)

### II.1.2. Matériel non biologique

Le matériel non biologique utilisé (appareillage, verreries, réactifs), voir annexe.

## II.2. Méthodes

### II.2.1. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté pour cette expérimentation est un bloc aléatoire complet (**Figure 8**). La disposition des traitements a été faite d'une manière aléatoire selon la table de permutation des nombre aléatoire de 1 à 50. Après un mois de plantation, les plantes ont été soumises à quatre traitements différents par arrosage avec de l'eau du robinet à laquelle a été ajoutées du NaCl :

- a) Le premier traitement est un témoin : 0Mm/l= 0g/l de NaCl.
- b) Le deuxième traitement avec une concentration de 50Mm/l= 2,92g/l de NaCl.
- c) Le troisième traitement avec une concentration de 75Mm/l= 4,38g/l de NaCl.
- d) Le quatrième traitement avec une concentration de 100Mm/l= 5,85g/l de NaCl.

Au niveau de chaque traitement nous avons 50 répétitions soit 200 sachets au total, et dix plants par sachet ce qui vaut à 500 plants par traitement.



Figure 8. Dispositif expérimental (Original 2016)

### II.2.1.1. Analyse du sol

- **Analyse physique**

L'analyse granulométrique de l'échantillon du sol de la plantation de la coriandre a été déterminée à l'aide de la méthode internationale à la pipette de Robinson.

- **Analyse chimique**

L'azote total est dosé par la méthode de KJELADAH, le phosphore assimilable est dosé par colorimétrie selon la méthode d'OLSEN(1954). Alors que le potassium assimilable par photométrie à flamme. Le carbone et par conséquent et la matière organique sont obtenus selon la méthode ANNE (1945). Le pH a été mesuré par un pH-mètre et la conductivité électrique (CE) par un conductimètre.

### II.2.2. Paramètres mesurés

Afin de déterminer l'effet des différents traitements de NaCl sur la coriandre, des paramètres biométriques ont été effectués au stade végétatif et physiologiques aux stades phénologiques de la plantes (végétatif, floraison et fructification) ont été mesurés.

### II.2.2.1. Paramètres biométriques

#### a) Croissance en longueur

Croissance en longueur de la partie aérienne et racinaire est évaluée après avoir récolté la plante. La partie aérienne a été séparée de la partie souterraine. Ensuite les racines ont été soigneusement lavées avant d'être essorés rapidement avec du papier filtre.

La longueur de la tige et de la racine principale ont été mesurées en centimètre (mm) à l'aide d'une règle graduée. Les valeurs données sont les moyennes obtenues des trois répétitions.

#### b) Biomasse fraîche produite

Après avoir récolté la plante, nous avons pesé le poids frais de la partie aérienne (tige et feuille) et le poids frais de partie souterraine (racine) à l'aide d'une balance exprimé en gramme (g).

#### c) Biomasse sèche produite

Après le séchage de la matière fraîche à l'étuve à 70°C jusqu'à la stabilité du poids sec en (g), nous avons pesé la partie aérienne et la partie souterraine de la plante exprimé en (g).

### II.2.2.2. Dosage des paramètres physiologiques

#### A) Dosage de la chlorophylle

La chlorophylle a et b est dosés durant les trois stades phénologiques (végétatif, floraison et fructification), sur les feuilles médianes de la coriandre, en utilisant 3 répétitions pour chaque traitement. L'extraction de la chlorophylle a et b est réalisée selon la méthode de (FRANCIS et al, 1970 in El MIDAOUI el al, 1999). la méthode d'extraction consiste à une macération des feuilles (0.1g) dans 10ml d'un mélange de l'acétone et de l'éthanol (75% et 25%) de volume et de (80% et 40%) de concentration. Les feuilles sont coupées en petits morceaux et mises dans les boîtes noires (pour éviter l'oxydation de la chlorophylle par la lumière), 48 h plus tard, nous avons procédé à la lecture des densités optiques des solutions avec un spectrophotomètre, à deux longueurs d'ondes : (645 et 663 nm).

La détermination des teneurs a été réalisée selon les formules suivantes :

- $\text{Chl (a)} (\mu\text{g/g MF}) = 12.7 \times \text{DO}(663) - 2.59 \times \text{DO}(645) \times V / (1000 \times W)$
- $\text{Chl (b)} (\mu\text{g/g MF}) = 22.9 \times \text{DO}(645) - 4.68 \times \text{DO}(663) \times V / (1000 \times W)$
- $\text{Chl (c)} (\mu\text{g/g MF}) = 1000 \text{DO}(470) - [1.82 \text{Chl a} - 85.02 \text{Chl b}] / 100$

**V** : volume solution extraite et **W** : le poids de matière fraîche de l'échantillon et **Chl** : chlorophylle. **DO**: Densité Optique.

## B) Dosage des sucres solubles

Nous avons procédé au dosage des sucres solubles sur les feuilles de la coriandre selon la méthode de DUBOIS et GILLET, (1965) pour l'extraction des sucres solubles :

Mettre 100mg de matière fraîche végétale dans des tubes à essai. Ajouter 2ml d'éthanol à 80%. Laisser les tubes fermes au repos pendant 48h. Ajouter 2ml d'éthanol à 80%. Laisser les tubes fermes au repos pendant 48h. Faire évaporer l'alcool en mettant les tubes à essai dans un bain Marie 100°C. Après refroidissement, ajouter 20 ml d'eau distillée dans chaque tube à essai. Prendre 1ml de la solution à laquelle nous ajoutons 1ml de phénol à 5% et bien agiter. Ensuite nous ajoutons 5ml d'acide sulfurique concentré, dans chaque tube à essai. Passer au vortex, laisser au repos pendant 10 min, puis au bain Marie 15mn à 30°C. Procéder à la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 490nm.

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

$$\text{Sucre soluble } (\mu\text{g/g MF}) = \text{DO}_{490} \times 1.657$$

## C) Dosage de la proline

La proline est dosée selon la technique utilisée par MONNEVEUX et NEMMAR (1986). Le principe est la quantification de la réaction proline-ninhydrine par mesure spectrophotométrique. La proline se couple avec la ninhydrine en formant un complexe coloré. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de proline dans l'échantillon. La méthode consiste à : Mettre 100mg de matière fraîche végétale dans des tubes à essai. Ajouter 2ml de Méthanol à 40%. Les tubes sont couverts (pour éviter la volatilisation de l'alcool) sont portés à l'ébullition au bain-marie à 85°C pendant 60min. Après refroidissement. Prélever 1ml de la solution de chaque tube et Mettre dans de nouveaux tubes, nous ajoutons 1ml d'acide acétique + 25mg de ninhydrine + 1ml d'un mélange contenant : 120 ml d'eau distillée, 300ml d'acide acétique, 80ml d'acide ortho phosphorique. Porter les tubes à essai à l'ébullition au bain -marie durant 30min, après refroidissement des solutions. Ensuite ajouté 5ml de toluène dans chaque tube. Après agitation au vortex deux phases apparaissent. Prélever la phase supérieure à laquelle nous ajoutons 5mg du sulfate de sodium. Laisser au repos pendant 48h. Ensuite, ajouter 5ml de toluène dans chaque tube. Après agitation au vortex deux phases apparaît. Prélever la phase supérieure, ajouter 5mg du sulfate de sodium. Laisser au repos pendant 48h. Nous procédons à la lecture de la densité des échantillons avec le spectrophotomètre à la longueur d'onde de 528 nm. La détermination de la teneur de la proline est réalisée selon la formule suivante :

$$\text{Proline } (\mu\text{g/g MF}) = \text{DO}_{528} \times 0.62$$

### II.2.2.3. Echantillonnage

Le matériel végétal récolté, est constitué de la partie aérienne (feuilles, tiges et fleurs) de *coriandrum sativum* L. Il est séché à l'air libre, à l'abri de la lumière et de l'humidité, pour éviter le développement des moisissures et à une température ambiante, afin d'éviter la photo



oxydation des substances .il est ensuite, broyé (à l'aide d'un moulin) finement en poudre et enfin conservé dans des flacons en verre, dans un endroit sec à l'abri de la lumière.

#### II.2.2.4.Taux d'humidité « H »

##### \*Mode opératoire

En suivant la méthode d'ISO 662, nous avons séché les béchers dans l'étuve et les laisser refroidir .puis, nous avons pesé leur poids. Apres avoir taré, nous avons pesé 5g de poudre végétale dans des béchers avec une balance de précision. Ensuite, nous avons placé les béchers dans l'étuve à 105°C pendant 24 heures. Apres étuvage, nous avons pesé chaque 3h jusqu' à l'obtention d'un poids constant.

Le taux d'humidité est calculé par la formule suivante :

H : taux d'humidité en pourcent (%).

Pi : masse de l'échantillon avant à l'étuve(g).

P : masse de l'échantillon après s'échange à l'étuve(g).

$$H = \frac{(P_i - P)}{P_i} \times 100$$

##### \*\*Préparation de d'infuse (à 10%)

A10 g de poudre végétale, sont ajoutés 100ml d'eau distillée bouillante, laissés infuser pendant 10 minutes, après filtrer. Le filtrat est ajusté à 100 ml avec l'eau distillée (BOUYER, 1996).

#### II.2.2.5. Tests du screening phytochimique

Le but de ces tests, est de connaitre la composition en métabolites secondaires. Ils sont effectués, soit sur la poudre du broyat, soit sur l'infusé. Le screening phytochimique, est soit des réactions de colorations ou de précipitations (PARIS et MOYSE, 1976).

Les réactions du screening phytochimique que nous avons effectué ont été décrites par (BOUYER, 1996).

##### A. Flavonoïdes

A 5ml de l'infusé, sont additionnés 5ml d' HCl, un copeau de Mg et 1ml d'alcool isoamylique. La réaction des flavanols, flavanones et flavones par le magnésium métallique donne une couleur rouge orangée, ce qui indique la présence des flavonoïdes

##### B. Tanins

###### • Tanins catéchiques

A5ml de l'infusé, sont ajoutées quelques gouttes de la solution FeCl<sub>3</sub>à 5%. L'apparition d'une couleur bleue noire indique la présence des tanins catéchiques.

### •Tanins galliques

A5ml de l'infusé, sont ajoutés 2g d'acétate de sodium et quelques gouttes de FeCl<sub>3</sub>. L'apparition d'une couleur bleue noire indique la présence des tanins galliques.

### C. Saponosides

A2ml de l'infusé, sont additionnées quelques gouttes d'acétate de plomb. L'apparition d'un précipité blanc indique la présence des saponosides.

### D. Anthocyanes

Quelques gouttes d'HCL concentré, sont ajoutées à 5ml de l'infusé. L'apparition d'une couleur rouge indique la présence des anthocyanes.

