



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique



جامعة زيان عاشور-الجلفة
Université Ziane Achour -Djelfa
كلية علوم الطبيعة و الحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
قسم العلوم البيولوجية

Département des sciences Biologiques

Projet de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biotechnologie Végétale

Thème :

Effet de la salinité sur *Artimisia herba alba* Asso. et *Artimisia campestris* L. durant les stades germinatif et post-germinatif

Présenté par :

- M^{lle} Abdellaoui Hanine
- M^{lle} Reguieg Hadda

Soutenu devant le jury :

M ^r AMRAOUI A.	MAA	Université de Djelfa	Président.
M ^{me} OUALHA.	MAA	Université de Djelfa	Examinatrice
M ^r BOUGOUTAIA Y.	MCA	Université de Djelfa	Promoteur
M ^{lle} AOUACHE M.	Doctorante	Université de Djelfa	Co-promotrice.

Année Universitaire : 2021/2022

Remerciements

Nous remercions en premier lieu Allah qui nous a donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer notre parcours scolaire avec ce mémoire

Nous remercions nos chers parents qui nous ont toujours soutenus et encouragés durant ces années d'études.

Au terme de la réalisation de ce mémoire, nous tenons à présenter nos remerciements à notre prometteur Mr, Bougoutaia Youcef, pour les efforts fournis pour nous aider à rédiger ce modeste travail, ainsi que pour son aide et ses conseils précieux

Nos remerciements les plus sincères vont également à notre Co-promotrice Mlle, Aouache Majda pour sa disponibilité entière tout au long de la période de la réalisation de ce travail, et pour sa patience avec nous

Nous adressons nos vifs remerciements aux membres du jury; Mr. Amraoui A. Mme Oulha pour avoir accepté de faire partie du jury et pour avoir bien voulu évaluer ce travail.

MERCI.

Dédicace

Je dédie ce travail :

A mon précieux offre de dieu , à la lumière de mes jours , tu es toujours un exemple de patience et de sacrifice , qui n'a pas épargné aucun effort pour me rendre heureuse , mon adorable mère .

A l'homme le plus important dans ma vie , à mon héros qui doit ma vie , ma réussite , que a toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager , mon très cher papa .

A mes très chers petits frères , Rachid , Khaled , Ismail , Yahia , ma source de joie et de bonheur .

A ma chère grand-mère et ma tante qui n'ont jamais cessé de formuler des prières à mon égard .

A mes chère Razika pour leurs aides et supports dans les moments difficiles .

A binôme Hadda pour sa entente et sa sympathie.

Hanine

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
الصلاة والسلام على رسولنا الكريم
الحمد لله الذي تتم بنعمه الصالحات

Je dédie ce travail :

*A mon ami depuis le premier pas jusqu'à ce que je sois arrivé ici.
Mon plus grand maître qui m'a appris l'écriture , le coran, la
prière et la patience, et que la vie est un combat , alors c'était mon
arme et mon soutien tous au long du voyage, mon modèle , mon super
exemple et le premier homme de ma vie . Mon père adoré Reguieg
Abdelkader*

*Pour un cœur tendre et une poitrine chaude, ma première amie,
seconde âme et source de soutien abondant dans ma vie. Bien-aimée
Ma mère. Reguieg Khaira*

*À celui avec qui je partage la vie et l'amour de mes parents et qui
compte sur lui dans toutes les grandes et petites affaires, la
source de ma force et de mon courage . Mo frère Ali*

*À celui qui m'a ouverte une nouvelle porte dans la vie . Et m'a appris
qu'un sourire et un cœur bienveillant sont le traitement le plus
important .Dr.Kharchi Nourelimane*

*À mes amis les plus âgés et amis d'enfance, mes sœurs Rebih aida
,ben salem sara ,touaba bouchra .
A mon collègue Abdellaoui Hanine*

Hadda

Sommaire

	Pages
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	1
Chapitre 01 : Synthèse bibliographique	
I. Présentation des deux espèces	3
1-<i>Artemisia herba alba</i> Asso	3
1-1-Classification d' <i>Artemisia herba-alba</i>	4
1-2-Nomenclature	4
1-3-Description de l'espèce	5
1-4-Aire géographique	6
1-5-Habitat	7
1-6-Période fructification	7
1-7-Intérêts	7
2-<i>Artemisia campestris</i> L	7
2-1-Classification biologique	7
2-2-Nomenclature	8
2-3-Description de l'espèce	8
2-4-Feuilles	9
2-5-Fleurs	9
2-6-Fruits	9
2-7-Aire géographique	10
2-8-Intérêt	10
II. Germination	11
2-1-Définition	11
2-2-Phases de la germination	11
2-3-Types de germination	12
2-4-Conditions de la germination	13
2-4-1-Conditions intrinsèques de la germination	13
2-4-2- Conditions extrinsèques de la germination	13
2-5- Obstacles de la germination	14
2-5-1-Quiescence	14
2-5-2-Dormance	14
2-5-2-1-Types de dormance embryonnaire	15
III. Stress	16
3-1-Définition	16

3-2-Types de stress	16
3-3-Généralités sur la salinité et les sols salés	17
3-3-1- Salinité	17
3-3-1-1-Définition	17
3-3-1-2-Importance	17
3-3-1-3-Types	17
3-3-2- Sols salés	18
3-3-2-1-Définition	18
3-3-2-2-Principaux sels solubles	18
3-4-Relation entre la salinité et la germination	19
3-4-1-Effet de la salinité sur la physiologie des plantes	19
3-4-1-1-Effet sur la germination	19
3-4-1-2-Effet sur la croissance et le développement	20
3-5-Réponse des plantes face à la salinité	20
3-5-1-Mécanismes de résistance à la salinité	20
3-5-2-Mécanismes d'adaptation à la salinité	21

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

I. Objectif	22
II. Matériel	22
2-1-Matériel végétal	22
2-2-Matériel utilisé sur le terrain et au laboratoire	23
2-2-1-Matériel utilisé sur terrain	23
2-2-2-Matériel utilisé au laboratoire	23
III. Méthodes	24
3-1- Choix des stations de récolte des graines	24
3-2-Préparation des graines	24
3-2-1-Séchage	24
3-2-2-Extraction et nettoyage	24
3-2-3-Conservation des graines	25
3-3-Préparation des échantillons	25
3-3-1-Tri des graines	25
3-4-Traitements des graines en vue de leurs germinations	25
3-4-1-Préparation des solutions salines	25
3-4-2-Stérilisation des graines	26
3-4-3-Mise en germination des graines	26
3-5-Méthodes d'expression des résultats	27
3-5-1-Précocité de germination ou temps de latence (TL)	27
3-5-2-Taux final de germination (TG)	28
3-5-3-Vitesse de germination (VG)	28
3-4-Cinétique de germination (CG)	28
3-5-Mesure de la croissance en longueurs des plantules	29

IV. Analyse statistique	29
--------------------------------------	-----------

Chapitre 03 : Résultats et discussion

I. Paramètres physiologiques	30
1-1-Temps de latence	30
1-2-Taux de germination (TG)	31
1-3-Vitesse de germination (VG)	33
1-4-Cinétique de la germination	35
II. Paramètres morphologiques	39
2-1-Effet de stress salin sur la longueur des feuilles (LF) et des racines (LR) des plantules d' <i>Artemisia herba alba</i>	39
2-2- Effet de stress salin sur la longueur des feuilles (LF) et des racines (LR) des plantules d' <i>Artemisia campestris</i>	41
III. Résultats de l'analyse statistique	43
3-1-Effet de la salinité sur les deux espèces	43
3-2-Effet des trois sels sur les paramètres physiologiques et morphologiques des deux espèces séparément	43
IV. Discussion	45
Conclusion et perspectives	49
Références bibliographiques	

Liste des abréviations

% : Pourcentage.

°C : Degré Celsius.

Anova : Analyse de la variance.

AHA : *Artemisia herba-alba*

AC: *Artemisia campestris*

C : Concertation.

C1 : Concertation saline n°1 (50mMol/l)

C2: Concertation saline n°2 (100mMol/l)

C3 : Concertation saline n°3 (150mMol/l)

C4 : Concertation saline n°4 (200mMol/l)

C5 : Concertation saline n°5 (250mMol/l)

Ca⁺ : Ion de calcium.

CaCl₂ : Chlorure de calcium.

CaCO₃ : Carbonate de calcium.

CaSO₄ : Sulfate de calcium.

CG : Cinétique de germination.

Cl⁻ : Ion de Chlore.

Cm : Centimètre

dS/m :déci siémens par mètre.

E: Est.

g/l : Gramme par litre.

K⁺ : Ion de potassium.

LF : longueur de feuille.

LR : longueur de radicule

Mg⁺⁺ : L'ion de magnésium.

MgCl₂ : Chlorure de magnésium.

MgCO₃ : Carbonate de magnésium.

MgSO₄ : Sulfate de magnésium.

ml: Millilitre.

mm: Millimètre.

N : nombre total des graines germées.

NaHCO₃ : Bicarbonate de sodium.

Na⁺ : Ion de Sodium.

Na₂CO₃ : Carbonate de sodium.

NaCl : Chlorure de sodium

NaSO₄ : Sulfate de sodium

Ni : nombre de graines germées par jours

NO³⁻ : les nitrates.

Nt : Nombre total des graines utilisées.

S : Sel

Sel 1 : NaCl

Sel 2 : CaCl₂

Sel 3 : Na₂SO₄

St : Station.

TG : Taux final de germination.

TL : Temps de latence.

VG : Vitesse de germination.

W : willaya

Liste des figures

	Pages
Figure 01 : Individu d' <i>Artemisia herba alba</i>	3
Figure 02 : Rameau d' <i>Artemisia herba alba</i>	5
Figure 03: Feuilles d' <i>Artemisia herba alba</i>	5
Figure 04: Racines d' <i>Artemisia herba alba</i>	6
Figure 05 : Individu d' <i>Artemisia campestris L.</i>	8
Figure 06 : Tiges d' <i>Artemisia campestris L.</i>	9
Figure 07: Germination des graines d'Haricot et du Pois	12
Figure 08 : Localisation des stations de récolté.....	22
Figure 09: Extraction des graines d' <i>Artemisia herba alba</i> et <i>Artemisia campestris L.</i>	24
Figure 10 : Graines d' <i>Artemisia herba alba</i> sous loupe binoculaire	25
Figure 11 :Préparation des solutions salines	26
Figure 12: Graines d' <i>Artemisia herba alba</i> et <i>Artemisia campestris L</i> dans boîte pétri.....	27
Figure 13 : Temps de latence d' <i>Artemisia herba alba</i>	30
Figure 14 : Temps de latence d' <i>Artemisia campestris</i>	31
Figure 15 : Taux final de germination d' <i>Artemisia herba alba</i>	32
Figure 16 : Taux final de germination d' <i>Artemisia campestris</i>	33
Figure 17 : Vitesse de germination des graines d' <i>Artemisia herba alba</i>	34
Figure 18 : Vitesse de germination des graines d' <i>Artemisia campestris</i>	34
Figure 19 : Cinétique de germination des graines d' <i>Artemisia herba alba</i>	36
Figure 20 : Graines germées d' <i>Artemisia herba-alba</i>	37
Figure 21 : Cinétique de germination des graines d' <i>Artemisia campestris</i>	38
Figure 22 : Graines germées d' <i>Artemisia campestris</i>	39
Figure 23 : Évolution des longueurs des feuilles (LF) et des racelles (LR) des plantules d' <i>Artemisia herba alba</i>	40
Figure 24 :Langueur de racelles et de feuilles des plantules d' <i>Artemisia campestris L.</i>	42

Liste des tableaux

	Pages
Tableau 01 : Classification systématique d' <i>Artemisia herba alba</i>	4
Tableau 02: Classification systématique d' <i>Artemisia campestris L.</i>	7
Tableau 03: Détails de la récolte des graines	23



Introduction



Introduction

Artemisia campestris L. est une plante aromatique et médicinale connue en Algérie sous le nom "Dgouft". Elle pousse de façon spontanée dans les zones arides et semi-arides. Les feuilles de cette espèce sont récoltées en été et utilisées dans la médecine traditionnelle en décoction pour leurs propriétés antispasmodiques, anti-inflammatoires, antirhumatismales, antimicrobiennes, vermifuges et antivenimeuses (LE FLOCK, 1983).

Artemisia herba alba Asso. est une espèce d'Afrique du Nord. En Algérie, elle pousse dans les régions steppiques. Elle se caractérise par une bonne valeur fourragère. Ses huiles essentielles possèdent des pouvoirs, antiseptiques, antibactériens et antifongiques, ce qui lui a conféré une application dans de nombreux domaines thérapeutiques et cosmétiques (AYAD, 2008).

La salinité du sol est l'un des stress abiotiques susceptibles d'affecter négativement la croissance et le développement des plantes (FAGHIR et *al.*, 2011). Ce phénomène s'accroît notamment dans les régions arides et semi arides, car les fortes évaporations accompagnées de l'irrégularité des précipitations font accumuler les sels en surface.

En Algérie, une grande partie des terres se caractérise par un climat aride et semi-aride et qui sont touchées par le phénomène de salinisation ; 3.2 millions d'hectares de terres sont affectées (HAMDY, 1995 in KHADER et ZITOUNI, 2017).

Dans ce travail, nous nous sommes intéressés à l'étude de l'effet du stress salin de trois sels largement abondants dans les steppes algériennes à savoir : le chlorure de sodium (NaCl), le chlorure de calcium (CaCl₂) et le sulfate de sodium (Na₂SO₄), sur la germination et la croissance des akènes d'*Artemisia herba-alba* et *Artemisia campestris*, récoltées respectivement, dans les zones de Ain Fares et Sidi M'hamed (Wilaya de M'sila).

L'objectif de ce travail est de : (i) évaluer l'effet stressant des trois sels sur la germination et la croissance des akènes des deux espèces, (ii) comparer les similarités et les variations du comportement des deux espèces en conditions de salinité, (iii) contribuer à la création d'une base de données sur la tolérance à la salinité des deux espèces dans les zones arides et semi- arides, afin de faciliter leur installation dans ces zones en tant que précieux fourrages et arbustes médicinaux.

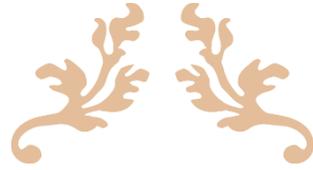
Pour la réalisation de ce travail, ce mémoire a été subdivisé en trois chapitres :

Chapitre I : une synthèse bibliographique qui porte sur des généralités sur les deux espèces, ainsi que une revue bibliographique sur la germination et le stress salin chez les plantes ;

Chapitre II : consacré à la partie expérimentale, dans laquelle nous avons exposé le matériel utilisé et méthodes suivies ;

Chapitre III, consacré aux résultats obtenus et leur discussion

En fin, nous terminons par une conclusion qui souligne les résultats importants de ce travail et ouvre des perspectives en vue d'approfondir nos connaissances sur ces taxons en Algérie.



Chapitre 1 : Synthèse bibliographiques



I. Présentation des deux espèces

Le genre *Artemisia* appartient à la famille des Astéracées ; cette dernière constitue la plus vaste famille de phanérogames, avec 1530 genres et plus de 23000 espèces. Les astéracées peuvent se rencontrer sur toute la surface du globe. Néanmoins, elles sont particulièrement diversifiées dans les régions sèches, comme le Bassin Méditerranéen, l'Afrique australe, le Mexique et le Sud-ouest des Etats-Unis et les régions arides d'Amérique du sud (OZENDA, 1983).

Selon OZENDA (1983), la famille des Astéracées est définie par deux caractères (i) groupement de fleurs en capitules et (ii) soudure des étamines par leurs anthères.

1-*Artemisia herba alba* Asso

L'armoise blanche (*Artemisia herba alba* Asso) une espèce de la famille d'Astéracée, c'est un petit buisson de 20 à 80 cm de hauteur, il se reconnaît à ses tiges hérissées de petites feuilles charnues et pubescente mais surtout à sa forte odeur (Figure 1). Les caractéristiques morphologiques et physiologiques en font que cette espèce soit bien adaptée aux conditions climatiques sèches. Le dimorphisme saisonnier de ses feuilles permet de réduire la transpiration de surface et ainsi d'éviter les pertes d'eau.



Figure 01 : Individu d'*Artemisia herba alba*, région de Guernini (Djelfa), 2022

1-1-Classification d'*Artemisia herba-alba*

Selon ASSO (1779) et OZENDA (1958), l'espèce *Artemisia herba alba* est classée selon le tableau ci-dessous (Tableau 01) :

Tableau 01 : Classification biologique d'*Artemisia herba alba*.

Règne	Planta
Sous règne	Tracheobionta
Embranchement	Spermatophyte
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Astéride
Ordre	Asterales
Famille	Astéraceae
Sous famille	Asteroideae
Genre	<i>Artemisia</i>
Espèce	<i>A. herba-alba</i>
Nom scientifique	<i>Artemisia herba alba</i> Asso

1-2-Nomenclature

Selon OZENDA (1977) :

❖ Nom français

- Armoise blanche.
- Thym des steppes.
- Absinthe des steppes.

❖ Nom Anglais

- Wormwood.

❖ Nom Arabe

- Chit.
- Ifsi.
- Zézzaré. (QUEZAL et SANTA, 1963 ; DEYSSON, 1976).

1-3-Description de l'espèce

L'armoise blanche est une herbe ligneuse, sauvage, vivace, à odeur parfumée. Dans certaines régions, la plante est appelée absinthe pour la distinguer du reste des espèces d'armoises.

Ses fleurs sont délicates, hermaphrodites, tubulaire, compactes, floues, à cupule nue, corolle compacte inclinée vers l'ovule, son épi d'inflorescence en forme de capillaires, homogène sessile, hétérogamétique.

▪ Rameau

L'armoise blanche est une plante herbacée à tiges ligneuse et ramifiées, très feuilles avec une souche épaisse (Figure 02), La plante reste basse pendant l'hiver, tandis que les branches s'allongent à début du printemps. (QUEZAL et SANTA,1962, 1963) .



Figure 02 : Rameau d'*Artemisia herba alba* (photo prise dans la région de Djelfa : 2022) G × 0

▪ Feuilles

Les feuilles végétatives (d'hiver) sont longues, pétiolées, de forme presque ovale, lobées en lobes linéaires, tandis que les feuilles d'été sont beaucoup plus petites que celles d'hiver, et leurs lobes et leur taille diminuent vers le haut de la plante jusqu'à ce qu'elles deviennent écailleuses (Figure 03). L'inflorescence est une grappe allongée, ses branches sont des têtes solides et oblongues, contenant chacune 2 à 4 fleurs. (QUEZAL et SANTA, 1962, 1963).



Figure 03: Feuilles d'*Artemisia herba alba* (photo prise dans la région de Djelfa : 2022)G :0

▪ Racine

Les racines d'armoise blanche sont des coins à partir desquels les racines secondaires se propagent très densément dans la couche superficielle du sol à une profondeur de 5 à 25 cm. Certaines des racines secondaires s'étendent horizontalement jusqu'à 55 cm à une profondeur proche de la surface de la terre, mais elles s'approfondissent en diagonale ou presque verticalement vers le bas pour atteindre une profondeur de 45 à 50 cm. D'autres racines denses des troisièmes, quatrièmes et autres ordres sont ramifiées à partir des racines secondaires.

Elle se présente sous forme d'une racine principale, ligneuse et épaisse, bien distincte des racines secondaires et qui s'enfonce dans le sol tel un pivot (Figure 04). La racine pénètre profondément jusqu'à 40 à 50 centimètres et ne se ramifie qu'à cette profondeur (AIDOUD, 1983).



Figure 04: Racines d'*Artemisia herba alba* (photo prise dans la région de Djelfa : 2022) G × 0

▪ Fleurs

Les fleurs sont groupées en grappes, à capitules très petites (1,5 à 3mm) et ovoïdes. L'involucre est à bractées imbriquées, les externes orbiculaires et pubescentes. Le réceptacle floral est nu avec 2 à 5 fleurs jaunâtres par capitule toutes hermaphrodites (POTTIER, 1981).

▪ Fruit

Les fruits sont des akènes (GHRABI *et al.*, 2005), et groupés en grappes (KHIREDDINE, 2012).

1-4-Aire géographique

Artemisia herba-alba est une espèce caractéristique des zones arides du bassin méditerranéen (SALIDO *et al.*, 2004). Au nord de la Méditerranée elle est relativement abondante dans la Péninsule Ibérique, principalement dans le Centre, l'Est et le Sud-est de l'Espagne (VALLES, 1987) et se raréfie dans le sud de la France (JULVE, 2015). En Afrique du Nord, *Artemisia herba-alba* occupe des immenses étendues dans les zones arides et semi-arides des pays du Maghreb (Algérie, Maroc et Tunisie) et s'étend à l'Est vers la Lybie et l'Égypte (QUEZEL *et al.*, 1963).

1-5-Habitat

Cette espèce occupe les lits d'oueds et dépressions à fond sablo argileux.

1-6-Période fructification

La floraison et fructification se fait durant la période entre décembre et février.

1-7-Intérêts

L'armoise blanche est une plante très aromatique. Elle est utilisée dans plusieurs domaines :

- **Alimentation** : Elle est utilisée pour aromatiser les cafés.
- **Pharmacopée** : Ses feuilles, en infusion, macération ou bouillies sont largement utilisées pour l'ensemble des troubles digestifs et contre les rhums. Elles sont encore utilisées en cataplasme pour traiter les varioles.
- **Pastoralisme** : Plante broutée par les ovins, caprins et camelins.

2-*Artemisia campestris* L

2-1-Classification biologique

Selon CARATINI (1971), l'espèce *Artemisia campestris* L. est classée dans le tableau suivant (Tableau 2):

Tableau 2: Classification systématique d'*Artemisia campestris* L

Règne	Plantae
Sous règne	Tracheobionta
Embranchement	Spermatophyta
Sous Embranchement	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous classe	Asteridae
Ordre	Asterales
Famille	Asteraceae
Sous famille	Asteroideae
Tribu	Anthemideae
Sous tribu	Artemisiinae
Genre	<i>Artemisia</i>
Espèce	<i>Artemisia campestris</i> L

2-2-Nomenclature

Selon (OZANDA, 1977) :

❖ Nom français

- Armoise champêtre.
- Armoise des champs.
- Armoise rouge.

❖ Nom anglais

- field wormwood
- field sagewort

❖ Nom arabe

- Dgoufte.
- Tgouftallala (GHRIB, 2009)

2-3-Description de l'espèce

Artemisia campestris. est un sous-arbrisseau vivace, qui peut atteindre 30-150 cm de hauteur, avec des tiges ramifiées et ascendantes qui d'une forme panicule (Figure 5, 6). Il est généralement brunâtre rouge et glabre, et acquiert une forme lignifiée dans la partie inférieure.



Figure 5 : Individu d'*Artemisia campestris* L (photo prise dans la région de Guernini – Djelfa, 2022).

L'armoise des champs est une herbacée indigène avec des formes très variables. Les plantes sont des bisannuelles ou des vivaces à courte durée de vie et produisent 1 à plusieurs tiges (BARE et JANE, 1979). Les tiges proviennent d'un caudex ligneux (CRONQUIST, 1991).



Figure 06 : Tiges d'*Artemisia campestris* L

2-4-Feuilles

Les feuilles sont vertes ou vert- brunâtre, divisées en fines lanières, feuilles deux fois divisées, les supérieures sessiles, les inférieures pétiolées (BAYKANEREL, 2011).

Les feuilles basales sont serrées et mesurent de 0,8 à 4 pouces (2 à 10 cm) de long sur souvent moins de 2 mm de large. Les feuilles basilaires peuvent persister ou non. La pilosité des feuilles varie de glabre à densément villose. Les feuilles caulinaires sont plus petites et ont une dissection moins prononcée que les feuilles basilaires (GLEASON,1991; LACKS *et al.*, 1991).

2-5-Fleurs

Les fleurs jaunâtres sont réunies en de nombreux capitules très petits, ovoïdes ; involucre et réceptacle glabres, fleurs du centre du capitule stériles ou hermaphrodites, celles de la périphérie généralement unisexuées et femelles, étamines à anthères prolongées en pointe à leursomme (OZANDA ,1977).

L'armoise des champs produit 5 à 20 rayons et 6 à 40 fleurs en forme de disque, mais seules les fleurs à rayons sont fertiles. La floraison a lieu du mois d'aout au mois d'octobre (BARE et JANET ,1979).

2-6-Fruits

Les fruits sont des akènes mesurant environ 0,8mm de long et dépourvus de pappus (BARE et JANET, 1979).

SHIPLEY et PARENT (1991), rapportent que les graines pèsent environ 0,003 g, sur la base d'une moyenne d'au moins 25 graines.

2-7-Aire géographique

Artemisia campestris est répartie dans les régions arides, semi-arides et les zones tempérées. Elle se trouve dans l'hémisphère nord précisément en Europe, l'Asie (DERRADJI-HEFFAF, 2013; TRIKICHE et SEHAILIA, 2016), et le nord d'Afrique, comme l'Algérie (REBBAS et al., 2014), et le Maroc (DIB et al., 2016). L'espèce existe aussi dans l'Afrique du sud et dans l'ouest de l'Amérique du sud (MAMY, 2008).

2-8-Intérêt

Artemisia campestris est une plante utilisée depuis longtemps dans la médecine traditionnelle pour traiter plusieurs maladies :

En usage local, *Artemisia campestris* est utilisée pour traiter les troubles digestives, les ulcères et les douleurs menstruelles (VALANT-VETSCHERA et al., 2003). Elle est également utilisée dans le traitement de diabète (WATSON et al., 2000).

La partie aérienne est utilisée dans le traitement de brûlures, de la diarrhée, les morsures de serpents, les piqûres de scorpions, l'eczéma, la gastroentérite, la dysenterie, le rhumatisme. Elle est utilisée également pour traiter les infections urinaires, la fièvre et la toux (GHLISSI et al., 2016).

Artemisia campestris L est utilisé dans le traitement de fébrifuge, vermifuge et comme agent Anticancer, anti-tumeur (DOB et al., 2005).

En plus de son utilisation traditionnelle, *Artemisia campestris L* possède des nombreuses propriétés biologiques, parmi lesquelles on peut citer :

La partie aérienne d'*Artemisia campestris* possède des activités antioxydants significatives en effet, cette plante est riche en composés dotés d'une activité antioxydants tels que : les flavonoïdes, les polyphénols et les tanins. Ces différents constituants exercent des actions antioxydants (SEFI et al., 2010).

De plus, *Artemisia campestris L* contient des propriétés antibactériennes et antifongiques.(BEN SSASI et al., 2007).

Cette plante possède aussi d'autres activités comme: effets cytotoxiques, insecticide, antipoison, anti venimeux, antidiabétique (DJERIDANE et al., 2007).

II. Germination

2-1-Définition

Plusieurs auteurs ont défini la germination comme :

- L'étape par laquelle une semence en vie ralentie "se réveille" et donne naissance à une plantule. Ce passage met en jeu des mécanismes physiologiques complexes. C'est l'ensemble des processus qui vont du début de la réhydratation de la graine à la sortie de la radicule, l'évolution des étapes suivantes constitue un phénomène de croissance (BOUZID,2021).
- La reprise active de la croissance de l'embryon après une période de repos. Le processus engendre la création d'une jeune plante dont la croissance se poursuivra au cours de la saison (COLBERT, 2008).
- Le phénomène qui caractérise le passage d'une graine, d'un grain de pollen, d'une spore, d'un état de vie ralentie à un état de vie active (MAROUF et REYNAUD, 2007).
- Le passage de l'état de vie ralentie à l'état de vie active, que les réserves qui jusqu'à l'assuraient le métabolisme résiduel de l'embryon vont être activement métabolisées pour assurer la croissance de la plantule (JEAM et *al.*, 1998).
- Une période transitoire au cours de laquelle la graine qu'était à l'état de vie latente,manifeste une reprise des phénomènes de multiplication et d'allongement cellulaire (DEYSSON, 1967).

2-2-Phases de la germination

Les principales étapes de la germination sont les suivantes :

❖ Imbibition

L'eau est d'abord absorbée par les ouvertures naturelles de la graine, puis diffusée à travers ses tissus (COLBERT, 2008). Les cellules de la graine deviennent turgescentes, La graine grossit en volume et devient perméable à l'oxygène et au dioxyde de carbone (NIVO, 2005).

❖ Accroissement des activités métaboliques

À la suite de l'hydratation, sous l'effet de la dilatation de la graine, les téguments s'ouvrent, et l'embryon subit des changements métaboliques qui réamorcent sa croissance (NIVOT, 2005). Il y a une activité enzymatique et une augmentation des taux de respiration et d'assimilation (WILLAN, 1992). Cette activité permet l'hydrolyse de l'amidon, des lipides et des produits en substances directement assimilables par l'embryon comme les sucres et les acides gras (ELHASSANI et PERSOONS, 1994).

❖ Croissance de l'embryon et l'émergence des plantules

La synthèse de nouvelles molécules donne lieu à une augmentation en taille de l'embryon jusqu'à ce que ce dernier émerge de la graine. Le premier organe à émerger est la radicule qui constitue la racine embryonnaire. S'ensuit l'émergence de l'épicotyle et des cotylédons, qui constituent la partie aérienne de la plantule (NIVOT, 2005 ; HOAREAU, 2012).

2-3-Types de germination

Chez les phanérogames, selon le type de croissance de la plantule, on distingue deux types de germination (Figure 7) :

✚ Germination épigée

La germination épigée caractérisée par un soulèvement des cotylédons hors du sol car il y a un accroissement rapide de la tigelle le premier entre-nœud donne l'épicotyle, et les premières feuilles, au-dessus de cotylédons sont les feuilles primordiales (AMMARI, 2011).

✚ Germination hypogée

La graine reste dans le sol, la tigelle ne se développe pas et les cotylédons restent dans le sol (AMMARI, 2011).

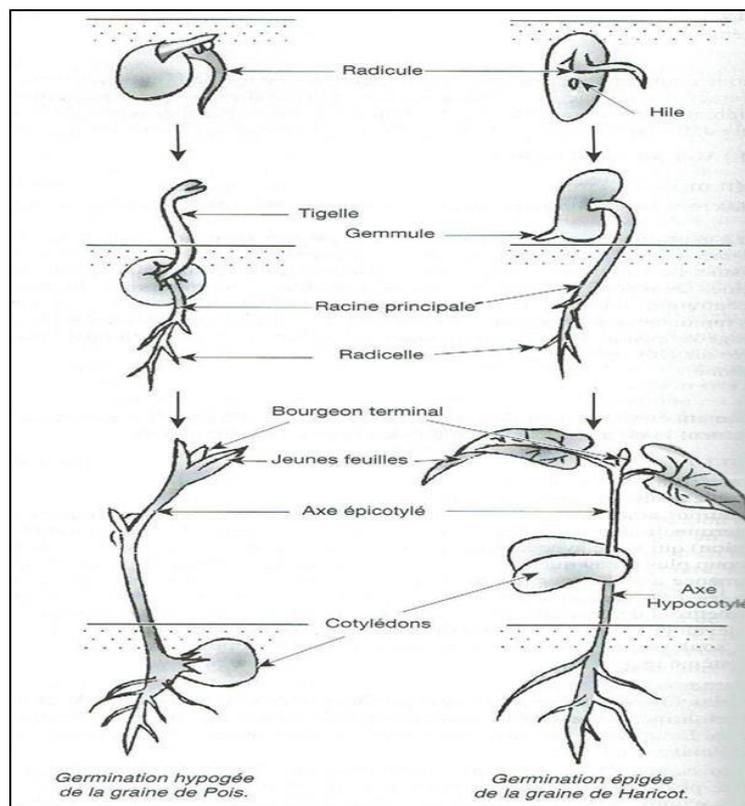


Figure 7 : Germination des graines d'Haricot et du Pois (MAROUF et REYNAUD,2007).

2-4-Conditions de la germination

La germination n'est possible que si certaines conditions sont réunies ; les unes intrinsèques et liées à l'état de la semence, les autres extrinsèques et en rapport avec le milieu ambiant (GUYOT, 1978).

2-4-1-Conditions intrinsèques de la germination

❖ Maturité de la graine

On distingue deux étapes dans la maturation de la graine, (DANIEL, 1992) :

- **Maturation morphologique** : Elle correspond à la mise en place des éléments constitutifs de la graine. En général la graine ne peut pas encore germer après cette maturation.
- **Maturation physiologique** : Elle est caractérisée par l'intervention de changements indispensables à la germination.

❖ Âge de la graine

D'une façon générale, le pouvoir germinatif, exprimé par le pourcentage des semences germées dans les conditions les plus favorables, diminue avec l'âge des semences (DANIEL, 1992).

2-4-2- Conditions extrinsèques de la germination

La graine exige la réunion de conditions extérieures favorables à savoir l'eau, l'oxygène, et la température (SOLTNER, 2001).

❖ L'eau

Elle est indispensable, car c'est elle qui déclenche le processus de germination (DANIEL, 1992).

❖ L'air (oxygène)

L'étude du processus de germination indique une augmentation importante des échanges gazeux dus à la respiration (DANIEL, 1992).

❖ La température

La température a deux actions; soit directe par l'augmentation de vitesse des réactions biochimiques, c'est la raison pour laquelle il suffit d'élever la température de quelques degrés pour stimuler la germination (MAZLIAK, 1982), soit indirect par l'effet sur la solubilité de l'oxygène dans l'embryon (CHAUSSAT et LEDEUNEF, 1975).

La température agit fortement sur la germination puisque, pour chaque espèce, il existe un minimum, un maximum et un optimum de température pour la germination. Selon MEDJOURI et LAIB (2016), on distingue :

- **Espèces microthermiques** : En région tempérée, ces espèces germent à des températures assez basses, leur optimum est compris entre 2 et 13 °C.

- **Espèces macrothermiques** qui ont des besoins élevés en chaleur pour leur germination, leur optimum est compris entre 25 et 40 °C.
- **Espèces Eurythermiques** qui sont assez indifférentes à la température, leur optimum est compris entre 0 et 35 °C, elles germent à peu près toute l'année.

❖ La luminosité

En fonction de l'exigence à la luminosité, les semences sont classées en trois catégories (COME, 1970; MEDJOURI et LAIB, 2016) :

- **Semences à photosensibilité positive** : Leur germination est favorisée par la lumière blanche. En effet 70% des espèces ont des semences de ce type.
- **Semences à photosensibilité négative** : Leur germination est inhibée par la lumière blanche et favorisée par l'obscurité. Elles représentent 25% des espèces.
- **Semences indifférentes à la lumière** : Elles germent aussi bien à l'obscurité qu'à la lumière du jour.

Les valeurs optimales de ces différents facteurs varient considérablement selon les espèces, et il existe fréquemment des interactions entre eux (WILLAN, 1992). Cependant tous ces facteurs écologiques n'agissent pas séparément sur une graine mais ce sont leurs interactions qui influencent la germination, (EL HASSANI et PERSOONS, 1994).

2-5- Obstacles de la germination

Si une graine n'a pas pu germer cela peut être lié aux conditions extérieures où bien de la graine elle-même.

2-5-1-Quiescence

C'est l'impossibilité de germer parce que les conditions extérieures ne sont pas favorables (absence d'eau, température trop basse ou trop élevée, absence d'oxygène), (BAILLY, 2014).

Les obstacles de la germination ce sont tous les phénomènes qui empêchent la germination (MAZILAIK, 1982). Lorsque les graines arrivées à maturité et sont placées dans des conditions optimales de température, d'humidité et d'oxygénation pour leur croissance et qu'elles ne germent pas, sont des graines dites « dormantes », et leur dormance peut concerner soit le tégument on parle alors à l'inhibition tégumentaire, soit l'embryon, on parle alors de dormance embryonnaire (SOLTNER et *al.*, 2001).

2-5-2-Dormance

C'est l'impossibilité de germer (ou mauvaise germination) même quand les conditions extérieures sont apparemment favorables (BAILLY, 2014). La dormance est causée par des processus physiologiques ou contraintes mécaniques de la graine.

La dormance est un mode de résistance contre l'extinction d'une espèce, si une perturbation exceptionnelle détruit l'ensemble des parties végétatives, la levée de dormance des semences permet l'exploitation du milieu si les conditions sont favorables (CROSAZ, 1995).

2-5-2-1-Types de dormance embryonnaire

Dans ce cas, les inaptitudes à la germination résident dans l'embryon et constituent les véritables dormances, L'embryon peut être dormant au moment de la récolte des semences on appelle « dormance primaire », Dans d'autre cas, l'embryon est capable de germer mais il perd cette aptitude sous l'influence de divers facteurs défavorables à la germination on parle alors de « dormance secondaire », (CHAUSSAT et LEDEUNEF, 1975).

❖ Inhibitions tégumentaires

Les dormances tégumentaires peuvent provenir : d'une imperméabilité à l'eau ou à l'oxygène ou aux deux, c'est le cas des « graines dures » (SOLTNER, 2001).

La levée de l'inhibition tégumentaire des graines constitue un facteur adaptatif important pour la survie de l'espèce, puisqu'elle permet le maintien d'un stock de graine et leurs viabilités dans le sol.

D'après MAZLIAK (1982), les inhibitions tégumentaires peuvent être facilement définies par :

- Les semences ont des enveloppes totalement imperméables à l'eau.
- Les enveloppes séminales ne sont pas suffisamment perméables à l'oxygène.
- Des enveloppes trop résistantes pour que l'embryon ne puisse les rompre.

❖ Inhibitions Chimiques

Les inhibitions chimiques sont certainement plus rares dans les conditions naturelles, Leurs nature exacte reste généralement inconnue, car elles n'ont pas souvent été isolées (MAZLIAK, 1982).

III. Stress

3-1-Définition

Le stress est un ensemble de conditions qui provoque des changements des processus physiologiques résultant éventuellement en dégâts, dommages, blessures, inhibition de croissance ou de développement (MENACER et *al.*, 2007).

Selon DUTUIT et *al.* (1994) , Le stress est le dysfonctionnement (rupture d'un équilibre fonctionnel) produit dans un organisme ou dans un système vivant, par exemple par une carence. On appelle stress toute pression dominante exercée par un paramètre, perturbant le fonctionnement habituel de la plante. Par ailleurs, la réponse du végétal dépend, entre autres, de ces paramètres environnementaux, "le type de contrainte, son intensité et sa durée" et génétiques "espèce et génotype (HOPKINS, 2003).

Au niveau d'un écosystème par exemple, toute contrainte externe qui limite la productivité en deçà de la potentialité génétique d'une plante peut être considérée comme stress (GRIME, 1979).

3-2-Types de stress

On distingue deux grandes catégories de stress dans la nature :

- **Stress Biotiques** : causés par des organismes vivant (champignons, bactéries, virus, nématodes, insectes, etc.) (MARION, 2016).
- **Stress Abiotiques** : causés par des facteurs environnementaux tels que la sécheresse, le gel, les déficiences en nutriment, le vent, etc. (MARION, 2016).
- **Stress salin** : défini comme une concentration excessive en sel. Le terme stress salin s'applique surtout à un excès des ions, en particulier Na^+ et Cl , (HOPKINS, 2003).
- **Stress hydrique**: c'est une forte concentration saline dans le sol est tout d'abord perçue par la plante comme une forte diminution de la disponibilité en eau. Cela nécessite un ajustement osmotique adapté, afin que le potentiel hydrique cellulaire demeure inférieur à celui du milieu extracellulaire et à celui du sol. Ce phénomène assure d'une part, la poursuite de l'absorption de l'eau du sol, et d'autre part, la rétention de l'eau intracellulaire et le maintien de la turgescence. Lorsque l'ajustement osmotique n'est pas suffisant, l'eau a tendance à quitter les cellules, ce qui provoque un déficit hydrique et la perte de la turgescence (LEVIGNERON et *al.*, 1995).
- **Stress thermique** : provoqué par la température ; c'est un facteur le plus limitant et qui conditionne la production et la croissance des plantes (HOPKINS, 2003).

- **Stress ionique** : en dépit d'un ajustement osmotique correct, la toxicité ionique survient lorsque l'accumulation de sels dans les tissus perturbe l'activité métabolique, (LEVIGNERON et *al.*, 1995).
- **Stress nutritionnel** : des concentrations salines trop fortes dans le milieu, provoquent une altération de la nutrition minérale, en particulier vis-à-vis des transporteurs ioniques cellulaires. Le sodium entre en compétition avec le potassium et le calcium, et le chlorure avec le nitrate, le phosphore et le sulfate (LEVIGNERON et *al.*, 1995).

3-3-Généralités sur la salinité et les sols salés

3-3-1- Salinité

3-3-1-1-Définition

Plusieurs auteurs ont défini la salinité des sols et des eaux comme étant la présence de concentration excessive de sels solubles, ou lorsque les concentrations en Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} sous formes de chlorures, carbonates, ou sulfates sont présentes en concentrations anormalement élevées (ASLOUM, 1990). La salinisation est le phénomène d'accumulation des sels solubles (en particulier de sodium) à la surface du sol et dans la zone racinaire, provoquant des effets néfastes sur les plantes qui induiront une diminution des rendements et une stérilisation du sol (MERMOUD, 2001).