### E. Leuco-anthocyanes

2g de poudre végétale, sont additionnés à 20ml d'un mélange de propanol /acides chlorhydrique (v/v). Après, le mélange est porté à l'ébullition dans un bain Marie pendant quelques minutes. L'apparition d'une couleur rouge indique la présence des leuco anthocyanes.

### F. Alcaloïdes

5g de poudre végétale, sont humectés avec 20ml d'ammoniaque<sup>1/2</sup>, puis laisser macérés pendant 24heures dans 50ml d'un mélange éther chloroforme (3v/v). Ensuite, le filtrat est épuisé par HCL à 2N. Après, quelque gouttes du réactif de Drangendroff sont ajoutées à la solution chlorhydrique. L'apparition d'un précipité rouge indique la présence des alcaloïdes.

### G. Glycosides

A2g de poudre végétale, sont ajoutées quelques gouttes d'acide sulfurique. Une coloration rouge brique apparait. Après agitation, une coloration violette se forme en présence de glucosides.

## II.2.2.6. Méthodes d'extraction méthanolique

### • Mode opératoire

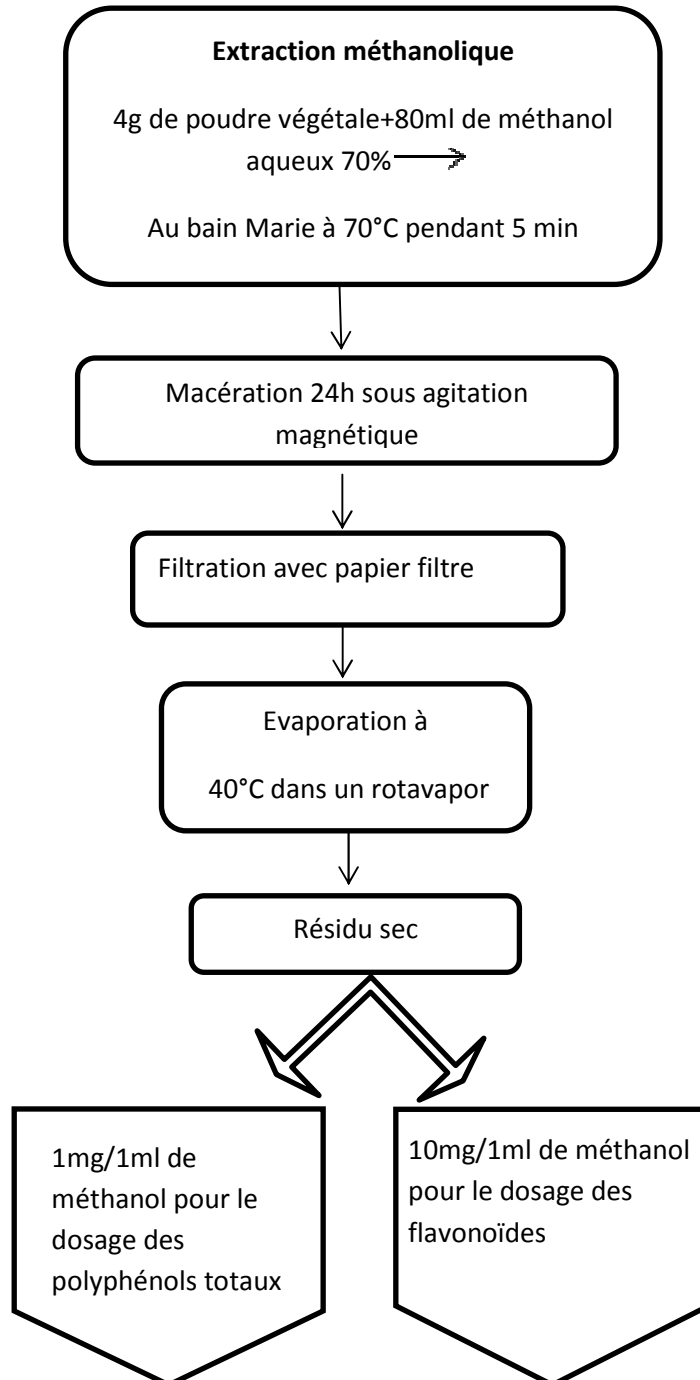
Le protocole que nous avons suivi pour l'extraction des polyphénols a été décrit par (UPSON et al, 1999).

10g de poudre de matière végétale sèche sont mise en ébullition dans un bain Marie à 70°C, pendant 5 min avec 200 ml du méthanol aqueux 70%. Puis, le mélange a subit une macération pendant 24h sous agitation magnétique. Après macération, une filtration a été effectuée sur papier filtre. Le Filtrat est ensuite évaporé à 40°C à sec dans un rotavapor.

Le résidu sec obtenu est soit :

- Repris dans un volume de méthanol, dans le but d'obtenir un extrait, avec une concentration de 1 mg/1ml pour le dosage des polyphénols totaux et de 10mg/1ml pour le dosage des flavonoïdes.

Les différentes étapes de l'extraction méthanolique sont représentées dans la (Figure 9)



**Figure 9.** Protocole expérimental de l'extraction méthanolique de la partie aérienne (feuilles, tiges, et fleurs) de la coriandre (*coriandrum sativum L.*) Original 2016.

### \*Rendement de l'extraction

Le rendement de la plante en extraits est le rapport entre la poids de l'extrait et le poids de la plante à traiter (Carré, 1953). Le rendement qui est exprimé en pourcentage a été calculé par la formule suivante:

Où

R= Rendement de l'extrait en pourcentage;

$P_E$  = Poids de l'extrait en gramme;

$P_A$  = Poids de la plante en gramme.

$$R = \frac{P_E}{P_A} \times 100.$$

### II.2.2.7. Analyse quantitative par spectrophotométrie UV-visible

#### \*Définition

La spectrophotométrie, est une méthode couramment employée, pour la détermination de la concentration d'un composé qui soit natif ou résultant d'une extraction méthanolique. Elle permet d'utiliser toute la gamme du visible et éventuellement de l'Ultra-Violet, si le spectrophotomètre est équipé d'une source UV (KAMOUN, 1997).

#### \*\*Principe

La colorimétrie, se base sur la propriété de certains composés, qui absorbent d'avantage la lumière à des longueurs d'ondes spécifiques dans le spectrophotomètre UV -visible. Le dosage des composés phénoliques, utilise très fréquemment, leurs spectres d'absorptions, dans l'UV pour la plupart des autres composés, en choisissant pour chacun d'eux la longueur d'onde d'absorption maximale. Les lectures sont faites par rapport à un témoin (PLUMMER, 1989).

#### A. Dosage des polyphénols totaux

##### \*Principe

La teneur en phénol totaux, a été déterminée en utilisant le réactif de Folin-ciocaltiu. Ce dernier, forme un complexe redox avec phosphotungstique et l'acide phosphomolybdique lors de l'oxydation des phénols (SINGLETON et *al*, 1998).

##### \*\*Mode opératoire

Le mode opératoire que nous avons suivi a été établie par (SINGLETON et ROSSI, 1965 ; SINGLETON et *al* .1998).

La préparation de la solution témoin, la solution de l'extrait méthanolique (1mg /1ml) et de l'infusé à 10 % de la partie aérienne de la coriandre est illustrée dans le tableau II

**Tableau II** Dosage différentiel spectrophotométrie, des polyphénols totaux de l'extrait méthanolique

<b>Témoin</b>	250µl du folinciocaltiu (1ml+9ml méthanol) +50µl de méthanol incubation (5min)→ 750µl de carbonate de sodium à7%+5ml d'eau distillée → incubation à température ambiante pendant 120min
<b>Essai</b> (extraits méthanolique) (5 répétitions)	250µl du folinciocaltiu (1ml+9ml de méthanol) +50µl d'extrait méthanolique→incubation (5mn) 750µl de carbonate de sodium à 7% + 5ml d'eau distillée incubation à température ambiante pendant 120min

Les solutions (témoin et essai), sont passées dans le spectrophotomètre pour la lecture à 760nm.

La quantification des polyphénols, a été faite en fonction d'une courbe d'étalonnage linéaire ( $y = ax + b$ ) réalisée par un extrait d'étalon « acide gallique » à différentes concentrations dans les mêmes conditions opératoires que les échantillons.

Les résultats sont exprimés en µg équivalent acide gallique par 1mg du poids sec de la plante en poudre.

## B. Dosage des flavonoïdes

### \*Principe

La formation par chélation, de complexe entre les composés phénoliques et les métaux est largement utilisée, pour la réalisation des spectres d'adsorption. En effet, le chlorure d'aluminium( $AlCl_3$ ) fait intervenir les propriétés chélatantes des ions d'aluminium ( $Al^{3+}$ ) à l'égard des flavonoïdes. Il se forme soit des complexes labiles avec deux hydroxyles libres en position ortho, soit des complexes stables avec le carbonyle en position 4et l'hydroxyle en position 5et /ou en 3 (LAURANSON, 1989).

## \*\*Mode opératoire

Le protocole que nous avons suivi pour la mesure de l'absorbance a été décrit par (ABDEL-HAMEED, 2009). Il a été nécessaire de préparer pour l'extrait méthanolique (10mg/1ml) à deux solutions à analyser (**Tableau III**).

**Tableau III** Dosage différentiel spectrophotométrique, des flavonoïdes dans l'extrait méthanolique

Témoin	100µl d'extrait méthanolique + une goutte d'acide acétique +5ml de méthanol→incubation à température ambiante pendant 40 min.
Essai (5répétition)	100µl d'extrais méthanolique+100µl de chlorure d'aluminium à 20%+une goutte d'acide acétique → le mélange est dilué dans 5ml de méthanol→incubation à température ambiante pendant 40min.

Les deux solutions : témoin et essai sont passées dans le spectrophotomètre pour la lecture à 415 nm.

Nous avons utilisé, la Rutine à 0,5 mg/l comme Standard. La lecture de l'absorbance est effectuée dans les mêmes conditions expérimentales, que l'extrait méthanolique. La teneur des flavonoïdes, est exprimée en mg équivalent de la Rutine et elle est calculée par la formule suivante :

$$RE \times (mg) = A_{m_0} / A_0m$$

$A_{m_0}$ : Absorbance de l'échantillon.

$A_0m$ : Absorbance de la Rutine (Standard).

RE : Equivalence de la Rutine.

X : Teneur en flavonoïdes (mg).