3-3-1-2-Importance

La salinité joue un rôle important dans l'existence et la distribution des plantes (ABDELKADER et SALEH, 2002). À très faible concentration, certains sels présents à l'état naturel dans le sol sont absorbés comme éléments nutritifs par les végétaux. Cependant, à des concentrations plus élevées, les sels solubles peuvent empêcher les racines d'absorber l'eau et les éléments nutritifs (WIEBE et *al.*, 2001). À la différence des glycophytes qui ne sont pas capables de supporter la présence de sel, les halophytes poussent mieux sur un sol riche en sel (CALU, 2006).

3-3-1-3-Types

D'après CHERBUY (1991), la salinisation d'un milieu, implique la présence d'une source de sels qui peut être naturelle, dite salinisation primaire, et anthropique induite par des activités agricoles comme l'irrigation ou l'utilisation de certains types d'engrais que nous appellerons secondaire.

✚ **Salinité primaire (naturelle)**

La salinité primaire s'explique par l'accumulation de sels dans le sol ou d'eaux souterraines sur une longue période de temps en deux processus naturels : dégradation des roches salines et des apports éoliens de sels des mers et océans (CALVET, 2003).

✚ **Salinité secondaire (d'origine anthropique)**

La salinisation secondaire est le résultat des activités humaines qui modifient l'équilibre hydrologique du sol entre l'eau appliquée (irrigation ou de pluie) et de l'eau utilisée par les cultures (transpiration), (CALVET, 2003). Les causes les plus fréquentes sont :

- Le défrichement des terres et le remplacement de la végétation pérenne avec des cultures annuelles.
- L'utilisation des eaux d'irrigation riches en sel.
- Un drainage insuffisant et un système d'irrigation déséquilibré.

3-3-2- Sols salés (sols halomorphes)

3-3-2-1-Définition

Les sols salins sont naturellement présents sous tous les climats et sur tous les continents. Ils sont là où l'évaporation excède les précipitations pluviales de façon permanente ou temporaire, ils sont étroitement liés à une source de salinité d'ordre géologique (évaporites), hydrogéologique (eaux souterraines) ou hydrologique (eaux marines), (GIRARD et *al.*, 2005). Les sols salés sont ceux dont l'évolution est dominée par la présence de fortes quantités de sels solubles, ou par la richesse de leur complexe absorbant en ions, provenant de ces sels et susceptibles de dégrader leurs caractéristiques et propriétés physiques, en particulier leur structure. On parle en général de sol salé lorsque la concentration des solutions dépasse 0,5 g/l (ROBERT, 1996). Selon CALVET (2003), un sol est dit salé quand la conductivité électrique est supérieure à 4 dS/m.

3-3-2-2-Principaux sels solubles

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

- ✚ **Carbonates** : Les plus rencontrés sont le carbonate de sodium (Na_2CO_3), le bicarbonate de sodium (Na HCO_3), le carbonate de calcium (CaCO_3) et le carbonate de magnésium (MgCO_3), (MAHROUZ, 2013).
- ✚ **Sulfates** : Les plus fréquents sont, le sulfate de magnésium (MgSO_4), le sulfate de sodium (NaSO_4) et le sulfate de calcium (CaSO_4) (AUBERT, 1982).
- ✚ **Chlorures** : Principalement le chlorure de sodium (NaCl), le chlorure de calcium (CaCl_2) et le chlorure de magnésium (MgCl_2) ce sont les plus solubles et fortement toxiques (AUBERT, 1982).

3-4-Relation entre la salinité et la germination

3-4-1-Effet de la salinité sur la physiologie des plantes

La salinité est l'un des facteurs limitant pour la croissance des plantes. Les effets de la salinité sont : l'arrêt de la croissance, le dépérissement des tissus sous forme de nécroses marginales, suivi par une perte de turgescence, par une chute des feuilles et finalement par la mort de la plante (ZID, 1982).

Un excès de sel dans le protoplasme conduit à des modifications dans la balance ionique, des perturbations des enzymes, membranes et autres macromolécules. Ces perturbations entraînent une faible production d'énergie par la phosphorylation et la photorespiration, une assimilation de l'azote est perturbée, et un dérèglement de nombreuses voies métaboliques (UNGAR, 1982).

4-1-1-Effet sur la germination

La salinité agit également sur la germination en ralentissant sa vitesse, ce qui expose plus les semences aux risques (ZID, 1982).

Selon REJILI et *al.* (2006), les semences des glycophytes et des halophytes répondent de la même manière au stress salin, en réduisant le nombre total des graines germées et en accusant un retard dans l'initiation du processus de la germination. Parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence de sel, la variation de l'équilibre hormonal a été évoquée (DEBEZ et *al.*, 2001).

Bien que les halophytes possèdent une teneur très élevée en sel dans leurs tissus au stade adulte, leurs graines ne sont pas aussi tolérantes au sel au stade germination, (BELKHODJA et BIDAI, 2004).

Le stade germination est souvent limité par la salinité du sol et se montre le plus sensible que les autres stades (BOUDA et HADDIOUI, 2011).

Selon l'espèce, l'effet dépressif peut être de nature osmotique ou toxique (ISMAIL, 1990).

✚ **Effet osmotique** : La salinité inhibée l'absorption de l'eau, la mobilisation des réserves et leur transport vers l'embryon. Cependant il existe un seuil critique d'hydratation que l'embryon doit atteindre avant le démarrage des processus germinatifs (REJILI et *al.*, 2006).

✚ **Effet toxique** : Les effets toxiques sont liés à une accumulation cellulaire de sels qui provoquent des perturbations des enzymes impliquées dans la physiologie des graines en germination, empêchent la levée de dormance des embryons et conduisent à une diminution de la capacité de germination (REJILI et *al.*, 2006).

3-4-1-2-Effet sur la croissance et le développement

La salinité est une contrainte majeure qui affecte la croissance et le développement des plantes (BOUAOUINA et *al.*, 2000). Les effets de la salinité sur la croissance des plantes varient en fonction du type de salinité, de la concentration du sel, de l'espèce, de la variété, de l'organe de la plante, ainsi que de son stade végétatif (LEVIGNERON et *al.*, 1995).

Une grande partie des pertes de croissance est aussi attribuée à l'accumulation ionique au niveau des feuilles. Cette accumulation est alors capable de gêner et de troubler l'activité enzymatique et les processus métaboliques ainsi que les microstructures des feuilles. La croissance peut être freinée au milieu salin par un approvisionnement limité en éléments minéraux indispensables tels que le potassium (K^+) et les nitrates (NO_3^-) (BOIS, 2005).

3-5-Réponse des plantes face à la salinité

3-5-1-Mécanismes de résistance à la salinité

Les plantes développent plusieurs stratégies pour limiter le stress salin, qui diffèrent selon la catégorie de la plante (BERTHOMIEU et *al.*, 2003). Chez les plantes sensibles au NaCl, le Na^+ s'accumule dans les racines, puis exclu des feuilles, ces plantes sont dites « excluser ». A l'inverse, les plantes tolérant le NaCl, sont dites « incluser » car elles ont, en général, des feuilles plus chargées en Na^+ que les racines lorsqu'elles sont cultivées en présence de sel (HAOUALA et *al.*, 2007).

❖ Exclusion

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

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

❖ Inclusion

La plante retient le sel qui parvient aux feuilles au même titre que l'eau, par le mouvement ascendant de la sève dans les vaisseaux. A l'intérieur des cellules, le sel est alors stocké dans les vacuoles grâce à des systèmes de pompes moléculaires. Les vacuoles sont des compartiments fermés au sein de la cellule, le sel est ainsi isolé des constituants cellulaires vitaux (BERTHOMIEU et *al.*, 2003).

3-5-2-Mécanismes d'adaptation à la salinité

- **Adaptations morphologiques**

La succulence, qui se traduit par une accumulation d'eau dans les cellules constitutives des tissus des organes aériens, est l'un des caractères les plus communs aux halophytes. La succulence des cellules foliaires augmente, se traduisant par une augmentation de l'épaisseur des feuilles sont l'une des modifications qui apparaît de façon plus importante chez les espèces les plus tolérantes. On note de plus la réduction de la surface foliaire (RAACHE et KARBOUSSA, 2004).

- **Adaptations anatomiques**

Des modifications anatomiques apparaissent au niveau des différents organes lors d'un stress salin. Selon (POLJAKOFF, 1975), on observe des modifications du cortex qui, chez les halophytes est constitué de deux à trois couches de cellules seulement, ainsi qu'une diminution du diamètre de la stèle au niveau des racines du blé et chez la tige de la tomate, où le cortex devient épais alors que le nombre de vaisseaux conducteurs diminue.



Chapitre 2 : Matériels et méthodes



I. Objectif

Compte tenu de l'importance de la phase germinative des semences dans le déroulement des stades ultérieurs du développement de toute espèce végétale, notamment en zones arides et semi- arides, il s'avère indispensable d'étudier le comportement physiologique des espèces qui ont un rôle important dans le fonctionnement des écosystèmes, et d'évaluer leur tolérance en phase germinative vis-à-vis la salinisation.

À cet effet, l'objectif du présent travail est d'étudier l'effet de la salinité sur le comportement germinatif et post germinatif de deux espèces de la famille des Astéracées : *Artemisia herba alba* et *Artemisia campestris*.

II. Matériel

2-1-Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué des akènes germés d'*Artemisia campestris* et d'*Artemisia herba-alba*, récoltés dans des sacs en papier durant la fin du mois de janvier 2020 et le début de février 2021, dans deux stations situées dans les communes de Sidi M'hamed et d'Ain Fares (Wilaya de M'sila) (Figure 8).

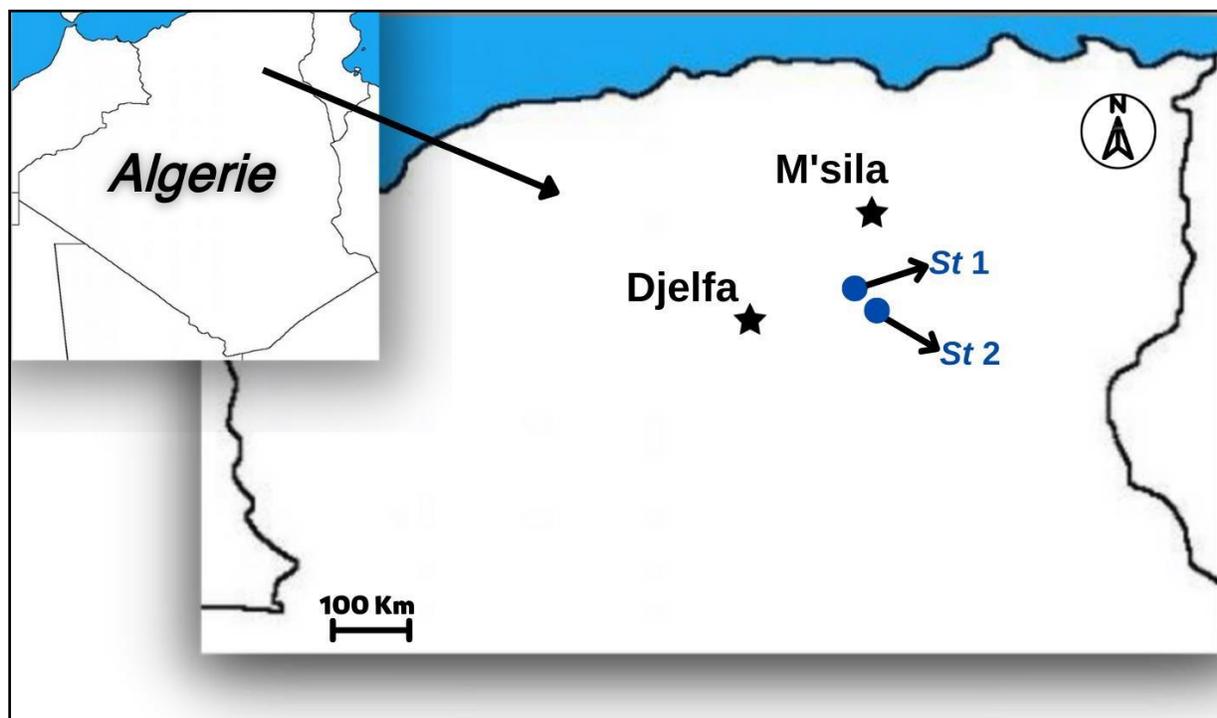


Figure 8 : Localisation des stations de récolté (St 1 : Sidi M'hamed, St 2 : Ain Fares)

Les données géographiques des deux stations de prélèvement sont consignées dans le tableau 3

Tableau 3: Détails de la récolte des graines

Espèces	Provenances	Coordonnées géographiques	Étage bioclimatique	Date de récolte
<i>Artemisia campestris</i> L	Sidi M'hamed, W. de Msila	34°53'14''N 4°13'25''E	Semi-aride inférieur	Février 2021
<i>Artemisia herba alba</i>	Ain Fares, W. de Msila	34°40'57''N 4°24'42''E	Semi-aride inférieur	Janvier 2020

2-2-Matériel utilisé sur le terrain et au laboratoire

2-2-1-Matériel utilisé sur terrain

- Appareil photos
- Sécateur
- Sacs en papier

2-2-2-Matériel utilisé au laboratoire

- Balance
- Boîtes de pétri
- Papier filtre
- Étiquette
- Béchers
- Filtre
- Chlorure de sodium (NaCl)
- Chlorure de Calcium (CaCl₂)
- Sulfate de Sodium (Na₂SO₄)
- Eau distillée
- Loupe binoculaire (G x 40)

III. Méthodes

3-1- Choix des stations de récolte des graines

Afin d'obtenir les graines nécessaires pour la réalisation de cette expérience, nous avons choisi la période où les graines sont mûres et prêtes à être collectées pour faire des sorties sur terrain.

Le choix des stations de récolte des graines a été fait en tenant compte de : l'accessibilité des stations, la disponibilité des graines et l'état sanitaire du peuplement.

Les échantillons ont été choisis au hasard à partir des individus sains et en bon état. Les inflorescences des différentes espèces ont été prélevées à l'aide d'un sécateur et préserver dans des sacs en papier.

3-2-Préparation des graines

3-2-1-Séchage

Les inflorescences fraîchement récoltées ont été étalés dans un endroit sec pendant 15 jours.

3-2-2-Extraction et nettoyage

Le nettoyage ou l'extraction des graines a été faite manuellement au lieu de l'adoption des techniques mécaniques qui selon (NEFFATI, 2008) peuvent provoquer des dommages à la graine (détérioration des téguments) qui les exposent à des infections fongiques. L'extraction manuelle consiste à débarrasser les akènes de toutes les impuretés qui leur sont attachées (Figure 9).



Figure 9: Extraction des graines d'*Artemisia herba alba* et *Artemisia campestris*.

3-2-3-Conservation des graines

Les graines ont été conservées dans des sacs en papier avec des étiquètes qui indiquent l'espèce, la provenance et la date de collecte jusqu'à l'utilisation.

3-3-Préparation des échantillons

3-3-1-Tri des graines

Pour les essais de germination, nous avons trié seulement les graines saines et intactes. Les graines visiblement attaquées par les champignons ont été éliminées. Cette opération a été faite à l'aide d'une loupe binoculaire (Figure 10).

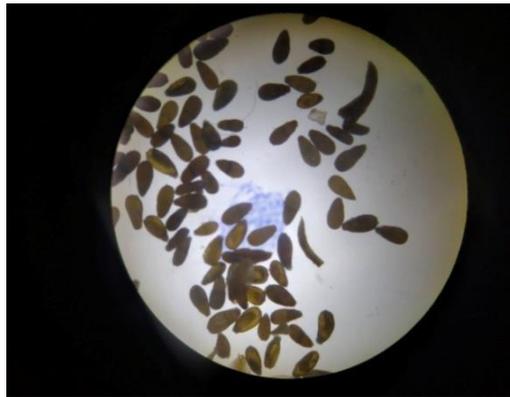


Figure 10 : Graines d'*Artemisia herba alba* sous loupe binoculaire. G \times 40

3-4-Traitements des graines en vue de leurs germinations

3-4-1-Préparation des solutions salines

Dans le cadre de ce travail, la salinité est représentée par trois types de sel : Chlorure de Sodium (NaCl), Chlorure de Calcium (CaCl_2) et Sulfate de Sodium (Na_2SO_4) comme des agents stressants. Nous avons préparé cinq différentes solutions salines pour chaque sel (50, 100, 150, 200, 250 mM) (Figure 11), avec un témoin qu'est de l'eau distillée (0 mM) .



Figure 11: Préparation des solutions salines.

3-4-2-Stérilisation des graines

Avant et durant toute l'expérience, le lieu de travail a été nettoyé et désinfecté, Les mains doivent être lavées avec du savon puis avec de l'eau de javel avant chaque manipulation, la désinfection des graines a été effectuée par trempage pendant 10 minutes dans une solution d'hypochlorite de sodium à 8%, puis rinçage (3 fois) à l'eau distillée.

3-4-3-Mise en germination des graines

Après désinfection, les graines sont placées dans des boîtes de Pétri de 9 cm de diamètre et 1,5 cm d'épaisseur contenant deux couches de papier filtre, Nous avons ajouté 4 ml d'eau distillée pour le témoin, et 4 ml de solutions préparées des différentes concentrations salines.

Dans chaque boîte nous avons mis 25 graines avec 4 répétitions ce qui est l'équivalent de 100 graines pour chaque traitement (Figure 12).

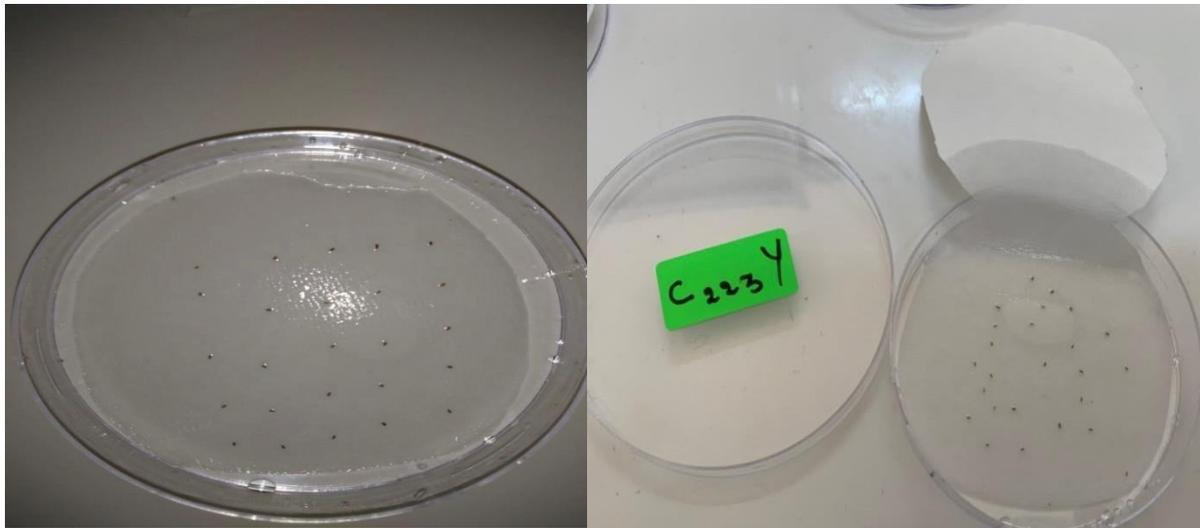


Figure 12: Graines d' *Artemisia herba alba* et *Artemisia campestris* dans des boîtes Pétri.G :0

Il faut laisser entre les graines un intervalle équivalent à 1,5 à 5 fois leur largeur ou leur diamètre, de façon à empêcher la prolifération des moisissures fongiques (FOLLIOU et THAMES, 1983).

La germination des graines a été effectuée dans la température du laboratoire et poursuivie pendant 20 jours.

Une lecture est réalisée tous les deux jours (nombre de graines germées dans chaque boîte pétri). Le critère de germination retenu correspond au moment où la radicule a percé les enveloppes. L'essai prend fin lorsqu'après deux comptages successifs aucune germination n'est enregistrée.

3-5-Méthodes d'expression des résultats

Les paramètres statistiques analysés sont :

3-5-1-Précocité de germination ou temps de latence (TL)

La précocité de germination, ou le temps de latence (TL) : signifie le début de la germination, est exprimé en jours.

En général, chaque espèce dispose d'une précocité de germination spécifique à sa nature (DADACH, 2016). Car même placée dans les mêmes conditions expérimentales, le début d'apparition de la radicule à travers la membrane n'aura pas lieu en même temps chez toutes les graines (RENARD et QUILLEC, 1975). Le temps de latence (TL) correspond à l'intervalle de temps entre le semis et les premières graines germées (AYARASSOU, 2011).

3-5-2-Taux final de germination (TG)

Le taux final de graines germées (TG) ou capacité de germination exprimé en % : Sur la base du nombre total de graines utilisées (Nt), nous calculons le pourcentage final ou maximum des graines germées (Ni) selon la relation :

$$TG = Ni \times 100 / Nt$$

Ce paramètre constitue le meilleur moyen d'identification des conditions environnementales qui présentent la limite physiologique de germination des graines (MARAGHNI *et al.*, 2010).

3-5-3-Vitesse de germination (VG)

La vitesse de germination, exprimée également par l'indice de vélocité, permet d'exprimer l'énergie de germination responsable de l'épuisement des réserves de la graine. C'est la variation dans le temps des taux de germination dès l'apparition de la première pointe de la radicule d'une ou des graines jusqu'à la stabilité de la germination, s'exprimant par le taux de germination obtenu à un moment donné (DADACH, 2016). Elle peut s'exprimer par différentes méthodes : parmi ces méthodes, le temps moyen de germination (TMG) qui se calcule de la façon suivante selon **Redondo-Gomez et al. (2007)** :

$$TMG = \sum i (Ni \times Di) / N$$

Où Ni : le nombre de graines nouvellement germées au temps i , Di : nombre de jours depuis le début du test de la germination, et N est le nombre total de graines germées

3-4-Cinétique de germination (CG)

La cinétique de germination est une courbe de germination qui décrit le déroulement de la germination du lot de semences considéré placé dans des conditions bien précises. Elle représente le plus souvent l'évolution des pourcentages de germination cumulés en fonction du temps. Cette cinétique est établie à partir des taux cumulés de graines germées ; c'est-à-dire la variation des taux de germination en fonction du temps exprimé en jour (DADACH , 2016).

Les courbes de germination donnent une idée complète de l'évolution de la germination d'un lot de semences placées dans des conditions déterminées (MGUIS *et al.*, 2011).

3-5-Mesure de la croissance en longueurs des plantules

Après 20 jours, les longueurs des parties aériennes (longueurs des feuilles : LF) et des racines (LR) des plantules sont mesurées à l'aide d'une règle graduée.

IV. Analyse statistique

Une analyse de variance à deux facteurs (ANOVA) a été réalisée à l'aide du programme Statistica (v6) pour tester les effets des sels (S), des concentrations (C) et de leur interaction ($S \times C$) sur les paramètres TL, TG, VG, LF et LR des deux espèces.

Une ANOVA à un seul facteur a été effectuée sur les paramètres TL, TG, VG, LF et LR afin de tester le comportement des deux espèces vis-à-vis les trois sels

Pour chaque ANOVA, un test de Bonferroni a été appliqué ($P < 0,01$) pour déterminer les groupes homogènes statistiquement.

Les courbes de cinétiques de germination (CG) et les histogrammes du taux final de germination (TG) ont été effectués à l'aide du programme Excel 2010.



Chapitre 3 : Résultats et discussions



I. Paramètres physiologiques

1-1-Temps de latence

- **Temps de latence d'*Artemisia herba-alba***

La figure 13 représente le temps de latence des graines d'*Artemisia herba alba* pour le lot témoin et les lots traités avec les différentes concentrations salines des trois sels. On observe que la germination commence à partir du 4^{ème} jour pour tous les lots, à l'exception de la concentration C4 du sel 1, où nous avons observé que la germination a commencé après le 5^{ème}.

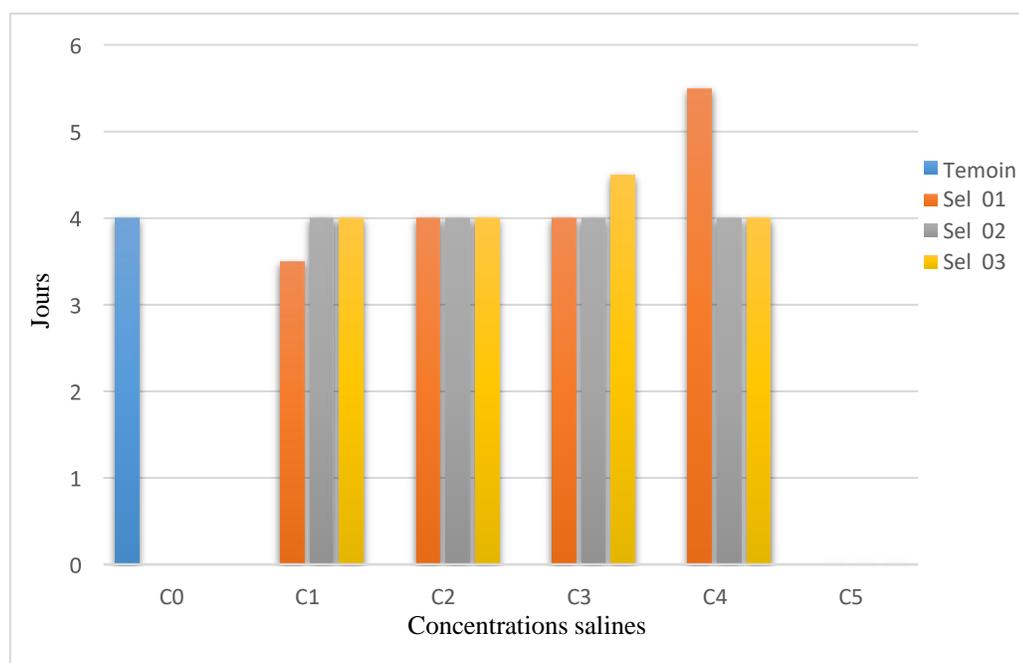
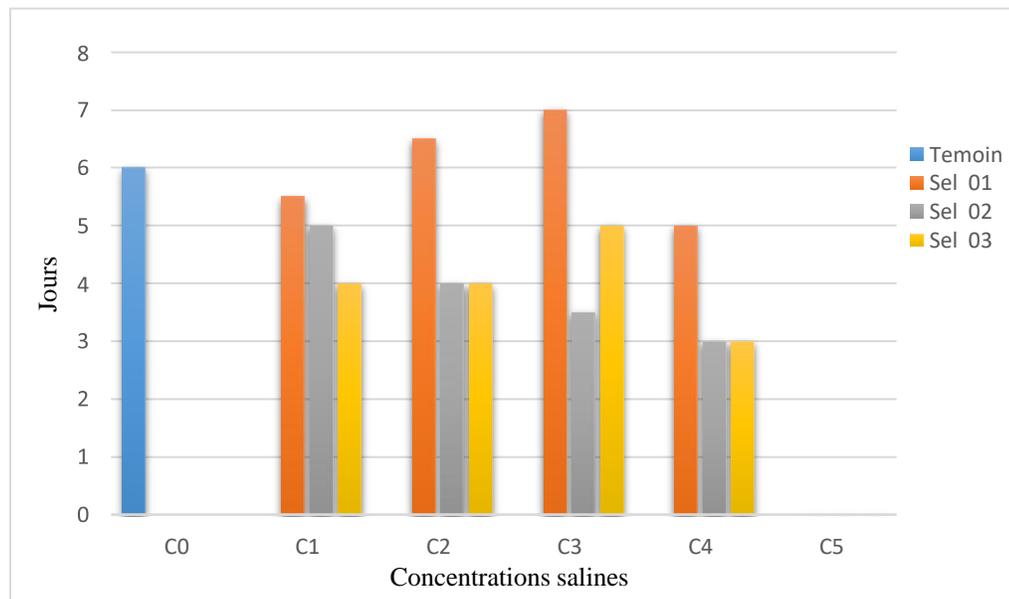


Figure 13 : Temps de latence d'*Artemisia herba alba*

- **Temps de latence d'*Artemisia campestris***

La figure 14 représente le temps de latence des graines d'*Artemisia campestris* sous la contrainte saline, On remarque que pour le lot témoin, le 6^{ème} jour correspond au début de germination. Cependant, pour le sel 1, le temps de latence varie entre le 5^{ème} et 7^{ème} jour et pour les sels 2 et 3, le déclenchement de germination varié entre le 3^{ème} et le 5^{ème} jour.

Figure 14 : Temps de latence d'*Artemisia campestris*

1-2-Taux de germination (TG)

○ Effet du stress salin sur taux de germination (TG) chez *Artemisia herba-alba*

L'effet du stress salin sur le taux de germination (TG) des graines d'*Artemisia herba alba* est illustré dans la figure 15. On observe que le TG varie entre 98 et 100% chez le lot témoin et les graines traitées par les concentrations C1, C2 et C3; excepté pour la C3 du sel 3 où nous avons enregistré une diminution du TG à 70%.

L'effet stressant des trois sels se manifeste clairement à partir de la concentration C4 (200mM/L) où des faibles taux de germinations sont enregistrés (27% pour le sel 1, 40% pour le sel 3 et 75 % pour le sel 2).

Pour les lots de grainés arrosés avec des solutions saline de concentration 250mM/L, nous n'avons observé aucune germination.

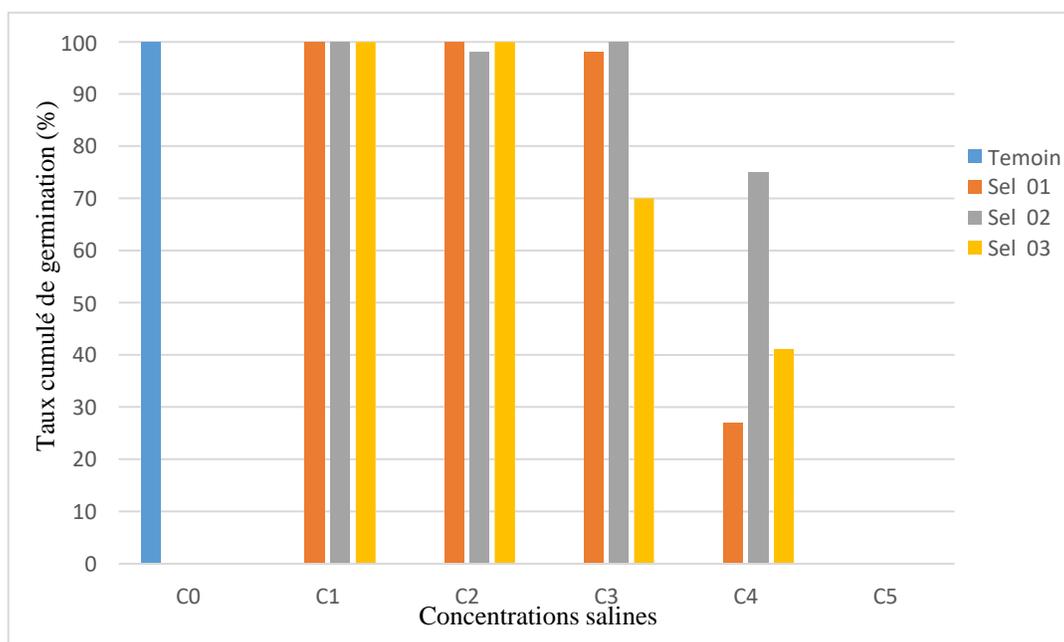


Figure 15 : Taux final de germination d'*Artemisia herba alba* sous l'effet de différentes concentrations salines des trois sels

○ **Effet du stress salin sur le taux de germination (TG) chez *Artemisia campestris***

L'examen de la figure 16, montre que le taux de germination des graines étudiées est notablement affecté par les traitements salins appliqués. Excepté pour les graines traitées avec de l'eau distillée où nous avons enregistré un TG maximal (100%), tous les échantillons ayant subi des traitements salins par les trois types de sels ont montré des taux de germination qu'ils varient entre 4 et 31 % pour les quatre concentrations salines (C1, C2, C3 et C4).

On remarque d'une manière générale que le sel 3 (Na_2SO_4) est le plus stressant pour *Artemisia campestris*, suivi par le sel 2 (CaCl_2), et en troisième position se trouve le sel 1 (NaCl).

Pour la concentration C5 (250Mm/L), nous n'avons observé aucune germination pour les trois sels.

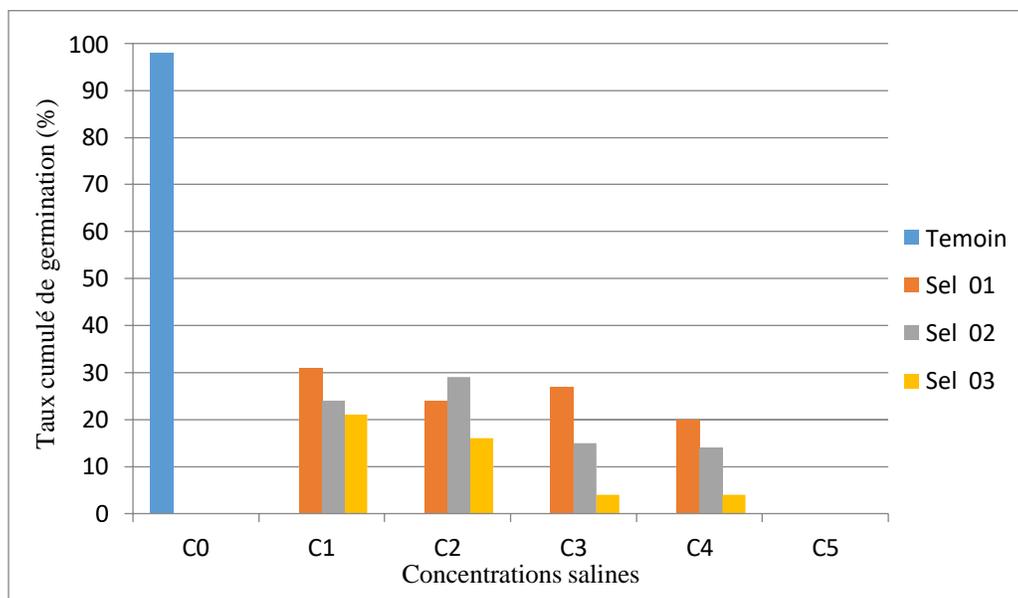
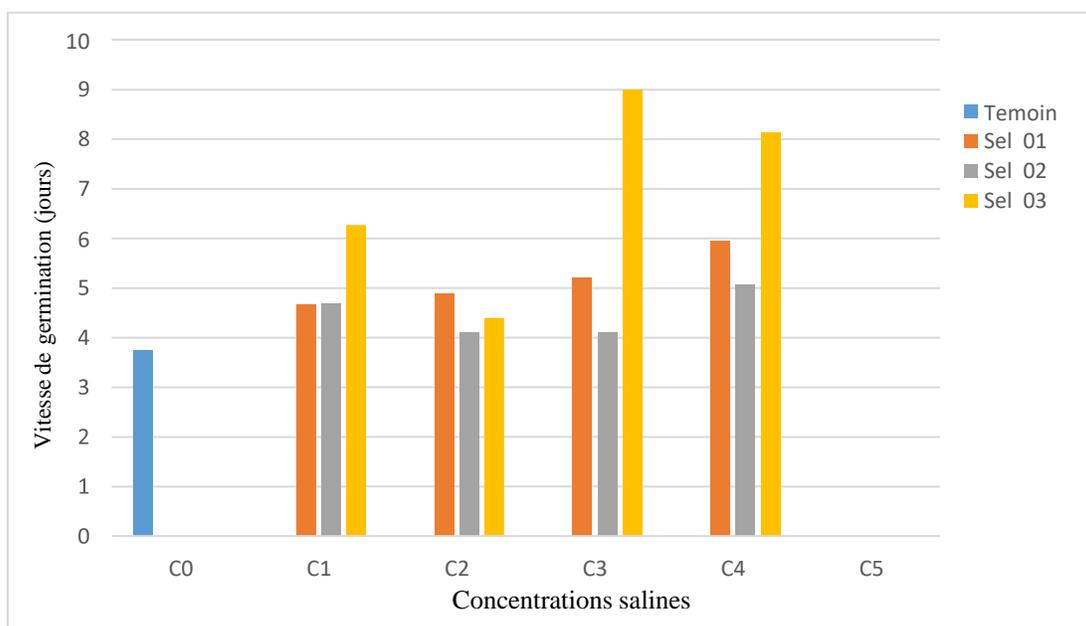


Figure 16 : Taux final de germination d'*Artemisia campestris* sous l'effet de différentes concentrations salines des trois sels

1-3-Vitesse de germination (VG) (en jours)

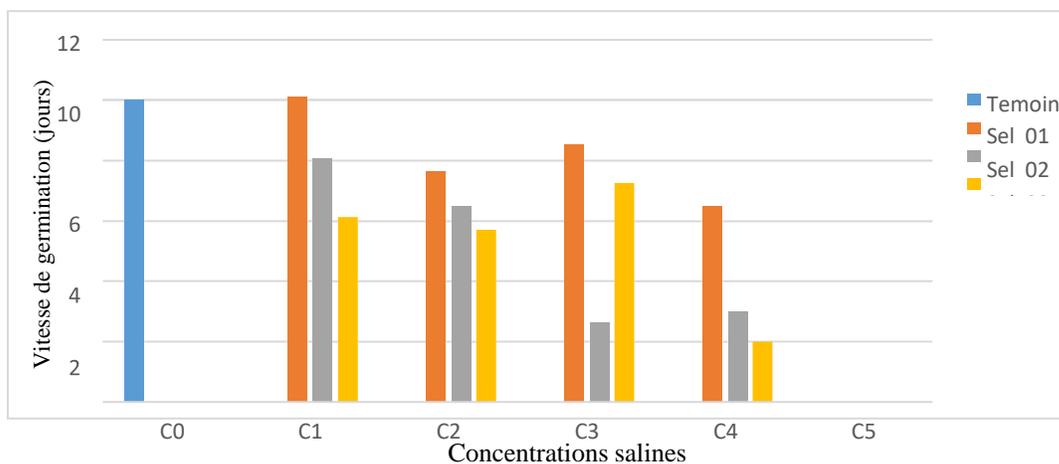
❖ Vitesse de germination d'*Artemisia herba alba*(en jours) :

La vitesse de germination est exprimée par le temps moyens de germination en jour. La figure 17 explique les variations de la vitesse de germination en fonction du stress salin sur les graines d'*Artemisia herba alba*. On constate que la vitesse de germination est lente chez le témoin (3,6 jours). En revanche, pour le reste des traitements, la vitesse de germination atteint des valeurs supérieures au lot du témoin et qui varient entre 4 et 9 jours. Toutefois, la vitesse de germination ne semble pas être affectée par les l'accroissement des concentrations salines notamment chez le sel 3.

Figure 17 : Vitesse de germination des graines d'*Artemisia herba alba*

❖ Vitesse de germination d *Artemisia campestris*

Les variations de la vitesse de germination en fonction du stress salin appliqué sur les graines d'*Artemisia campestris* sont représentées dans la figure 18. On constate que la vitesse de germination est maximale (9,8 à 10 jours) chez le témoin et C1 du NaCl. Par contre, pour les graines traitées avec des concentrations 100, 150, 200mMol/L, on constate que les valeurs de VG varient entre 2 et 8.2 jours pour les différents traitements salins. L'allure des histogrammes montre une diminution de ce paramètre avec l'augmentation des concentrations salines pour chaque type de sel.

Figure 18 : Vitesse de germination des graines d'*Artemisia campestris*

1-4-Cinétique de la germination

➤ *Artemisia herba-alba*

La cinétique de germination des graines d'*Artemisia herba-alba* est illustrée dans la figure 19 par les courbes de l'évolution des taux de germination pour chaque concentration saline. Pour les trois types des sels, on remarque que le déclenchement du processus de germination aura lieu à partir du 2ème jour pour le témoin C0 (0mM) et les trois traitements : C1 (50mM), C2 (100mM) et C3 (150mM), et atteint la capacité germinative maximale à partir du 16ème jour. L'effet du sel 3 est plus remarquable pour C3 qui est traduit par une faible évolution du taux de germination.

Pour les graines traitées par la concentration C4 (200mMol), on observe que la germination se déclenche à partir du 4ème jour et se stabilise après 16 jours à un de taux de 30% pour le sel 1 et 40% pour le sel 3. Au contraire, pour le sel 2, nous observons une légère augmentation avec 75% du taux de germination.

Concernant le traitement C5 (250mM), aucune germination n'a été enregistrée.