### II.2.2.8. Evaluation préliminaire de l'activité bio insecticide des extraits méthanolique (par contact-inhalation)

Nous avons utilisé, pour l'évaluation de l'activité bio insecticide, des extraits méthanolique purs de concentration (1mg/1ml) pour les quatre traitements (T1, T2, T3 et T4) testés. Nous avons utilisés dans ce test 30 pucerons verts, 30 pucerons noirs en moyenne et 10 coccinelles asiatiques. Pour les pucerons verts et les coccinelles asiatiques, le test biocide a été réalisé en in vitro. Dans ce test, les insectes ont été mis dans des boites de Pétri, contenant un support végétal (1 à 2 feuilles de fève) pour les pucerons verts, pour les coccinelles asiatiques dans un support d'élevage contenant des feuilles de roseau infestées par les pucerons (1 à 2 feuilles), alors que, pour les pucerons verts en in vivo. La pulvérisation des extraits méthanolique a été effectuée directement sur les feuilles des plantes de la fève choisies au hasard. Nous avons utilisé comme témoin positif le méthanol et comme témoin négatif l'eau distillée. Chaque essai est répété trois fois. La lecture des résultats a été faite après 1h, 24h et 48h. Les boites sont conservées dans des conditions ambiantes de température et d'hygrométrie.

Le comptage des insectes morts est réalisé à l'aide d'une loupe binoculaire. Les mortalités enregistrées ont été exprimées après la correction des résultats du témoin. L'efficacité d'un produit est évaluée par la mortalité. Le nombre d'individus dénombrés morts dans une population traitée par un toxique n'est pas le nombre réel d'individus tué. Il existe, en fait dans toute population traitée une mortalité naturelle qui vient s'ajouter à la mortalité provoquée, les pourcentages de mortalité doivent être corrigés par la formule d'Abbott (Abbott, 1925).

$$MC \% = (M - Mt) * 100 / (100 - Mt)$$

MC : Mortalité corrigée.

M : Pourcentage de morts dans la population traitée.

Mt : Pourcentage de morts dans la population témoin.

### II.2.2.9. Analyse statistique

Le logiciel (ANOVA) a été utilisé pour le traitement de l'ensemble des données. Nous avons effectué une analyse de la variance à deux critères de classification qui sont les deux facteurs étudiés (culture dans le sol, traitement, stade phénologique).

Lorsque le test P est significatif, les différentes moyennes sont classées en groupes homogènes après le calcul de la ppds (plus petite différence significative), avec un risque d'erreur inférieur à 5.

### III. Résultats et discussion

#### III.1. Résultats de l'analyse physico-chimique du sol

Les résultats de l'analyse physico-chimique du sol de la couche arable (couche cultivable) sont consignés dans le (**tableau IV**). D'après l'étude pédologique de l'échantillon du sol étudié, il ressort que celui-ci est de texture sableuse limoneuse, ou les éléments fins prédominant, riche en matière organique, pauvre en azote et à pH qui s'approche de la neutralité. La conductivité électrique est de 0,47 mS/cm, le carbone est de 2,66%, le phosphore assimilable  $P_2O_5$  est de 0,36 PPM, et le potassium assimilable  $K_2O_5$  est de 0,057 mg/100g de sol. Le sol sur lequel a été implanté notre culture n'est pas salin vu que, la C.E est faible, pauvre en phosphore et en potassium assimilable. Donc il convient de corriger ce déficit par un apport en éléments nutritifs.

**Tableau IV.** Résultat d'analyse du sol physico-chimique

Paramètre		Le sol de l'expérimentation
Granulométrie	A%	14,34
	L%	33,36
	S%	52,30
La texture		Sableuse limoneuse fine
C/N (%)		5,61
MO(%)		2,50
PH eau		6,9
C.E en mS/cm		0,47
Carbone		2,66
L'azote		0,35
phosphore assimilable $P_2O_5$ en PPM		0,36
potassium assimilable $K_2O_5$ en mg/100g		0,057

**MO (%)** : matière organique ; **A** : argile ; **L** : limon ; **S** : sable ; **C.E** : Conductivité Electrique en **mS/cm** : milli Siemens par centimètre.

Le rapport C/N (taux de carbone sur taux d'azote total) a été calculé pour apprécier le niveau de la décomposition de la matière organique, l'un des principaux indicateurs de la fertilité et de la qualité physico-chimique des sols. Ce rapport est inférieur à 10. Effectivement, VERONIQUE, (1991) considèrent que lorsque le rapport C/N est voisin de 10, la décomposition de la matière organique dans le sol et plus précisément la minéralisation de l'azote est normale. La teneur en matière organique (MO) du sol étudié est de 2.50%, ce dernier est riche en matière organique. En effet, DESCALPON, et DUCHAUFOURD, (1991), admettent que les teneurs de 2 à 3% de matière organique dans les premiers 20 cm du sol sont jugées comme bonnes. D'après la littérature, il a été rapporté que, la coriandre préfère

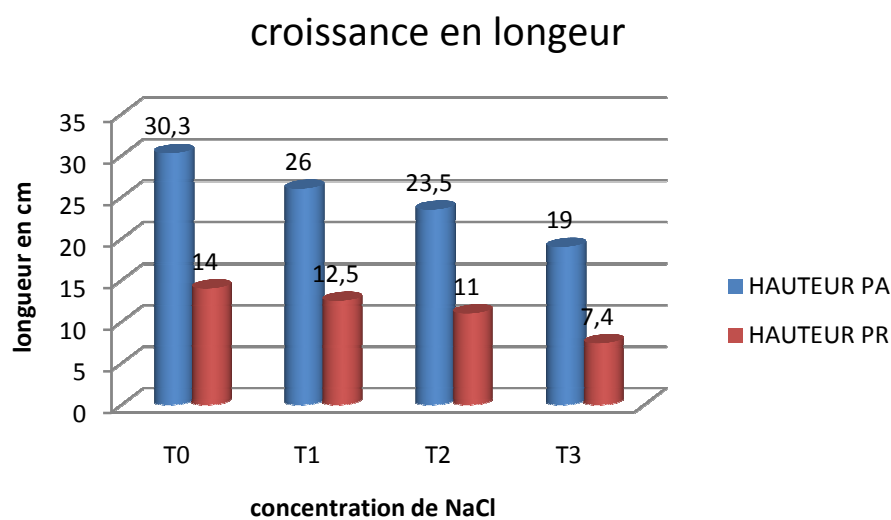


les sols lourds ou moyens, bien drainés, fertiles et profonds. En outre la plante tolère un pH de 4,9 à 8,2.

### III.2. Résultats de l'effet de NaCl sur les paramètres biométriques

#### III.2.1. Effet de NaCl sur la hauteur de la tige et de la racine

La variation des hauteurs de la partie aérienne (PA) et la partie racinaire (PR), chez la coriandre pour les quatre traitements (T0, T1, T2, T3) est représentée dans la (figure 10).



**Figure 10.** Evolution de la croissance en longueur de la partie aérienne et la partie souterraine de la coriandre soumise à un stress salin.

Le stress salin a entraîné une réduction significative de la croissance en longueur de la partie aérienne et souterraine au niveau des trois traitements (T1,T2,T3) par rapport au témoin T0.

La tolérance au sel s'exprime habituellement en termes de croissance, de rendement ou survie (ALLAINE, 2012).

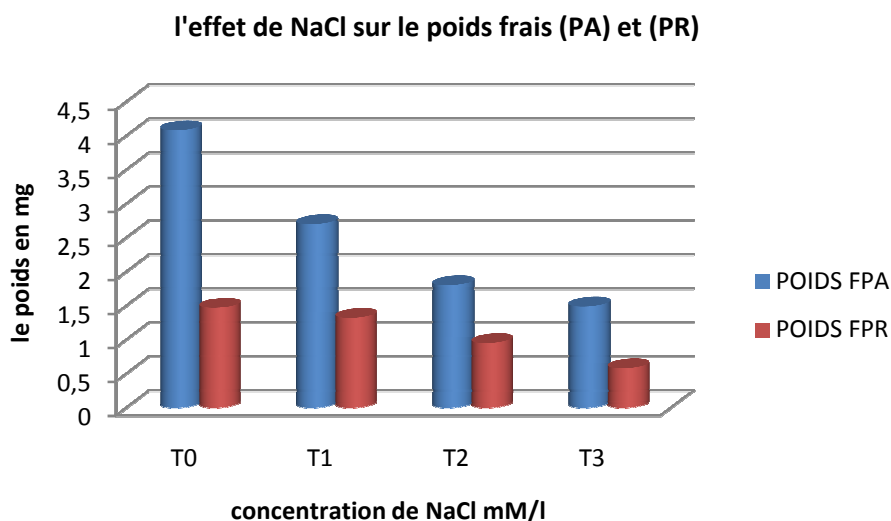
Cette réduction est d'autant plus importante que la contrainte saline est plus sévère. En effet, nous avons obtenu pour le traitement T3 une valeur de (19cm) par rapport au témoin T0 (30,3 cm).

Ces résultats sont comparables à ceux rapportés par ABOUELMAGED et al, (2008), qui ont noté que chez la fenouil (*foeniculum vulgare Mill*) la hauteur des plantes a diminué sous l'effet du stress salin. Dans le même contexte, LARIBI et al, (2009) ont montré que la hauteur des tiges sont réduites de manière significative sous le stress salin.

Cette réduction de croissance serait principalement due à l'effet osmotique de la salinité (RUIZ et al, 2001). Ainsi, on peut exclure que l'effet inhibiteur de NaCl sur la croissance passe par une perturbation de l'alimentation en eau (BELFAKIH et al, 2013).

### III.2.2. Effet de NaCl sur la biomasse fraîche produite

Les valeurs des mesures du poids frais de la partie aérienne et de la partie souterraine de la coriandre, soumise à un stress salin, à différentes concentrations sont regroupées dans la (figure 11).



**Figure 11.** Effet du stress salin sur la production de la matière fraîche de la partie aérienne et racinaire chez la coriandre.

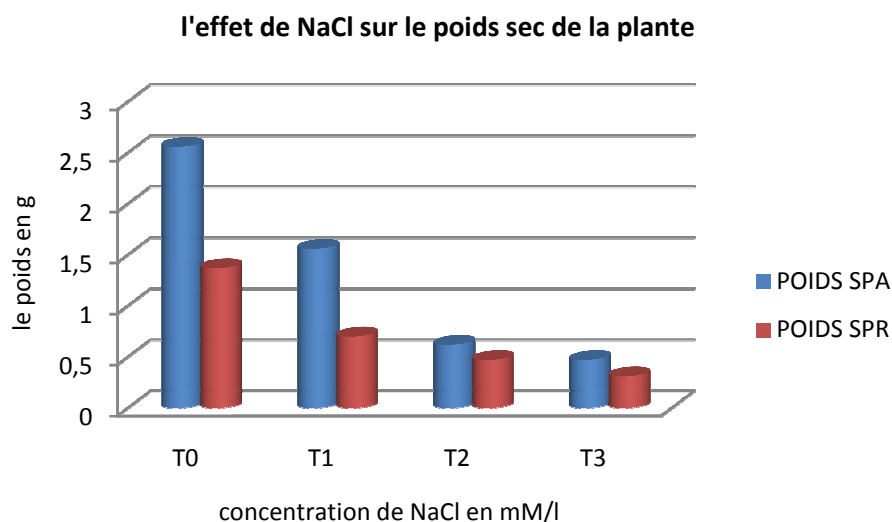
Il est clair que, le traitement salin a un impact considérable sur la production de la matière fraîche de la partie aérienne et racinaire de la plante. Les fortes concentrations de NaCl ont affecté la biomasse fraîche de la coriandre.