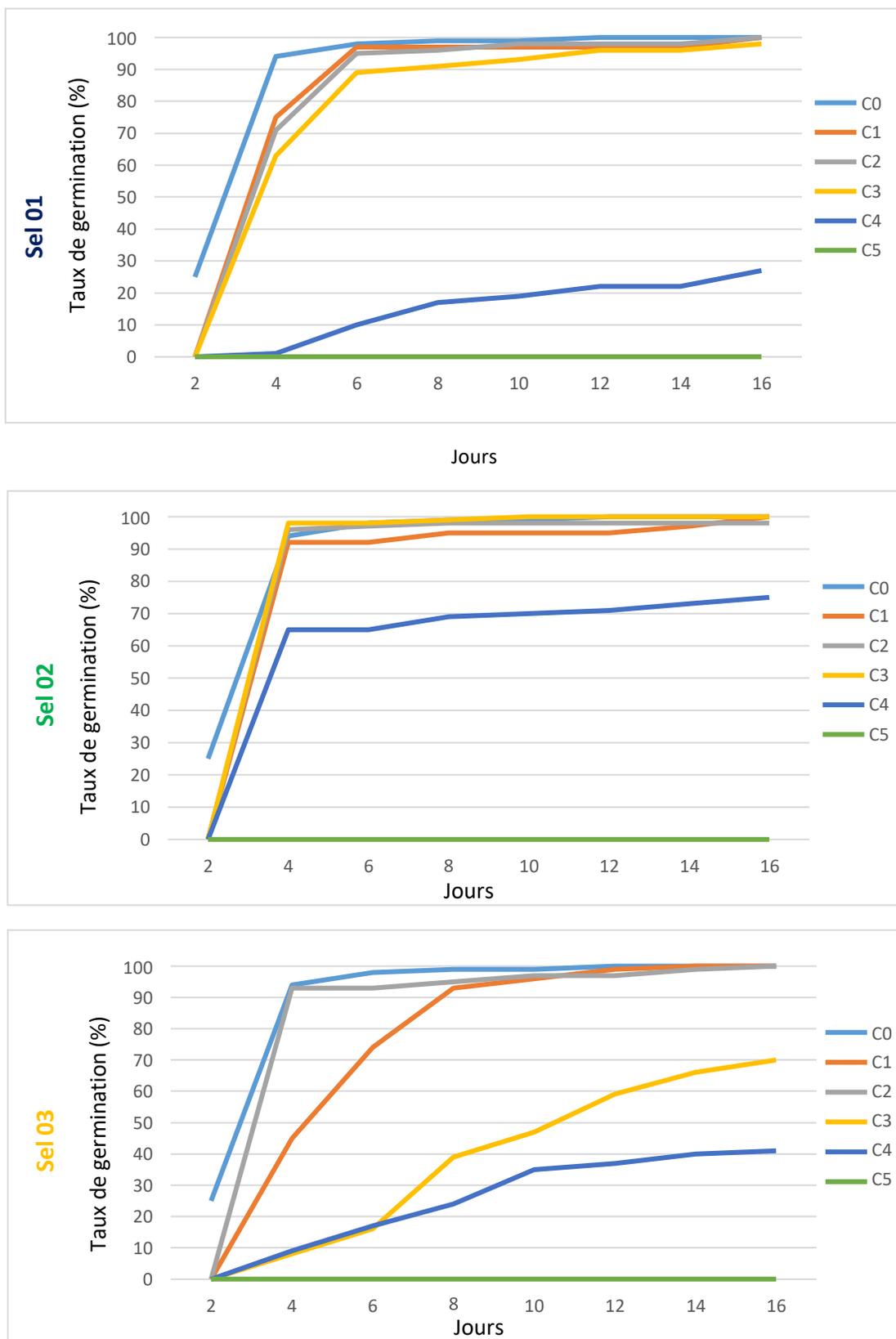


Figure 19 : Cinétique de germination des graines d'*Artemisia herba alba*

La figure 20 illustre des graines d'*Artemisia herba-alba* à un test de faculté germinative avec de l'eau distillée .

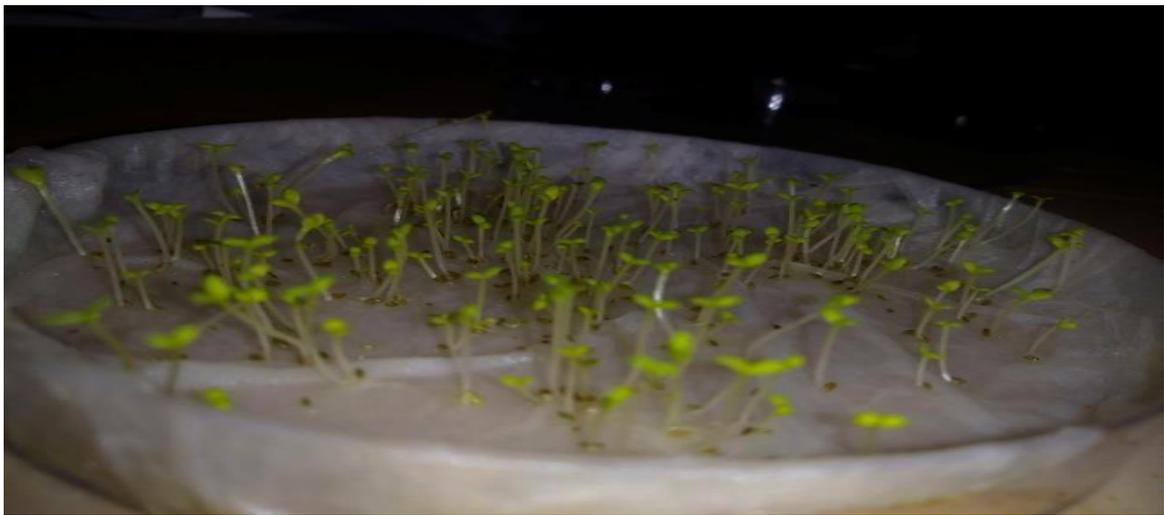


Figure 20 : Graines germées d'*Artemisia herba-alba*.

➤ *Artemisia campestris*

Les résultats concernant la cinétique de germination des graines d'*Artemisia campestris* sous la contrainte saline des trois sels sont illustrés par la figure 21.

L'allure des courbes de germination quotidienne montre une différence remarquable dans le taux de germination au niveau du lot témoin par rapport aux lots traités par les solutions salines. La germination au niveau du témoin a commencé après le 2^{ème} jour et atteint un taux final de germination de 98 % à partir du 16^{ème} jour.

Pour les lots traités par les concentrations 50, 100, 150, et 200mMol/L, la germination a commencé le 4^{ème} jour pour le sel 1 et le 2^{ème} jour pour les sels 2 et 3 pour tous les traitements. Après le 16^{ème} jour, la cinétique quotidienne de germination atteint son maximum, avec des taux qui varient entre 20 et 30 %. Cependant, chez les graines traitées par 250mMol/L aucune germination n'a été enregistrée.

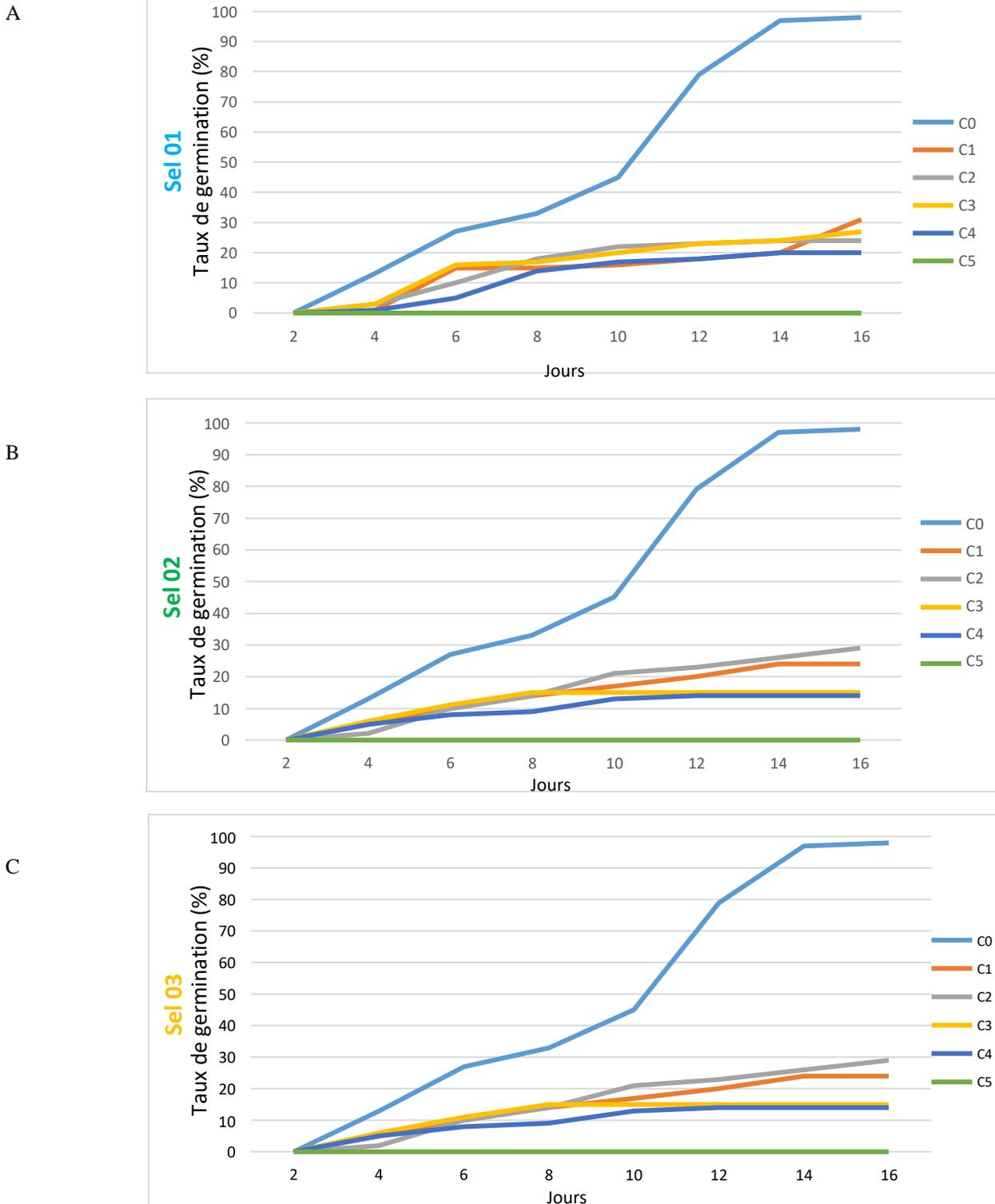


Figure 21 : Cinétique de germination des graines d'*Artemisia campestris*

La figure 22 illustre des graines germées d'*Artemisia campestris* en stade germinatif



Figure 22 : Graines germées d'*Artemisia campestris*

II. Paramètres morphologiques

2-1-Effet de stress salin sur la longueur des feuilles (LF) et des racicules (LR) des plantules d'*Artemisia herba alba*

Les histogrammes de la figure 23, rassemblent les différents résultats de l'évolution de la longueur de racicules (LR) et de feuilles (LF) des plantules d'*Artemisia herba-alba* sous l'effet de la salinité. Les résultats obtenus montrent que les moyennes des longueurs maximales de LR et LF enregistrées chez les plantules témoins sont respectivement 1,4 cm et 1,8 cm. Cependant, en ce qui concerne les plantules traitées avec des concentrations salines croissantes (50, 100,150, 200mMol/L), les résultats montrent des valeurs moyennes comprises entre 0,6 et 1,4 cm pour LR de 0,4 et 1.8 cm pour LF.

L'allure des histogrammes montre une diminution de la longueur de racicelle et des feuilles en fonction de l'augmentation des concentrations salines, sauf pour les concentrations C2 (100 mM/L) et C3 (150mM/L) du sel 1, où nous avons enregistré une légère augmentation des valeurs de LR et LT, estimées de $1 \pm 1.2\text{cm}$ et de $1,1 \pm 1.4\text{cm}$ respectivement. On observe également que les longueurs des feuilles sous la contrainte saline sont inférieures aux longueurs des racicules pour les différentes concentrations de NaCl. Par contre pour les différentes concentrations des CaCl₂ et Na₂SO₄, les valeurs de LF sont toujours supérieures à celles de LR.

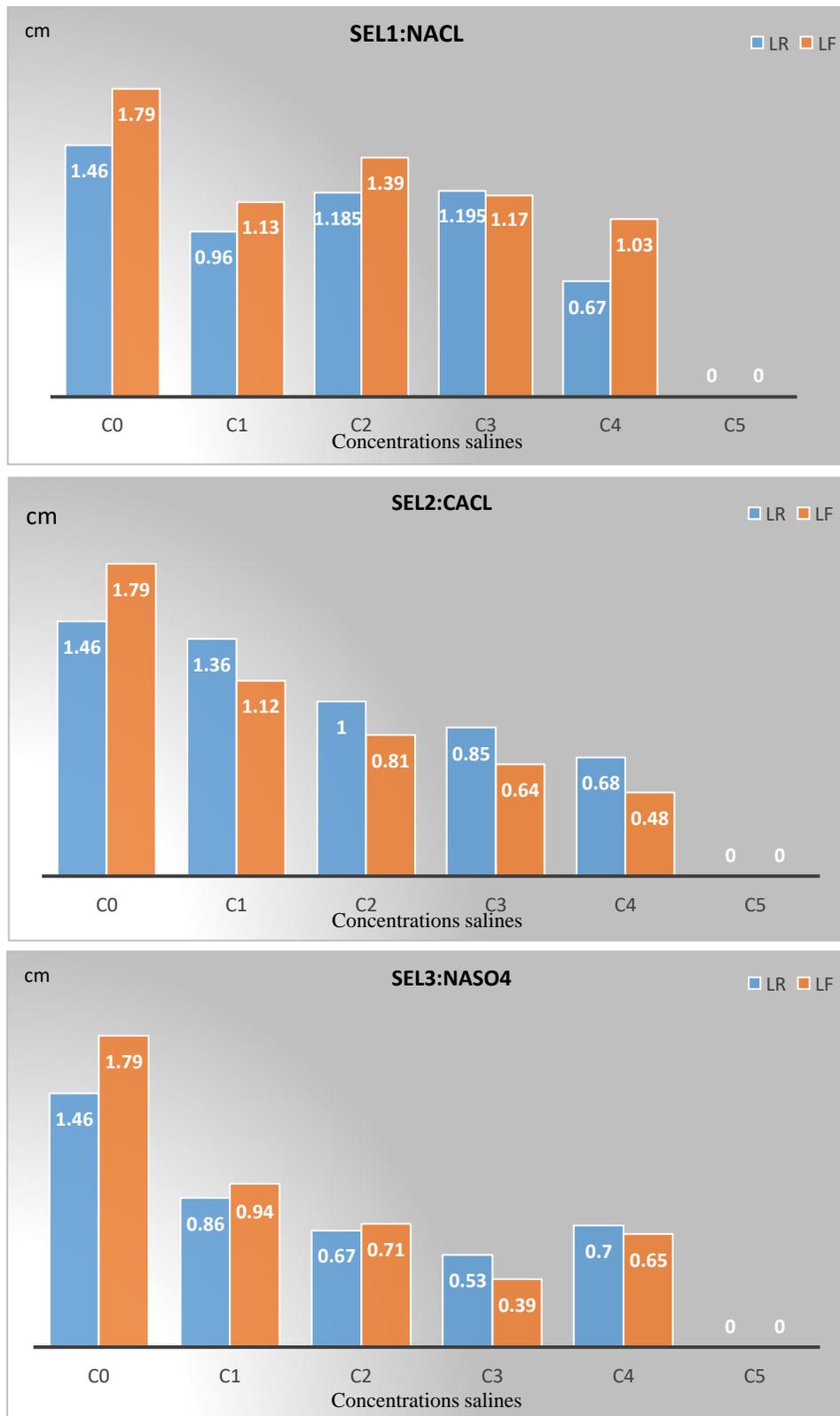


Figure 23 : Évolution des longueurs des feuilles (LF) et des racinelles (LR) des plantules d'*Artemisia herba alba* en fonction des différentes concentrations salines des trois sels

2-2- Effet de stress salin sur la longueur des feuilles (LF) et des racines (LR) des plantules d'*Artemisia campestris*

Les différents résultats de l'évolution des paramètres LR et LF d'*Artemisia campestris* sous l'effet de la salinité sont présentés dans la figure 24.

Les valeurs moyennes de LR et LF chez les plantules témoin sont de 1.8 cm, 1.2cm respectivement. En ce qui concerne l'effet des traitements salins appliqués sur les paramètres LR et LF, l'allure des histogrammes de l'évolution de ces paramètres en fonctions des différentes concentrations salines n'est pas la même.

Pour les sels 2 et 3, nous observons une diminution des valeurs moyennes de LR et LF en fonction de l'augmentation des concentrations salines, qui varient entre 0,2 et 1,4 cm pour LR et 0,1 et 2cm pour LF

En revanche, pour le sel 1, on observe une augmentation des valeurs moyennes des paramètres LR et LF en fonction de l'augmentation des concentrations salines; les valeurs moyennes de LR varient entre 0,5cm pour C1 (50mM/L) et 2,5cm pour C4 (200mM/L), et celles de LF varient entre 0,4cm pour C1 (50mM/L) et 0,8cm pour C3 (200mM/L). La comparaison de la réponse des deux paramètres à la salinité montre que LF sous la contrainte saline sont inférieures aux LR pour les différentes concentrations de NaCl et CaCl₂. Par contre pour les différentes concentrations de Na₂SO₄, LF présentent toujours des valeurs supérieures à celles de LR.

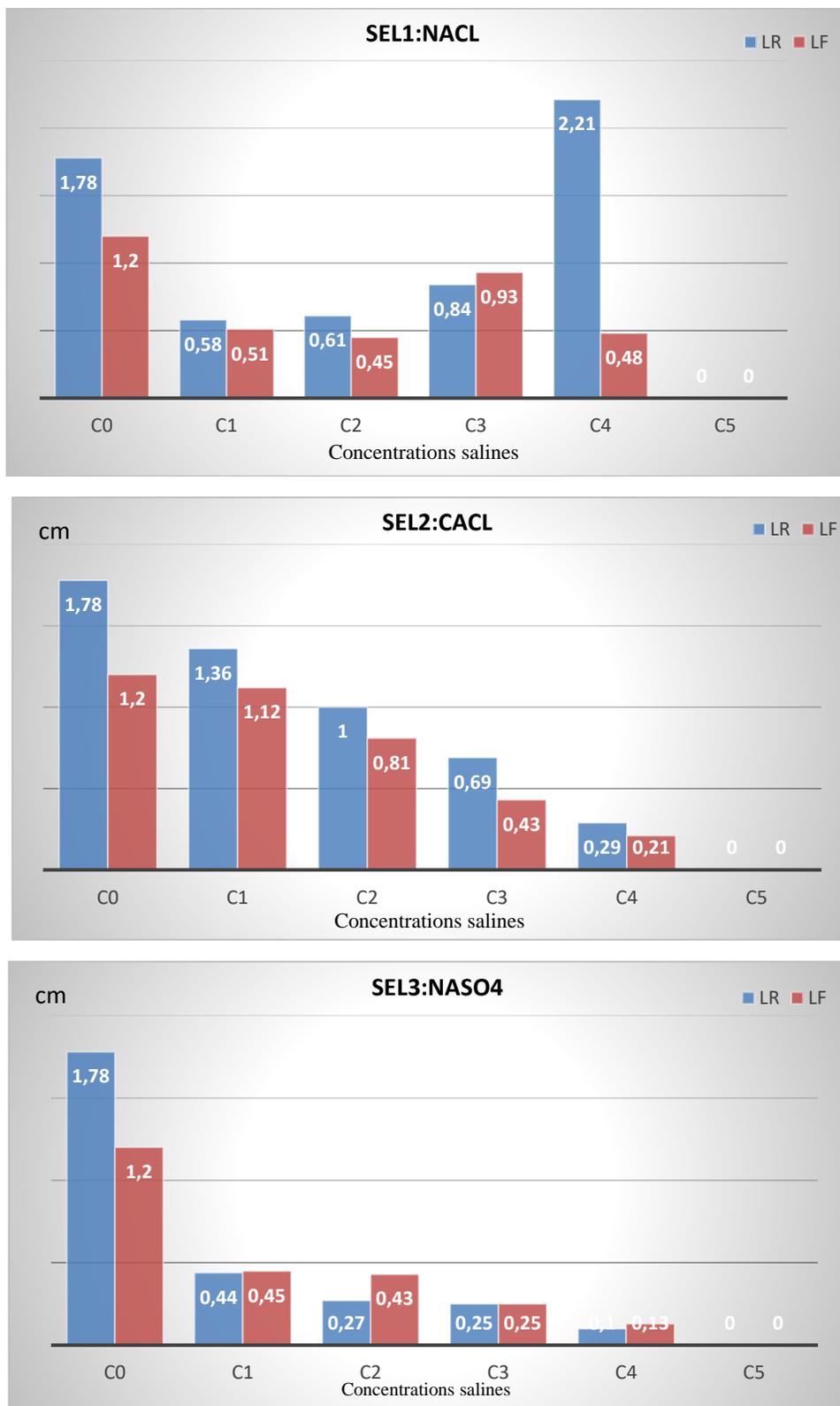


Figure 24 :Longueurs de radicelles et de feuilles des plantules d'*Artemisia campestris*

III. Résultats de l'analyse statistique :

3-1-Effet du facteur espèce

L'analyse de la variance à un seul facteur de l'effet espèce vis-à-vis la contrainte saline des 3 sels (NaCl, CaCl₂ et Na₂SO₄), montre des différences significatives entre les deux espèces ($p < 0,05$) pour le paramètre taux de germination (TG). Quant à la vitesse de germination (VG), l'analyse a révélé une différence significative uniquement sous le traitement par le NaCl.