D'après les résultats obtenus de la (figure 11), nous avons remarqué que, la réduction du poids frais de la partie aérienne et de la partie souterraine de la coriandre est proportionnelle à la sévérité de la concentration en sel pour les trois traitements T1, T2 et T3 testés par rapport au témoin T0.

Il faut signaler que, la biomasse aérienne et souterraine des jeunes plants développés dans le traitement témoins T0, possèdent le poids frais le plus élevé au niveau de la partie aérienne et de la partie souterraine (4,08 g) et (1,47 g) respectivement. Ces valeurs sont la moyenne de trois répétitions. Pour les traitements T1, T2 et T3, nous avons enregistré les valeurs les plus faibles en poids frais de la partie aérienne et de la partie souterraine de la plante (2,65 g, 1,80 g et 1,49 g) et (0,70 g, 0,64 g, 0,40g) respectivement.

### III.2.3. Effet de Na Cl sur la biomasse sèche produite

Les résultats de l'effet de la salinité sur la biomasse sèche de la partie souterraine et de la partie aérienne de la coriandre à différentes concentrations sont désignés dans la (figure 12).



**Figure 12.** Effet du stress salin sur le poids sec de la partie aérienne et racinaire chez la coriandre.

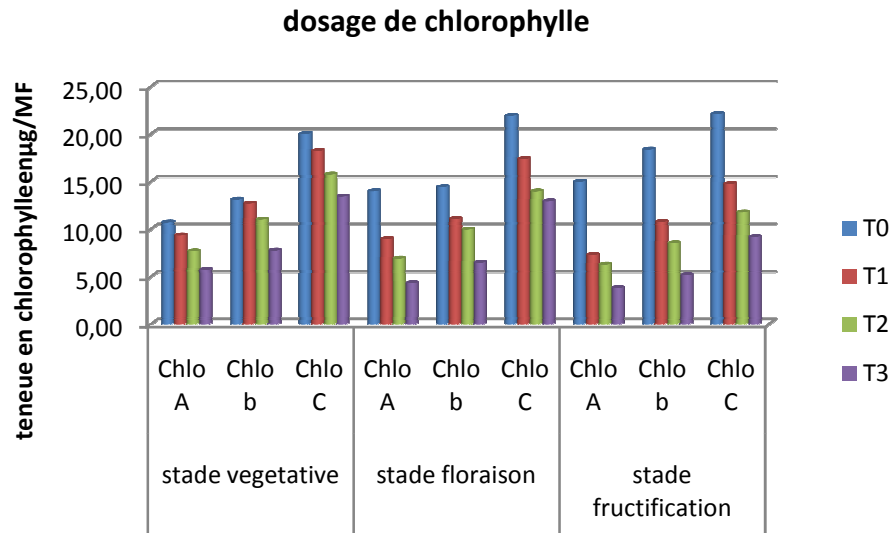
D'après la figure (12), nous distinguons que, la production de la matière sèche de la partie aérienne et des racines de la coriandre a diminué significativement avec l'augmentation de la salinité de l'eau d'irrigation. Nous constatons que le poids sec de la partie aérienne et souterraine des jeunes plants de coriandre cultivée sous stress salin (T1=50mM/l, T2= 75 mM/l et T3=100 mM/l) possèdent les plus faibles poids. Le poids sec de la partie aérienne est respectivement (1,56 g, 0,62g et 0,47g) et le poids sec de la partie souterraine (0,70 g, 0,64g, et 0,34g), ces valeurs représentent la moyenne des trois répétitions. Par ailleurs, les poids sec les plus élevés sont constatés dans le traitement témoins T0 avec un poids sec aérien de (2,56g) et un poids sec souterrain de (0,87 g).

Le traitement T1 semble le moins affecté par la salinité puisque la concentration du sel d'irrigation est faible.

### III. 3. Dosage des Paramètres physiologiques

#### III. 3.1. Effet du NaCl sur la teneur en chlorophylle (a, b et c)

Les teneurs en chlorophylle a, b et c au niveau des feuilles médianes, suivant les stades phénologiques (stade végétatif, floraison et fructification), chez la coriandre en fonction des traitements salins appliqués sont représentées dans la (figure13).



**Figure 13.** Effet de la concentration de NaCl sur la teneur en chlorophylle chez la coriandre

Les teneurs en chlorophylle a, b et c ont été significativement réduites sous l'effet du stress salin. En plus, tous les traitements testés suivant les stades phénologiques (T1, T2, T3) ont été affectés par la salinité surtout le traitement T3 par rapport au témoin T0.

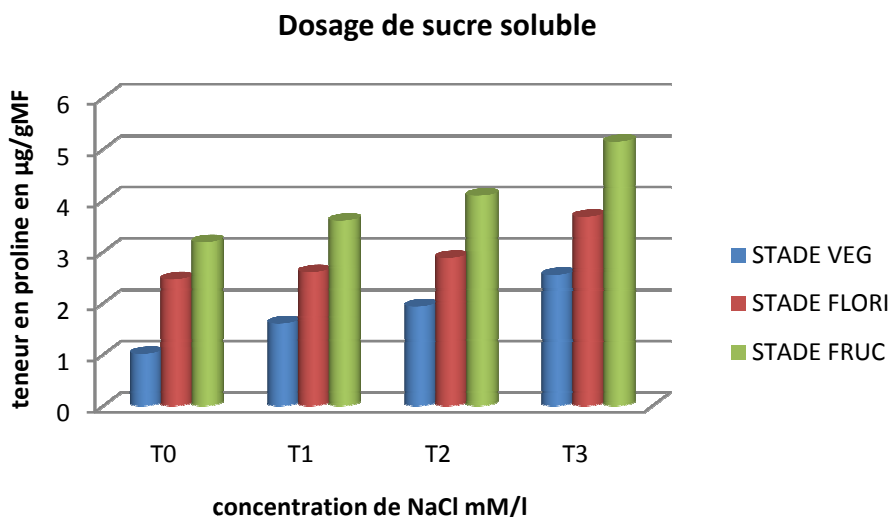
Les résultats relatifs aux teneurs en pigments chlorophylliens (chlorophylle a, b et c) ont montré que les plantes soumises à un stress salin qu'il soit modéré ou sévère ont présenté de faibles teneurs en chlorophylles en comparaison avec celles des plantes témoins. Cette diminution est d'autant plus marquée avec la sévérité de la contrainte saline. Ces résultats montrent que le stress salin engendre une diminution de l'activité photosynthétique des plantes. Ces résultats concordent donc avec ceux trouvés par LEBLEBICI et al, (2009) qui ont rapporté que la salinité réduit la teneur en pigments chlorophylliens chez (*Coriandrum sativum* L.)

Nous avons remarqué, une augmentation de la teneur en chlorophylles c, pour tous les traitements dans le stade végétative. Ces teneurs sont plus élevées pour le traitement T1. La teneur en chlorophylle a et b, dans les différents traitements diminue de façon remarquable suite à une oxydation ou dégradation de ces pigments.

Les chercheurs (WALKER et al, 1981 ; DOWNTON et al, 1990), on dit que la réduction des teneurs en chlorophylle sous stress salin, associée à l'augmentation de la résistance stomatique, va entraîner une diminution de l'activité photosynthétique. En effet, différents auteurs insistent sur le fait que, la réduction de l'activité photosynthétique, suite à un stress environnemental, ne se manifeste pas de manière directe, mais principalement via la réduction de la conductance stomatique et/ou de la pression partielle de CO<sub>2</sub> intracellulaire (FLANAGAN et al, 1989 ; ROBINSON et al, 1989 ; SANTIAGO et al, 2000).

### III. 3.2. Effet du NaCl sur l'accumulation des sucres solubles chez la coriandre

Les résultats de l'effet de NaCl à différentes concentrations, sur la teneur des sucres solubles des feuilles médianes, suivants les stades phénologiques de *Coriandrum sativum* L. sont désignés dans (la figure 14).



**Figure 14.** Effet des différentes concentrations de NaCl sur la teneur de sucre soluble suivant les stades phénologiques de la coriandre

Après l'irrigation avec des solutions salines contenant du NaCl, nous avons constaté que, la teneur en sucres solubles dans les feuilles médianes prélevées de la coriandre a été significativement différente dans les traitements T1, T2, T3 suivant les stades phénologiques de la plante étudiée.

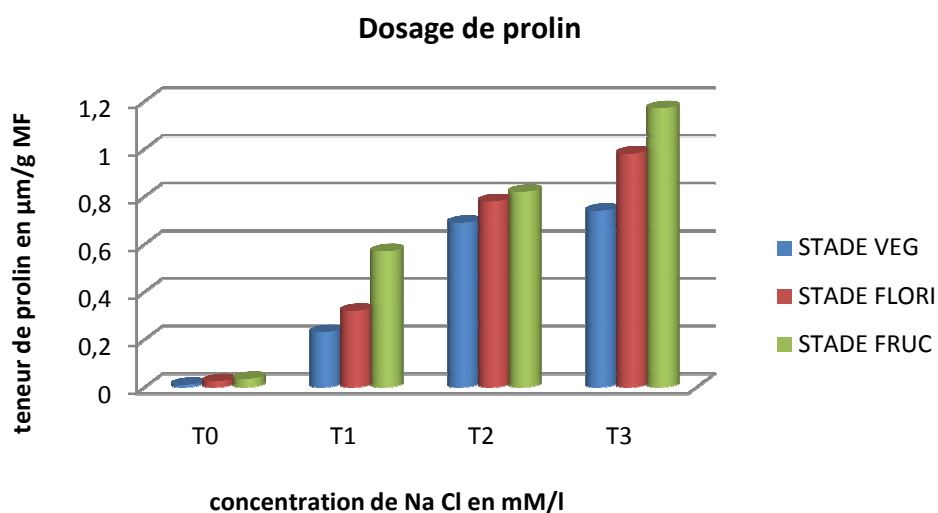
La salinité dans sa globalité a induit une augmentation des teneurs en sucres solubles, au niveau des feuilles testées (figure 14). En effet, au fur et à mesure que le stress salin devient sévère, les jeunes plants enregistrent des teneurs en sucre très élevées. De ce fait, les teneurs les plus élevées sont enregistrées pour les traitements T3, T2 et T1, avec des valeurs respectivement de l'ordre de 5,168 µg/g MF, 4,093 µg/g MF et 3,604 µg/g MF. Par contre les valeurs les plus faibles sont relevées pour le traitement témoin(T0), avec une valeur de 3,187µg/g MF.