Les deux espèces se sont séparées en deux groupes homogènes selon le test de Bonferroni pour chacun des deux paramètres ayant montré des différences significatives (Tableau....., Annexe...)

Par contre, pour les autres paramètres : temps de latence (TL), longueur des feuilles (LF) et longueur des racines (LR), l'analyse statistique ne montre pas des différences significatives ($p > 0,05$), excepté pour le paramètre LR sous l'effet des sels NaCl et Na₂SO₄ où nous avons enregistré des différences significatives entre les deux espèces ($p < 0,05$) avec deux groupes homogènes, (Tableaux , annexe).

3-2-Effet des facteurs « sel et concentrations » sur les paramètres physiologiques et morphologiques des deux espèces.

Artemisia herba-alba

L'effet des trois sels ainsi que leurs concentrations sur les paramètres physiologiques et morphologiques d'*Artemisia herba-alba* ont été analysés par une ANOVA à deux facteurs. Pour le facteur sel, l'analyse de la variance a montré des différences significatives ($p < 0,05$) entre les trois sels vis-à-vis les paramètres LF, LR, VG et TG (Tableauxannexe). L'effet du facteur concentrations salines des trois sels est significatif ($p < 0,05$) pour l'ensemble des paramètres mesurés.

Le test de Bonferroni a révélé quatre groupes pour LF et VG et cinq groupes pour LR et TG. On constate que pour ce test que, les effets des trois sels se chevauchent, et les groupes ne sont pas clairement séparés (Tableauxannexe).

Quant au paramètre TL, les différences entre les trois sels ne sont pas significatives, les valeurs de « p » sont respectivement 0,06 et 0,11 (Tableauxannexe)

Cependant, l'effet d'interaction des deux facteurs est significatif ($p < 0,05$) pour les paramètres VG et LR. Par contre, pour le reste des paramètres, à savoir LF, TG et TL, l'effet d'interaction des

deux facteurs n'est pas significatif ; les valeurs de « p » sont respectivement 0,06; 0,44; 0,46 et 0,88. (Tableaux / Annexe).

Artemisia campestris

L'effet du facteur sel est statistiquement significatif ($p < 0,05$) pour les paramètres TG, VG et LR, et non significatif pour les autres paramètres; à savoir : TL ($p = 0,06$), et LF ($p = 0,05$) (Tableau...../ annexe). Quant au facteur concentration, l'analyse à deux facteurs a révélé un effet significatif pour l'ensemble des paramètres analysés.

Le test de Bonferroni pour les paramètres VG, TR et LR ont révélé trois groupes homogènes pour VG et quatre groupes homogènes pour chacun des deux paramètres TR et TL, mais ces groupes ne sont pas clairement différenciés (Tableaux..... / Annexe).

L'interaction des deux facteurs est significative ($p < 0,05$) pour les paramètres TL, TG et LF, et non significative pour les paramètres LR ($p = 0,07$) et VG ($p = 0,33$) (Tableaux..... / Annexe.....).

IV. Discussion

Le stress dû au sel est l'un des principaux stress abiotiques et peut inhiber la croissance, le développement et la productivité des plantes en raison des effets du stress osmotique, de la toxicité des ions, de l'accumulation d'espèces réactives de l'oxygène, etc. (TAKEMURA *et al.*, 2000).

Malgré la présence du sel, les graines d'*Artemisia herba-alba* et *Artemisia campestris* ont été capables de germer ? mais avec des taux de germination .

Le temps de latence n'est pas significativement différent entre les espèces qui montrent un certain chevauchement à cet égard. Néanmoins, une variation légère mais nette peut être notée. Les graines d'*Artemisia herba-alba* commencent généralement à germer après le 4ème jour sous tous les traitements ce qui laisse à penser que ce paramètre n'est pas affecté par la salinité. Quant à *Artemisia campestris*, des retards dans le déclenchement du processus germinatif qui varient entre 1 et 3 jours par rapport à *Artemisia herba-alba* ont été enregistrés. Les graines d'*Artemisia campestris* traitées par le témoin et le NaCl prennent plus de temps pour germer par rapport au CaCl₂, ce qui confirme les résultats de WHITE et BROADLEY, (2003), ayant rapporté que le chlorure de calcium (CaCl₂) est le sel le moins toxique sur la germination des graines d'*Artemisia herba-alba*. Cela serait dû au rôle bénéfique du calcium dans le maintien de l'intégrité de la membrane, la régulation de la sélectivité en ions et la réduction des fuites de la membrane.

Ces données du temps de latence ne sont pas très différentes de celles obtenues par Ouyahya (1983 : 4-10 jours) en étudiant le pouvoir germinatif de quelques espèces du genre *Artemisia*

La comparaison des comportements des deux espèces vis-à-vis l'effet de la salinité pour le paramètre taux de germination montre une tolérance remarquable d'*Artemisia herba-alba* au stress salin traduite par des taux moyens de germination finaux maximums plus élevés (30 à 100%) par rapport à *Artemisia campestris* (5 à 30%). Ce constat a été confirmé statistiquement par l'analyse de la variance, où des différences significatives entre les deux espèces pour ce paramètre ont été révélées, et aussi par le test de Bonferroni qui a scindé les deux espèces en deux groupes homogènes différents. Le taux de germination dans les deux espèces diminue avec l'augmentation des concentrations saline, et s'annule à la concentration de 250mM/L pour les trois sels. Ces résultats sont en accord avec les résultats de GHEZAL et MILOUDI (2019), ayant constaté que *Artemisia herba alba* exprime des taux de germination meilleurs que ceux enregistrés chez *Artemisia campestris*.

En revanche, KHADAR et ZITOUNI (2018) ont trouvé des taux de germination sous la contrainte saline estimés à 56 % chez *Artemisia herba-alba* contre 84 % chez *Artemisia campestris*

D'après NEDJIMI *et al.* (2014), les quantités excessives de sels solubles dans les sols ont une influence négative sur le taux de germination des espèces, en particulier dans les zones arides et semi-arides.

La diminution du taux de germination des graines en présence du sel est expliquée par un processus de dormance osmotique où bien à l'altération des enzymes et des hormones qui se trouvent dans la graine (PRADO *et al.*, 2000). Cette réduction du TG peut-être aussi expliquée par une inhibition de l'activité enzymatique des graines et un retard de la sortie et du développement de la racine (PEREZ et TAMBELINI, 1995).

Selon AHMED et BANO (1992), la salinité agit sur la germination des graines en ralentissant la vitesse, ce qui expose les semences aux risques des sels, en diminuant plus au moins fortement son taux de germination et réduit par conséquent l'utilisation des réserves nutritives des graines. YUPSANIS *et al.* (1994), ont rapporté que la salinité intervient sur la germination des graines par deux effets :

- Effet osmotique se traduit par la difficulté que trouve l'embryon à absorber une quantité d'eau suffisante pour déclencher les processus de la germination;
- Effet toxique résulte de l'envahissement de l'embryon par des molécules salines.

La salinité affecte également la germination par une faible hydratation des réserves nutritives (MONDAL *et al.*, 1988), et une diminution de l'activité des enzymes impliquées dans la germination des graines (DUBEY *et al.*, 1955). PRADO *et al.* (2000), rapportent que la diminution du taux de germination des graines soumises à un stress salin serait due à un processus de dormance osmotique développé sous ces conditions de stress, représentant ainsi une stratégie d'adaptation à l'égard des contraintes environnementales, cette réduction pourrait être due à l'altération des enzymes et des hormones qui se trouvent dans la graine.

Le retard de germination engendré par les concentrations croissantes en sel du milieu de germination résulterait d'une difficulté d'hydratation des graines sous un potentiel osmotique élevé. Il semble représenter le temps nécessaire à la graine pour mettre en place des mécanismes lui permettant d'ajuster sa pression osmotique interne (BEN MILED *et al.*, 1986; SMAOUI et Chérif, 1986).

Il n'existe pas de relation claire entre la tolérance à la salinité au moment de la germination et l'écologie de chaque espèce. En effet, NEFFATI (1994) a signalé que la connaissance de la tolérance à la salinité au moment de la germination était une information utile mais non suffisante pour expliquer la distribution des espèces et leur développement dans les milieux salés.

L'étude de la vitesse de germination; exprimée par le temps moyen de germination a révélé que, chez *Artemisia campestris*, les valeurs de VG les plus importantes ont été enregistrées chez les graines traitées par le NaCl. Toutefois, chez cette espèce, les valeurs de VG diminuent avec l'accroissement des concentrations salines dans le milieu.

En revanche, chez *Artemisia herba alba*, excepté le témoin, où la vitesse de germination est lente, *Artemisia herba alba* a affichée une activité germinative plus accélérée sous la contrainte saline, et ne semble pas être affectée par l'accroissement des concentrations salines, notamment pour les graines traitées par le Na₂SO₄ et le CaCl₂. Selon MUNNUS (2002), l'étude de la croissance d'*Artemisia herba alba* cultivées en présence de doses croissantes de CaCl₂ a permis de conclure que des petites variations de cet élément avec l'intervalle de 3g/l provoqueraient une augmentation de l'accumulation de la matière sèche. La valeur la plus forte a été obtenue par une concentration de 8g/l, ce n'est qu'à partir de 10g/l CaCl₂ qu'on observe une diminution de la teneur en matière sèche indiquant l'effet néfaste de l'accumulation des grandes quantités de Cl à la croissance de la plante (Indice de proximité de la zone de toxicité).

L'effet néfaste de la salinité sur les paramètres morphologiques a été examiné par la croissance de deux paramètres sous la contrainte saline; à savoir : la longueur des feuilles (LF) et la longueur des racines (LR).

Selon SAIDI et al. (2014), la salinité affecte tous les processus physiologiques de la plante; son effet se traduit notamment par une réduction de la croissance en hauteur. YEO (1983) a signalé que la plante peut éviter les dommages par la réduction de sa croissance. Selon le même auteur, la réduction de la croissance est une capacité adaptative nécessaire à la survie d'une plante exposée à un stress abiotique.

Nos résultats affirment ces propos, vu que les croissances des parties aériennes (LF) et des parties souterraines (LR) ont été influencées négativement par l'intensité de stress salin, qu'est traduite par une diminution des valeurs de ces paramètres en fonction de l'augmentation des concentrations salines dans les trois sels, excepté pour le NaCl où nous avons observé une stimulation de la croissance de LF et LR en fonction de l'accroissement des concentrations salines chez les deux

espèces; *Artemisia herba-lba* (pour C2 et C3), et *Artemisia campestris* (pour C2, C3 et C4). Cette propriété de la stimulation de la croissance des racinelles par le NaCl a été décrite chez plusieurs espèces particulièrement celles résistantes au sel tel que le triticale (BIZID *et al.*, 1988).

La diminution de la croissance des parties aériennes est considérée comme une stratégie adaptative nécessaire à la survie des plantes exposées à la salinité (GENOUX, 2000), elle peut aussi être expliquée par des perturbations des taux des régulateurs de croissance dans les tissus, particulièrement l'acide abscissique et les cytokinines induites par le sel (GARRE et PEULON, 1989). L'effet de la salinité sur les végétaux se situe principalement au niveau de la croissance cellulaire et se traduit par une réduction des dimensions de la plantes (HAMZA, 1982).

De même, la diminution des longueurs des racines a été observée dans les deux espèces et pour les trois sels. Les racinelles sont directement en contact avec la salinité du sol et elles constituent la première ligne de défense contre le stress salin.

Plusieurs auteurs ont signalé une diminution de la croissance racinaire sous l'effet de la salinité. ZAHARAN et SPRENT (1986), rapportent que la présence de sel dans le milieu de culture limiterait l'alimentation des plantes en calcium, ce qui conduirait à une inhibition de l'émergence et de la croissance des racines et des poils absorbants. MUNNS *et al.* (2002), précisent que la salinité abaisse le potentiel hydrique des racines, et ceci cause rapidement des réductions de taux de croissance, avec une suite des changements métaboliques identique à ceux provoqués par le stress hydrique. Des plantes ayant un système racinaire long sont capables d'absorbées plus d'eau et s'échapper aux zones salines. Un système racinaire profond et dense joue un rôle clé dans l'ajustement osmotique sous les conditions salines (KHANZADA, 2001).



Conclusion



Conclusion et perspectives

Cette étude visait à étudier l'effet de différentes concentrations salines de trois sels solubles (NaCl, CaCl₂, et Na₂SO₄) sur les paramètres physiologiques (temps de latence, taux de germination, cinétique de germination et vitesse de germination) et morphologiques (longueurs des feuilles et longueurs des racines) des graines d'*Artemisia herba-alba* et *Artemisia campestris* récoltées respectivement des régions de Ain Fares et Sidi M'hamed (W. de M'sila)

En terme de cette étude, nos résultats ont montré que les graines d'*Artemisia herba-alba* et *Artemisia campestris* ont été capables de germer, et ce malgré la contrainte saline, mais avec des taux de germination variables.

Le temps de latence n'est pas significativement différent entre les espèces qui montrent un certain chevauchement à cet égard. Néanmoins, une variation légère mais nette a été notée.

Les graines d'*Artemisia herba-alba* commencent généralement à germer après le 4ème jour sous tous les traitements (y compris le témoin). Quant à *Artemisia campestris*, des retards dans le déclenchement du processus germinatif qui varient entre 1 et 3 jours par rapport à *Artemisia herba-alba* ont été enregistrés. Les graines d'*Artemisia campestris* traitées par le témoin et le NaCl prennent plus de temps pour germer par rapport au CaCl₂,

La comparaison des taux de germination des deux espèces sous l'effet stressant des trois sels montre une tolérance importante d'*Artemisia herba-alba* au stress salin traduite par des taux moyens de germination finaux maximums plus élevés (30 à 100%) par rapport à *Artemisia campestris* (5 à 30%). Le taux de germination dans les deux espèces diminue avec l'augmentation des concentrations salines, et s'annule à la concentration de 250mM/L pour les trois sels.

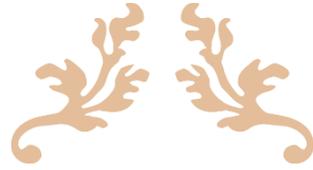
L'étude de la vitesse de germination a révélé que, chez *Artemisia campestris*, les valeurs de VG les plus importantes ont été enregistrées chez les graines traitées par le NaCl, Toutefois, chez cette espèce, les valeurs de VG diminuent avec l'accroissement des concentrations salines dans le milieu. En revanche, chez *Artemisia herba alba*, excepté le témoin, où la vitesse de germination est lente, *Artemisia herba alba* a affichée une activité germinative plus accélérée sous la contraintesaline, et ne semble pas être affectée par l'accroissement des concentrations salines, notamment

pour les graines traitées par le Na_2SO_4 et le CaCl_2 . Nous avons constaté également que la vitesse de germination chez *Artemisia campestris* s'est montrée beaucoup plus accélérée sous la contrainte saline du NaCl par rapport *Artemisia herba alba*.

L'effet néfaste de la salinité sur les paramètres morphologiques a été examiné par la croissance de deux paramètres sous la contrainte saline; à savoir : la longueur des feuilles (LF) et la longueur des racelles (LR). La croissance de ces deux paramètres a été affectée négativement par l'intensité de stress salin, qu'est traduite par une diminution des valeurs de ces paramètres en fonction de l'augmentations des concentrations salines dans les trois sels, excepté pour le NaCl où nous avons observé une stimulation de la croissance de LF et LR en fonction de l'accroissement des concentrations salines de ce sel chez les deux espèces; *Artemisia herba-lba* (pour C2 et C3), et *Artemisia campestris* (pour C2, C3 et C4).

En conclusion, nos résultats suggèrent que pour ces deux paramètres, *Artemisia herba-lba* présente une tolérance supérieure à la salinité en comparaison avec *Artemisia campestris*.

Concernant l'ordre de toxicité des sels étudiés sur les deux plantes, malgré les effets significatifs des trois sels sur les paramètres, TG, LF, et LR, les résultats de toxicité des trois sels se chevauchent, et les trois sels ne sont pas clairement séparés en groupes homogènes. Pour ceci, il est nécessaire d'approfondir ces tests sur un échantillonnage plus large, et introduire d'autres paramètres abiotiques, tels que la température et la lumière afin de mieux cerner l'effet de toxicité de chaque sel.



Références bibliographiques



Références bibliographiques

1. **ABDEL-KADER Z. et SALEH A.,2002**-protection induced by external Ca⁺⁺ application on praline accumulation ,ion balance ,photosynthetic pigment, ABA concentration and protein of mustard seedlings (*Sinapsis alba* L.) under salinity stress Egyptain Journal of Biology,vol.4.p 14-22.agricultures.4(4).pp:263-273.
 2. **AHMAD J. et BANO M ., 1922**- The effect of sodium chloride on the physiology of cotyledons and mobilization of reserve food in Cicer arietinum. Pak. J.bot. 24:40-48.
 3. **AIDOUD A .,1998**- *Les écosystèmes steppiques à Armoise blanche (Artemisia herba-alba asso)*.Thèse en vue de l'obtention d diplôme de master option :science des aliments p6 .9
 4. **AIDOUD A., 1983**.- *Contribution a l'étude des écosystèmes steppiques du*
 5. **ASLOUM H., 1990**- *Elaboration d'un système de production maraîchère (Tomate, Lycopersicum esculentum L.) en culture hors sol pour les régions sahariennes: Utilisation de substrats sableux et d'eaux saumâtres*. Thèse de doctorat, développement et amélioration des végétaux, Université de Nice Sophia- Antipolis: 24- 32.
 6. **AUBERT G., 1982**- *les sols sodiques en Afrique du nord* .Cahier O.R.S.T.O.M .Service Pédologie.194P.
 7. **Ayad N., 2008**. *Etude éco-phytochimique et apport nutritionnel de l'armoise blanche (Artemisia herba-alba Asso) du sud Oranais, dans l'aliment du cheptel – Thèse de doctorat*. Univ. Djillali Liabes. 98 P.
 8. **BARE, JANET E. 1979**- *Fleurs sauvages et mauvaises herbes du Kansas*. Lawrence, KS : The Regents Press of Kansas. 509 p. [3801].
 9. **BAYKANEREL S., REZNICEK G., ŞENOL S-G., KARABAY, YAVAŞOĞL-N-U., KONYALIOĞLUS.,ZEYBEK A-U. 2011**.-“*Antimicrobial and antioxidant properties of Artemisia L. species from western Anatolia*”, Turkish Journal of Biology , n° 35 : 1-10.
 10. **BELKHODJA M., BIDAI Y., 2004**- *Réponse des graines d'Atriplex halimus L à la salinité au stade de la germination*. Thèse de Magister. Sécheresse n°4, vol 15, pp 331-334.
 11. **BEN MILED D., BOUSAID M., et ADBLKEFFI A., 1986**- *Tolérance au sel d'espèces annuelles du genre Medicago au cours de germination*. P586-593 in : Actes du Colloque sur les végétaux en milieu aride. Djerba 8-10 sept. Fac. Sci. de Tunis. ACCTT.
 12. **BEN SASSI A., HARZALLAH-SKHIRI F., et AOUNIL M.,2007**- *Investigation of some medicinal plants from Tunisia for antimicrobial activities*. Journal Pharmaceutical biology. 45 (5): 421–428.
 13. **BENREBIHA F., TORCHIT N., BOUCHENAK F.,CHAOUIA C.** Article *.Effet du stress salin sur la germination et la croissance de l'armoise blanche(Artemisia herba alba Asso)*.
 14. **BERTHOMIEU P., CONEJERO G., NUBLAT A., BRACHENBURY W.J., LAMBERT C.,SAVIO C., UOZUMI N., OIKI S., YAMADA K., CELLIER F.,GOSTI F., SIMONNEAU T.,ESSAH P.A. , TESTER M.,VERY A.A., SENTENAC H., CASSE F., 2003**- *Functional analysis of AtHKT1 in Arabidopsis shows that Na+ recirculation by the phloem is crucial for salt tolerance*. The EMBO Journal ,Vol. 22(9): 2004- 2014.
-