Le processus de concentration des sucres solubles et / ou de la proline dans les tissus foliaires des plantes stressées est reconnu comme une caractéristique d'adaptation (DERAISSAC, 1992). Les sucres solubles contribuent jusqu' à 50 % de l'ajustement osmotique chez les glycophytes en conditions salines (CRAMER, 1994).

Les sucres solubles accumulés sous stress sont considérés comme des osmorégulateurs et des osmoprotecteurs (HONSA, et 1998).

### III.3.3. Effet du NaCl sur la teneur en proline de la coriandre

Les résultats de l'effet de la salinité à différentes concentrations de NaCl sur la teneur en proline des feuilles médiane suivant les stades phénologiques de la coriandre sont contenus dans la (figure15).



**Figure 15.** Effet la de concentration de Na Cl sur la teneur de proline

En effet, Les résultats de la (figure 15) montrent bien l'effet significatif de la salinité sur la teneur de la proline. Nous avons observé que, la teneur en proline est plus importante dans le traitement T3 que dans les traitements T2, T1 et T0.

Effectivement, le traitement T1 (50 mM/l de NaCl) accumule le minimum de proline sous le stress salin avec une teneur de (0.50 µm/g MF), alors que T3 (100 mM/l de NaCl) accumule le maximum de proline avec une teneur de (1.17 µm/g MF).

Les teneurs en proline sont à un degré de plus en plus faible, respectivement dans les traitements T2, T1 et T0.

L'analyse statistique, de ces résultats montre, qu'il y a un effet direct entre la teneur en proline et la concentration de sel. Autrement dit, l'effet du stress salin influe directement sur la production de la proline de manière significatif et proportionnel.

Nous avons remarqué d'après les résultats de la (figure 15) que, la production de proline au niveau des différentes concentrations (T0, T1, T2 et T3) n'est pas la même selon le stade phénologiques de la coriandre. En effet, elle est moindre au stade de végétation puis elle augmente progressivement au stade de floraison, ensuite, elle arrive à son maximum au stade de fructification.

L'accumulation de la proline serait attribuée à l'effet inhibiteur du stress sur son oxydation dans les mitochondries (SELL et KOEPP, 1981). La néo synthèse de la proline serait

déclenchée par la perte de la turgescence due à la salinité, celle-ci active une série d'évènements complexes corrélés avec le niveau du stress, la tolérance de la plante et sa croissance (HUER, 1993).

### III.4. Résultats du taux d'humidité « H »

Les résultats du taux d'humidité de la matière végétale (la poudre végétale de la partie aérienne tige, feuille et fleur) de la coriandre sont représentés dans le (tableau V).

**Tableaux V.** Effet du NaCl sur le taux d'humidité de la partie aérienne de la coriandre.

traitement	T0	T1	T2	T3
L'humidité en (%)	10,2%	9,4%	8,7%	8,2%

Les résultats du taux d'humidité de la partie aérienne (tiges, feuilles et fleurs) de la coriandre (*coriandrum sativum L*) sont respectivement de l'ordre de 10,2% pour le traitement (T0), 9,4% (T1), 8,7% (T2) et 8,2% (T3).

Ces valeurs, apparaissent nettement inférieure à 12%. Ces résultats répondent aux normes d'ISO 662. Ce qui indique que l'échantillon a été bien séché et par conséquent, les résultats de l'analyse phytochimique seront fiables d'après ZONZAIN, (1991).

### III.5. Test de screening phytochimique

Le screening phytochimique effectué sur la poudre ou sur l'infusé à 10% pour quatre traitements (T0, T1, T2 et T3) nous a permis d'obtenir les résultats suivants qui sont consignés dans le (tableau VI)

**Tableau VI.** Résultats des différentes réactions du screening phytochimique de la partie aérienne de la coriandre

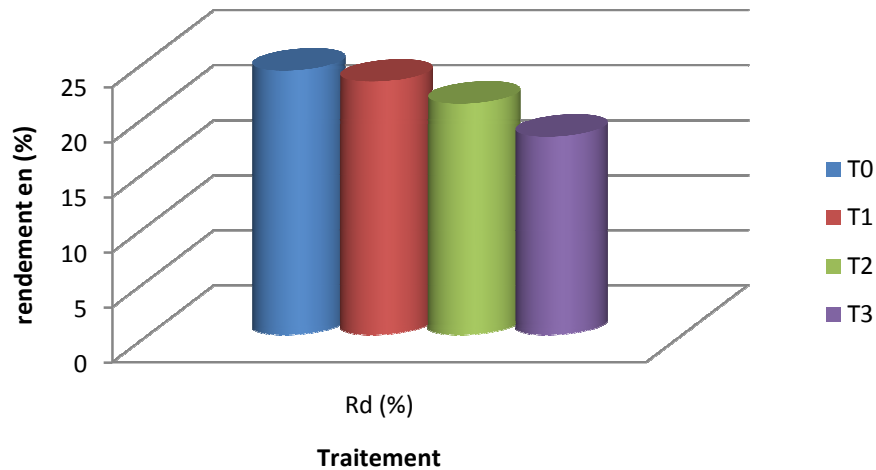
Phytoconstituants		Coriandre (tiges, feuilles et fleurs)
Flavonoïdes		Présence
Tanins	Tanins galliques	Présence
	Tanins catéchiques	Présence
Saponosides		Absence
Anthocyanes		Présence
Leuco-anthocyanes		Absence
Alcaloïdes		Présence
Glycosides		Présence
Coumarines		Absence

Le test préliminaire réalisée sur la poudre et l'infusé à 10% de la partie aérienne (tige, feuille et fleur) des quatre traitements (T0, T1, T2 et T3) de la coriandre ont permis de mettre en évidence la présence des flavonoïdes, des tanins (Tanins galliques et Tanins

catéchiques), Anthocyanes, Alcaloïdes et Glycosides. Mais les Leuco-anthocyanes, les Saponosides et les coumarines sont absents.

### III.6. Rendement de l'extraction méthanolique

Les résultats des rendements des extraits méthanolique des quatre traitements (T0, T1, T2 et T3) de la poudre de la partie aérienne de la coriandre sont mentionnés dans la (figure 16 et le tableau en annexe).



**Figure 16.** Rendement des extraits méthanolique des quatre traitements de la coriandre

Les rendements des extraits méthanolique de la coriandre (*coriandrum sativum* L.) sont respectivement de l'ordre de l'ordre de 23,75% (T0), 23,05% (T1), 20,9% (T2) et 18,15% (T3).

Les résultats montrent que, le traitement T0 représente le rendement le plus élevé (23,75%) suivi du traitement T1 par un rendement de (23,05%) puis le traitement T2 (20,9%). Par contre, le rendement le plus faible est obtenu avec le traitement T3 (18,15%). De ce fait nous remarquons que, le stress salin a un effet sur les rendements des extraits étudiés. A partir des résultats obtenus, nous pouvons constater, que l'extraction méthanolique a donné des résultats acceptables. Ceci est probablement du à la méthode de l'extraction utilisée : macération dans le méthanol. En effet, FALLAH et *al*, (2008) ont montré que, le méthanol reste le solvant le mieux choisi pour extraire les polyphénols. Cependant, VUORELA, (2005) a précisé, que le méthanol aqueux à 70% est deux fois plus efficace que le méthanol pur.



### III.7.Résultats des analyses quantitatives par spectrophotométrie UV-visible

#### III.7.1.Résultats du dosage des polyphénols totaux

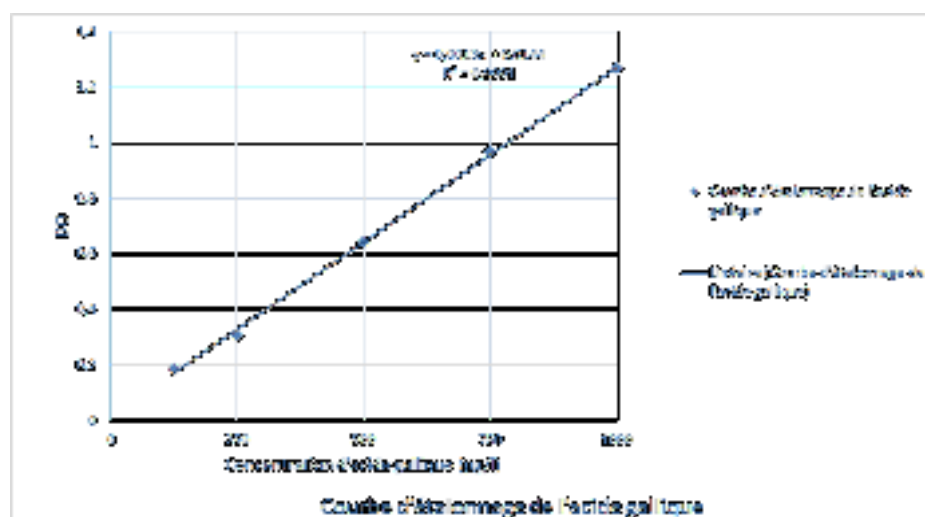
Les résultats des analyses quantitatives par spectrométrie U-V- visible des extraits méthanolique des quatre traitements étudiés sont établis dans le (**tableau VIII**).

**Tableau VIII.** Résultats du dosage spectrophotométrique des polyphénols totaux des extraits méthanolique de la coriandre (*Coriandrum sativum* L.)

Echantillons d'extraits méthanolique 1mg/ml	Moyennes de Densité Optique des 5 essais	Teneur en ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ ) équivalent acide gallique	Longueur d'onde (nm)
Extrait T0	0,1916	136,308	760
Extrait T1	0,2150	154,308	760
Extrait T2	0,2380	172,000	760
Extrait T3	0,2648	192,615	760

T0 : Témoin (traitement eau de robinet 0 mM/l = 0 g/l de Na Cl) ; T1 : (traitement eau de robinet + 50 mM/l = 2,92g/l de Na Cl) ; T2 : (traitement eau de robinet + 75 mM/l = 4,38g/l de Na Cl) ; T3 : (Traitement eau de robinet + 100 mM/l = 5,85g/l de Na Cl).

Une étude comparative en polyphénols totaux, a été réalisé par la construction d'une courbe d'étalonnage ( $y = ax + b$ ), de l'extrait de l'acide gallique à différentes concentrations (**figure 17**).



**Figure 17.** Courbe d'étalonnage de polyphénols.

Les teneurs en polyphénols totaux varient de 136,308 à 192,615  $\mu\text{g}/\text{mg}$  eq d'acide gallique. D'après ces résultats, il est bien évident que, quantitativement l'extrait méthanolique du traitement T3 dont la concentration en NaCl est de 100mM/l est le plus riche en polyphénols que les autres traitement T2, T1 et T0 qui, présentent des teneurs de 172  $\mu\text{g}/\text{mg}$  eq d'acide gallique, 154,308  $\mu\text{g}/\text{mg}$  eq d'acide gallique et 136,308  $\mu\text{g}/\text{mg}$  eq d'acide gallique respectivement.

Ces résultats corroborent avec les travaux antérieurs de SAADAOUI *et al*, (2007) qui, ont montré que, la teneur en polyphénols de l'extraits méthanolique de quelques plantes *Punicagratum*, *Retamaractum*, *Thymus capitatus*, *Rosmarinus officinalis*, *Rutachalepensis*, *Ajuvaiva*, *Lawsoniainermis*, et *Agave americanavarie* entre 100, 68 et 500µg/mg eq de matière sèche exprimée en équivalent d'acide gallique.

Ceci peut être lié aux conditions climatiques (la température élevée, l'exposition solaire, la sécheresse et la salinité), qui stimulent la biosynthèse des métabolites secondaires tels que les polyphénols. En outre, La teneur phénolique d'une plante, dépend aussi d'un certain nombre de facteurs tels que : le stress, les conditions climatiques, le moment de la récolte, le solvant d'extraction et les conditions de stockage (TAROUB, 2010).

### III.7.2. Résultats du dosage des flavonoïdes

La spectrophotométrie UV/Visible a permis de quantifier le taux des flavonoïdes présents dans les extraits préparés à partir de quatre traitements (T0, T1, T2, T3), les résultats sont représentés dans le (tableau IX)

**Tableau IX.** Résultats du dosage spectrophotométrique des flavonoïdes des extraits méthanolique de la coriandre

Echantillons d'extraits méthanolique 10mg/ml	Moyenne des Absorbances des essais	Teneurs	Longueur d'onde (nm)
Extrait T0	0,1464	0,042 mg/g eq Rutine	415
Extrait T1	0,1838	0,053 mg/g eq Rutine	415
Extrait T2	0,2326	0,067 mg/g eq Rutine	415
Extrait T3	0,8134	0,235 mg/g eq Rutine	415

Eq : équivalent ; T0, T1, T2, T3 (même traitement que pour le dosage des polyphénols totaux) ; Rutine : standard.

Les résultats obtenus montrent que, les plantes du traitement T3 sont riches en flavonoïdes avec une teneur (0,235mg/g eqéquivalent de la Rutine par gramme d'extrait.

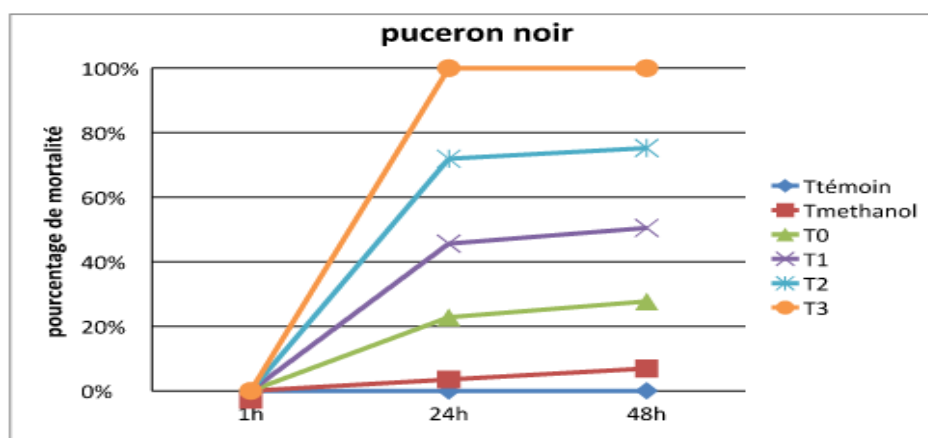
Nous constatons aussi que les traitements T0, T1 et T2 renferment des teneurs très faible en flavonoïde par rapport au traitement T3. Nous remarquons aussi que, le traitement T2 et T1présentent des teneurs de (0,067 et 0,053 mg/g eq de Rutine) respectivement de flavonoïde plus que le traitement T0 (0,042mg/g). En effet, ces résultats quantitatifs viennent confirmer, les résultats qualitatifs du screening phytochimique, concernant la présence des flavonoïdes dans les échantillons étudiés. Par ailleurs, les concentrations de flavonoïdes, dépendent du stade de maturation, du sol et des conditions climatiques (BAUTISTA *et al*, 2007).

### III.8. Evaluation de l'activité bio insecticide des extraits méthanolique (par contact-inhalation)

Après avoir exposé les insectes étudiés (*Aphis fabae* Scop, *Aphis spiraeicola*, *Harmonia axyridis*) au différent biocide (extraits méthanolique T0, T1, T2, T3) durant 1H, 24H et 48H, les taux de mortalité ont varié selon les traitements étudiés, qui ont montré une différence d'efficacité insecticide.

L'analyse de variance a montré une différence hautement significative entre les quatre extraits (T0, T1, T2, T3) est présentée dans le tableau (IIX) voir annexe

#### Sur les pucerons *Aphis fabae* Scop (adulte)



**Figure 18** : Evolution des taux de mortalité des *Aphis fabae* Scop.

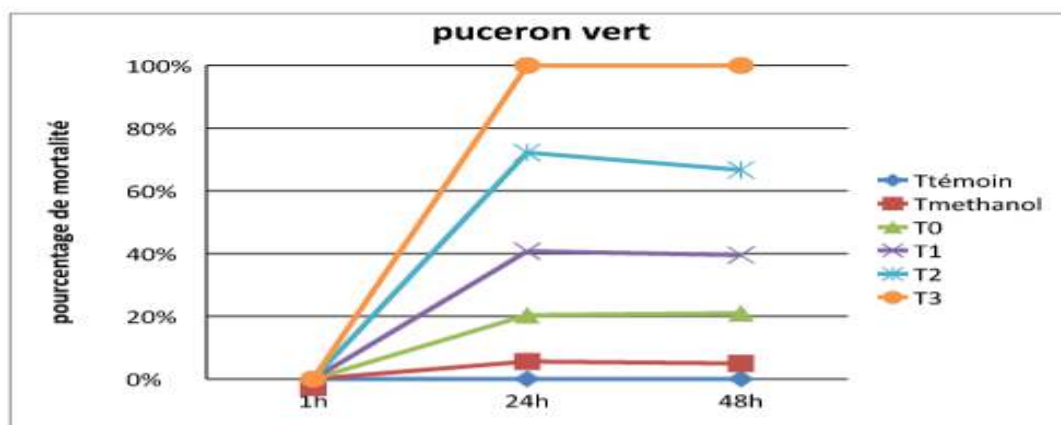
Le taux de mortalité des pucerons soumis aux différentes traitements de l'extraits méthanolique a augmenté numériquement de façon linéaire suivant les périodes d'observation (1h, 24h et 48 heures) (Figure 21).

Les taux de mortalité de traitement T méthanol observés n'ont pas varié après 24 heures d'exposition. Pour le traitement témoin les insectes restent toujours vivants.

Des études récentes prouvent que la (*coriandrum sativum* L.) et connue par son activité insecticide contre d'autre groupes zoologique comme les nématodes, ce qui explique la toxicité de cette plante en raison de leurs richesse en molécules de polyphénols.

Les traitements T0, T1, T2, T3 présentée presque les mêmes résultats de mortalité des pucerons noire

### Sur les pucerons *Aphis spiraecola* (adulte)

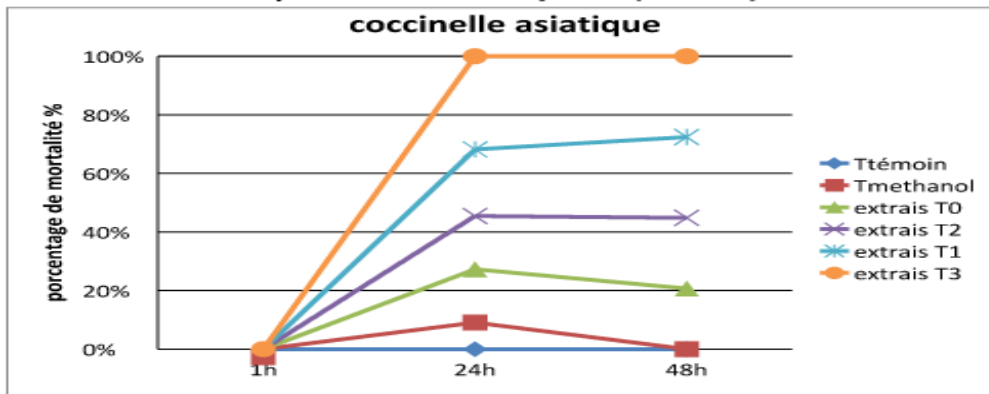


**Figure 22** : Evolution des taux de mortalité des *Aphis spiraecola*.

Pour les essais de biocide de l'extrait méthanolique (les polyphénols) sur chaque insecte, les résultats des tests statistiques montrent qu'il existe une variation concernant le taux de mortalité, qui dépend du traitement utilisé en polyphénols et de la durée d'exposition. L'évaluation de la mortalité des insectes d'*Aphis spiraecola* ont révélé une différence hautement significative. Selon (DENYS, 2012) la toxicité des polyphénols sur les insectes est induite par l'action de leurs composés majoritaires et dépend de l'espèce d'insecte.

Afin de suivre l'évolution chronologique de la mortalité des pucerons soumis aux différents traitements, les observations sont réalisées successivement 1 heure, 24 heures et 48 heures. La mortalité est exprimée en Pourcentage. Le taux de mortalité des pucerons soumis aux différentes concentrations de polyphénols *coriandrum sativum* L augmenté numériquement de façon linéaire suivant les périodes d'observation (1 h, 24h et 48 heures) sur les feuilles voir (figure 22). Les insectes de traitement témoin restent toujours vivants. Les taux de mortalité observés après 1 heures n'ont pas varié après 24 heures d'exposition pour le traitement méthanol. Dans les présentes conditions expérimentales, les doses de T0, T1, T2 et T3 ont donné un effet insecticide élevé. En effet elles ont induit des taux de mortalité supérieurs à 55% après 24 heures d'exposition et après 48h on a 65 à 100%). Ainsi, l'analyse de la variance au seuil de  $p < 0,0001$  a confirmé l'évolution positive bien marquée des taux de mortalité moyens avec les traitements T0, T1, T2 et T3 et quelle que soit la durée d'exposition des pucerons à l'huile essentielle. Le test de Newman et Keuls à  $p < 0,0001$  a montré qu'après 24 heures d'exposition, le T0 occasionné les plus forts taux de mortalité (87 % à 100%).