15. **BIZID E., ZID E., GRIGNON C .,1988-**Tolérance à NaCl et sélectivité K⁺/Na⁺ chez les Triticales , Agronomie, EDP Sciences, 8(1):23-27.
 16. **BOIS G., 2005-** *Ecophysiologie de semis de conifères ectomycorhizés en milieu salin et soclique*. Thèse de doctorat. Univ, de Marseille, France.187p.
 17. **BOUAOUINA S., ZID, E. et HAJJI., M., 2000-** *Tolérance à la salinité, transports ioniques et fluorescence chlorophyllienne chez le blé dur (Triticum turgidum L.)* Journal of CIHEAM .n°(40): 239-243. Options Méditerranéennes.
 18. **BOUDA S., HADDIOUI A., 2011-** Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre Atriplex . Revue de Nature de Technologie n°(05) :72-79
 19. **BOUGATAIA Y.,2018-** *Étude du complexe Artemisia herba-alba Asso d'Algérie par des approches pluridisciplinaires: cytogénétique classique, cytogénétique moléculaire, phylogénie et phylogéographie*. Thèse doctorat, Univ Mohamed Bodiafe Oran p27.
 20. **CALU G., 2006-** *Effet du stress salin sur les plantes. Comparaison entre deux plantes modèles Arabidopsisthalina et thellingiellahalophila* .trends in plant science.pp:1-8.
 21. **CALVET R., 2003-** *Le sol :propriétés et fonction. Phénomènes physiques et chimiques, applications agronomiques et environnementales* . 2éme Ed. France. Agricole, Cambridge Unive press.511p.
 22. **CARATINI R., 1971-** *Bordas Encyclopedie*. Ed. Bodas,Belgique .23:137-195.
 23. **CHERBUY B., 1991-** *Les sols salés et leur réhabilitation étude bibliographique*. CEMAGRAF, école. Nat. Renne, 170p
 24. **Côme, D.1970.** *Les obstacles à la germination*. Masson et Cie .162 pp.
 25. **CRONQUIST ARTHUR ., HOLMGREN ARTHUR ., HOLMGREN NOEL H., JAMES REVEAL .,JAMES L. REVEAL et al., 1994-** *Flore d'Intermountain : Plantes vasculaires de l'Intermountain West, USA*. Vol. 5 : Astérales. New York : Le jardin botanique de New York. 496 p. [28653]
 26. **DEBEZ A., CHAIBI W., BOUZID S., 2001 -** *Effet du NaCl et de régulateurs de croissance sur la germination d'Atriplex halimus L*. Cahiers d'Etudes et de Recherches Francophones/Agricultures, Vol. 10, n°(2):135- 138.
 27. **DERRADJI-HEFFAF, F.,2013-** *Composition chimique et activité de trois extraits végétaux à l'égard de sitophilusoryzae (L) (coleoptera : curculionidae*. Thèse de Magister, Ecole Nationale Supérieure Agronomique . Elharrach , p19.
 28. **DIB I ., MIHAMOU A ., BERRABAH M ., MEKHFI H ., AZIZ M ., LEGSSYER, A ., BNOUHAMM et ZIYYAT A.,2016-** *Identification of Artemisia campestris L. subsp. glutinosa (Besser)Batt. From Oriental Morocco based on its morphological traits and essential oil profile*. Journal of Materials and Environmental Science 8 p:180-187.
 29. **DJERIDANE A., YOUSFI M., NAJEMI B., VIDAL N., LESGARDS J-F., STOCKER P.,2007-***Screening of some Algerian medicinal plants for the phenolic Compounds and their antioxidant activity*. Journal of European Food Research And Technology . 224(6): 801-809p.
 30. **DOB T., DAHMANE D., BERRAMDANE T., CHELGHOUM C.,2005-***Chemical Composition of the Essential Oil of Artemisia campestris L .from Algeria*. Journal of Pharmaceutical Biology 43(6): 512–514 .
-

31. **DORN, ROBERT D. 1984-** *Plantes vasculaires du Montana. Cheyenne*, Ed de Mountain West. 276 p. [819].
 32. **DUBEY R.S., RANI M., 1995-** *Influence of NaCl salinity on the behaviour of protease , aminopeptidase and carboxyl-peptidase in rice seedlings in relation to salt tolerance.* Australian Journal of Plant Physiology ,n°(17),p:215-224.
 33. **DUTUIT P., POURRAT Y., DUTUIT J.M., 1994-** *La notion de stress de la cellule à l'écosystème.* Sécheresse, Vol.5, n°(1),p: 23-31.
 34. **FAGHIRE M., BARGAZ A., FARISSI M., PALMA F., MANDRI B., LLUCH C., TEJERA GARCIA NA., FARINDE A., OWOLARAFE O., OGUNGBEMI I., 2011-** *An overview of production processing, marketing and utilisation of okra in egbedore local government area of Osun State, Nigeria.* Agricultural Engineering, vol. 4, p. 1–17.
 35. **FENARDJI F., KLUR M .,FOURLON M et FERRANDO R.,1974-***Contribution à l'étude de l'armoise blanche(Artemisia herba alba L).* Rcv. Elev. Méd. vét. Pays trop.,n°(2) : 203- 206.
 36. **GENOUX C., PUTZOLA F., MAURIN G., 1991 -**Thème général: *la lagune germination, growth and soluble sugar contents of Sorghum bicolor L. Moench seeds germination, la croissance et la composition de quelques populations de luzernes.*
 37. **GHERIB M., 2009.** *Etude des activités antimicrobienne et antioxydante des huiles essentielleet des flavonoides d'Artemisia herba alba Asso; Artemisia judaica .L. ssp. sahariensis; Artemisia campestris L; HerniariamauritanicaMurb et WarioniasaharaeBenth Et Cou .*Thèse de Magister de l'université Abou BekrBelkaid Tlemcen. p 1-7,109 P.
 38. **GHEZAL N. et MILOUDI A. 2019.** *Analyse comparative du comportement de deux espèces du genre Artemisia (Artemisia herba alba .Asso et Artemisia campestris .L) vis-à-vis à la contrainte saline.* Mémoire de master, Université de M'sila.
 39. **GHLISSI, ZOHRA, SAYARI, NADHIM, KALLEL, RIM, et al., 2016** *Antioxydant,antibacterial, anti-inflammatory and wound healing effects of Artemisia campestris aqueous extract in rat.* Journal of Biomedicine & Pharmacotherapy, vol. 84, p. 115-122
 40. **GIRARD P., PROST J., BASSEREAU P., 2005-** *Passive or Active Fluctuations in graminées halophytes spontanées de la Tunisie méridionale.* Article de Options Méditerranéennes. n°62 , p :89-93.
 41. **GLEASON, HENRY A. ; CROQUIST, ARTHUR. 1991-** *Manuel des plantes vasculaires du nord-est des États-Unis et du Canada adjacent.* 2eme ed. New York : Jardin botanique de New York. 910 p. [20329]
 42. **GRIME J P., JOHN WILEY et Sons ., 1979-** *Plant strategies and vegetation processes.* Ed New York ,p198.
 43. **GUYOT L., 1978-** *La biologie végétale.* 4ème Ed. Presses Universitaires de France, p127 .
 44. **HADJADJ S ., BISSATI S-***Contribution à l'étude de l'effet de la salinité sur un marqueur biochimique, cas de la proline chez Atriplexhalimus L. et A triplex conescens (purch) Nutt.* Thèse de Magister ,Univ Ouragla, p: 99.
-

45. **HALL, HARVEY M.; CLEMENTS, FREDERIC E. 1923-** *La méthode phylogénétique en taxonomie: les espèces nord-américaines d'Artemisia, Chrysothamnus et Atriplex.* Publication n° 326. Washington, DC : The Carnegie Institute of Washington. 355p. [43183].
 46. **HAMZA M.,1982-** *adaptations physiologiques à la salinité des plantes cultivées* Bull.Soc.Ecophysiolo.7-2. 169-184.
 47. **HAOUALA F., FERJANI H., BEN EL-HADJ S., 2007-** *Effet de la salinité sur la répartition des cations (Na⁺, K⁺ et Ca⁺⁺) et du chlore (Cl⁻) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais et du chiendent.* Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement ,Vol. 11, n°(3) : 235- 244.
 48. **HOPKINS W.G., 2003-** *Physiologie végétale* – traduction de la 2ed. américaine par serg rambour révision scientifique de Charles-Marie Evradr Boeck univ. Bruxelles .p 61-476.
 49. **HOUMANI M., HOUMANI Z et MELPOMENI S.,2004-***Intérêt de Artemisia herba alba Asso dans l'alimentation du bétail des steppes algériennes.* Acta Botanica Gallica,
 50. **HULTEN, ERIC., 1968-** *Flore de l'Alaska et des territoires voisins.* Stanford, Californie : Presse universitaire de Stanford. 1008 p. [13403]
 51. **ISMAIL A.M.A., 1990-** *Germination ecophysiology in populations of Zygothymum qatariense. Hadidi from contrasting habitats. Effect of temperature, salinity and growth regulators with special reference to fuscocin.* Journal of Arid Environments, (18): 185- 194.
 52. **KHADAR F. et ZITOUNI F. 2018.** *Variation du comportement physiologique et biochimique chez deux espèces du genre Artemisia (Artemisia herba alba et Artemisia campestris) sous la contrainte saline.* Mémoire de master, Université de M'sila
 53. **KHANZADA B .,ASHARF M.Y., ALAM S.A.,SHIRAZI M.U., ANSARI S.,2001-** *water relations in different guar (Cyanopsis tetragonoloba L. Taub.) genotypes under water stress* ,Pakistan Journal of Botany .33:279-287.
 54. **LACKS CHEWITZ, KLAUS., 1991-** *Plantes vasculaires du centre-ouest du Montana - guide d'identification.* Gen. Tech. Rép. INT-227. Ogden, UT : Département de l'agriculture des États-Unis, Service des forêts, Station de recherche Intermountain . 648 p. [13798]
 55. **LARHER F., HUQIS M., GERNAT-SAUUGE D., 1987-** *Nutrition azotée des légumineuses* . Les colloques d'INRA. n°7.181-192
 56. **Le Floc'h, E. 1983.** *Contribution à une étude ethnobotanique de la flore Tunisienne,* Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique, Tunis, Tunisia (1983).
 57. **LEVIGNERON A., LOPEZ F., VANSUYT G., BERTHOMIEU P., FOURCROY P.,CASSE-DELBART F., 1995-** *Les plantes face au stress salin.* Cahiers Agricultures.4 (4): 263-273.
 58. **LUTTGE U., KLUGE M., BAUER G., 2002-** *Botanique.* 3éme Ed , Tec et Doc- Lavoisier ,Paris: 439- 450.
 59. **MAHROUZ FATIMA, 2013-** *Effet du stress salin sur la croissance et la composition chimique de l'Atriplex canescens* ,Thèse de Master , Univ de Ouargla, p.5.
-

60. **MAMY. 2008**-*Plant medicinal. tout sur l'armoise. Evaluation du Potentiel larvicide des extraits organiques d'Artemisia campestris à l'égard de Culex*, Thèse de Master, Unive Larbi-Tébessi TEBESSA 2019, p8.
 61. **MARION M., 2016**-*Réponse d'une plante pérenne aux stress abiotique et biotique, interaction entre sécheresse et oïdium de la vigne*. Sciences agricole, p9.
 62. **MASS E.V., 1990**.- *Crop salt tolerance*. Article of Engineering practice, 71: 262-304.
 63. **MERMOUD A., 2001**- *Cours de physique du sol : Maitrise de la salinité du sol. Version provisoire* . Ecole Fédérale de Lausanne, 14 p.
 64. **MIRJALILI. M.H., TABATABAEI S.M.F., HADIAN J., NEJAD S.E., AND SONBOLI. A. 2007**-. *Phenological Variation of the essential oil of Artemisia scoparia from Iran*. Journal of Essential Oil Research . 19 : 326–329.
 65. **MONDAL T.K ,BAL A.R .,PAL S .,1988**- *Effect of salinity on germination and seedling growth of different rice (Oryza sativa L) cultivars*. Journal of The Indian Society Of Coastal Agricultural Research n°(6):91-97p.
 66. **MUNNUS R., 2002**.- *Comparative physiology of salt and water stress*. Article of Plant Cell Environment, n°(28): 239-250.
 67. **NEFFATI, M. ; AKRIMI, M.,1997**- *Études des caractéristiques germinatives des semences de quelques légumineuse spontanées de la Tunisie steppique*. Rev. Rég. Arides, NS : 272-287.
 68. **OUYAHYA, A. 1983**-*Étude sur la germination et le pouvoir germinatif de cinq armoises endémiques du Maroc*. - Buil. Inst. Sci. Univo Mohammed V 7: 75-82.
 69. **OZANDA P.,1977**. «*Flore du sahara*».Edition du centre national de la recherche scientifique ,Paris.
 70. **OZENDA P.,2004**-*Flore et végétation du Sahara*. Ed Paris p93-444-467.
 71. **POLJAKOFF-MAYBER A. 1975**-*Morphological and anatomical changens as a response to salinity stress, in Plants in Saline Environments*. Ecological Studies. Analysis and Synthesis (POLJAKOFF-MAYBER, A. et GALE, J., Eds). Vol.15: 97-117. Springer, Berlin.
 72. **PRADO, F.E., C. Boero., M. Gallardo & J.A. Gonzales -2000**- *Effect of NaCl on germination, growth and soluble sugar content in Chenopodium quinoa Willd. Seeds*. Botanical Bulletin of Academia Sinica 41: 27-34.
 73. **QUENZEL P., Santa S.1963** -*Nouvelles flores d'Algérie et des régions désertiques méridionales* . Tome II. Ed. CNRS Paris , p167-262
 74. **RAACHEI., KARBOUSSA-HALOUA R. 2004**- *Caractérisation morphologique et anatomique de quelque espèces halophiles dans la cuvette de Ouargla*. Mémoire de Ingénieur ,Univ de Ouargla, 67p.
 75. **REBBAS, K. & R. BOUNAR.,2014**-. *Études floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la région de M'Sila (Algérie)*, Vol12, Issue 5, p284-291.
 76. **REJILI M., VADEL M. A., NEFFATP M., 2006**- *Comportements germinatifs de deux populations de Lotus creticus(L.) en présence du NaCl*. Revue des Régions Arides, Vol. 17, n°.1 : 65-78.
-

77. **ROBERT M., 1996-** *Le sol : interface dans l'environnement ressource pour le développement*. Ed. Masson, Paris. 96 p.
 78. **SCOTT S.J., Jones R.A., Williams W.A., 1984.** *Review of data analysis methods for seed germination*. *Crop science*, 24(6) : 1192-1199.
 79. **SEFI M., FETOUI H., MAKNI M., NAJIBA ZEGHAL N. 2010-**. *Mitigating effects properties of Artemisia campestris leaf extract on hyperlipidemia, advanced glycation end products and oxidative stress in alloxan-induced diabetic rats*. *Journal Of Food and Chemical Toxicology*, vol 48: 1986-1993.
 80. **SHIPLEY, B. ; PARENT, M. 1991-** *Réponses de germination de 64 espèces de terres humides en relation avec la taille des graines, le temps minimum de reproduction et le taux de croissance relatif des semis*. *Écologie fonctionnelle*. 5(1): 111-118. [14554].
 81. **SMAOUI, A. ; CHERIF, A. 1986-** *Effet de la salinité sur la germination des graines de cotonnier*. In : *Actes du Colloque sur les végétaux en milieu aride*. 8-10. Univ Sci.de Tunis,Djerba . ACCTT. *Sud-Oranais : phytomasse, productivite primaire et applications pastorales*. Thèse de Doctoral de 3e Cycle, USTHB, Alger, P.
 82. **TAKEMURA, T., HANAGATA, N., SUGIHARA, K., BABA, S., KARUBE, I., DUBINSKY, Z., 2000.** *Phys-iological and biochemical responses to salt stress in the mangrove Bruguieragymnorrhiza*. *Aquat. Bot.* 68, 15–28.
 83. **TRIKICH et SEHAILIA A. ,2016-**.*Contribution à l'étude du potentiel biologique d'une plante médicinale du genre Artemisia* . Thèse de Master, Univ Chikh Larbi Tebessi,Tebessa. p 6-7.
 84. **UNGAR I.A., 1982-***Germination ecology of Halophytes in D.N. ESN et K.S.RAJPUROHTT*, eds. *Contribution to the ecology of halophytes*.P143-1Wiebe B.H., Eilers R.G., Eilers W.D. et Brierley J.A., 1981à2001-Risque de salinisation dusol,chapitre 15.pp:121.
 85. **VALANT-VETSCHERA K-M., FISCHER R., WOLLENWEBER E. 2003-***Exudate flavonoids in Species of Artemisia (Asteraceae-Anthemideae) :new results and chemosystem interpretation* .*Jouranl Of Biochemical Systematics Ecology* n°31: 487-498
 86. **WATSON, LINDA E., BATES, PAYL L., EVANS, TIMOTHY M., et al. 2002-***Molecular phylogeny of subtribe Artemisiinae (Asteraceae), including Artemisia and its allied and segregate genera*. *Article of BMC Evolutionary Biology*, , vol 2, n°1, p17.
 87. **YEO A.R.,1983-** *Salinity resistance : physiologies and prices* . *Journal of Physiologia Plantarum* 58:214-222.
 88. **YUPSANIS T., MOUSTAKAS M., DOMIANDOU K.,1994-***Protein phosphorylation-dephosphorylation in alfalfa seeds germination under salt stress*. *Journal of Plant Physiology* .143:234-240
 89. **ZHU J-K., 2001-** *Plant salt tolerance* .*Trends Plant Sci.*6: 66-71.
 90. **ZID E., 1982-** *Relations hydriques dans la feuille de Citrus aurantium : effets de l'âge et de la salinité*. *Rev. FAC. Sc. Tunis*, 2 : 195- 205.
-

Annexe

Tableau 01 : Analyse de la variance à un seul facteur de l'effet du NaCl sur la longueur des feuilles (LF) des deux espèces ($\alpha = 0,05$)

Source de variabilité	SC	DDL	MC	F	P
Espèce	0,10	1,00	0,10	0,12	0,73

Tableau 02 : Analyse de la variance à un seul facteur de l'effet du NaCl sur la longueur des racicules (LR) des deux espèces ($\alpha = 0,05$)

Source de variabilité	SC	DDL	MC	F	P
Espèce	2,84	1,00	2,84	8,70	0,00

Tableau 03: Analyse de la variance à un seul facteur de l'effet du NaCl sur le taux de germination (TG) des deux espèces ($\alpha = 0,05$)

Source de variabilité	SC	DDL	MC	F	P
Espèce	16875,00	1,00	16875,00	11,67	0,00

Tableau 04 : Analyse de la variance à un seul facteur de l'effet du NaCl sur la vitesse de germination (VG) des deux espèces ($\alpha = 0,05$)

Source de variabilité	SC	DDL	MC	F	P
Espèce	113	1	113	11	0,00

Tableau 05 : Analyse de la variance à un seul facteur de l'effet du NaCl sur le temps de latence (TL) des deux espèces ($\alpha = 0,05$)

Source de variabilité	SC	DDL	MC	F	P
Espèce	16,33	1,00	16,33	2,77	0,10

Tableau 6 : Test de Bonferroni ; variable LF (1.données sel1.sta) Groupes Homogènes, alpha = ,05000 Erreur : MC Inter = ,87943, dl = 46,000

	Espèce	LF	1
1	AHA	0,91	****
2	AC	1,00	****

Tableau 7 : Test de Bonferroni ; variable LR (1.données sel1.sta) Groupes Homogènes, alpha = ,05000 Erreur : MC Inter = ,32652, dl = 46,000

	Espèce	LR	1	2
2	AC	0,59	****	
1	AHA	1,08		****

Tableau 8 : Test de Bonferroni ; variable TG (1.données sel1.sta) Groupes Homogènes, alpha = ,05000 Erreur : MC Inter = 1445,7, dl = 46,000

	Espèce	TG	1	2
2	AC	33,33	****	
1	AHA	70,83		****

Tableau 9 : Test de Bonferroni ; variable TL (1.données sel1.sta) Groupes Homogènes, alpha = ,05000 Erreur : MC Inter = 5,8986, dl = 46,000