### Sur les pucerons *Harmonia axyridis* (adulte)



**Figure23** : Evolution des taux de mortalité des *Harmonia axyridis*.

L'analyse de variance a montré une différence hautement significative entre les quatre extraits étudiés (T0, T1, T2, T3). Ces résultats donnent une bonne activité insecticide des extraits testés de *coriandrum sativum* L.

Les traitements T0, T1, T2 et T3, ont induit des taux de mortalité statistiquement équivalents. Cette tendance a été maintenue après 24 heures d'exposition des polyphénols sur les feuilles traitées de *Harmonia axyridis*. Après 48 heures d'exposition, le traitement qui a causé seulement (6%) de mortalité a été le moins efficace (T méthanol). Ces résultats ont montré que la toxicité de polyphénols sur les coccinelles asiatiques augmente au fur et à mesure que la concentration du sel diminue. Toutefois, tous les traitements testés se sont révélés relativement toxiques aux coccinelles asiatiques par rapport au témoin de contrôle traité à l'eau distillée qui a induit zéro cas de mortalité.

## Conclusion

Au terme de cette étude réalisé sur la coriandre (*Coriandrum sativum* L.), nous avons déterminé l'effet du stress salin sur la variation de la teneur en polyphénols des extraits méthanolique et leur valorisation comme bio insecticide. Pour mieux comprendre le stress salin et ses répercussions sur la plante, nous avons essayé d'évaluer certains paramètres biométriques et physiologiques de la plante, en présence des doses croissantes de NaCl 0 mM (T0), 50mM (T1), 75mM (T2) et 100mM (T3). Des différences significatives ont été observées pour l'ensemble des paramètres physiologique à ( $P < 0,001$ ). En effet, ces derniers ont été significativement affectés par cette contrainte saline. L'effet a été d'autant plus prononcé avec la sévérité du stress salin.

D'après les analysés effectués sur ces paramètres, il a été constaté que le sel a exercé, à fortes doses, un effet sur la croissance en longueur de la partie radiculaire et aérienne de la plante. Cet effet dépressif du sel remarqué, est de nature osmotique. Ainsi qu'une réduction au niveau de la biomasse fraîche et sèche de la partie végétatif de la plante. En plus, la proline, sucre soluble ont été augmenté au niveau des feuilles médiane de la coriandre. En revanche la chlorophylle a diminué au niveau de celles-ci.

Par ailleurs, le screening phytochimique a mis en évidence la présence des Flavonoïdes, des Tanins (Galliques et Catéchiques), Anthocyanes, Alcaloïdes et Glycosides, au niveau de la poudre et de l'infusé à 10% de la partie aérienne de la plante étudiée. Pour compléter notre étude, nous avons essayé de quantifier les teneurs en polyphénols au niveau de la partie aérienne de la coriandre. L'analyse quantitative par spectrophotomètre U-V, a révélé une variation de la teneur en polyphénols totaux et des flavonoïdes, suivant la concentration en NaCl des traitements. Cette variation varie de 136,308 $\mu$ g/mg éq d'acide gallique pour le témoin (0 mM/l) à 192 $\mu$ g/mg éq d'acide gallique pour le traitement (100 mM/l) de NaCl et de 0,042 mg/g éq de la Rutine pour le témoin (0 mM/l) à 0,235 mg/g éq de la Rutine pour le traitement (100mM/l) de NaCl respectivement.

Les extraits méthanolique purs, de la partie aérienne de (*Coriandrum sativum* L.), à une concentration de (1mg/1ml) ont montré une activité biocide intéressante sur les pucerons (*Aphis speraecola* et *Aphis fabae*) et la coccinelle asiatique (*Harmonia axyridis*) adultes. L'efficacité du traitement dépend du temps d'exposition pour obtenir 100% de mortalité. Les traitements (T1, T2 et T3) ont induit des taux de mortalité hautement significatif par rapport au traitement (T0). Le méthanol utilisé comme témoin positif a provoqué un taux de mortalité faible.

En perspective, il serait intéressant de poursuivre des investigations selon les stades de développement de la plante (stade végétatif, floraison et fructification) en se focalisant sur les différents extraits alcooliques, aqueux et huiles essentielles. En réalisant des analyses par diverses techniques chromatographiques quantitatives et qualitatives. Pour mieux valorisé la coriandre, il serait souhaitable de réaliser d'autres activités : fongicides, bactéricides, antimicrobienne, anti-inflammatoire, anti-oxydante...

- ABBOTT. WS. (1925).** A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol, 18: 265-267.
- ABDEL-HAMEED E.S. (2009).** « Total phenolic contents and radical scavenging activity of certain Egyptian « *Ficus species leaf sample* », Food chemitry N 4, Vol (114) pp : 1271-1277.
- ABOU EL-MAGED M., ZAKI MF, ABOU-HUSSEIN SD. (2008).** Effect of organic manure and different levels of saline irrigation water on growth, green yield and chemical content of sweet fennel. Aust J ApplSci 2:90-98
- ADAM, (2008).** La nutrition minérale en eau des plantes en horticulture avancée, document technique S. C. P. A, n°23 Versailles P21.
- AKOWAH H, ELAISSIB A, BOUZID S. (2004).** Extraction and analysis of phenolic in food, chromatograph 1054/95-111
- ALLAINE,R. (2012).** *Atlas des risques de la phytotherapie traditionnelle etude de 57 plantes recommandent par les herboristes.* P 81-82.
- ANNE. P (1945).** Dosage de la matière organique totale. Annale agronomique pp : 161-172.
- ANNONYME, (2016).** bioversity international.org coriander. *Coriandrum sativum* L.
- ANTOIN. F, (1796).** Botanique générale traduction de la 10eme édition allemande P 89-90.
- AUBERT. G, (1982).** Les sols sodiques en afrique du nord. Cahier O.R.S.O.T service pédologie : 194.
- AUDIGIE. C.E., ZONSZAIN.F. (1991).** *Biochimie structurale*, Edition : Doin, 226p.
- AVERY, MP, GALLOIUN, F. (2003).** *epics aromates et condiments Ed bellin, Paris*, P (12, 13, 99, 102, 185).
- BABA AISSA. M. (1999).** Les plantes médicinales et aromatique.identification, préparation et soins. P 55
- BAIZE.D. (2000).** *Guide des analyses en pédologie*, 2 eme édition institut national de la recherche agronomique paris 206-207.
- BARDEAU B. (2009).**Phenolic composition and biological activities of Tunisian *Nigella sativa* L. shoots and roots. Comptes Rendus Biologies P33- 48.
- BAUTISTA. O., FERNANDEZ. F., LOPEZ. R., GOMEZ. P. (2007).** The effects of oenological practices in anthocyanins, phenolic compounds and wine colour and their dependence on grape characteristic. Journal of Food Composition and Analysis. N 20, pp 546-552.
- BELFAKIH.k, JAAFAR. Z.E, GHASEMZADEH.A. (2013).** *Flavonoidantioxidants:chemistry metabolism and structure-activity relationships.* Journal of Nutrition and Biochemistry, 13: 572–584.

- BERNARD.J.R, PHILOGENE, CATHERINE REGNALT, ROGER ET CHARLES VINCENT. (2002).** *bio pesticide d'origine végétale bilan et perspectives* P260 261.
- BGAUEGO H,ZAKI MF, ABOU-HUSSEIN S. ( 2012).** Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripe date palm fruit (Phoenix dactylifera). *Food Chemist.*. P 411-420.
- BOUYER J. (1996).** « *Méthodes statistiques, médecine biologie* » pp : 139.
- BOUZID.H. (2010).** Cultiver et utiliser les plantes médicinales. Edition: MARABOUT. France. P84.
- BRUNETON H. (2009).** *Pharmacogonsie, phytochimie, plantes médicinales* 4ed BERNARD.J.R, PHILOGENE, CATHERINE REGNALT, ROGER ET CHARLES VINCENT. (2002). *bio pesticide d'origine végétale bilan et perspectives* P260 261.
- CALU, M. (2006).** *osmoregulatory role of proline in water and salt stressed plants*.p 363381ed HRDBOOK.
- CARRE, P., 1953.** Précis de technologie et de chimie industrielle. Ed Ballière, Paris, p.475.
- CATHERINE.F, REGNAULT. R, GOETZ. P. (2002).** Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripe date palm fruit (Phoenix dactylifera). *Food Chemist.*. 89 . 411-420.
- CHAUMONT. L et MILLET. R. (2011).** Botanical insecticides for controlling agricultural pests: Piperamides and the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae). *Insect Bioch. Physio.* 54, p. 212–225.
- CRAMER G.R. (1994).**negative feedback regulation of transport in cells . the maintenance of turgor ,volume and nutrient supply, in :U.Luttge ,M.G. Pitman, encyclopaedia of plant physiology, new series , vol. 2 , springer-verlag berlin, pp . 284-316
- CROZIER N, JAAFAR. Z, (2006).** Dietary polyphenols and their biological significance. *Int J Mol Sci* 2007;9:950-988.
- CUIN C.N, WENG M, LIN J, (2008).** Les plantes à parfum et huiles essentielles à Grasse, Edition Harmattan. P 76
- DEABREU. F, MAZZAFERA. H, KATE. S (2008).** *Properties of spices* P (255-263).
- DEGUINE J-P, FERRON P(2004).** *Protection des cultures et développement durable bilan et perspectives.* Courrier de l'environnement de l'INRA n°52, septembre 2004.CIRAD, Montpellier,
- DENYS. JCHARLES (2013).** *Antioxidant properties of spices, herbs and other sources*
- DENYS.CHARLES, (2012).** Les agrumes et les fruits exotiques comment les planter, les cultivars, les soigner. Edition: Solar, France, 151p.
- DERAISSAC, M., (1992).** *Mécanismes d'adaptation à la sécheresse et maintien de la productivité des plantes cultivées.* Agr .Tropi.46, 1.
- DESCALPON. R, (1991).** Les agrumes et les fruits exotiques comment les planter, les cultivars, les soigner. Edition : Solar, France, 151p.



- DEVILLUS.J, LINDMARK.L, (2005).** Indicateurs pour évaluer les risques liée a l'utilisation des pesticides.
- DIEDERICHSEN, (1996).** *botany and plant breeding* p124
- DOMINIQUE, (1999).** *Certain morphological and anatomical features of coriander fruits* [in Russ.]. Tr. VNII efirmomasli n. kul'tur 16:11-15
- DUBOIS M., GILLET K.A (1965).** Dosage des sucres totaux á l'ortho-toluidine Agro. Food. Chem. 137 pp 9-15.
- DUCHAUFORD P.H, (1991).** Sol, Végétation, Environnement. Pédologie 3<sup>e</sup> édition : Masson pp 92.
- EI MIDAOUI M., TALOUIZT A., BENBELLA M., ERVILLE A (1999).** Reponse of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to nitrogen and potassium dificenty Helia 22 (30) pp 139-148.
- FELLAH. H., KSOURI. R., CHAIEB. K., KARRAY-BOURAOUI. N., TRABELSI. N., BOULAABA. M., ABDELLY. C. (2008).** Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. *Compte rendu de biologie.* 333, pp 372-379.
- FERGUSON, (2000).** Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols. *Nutrients* 2010;2:1231-1246
- FILLIAT, (2012).** Bio pesticide production from bacillus thuringirrsis an environmentally friendly alternative 3(1),28-36.
- FLANAGAN.R, GOVINDARAJAN. V.S, (1989) ; ROBINSON et al, 1989 ; SANTIAGO et al, (2000).** *Flore et écosystème du Maroc. Evaluation et préservation de la biodiversité Paris* : Edition Ibis Press, 159-161 France.
- FROST. H, FAYE. O, EURINGUE. B, (2009).** Estimation of avrailable phosphorus in soils by extraction with sodium carbonates. *Methods of analysis of soils plants and water Univ of California Div of agric sci*, pp 19-20.
- GOETZ.P. (2015).***botanique générale traduction de la 10eme édition allemande.* P 89-90
- GORHAM Y, ENGINAR, H., KARACA, T., UNAK, P.( 1990).** Antioxidant and bio insecticide activity of leaves of etlingera species (*Zingiberaceae*) in peninsular Malaysia. *Food Chemistry.* 104: 1586-1593.
- HARMAN.G, (2011).** *trichoderma not justfor biocontrol arrymor phytoparasitaitici* 39, 103, 108.
- HASEGAWA P.M, BRESSAN, R.A, ZHU, J.K .AND BOHNERT.H.J, (2000).** Effet du stress salin sur la croissance et la composition chimique de l'atriplex carrexeus .P42-46.
- HASHIM. MS, (2005).** « Effect of polyphenolic compounds from *Coriandrum sativum* on H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-induced oxidative stress in human lymphocytes », *Food Chemistry*, vol. 92, n<sup>o</sup> 4, p. 653-660
- HOFFMAN G.J., and JOBES J.A, (1978).** *Growth and water relations of cereal crops as influenced by salinity and relative humidity.* Agron. J. 70, 765-769.

- HONSA, C. G. (1998).** Role of trehalose in survival of *saccharomyces cerevisiae* under osmotic stress, *microbiology*. 144:671-680.
- HOPKINS.W ILLIAM (2003).** *Physiologie végétale*. Edition Larousse.p 448
- HUER. D, (1993).** *osmoregulatory role of proline in water and salt stressed plants* .pages 363-381ed Hrdbook
- ISO 662. (1996).** (International Organisation of Standardisation). Corps gras d'origine animal et végétale : Détermination du taux d'humidité.
- KABALUK, WILCOCK. A, COVENTRY. M.J (2011).** *Sol, Végétation, Environnement*. édition : Masson pp 92-99.
- KAMOUN D.T., (1997).** « *Application et méthodes en biochimie et biologie moléculaire, médecine – science* », Ed Flammarion, Paris p : 96-417.
- KARAGE, (1981).** *Phytochimie, plantes médicinales*, 4<sup>e</sup> éd., revue et augmentée, Paris, Tec & Doc - Éditions médicales internationales, 2009, 1288 p(978-2-7430-1188-8)
- KUMAR B, BAKKLI F, IDAOMAR M,( 2013).** Radical scavenging activity and antioxidant capacity of bay leaf extracts. *Journal of the Iranian Chemical Society*. 3: 258-266.
- LARBI B, BETTAIEB I, KOUKI K, SAHILI A, MOUGOU A, MARZOUK B (2009).** Water deficit effects on caraway (*Carumcarvi* L.) growth, essential oil and fatty acid composition.*Ind Crop Prod* 30: 372-379
- LAURANSON J., (1989).** « Exploitation de la diversité biochimique chez les conifères » Contribution à l'étude de l'hybridation de *Pinus uncinata* Ram. *Pinus sylvestris* L. et à la croissance du complexe spécifique *Pinus nigra* Am. Thèse de doctorat d'état Claude Bernard Lyon 207p.
- LEBLEBICI Z, AKSOY A, DUMAN F (2009).** Influence of salinity on the growth and heavymetal accumulation capacity of *Spirodelapolyrrhiza* (Lemnaceae).*Turk J Biol* 35:215-220
- LEMZERI, (2007).** *Phytothérapie la santé par les plantes* .PP113
- MAAROUF, (2009).** *Plantes médicinales d'algérie* P 277.
- MATHIEU .C, PIELTAIN .F, (2003).** analyse chimique des sols méthodes choisies. P 56-61.
- MINKER. (2013).** bio pesticides d'origine végétale bilan et perspectives P 260-261.
- MONNEVEUX P.H., NEMMAR P, (1986).** Contribution à l'étude de la résistance à la sècheresse chez le blé tendre (*Triticuma estivum* L.) et chez le blé dur (*Triticum durum* Desf). Etude de l'accumulation de la proline au cycle de développement. *Agronomie* 6 (6). Pp 583-590.
- MOOS et MUMM, (2008).** « Exploitation de la diversité biochimique chez les conifères ». Contribution à l'étude de l'hybridation de *Pinus uncinata* Ram. *Pinus sylvestris* L. et à la croissance du complexe spécifique *Pinus nigra* Am. Thèse de doctorat d'état Claude Bernard Lyon 207p.

- NAVARROET, (2006).** « Total phenolic contents and radical scavenging activity of certain Egyptian « *Ficus species* leaf sample », Food chemitry N 4, Vol (114) pp : 1271-1277.
- OLSEN A, (1954).** *Estimation of avrailable phosphorus in soils by extraction with sodium carbonates.* Methods of analysis of soils plants and water Univ of California Div of agric sci, pp 19-20.
- OUIS.NAOUEL, (2015).** *Étude chimique et biologique des huiles essentielles de coriandre de fenouil et de persil.*P34.
- PARIS R.R., MOYSE H. (1976).** « *Précis de la matière médicale* » tome I. Ed : Masson, Paris (France) 339 p.
- PHAMATHIA, (1987).** Physiological adaptations to seawater concentration in *Avicennia marina* from Indus de. J.of Botany,32, 151-70.
- PLUMMER D.T., (1989).** « *Introduction aux techniques de biochimie* » Ed : uc, Graw-Hill, Paris P : 331p.
- REGNAULT ROGER .C, (2005).** Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. 68, PP 2054-2058.
- ROCHFORT, BORTEL. A, JACOB. AMANDA, (2006).** « *Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic- phosphotungstic asit reagents* ». American Journal of endogy and viticulture Vol : 320, pp : 144-158.
- ROGER et REGNAULT. (2002).** Spices and herbs. their antimicrobial activity and its determination<<journal of food safety, vol. 9, no.pP 97-118
- ROGER MIESH et YVES SELL. (1996).** *botanique générale* P 213.
- ROSAS GARCIA. (2009).** *bio pesticide production from bacillus thuringirrsis* an environmentally friendly alternative 3(1),28-36.
- RUIZ. K INOUYE.S, JEAN-PHILIPPE. (2001).** Synthesis and evalution of new phenolic-based antioxidant : structureactivity relationship .Food Chemistry, 103 :55-61.
- SAADAoui. B., BELKIR. J., AKROUT. J., AMMAR. S., MAHDJoub. A., MARS. M., (2007).** Etude de la composition et du pouvoir des composés phénoliques de quelques espèces de l'aride Tunisien. Revue des régions arides. N 1, pp 87-92.
- SAILAJA et SUJATHA. (2013).** *Impact of salt stress (NaCl) on pigments, phenols and flavonoids in (sorghum bicolor) and (oryza sativa) cultivars* international jornal of biological and pharmaceutical 45 .361.367.
- SCHMUTTERER. (1992).** atlas des risques de la phytothérapie traditionnelle, a % étude de 57 plantes recommandées par les herboristes. P 56.

- SELL ET KOEPP. (1981).** oxidation of praline by to Chandra isolated from waters stressed maize shoots plant physiologie: 1058-1063.
- SINGLETON V.L., Other R., LAUMUCLAR R.M., RAVENTOS R. (1998).** « *Analysis of total phenols and other oxidation substances and antioxidants by means of folin ciocalteu reager. Méthodes in Enzymologie Vol (229) pp : 152-178.*
- SMALL .R, (2001).** « *Wild and Cultivated Vegetables, Herbs and Spices in Greek Antiquity* », Environmental Archaeology 10, vol. 1, 2005, p. 73-82
- TAROUB. (2010).** *Screening Phytochimique d'une Endémique IBÉRO MAROCAINE: Thymelaea lythroides; Bull. Soc.Pharm. Bordeaux 142; p: 61 -78.*
- TCHOUMBOUGNANG, NKOUAYA M, G. TIAKO F, AMVAM P. (2009).** Activité insecticide sur *Anopheles gambiae* Giles et composition chimique des huiles essentielles extraites de quatre plantes cultivées au Cameroun. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 13(1), 77-84
- VERONIQUE. N. (1991).** Interprétation d'une fiche d'analyse du sol. Communication personnelle, Département des sciences et sol, Montpellier, pp 1-5.
- VUORELA. S. (2005).** « *Analysis, isolation and bioactivities of rapeseed phenolic* », Helsinki. Vol (53), N 3, pp 40-45.
- WALKER. R, DOWNTON. k. (1990).** L'origine des blés. Pour les sciences hors-série n° 26.60 - 62 pp.
- WENIZEIRL K. (1998).** Certain morphological and anatomical features of coriander fruits [in Russ.]. Tr. VNII efirmomasli n. kul'tur 16:11-15.
- WILSON .F, (2007).** antioxidant properties of spices, herbs and other.
- WINDLY M, NAVARO R. (2012).** spider-venom peptides as bioisecticides toxins 4, 191, 227.
- WONG. DAVID, (2006)**« *Studies on the dual antioxidant and antibacterial properties of parsley (Petroselinum crispum) and cilantro (Coriandrum sativum) extracts* », *Food Chemistry*, vol. 97, n° 3, p. 505-515
- YAKHLEF. (2010).** *Etude de l'activité biologique des extrais de feuilles de thymus vulgaris L laurus bilis L.*
- YVES.H et BUYER.J. (2000).** *l'origine des blés. Pour les sciences hors série n° 26.60 - 62 pp.*
- ZHU, W.S. (2002).** A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol; 18: 265-267.