	Espèce	TL	1
1	AHA	3,50	****
2	AC	4,67	****

Tableau 10: Test de Bonferroni des groupes homogènes dans les deux espèces selon les valeurs de la variable VG sous l'effet du NaCl ($\alpha = 0,05$)

	Espèce	VG	1	2
1	<i>A. herba-alba</i>	4,074448	****	
2	<i>A. campestris</i>	7,141820		****

Tableau 11: Test de Bonferroni des groupes homogènes dans les deux espèces selon les valeurs de la variable TL sous l'effet du NaCl ($\alpha = 0,05$)

	Espèce	TL	1
1	<i>A. herba-alba</i>	3,50	****
2	<i>A. campestris</i>	4,67	****

Tableau 12: Test de Bonferroni des groupes homogènes dans les deux espèces selon les valeurs de la variable TG sous l'effet du NaCl ($\alpha = 0,05$)

	Espèce	TG	1
1	<i>A. herba-alba</i>	33,33	****
2	<i>A. campestris</i>	70,83	

Tableau 13: Test de Bonferroni des groupes homogènes dans les deux espèces selon les valeurs de la variable VG sous l'effet du NaCl ($\alpha = 0,05$)

	Espèce	VG	1
1	<i>A. herba-alba</i>	2,44	****
2	<i>A. campestris</i>	5,86	

Tableau 14: Test de Bonferroni des groupes homogènes dans les deux espèces selon les valeurs de la variable LF sous l'effet du NaCl ($\alpha = 0,05$)

	Espèce	LF	1
1	<i>A. herba-alba</i>	0,91	****
2	<i>A. campestris</i>	1,00	****

Tableau 15: Test de Bonferroni des groupes homogènes dans les deux espèces selon les valeurs de la variable LR sous l'effet du NaCl ($\alpha = 0,05$)

	Espèce	LR	1
1	<i>A. herba-alba</i>	0,59	****
2	<i>A. campestris</i>	1,08	

Tableau 16 : Analyse de la variance à un seul facteur de l'effet du CaCl₂ sur la longueur des feuilles (LF) des deux espèces ($\alpha = 0,05$)

Source de variabilité	SC	DDL	MC	F	P
Espèce	0,0	1	0,0	0,0	0,85

Tableau 17 : Analyse de la variance à un seul facteur de l'effet du CaCl₂ sur la longueur des racines (LR) des deux espèces ($\alpha = 0,05$)

Source de variabilité	SC	DDL	MC	F	P
Espèce	0,4	1	0,4	1,3	0,27

Tableau 18 : Analyse de la variance à un seul facteur de l'effet du CaCl₂ sur le taux de germination (TG) des deux espèces ($\alpha = 0,05$)

Source de variabilité	SC	DDL	MC	F	P
Espèce	28616	1	28616	21	0,00

Tableau 19 : Analyse de la variance à un seul facteur de l'effet du CaCl₂ sur la vitesse de germination (VG) des deux espèces ($\alpha = 0,05$)

Source de variabilité	SC	DDL	MC	F	P
Espèce	24	1	24	2,1	0,15

Tableau 20 : Analyse de la variance à un seul facteur de l'effet du CaCl₂ sur le temps de latence (TL) des deux espèces ($\alpha = 0,05$)

Source de variabilité	SC	DDL	MC	F	P
Espèce	0	1	0	0	0,88

Tableau 21 : Test de Bonferroni ; variable LF (1.données sel2.sta) Groupes Homogènes, alpha = ,05000 Erreur : MC Inter = ,46315, dl = 46,000

	Espèce	LF	1
2	AC	0,85	****
1	AHA	0,89	****

Tableau 22 : Test de Bonferroni ; variable LR (1.données sel2.sta) Groupes Homogènes, alpha = ,05000 Erreur : MC Inter = ,29713, dl = 46,000

	Espèce	LR	1
2	AC	0,63	****
1	AHA	0,80	****

Tableau 23 : Test de Bonferroni ; variable TG (1.données sel2.sta) Groupes Homogènes, alpha = ,05000 Erreur : MC Inter = 1342,2, dl = 46,000

	Espèce	TG	1	2
2	AC	30,00	****	
1	AHA	78,83		****

Tableau 24 : Test de Bonferroni ; variable TL (1.données sel2.sta) Groupes Homogènes, alpha = ,05000 Erreur : MC Inter = 3,7355, dl = 46,000

	Espèce	TL	1
2	AC	3,25	****
1	AHA	3,33	****

Tableau 25 : Test de Bonferroni ; variable VG (1.données sel2.sta) Groupes Homogènes, alpha = ,05000 Erreur : MC Inter = 11,774, dl = 46,000

	Espèce	VG	1	2
2	AC	2,49	****	
1	AHA	5,07		****

Tableau 26: Analyse de la variance à un seul facteur de l'effet du Na₂SO₄ sur la longueur des feuilles (LF) des deux espèces ($\alpha = 0,05$)

Source de variabilité	SC	DDL	MC	F	P
Espèce	1669	1	1669	0	0,52

Tableau 27 : Analyse de la variance à un seul facteur de l'effet du Na₂SO₄ sur la longueur des racicules (LR) des deux espèces ($\alpha = 0,05$)

Source de variabilité	SC	DDL	MC	F	P
Espèce	1083	1	1083	0	0,58

Tableau 28 : Analyse de la variance à un seul facteur de l'effet du Na₂SO₄ sur le taux de germination (TG) des deux espèces ($\alpha = 0,05$)

Source de variabilité	SC	DDL	MC	F	P
Espèce	23941	1	23941	17,5	0,00

Tableau 29 : Analyse de la variance à un seul facteur de l'effet du Na₂SO₄ sur la vitesse de germination (VG) des deux espèces ($\alpha = 0,05$)

Source de variabilité	SC	DDL	MC	F	P
Espèce	0	1	0	0,0	0,95

Tableau 30 : Analyse de la variance à un seul facteur de l'effet du Na₂SO₄ sur le temps de latence (TL) des deux espèces ($\alpha = 0,05$)

Source de variabilité	SC	DDL	MC	F	P
Espèce	0	1	0	0,0	0,91

Tableau 31 : Test de Bonferroni ; variable LF (1.données sel 3.sta) Groupes Homogènes, alpha = ,05000 Erreur : MC Inter = ,40835, dl = 46,000

	Espèce	LF	1
2	AC	0,47	****
1	AHA	0,70	****

Tableau 32 : Test de Bonferroni ; variable LR (1.données sel 3.sta) Groupes Homogènes, alpha = ,05000 Erreur : MC Inter = ,25900, dl = 46,000

	Espèce	LR	1	2
2	AC	0,41	****	
1	AHA	0,75		****

Tableau 33 : Test de Bonferroni ; variable TG (1.données sel 3.sta) Groupes Homogènes, alpha = ,05000 Erreur : MC Inter = 1364,8, dl = 46,000

	Espèce	TG	1	2
2	AC	23,67	****	
1	AHA	68,33		****

Tableau 34 : Test de Bonferroni ; variable TL (1.données sel 3.sta) Groupes Homogènes, alpha = ,05000 Erreur : MC Inter = 5,9384, dl = 46,000

	Espèce	TL	1
2	AC	3,33	****
1	AHA	3,42	****

Tableau 35 : Test de Bonferroni ; variable VG (1.données sel 3.sta) Groupes Homogènes, alpha = ,05000 Erreur : MC Inter = 10,794, dl = 46,000

	Espèce	VG	1	2
2	AC	1,99	****	
1	AHA	5,36		****

Tableau 36 : Analyse de la variance à deux facteurs de l'effet des sels (S) et de la concentration saline (C) et leurs interactions sur la longueur des feuilles (LF) d'*Artemisia herba-alba* ($\alpha = 0,05$)

Source de variabilité	SC	DDL	MC	F	P
S	0,6	2,0	0,3	5,4	0,01
C	14,0	5,0	2,8	47,5	0,00
S x C	1,4	10,0	0,1	2,3	0,02

Tableau 37 : Analyse de la variance à deux facteurs de l'effet des sels (S) et de la concentration saline (C) et leurs interactions sur la longueur des racines (LR) d'*Artemisia herba-alba* ($\alpha = 0,05$)

Source de variabilité	SC	DDL	MC	F	P
S	1,5	2	0,8	9	0,00
C	20,2	5	4,0	49	0,00
S x C	1,5	10	0,2	2	0,07

Tableau 38 : Analyse de la variance à deux facteurs de l'effet des sels (S) et de la concentration saline (C) et leurs interactions sur la vitesse de germination (VG) d'*Artemisia herba-alba* ($\alpha = 0,05$)

Source de variabilité	SC	DDL	MC	F	P
S	34	2	17	18	0,00
C	327	5	65	71	0,00
S x C	46	10	5	5	0,00

Tableau 39 : Analyse de la variance à deux facteurs de l'effet des sels (S) et de la concentration saline (C) et leurs interactions sur le taux de germination (TG) d'*Artemisia herba-alba* ($\alpha = 0,05$)

Source de variabilité	SC	DDL	MC	F	P
S	1444	2	722	9	0,00
C	100451	5	20090	249	0,00
S x C	5689	10	569	7	0,00

Tableau 40 : Analyse de la variance à deux facteurs de l'effet des sels (S) et de la concentration saline (C) et leurs interactions sur le temps de latence (TL) d'*Artemisia herba-alba* ($\alpha = 0,05$)

Source de variabilité	SC	DDL	MC	F	P
S	0	2	0	1	0,37
C	171	5	34	205	0,00
S x C	7	10	1	4	0,00

Tableau 41 :Test de Bonferroni des groupes homogènes selon les valeurs de la variable TG d'*Artemisia herba-alba* sous l'effet des trois sels et leurs concentrations ($\alpha = 0,05$)

	sel	concentr	TG	1	2	3	4	5
12	S2	C5	0,00	****				
6	S1	C5	0,00	****				
18	S3	C5	0,00	****				
5	S1	C4	27,00		****			
17	S3	C4	41,00		****			
16	S3	C3	70,00			****		
11	S2	C4	75,00			****	****	
9	S2	C2	98,00				****	****
4	S1	C3	98,00				****	****
15	S3	C2	99,00				****	****
8	S2	C1	100,00					****
13	S3	C0	100,00					****
14	S3	C1	100,00					****
3	S1	C2	100,00					****
7	S2	C0	100,00					****
2	S1	C1	100,00					****
10	S2	C3	100,00					****
1	S1	C0	100,00					****

Tableau 42 : Test de Bonferroni des groupes homogènes selon les valeurs de la variable LF d'*Artemisia herba-alba* sous l'effet des trois sels et leurs concentrations ($\alpha = 0,05$)

	sel	concentr	LF	1	2	3	4
12	S2	C5	0,00	****			
6	S1	C5	0,00	****			
18	S3	C5	0,00	****			
16	S3	C3	0,53	****	****		
5	S1	C4	0,67		****	****	
15	S3	C2	0,67		****	****	
11	S2	C4	0,68		****	****	
17	S3	C4	0,70		****	****	
10	S2	C3	0,85		****	****	****
14	S3	C1	0,86		****	****	****
2	S1	C1	0,96		****	****	****
9	S2	C2	1,00		****	****	****
3	S1	C2	1,19			****	****
4	S1	C3	1,20			****	****
8	S2	C1	1,36				****
7	S2	C0	1,46				****
1	S1	C0	1,46				****
13	S3	C0	1,46				****

Tableau 43 : Test de Bonferroni des groupes homogènes selon les valeurs de la variable LR d'*Artemisia herba-alba* sous l'effet des trois sels et leurs concentrations ($\alpha = 0,05$)

	sel	concentr	LR	1	2	3	4	5
6	S1	C5	0,00	****				
12	S2	C5	0,00	****				
18	S3	C5	0,00	****				
16	S3	C3	0,39	****	****			
11	S2	C4	0,48	****	****	****		
10	S2	C3	0,64	****	****	****	****	
17	S3	C4	0,65	****	****	****	****	
15	S3	C2	0,71	****	****	****	****	
9	S2	C2	0,81		****	****	****	
14	S3	C1	0,95		****	****	****	
5	S1	C4	1,03		****	****	****	****
8	S2	C1	1,12		****	****	****	****
2	S1	C1	1,13		****	****	****	****
4	S1	C3	1,17			****	****	****
3	S1	C2	1,39				****	****
7	S2	C0	1,79					****
13	S3	C0	1,79					****
1	S1	C0	1,79					****

Tableau 44 : Test de Bonferroni des groupes homogènes selon les valeurs de la variable VG d'*Artemisia herba-alba* sous l'effet des trois sels et leurs concentrations ($\alpha = 0,05$)

	S	C	VG	1	2	3	4
6	S1	C5	0,00	****			
12	S2	C5	0,00	****			
18	S3	C5	0,00	****			
7	S2	C0	3,74		****		
1	S1	C0	3,74		****		
13	S3	C0	3,74		****		
9	S2	C2	4,10		****		
10	S2	C3	4,10		****		
15	S3	C2	4,40		****		
2	S1	C1	4,66		****		
8	S2	C1	4,68		****		
3	S1	C2	4,88		****		
11	S2	C4	5,08		****		
4	S1	C3	5,21		****		
5	S1	C4	5,95		****	****	
14	S3	C1	6,26		****	****	
17	S3	C4	8,13			****	****
16	S3	C3	8,98				****

Tableau 45 : Analyse de la variance à deux facteurs de l'effet des sels (S) et de la concentration saline (C) et leurs interactions sur la longueur des feuilles (LF) d'*Artemisia campestris* ($\alpha = 0,05$)

Source de variabilité	SC	DDL	MC	F	P
S	3,6	2	1,8	3,2	0,05
C	20,1	5	4,0	7,1	0,00
S x C	11,2	10	1,1	2,0	0,06

Tableau 46 : Analyse de la variance à deux facteurs de l'effet des sels (S) et de la concentration saline (C) et leurs interactions sur la longueur des racines (LR) d'*Artemisia campestris* ($\alpha = 0,05$)

Source de variabilité	SC	DDL	MC	F	P
S	0,7	2	0,3	7	0,00
C	9,9	5	2,0	42	0,00
S x C	2,1	10	0,2	4	0,00

Tableau 47 : Analyse de la variance à deux facteurs de l'effet des sels (S) et de la concentration saline (C) et leurs interactions sur la vitesse de germination (VG) d'*Artemisia campestris* ($\alpha = 0,05$)

Source de variabilité	SC	DDL	MC	F	P
S	66	2	33	4	0,02
C	736	5	147	18	0,00
S x C	94	10	9	1	0,33

Tableau 48 : Analyse de la variance à deux facteurs de l'effet des sels (S) et de la concentration saline (C) et leurs interactions sur le taux de germination (TG) d'*Artemisia campestris* ($\alpha = 0,05$)

Source de variabilité	SC	DDL	MC	F	P
S	1157	2	579	5	0,01
C	73509	5	14702	133	0,00
S x C	1069	10	107	1	0,48

Tableau 49 : Analyse de la variance à deux facteurs de l'effet des sels (S) et de la concentration saline (C) et leurs interactions sur le temps de latence (TL) d'*Artemisia campestris* ($\alpha = 0,05$)

Source de variabilité	SC	DDL	MC	F	P
S	30	2	15	3	0,06
C	222	5	44	9	0,00
S x C	26	10	3	1	0,88

Tableau 50 : Test de Bonferroni des groupes homogènes selon les valeurs de la variable TG d'*Artemisia campestris* sous l'effet des trois sels et leurs concentrations ($\alpha = 0,05$)

	sel	concentr	TG	1	2	3	4
12	S2	C5	0,00	****			
6	S1	C5	0,00	****			
18	S3	C5	0,00	****			
17	S3	C4	1,00	****	****		
16	S3	C3	5,00	****	****	****	
11	S2	C4	14,00	****	****	****	
10	S2	C3	15,00	****	****	****	
15	S3	C2	17,00	****	****	****	
5	S1	C4	20,00	****	****	****	
14	S3	C1	21,00	****	****	****	
3	S1	C2	24,00	****	****	****	
8	S2	C1	24,00	****	****	****	
4	S1	C3	27,00	****	****	****	
9	S2	C2	29,00		****	****	
2	S1	C1	31,00			****	
13	S3	C0	98,00				****
7	S2	C0	98,00				****
1	S1	C0	98,00				****

Tableau 51 : Test de Bonferroni des groupes homogènes selon les valeurs de la variable LR d'*Artemisia campestris* sous l'effet des trois sels et leurs concentrations ($\alpha = 0,05$)

	sel	concentr	LR	1	2	3	4
12	S2	C5	0,00	****			
6	S1	C5	0,00	****			
18	S3	C5	0,00	****			
17	S3	C4	0,13	****			
11	S2	C4	0,21	****			
16	S3	C3	0,25	****	****		
10	S2	C3	0,43	****	****	****	
15	S3	C2	0,43	****	****	****	
14	S3	C1	0,45	****	****	****	
3	S1	C2	0,45	****	****	****	
5	S1	C4	0,48	****	****	****	
2	S1	C1	0,51	****	****	****	
9	S2	C2	0,81		****	****	****
4	S1	C3	0,93			****	****
8	S2	C1	1,12				****
13	S3	C0	1,20				****
7	S2	C0	1,20				****
1	S1	C0	1,20				****

Tableau 52 : Test de Bonferroni des groupes homogènes selon les valeurs de la variable VG d'*Artemisia campestris* sous l'effet des trois sels et leurs concentrations ($\alpha = 0,05$)

	S	C	VG	1	2	3
6	S1	C5	0,00	****		
12	S2	C5	0,00	****		
18	S3	C5	0,00	****		
17	S3	C4	2,00	****	****	
10	S2	C3	2,66	****	****	****
11	S2	C4	3,00	****	****	****
15	S3	C2	5,71	****	****	****
14	S3	C1	6,14	****	****	****
9	S2	C2	6,48	****	****	****
5	S1	C4	6,51	****	****	****
16	S3	C3	7,25	****	****	****
3	S1	C2	7,67	****	****	****
8	S2	C1	8,06		****	****
4	S1	C3	8,54		****	****
7	S2	C0	10,01			****
1	S1	C0	10,01			****
13	S3	C0	10,01			****
2	S1	C1	10,13			****

Résumé

Cette étude visait à étudier l'effet de la salinité de trois sels (NaCl, CaCl₂, Na₂SO₄) sur les paramètres physiologiques (TL, TG, VG) et morphologiques (LF, LR) des graines d'*Artemisia herba-alba* et *Artemisia campestris*. Nos résultats ont montré que les graines des deux espèces ont été capables de germer sous la contrainte saline des trois sels, mais avec des taux de germination variables selon le degré de salinité et le type de sel. *Artemisia herb-alba* a montré une tolérance supérieure à la salinité en comparaison avec *Artemisia campestris* pour les paramètres TG, LF et LR. Les résultats de l'ordre de toxicité des trois sels vis-à-vis les deux plantes se chevauchent, et leurs effets ne sont pas clairement distingués.

Mots clés

Artemisia campestris, *Artemisia herb-alba*, germination, salinité

Summary

This study aimed to study the effect of the salinity of three salts (NaCl, CaCl₂, Na₂SO₄) on the physiological (TL, TG, VG) and morphological (LF, LR) parameters of the seeds of *Artemisia herba-alba* and *Artemisia campestris*. Our results showed that the seeds of both species were able to germinate under the saline stress of the three salts, but with variable germination rates depending on the degree of salinity and the type of salt. *Artemisia herb-alba* showed higher salinity tolerance compared to *Artemisia campestris* for TG, LF and LR parameters. The results of the order of toxicity of the three salts towards the two plants overlap, and their effects are not clearly distinguished.

Key words

Artemisia campestris, *Artemisia herb-alba*, germination, salinity

ملخص

هدفت هذه الدراسة إلى دراسة تأثير ملوحة ثلاثة أملاح NaCl، CaCl₂، Na₂SO₄ على المعلمات الفسيولوجية TL، TG، VG والمورفولوجية LF، LR لبذور *Artemisia herba-alba*، *Artemisia campestris*. أظهرت نتائجنا أن بذور كلا النوعين كانت قادرة على الإنبات تحت الإجهاد الملحي للأملاح الثلاثة، ولكن بمعدلات إنبات متغيرة حسب درجة الملوحة ونوع الملح. أظهر *Artemisia herb-alba* تحمل ملوحة أعلى مقارنة مع *Artemisia campestris* لمعلمات TG و LF و LR. تتداخل نتائج ترتيب سمية الأملاح الثلاثة تجاه النباتين، وتأثيراتها غير واضحة.

الكلمات الدالة

Artemisia campestris، *Artemisia herb-alba*، إنبات، ملوحة