

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et Agronomiques



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master en biologie

Option : Génétique et Amélioration Végétale

**Contribution à l'étude écophysiological de deux espèces du
Sulla ; effet de l'acide Gibbérellique et l'acide Ascorbique et
la durée de stockage sur la germination.**

Présenté par : M^{elle} SI BACHIR Sonia

M^{me} HAMEL - SI TAYEB Razika

Soutenu devant le jury :

Présidente : Mme SAHMOUNE F.	Maitre-assistante de classe A à l'U.M.M.T.O
Promoteur : Mr MEDJEBEUR DJ.	Maitre-assistant de classe A à l'U.M.M.T.O
Examineur : Mr SMAIL A.	Maitre-assistant de classe A à l'U.M.M.T.O
Examineur M ^r OUDJAINE A.	Maitre-assistant de classe A à l'U.M.M.T.O

Promotion : 2015/2016

Remerciements

Au terme de ce modeste travail, nous tenons à remercier **Dieu** de nous avoir mis sur la voie des études et de nous avoir donné la volonté et le courage de mener à terme ce travail.

Nous adressons nos sincères remerciements à notre promoteur Mr **MEDJEBEUR Dj.** pour ses conseils et sa disponibilité lors de l'élaboration de ce mémoire de fin d'études.

Nos remerciements les plus sincères s'adressent aux membres du jury ; à M^{me} **SAHMOUNE F.** d'avoir accepté de présider ce jury, à M^r **SMAIL A.** Et M^r **OUDJAINA A.** de nous avoir fait l'honneur d'examiner ce travail et de l'enrichir par leurs critiques constructives.

Nous remercions chaque personne ayant contribué à la réalisation de notre travail : M^m **MAGUEMOUNE S.** l'ingénieure de laboratoire de pédologie pour sa gentillesse et son esprit scientifique ainsi que nos deux camarades de laboratoire d'écophysiologie Mr **SAIDANI Faouzi** et Mr **AIT SAIDI Ibrahim** pour leur aide et leurs conseils.

Nous remercions également toutes les personnes qui nous ont aidés dans la recherche bibliographique à la bibliothèque de la faculté biologie de l'USTHB, l'INA.

Sans oublier nos enseignants qui nous ont suivis tout au long de notre parcours, aux quels revient le mérite de notre réussite.

Merci pour tous.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

**Mes très chers parents pour tous leurs sacrifices et leurs aides,
que dieu les protèges**

A mon très cher frère Walid

A mes très chères sœurs kamilia, Lydia et Lina

Mon cher cousin Ali qui m'a toujours encouragé.

A ma tante Feta et son mari et ses enfants

A mes très chères grandes mères.

Toute ma famille.

Mes amis

Madjid, lynda, Taous, Malek, Massinissa, Abdenour.

**Tous ceux qui ont contribué de pré ou de loin à la réalisation de
ce travail.**

Mon binôme et cher amie « Razika».

Sonia

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Mes très chers parents pour tous leurs sacrifices et leurs aides,
que dieu les protèges

A mon très cher frère **Belkacem**

A mes très chères sœurs **Souhila, Nawal et kahina** et son
époux **Si brahim** et mon neveu **Islam**.

Mon cher Mari **Mohammed** qui ma toujours encouragé.

A mes très chère grand-mère.

Toute ma famille et ma belle-famille.

Mes amis sur tout **lynda et Taous** .

Tous ceux qui ont contribué de pré ou de loin à la réalisation de
ce travail.

Mon binôme et cher copine « **Sonia** ».

Razika

Sommaire

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Partie A : Généralités sur les espèces

I.1.Généralité sur l'espèce	3
I.2.Classification taxonomique.....	3
I.3.Description morphologique	3
I.3.1.Axe aérien	3
I.3.2.Feuilles	4
I.3.3.Tiges.....	4
I.3.4 Les inflorescence et fleurs	4
I.3.5.gousse et graines	6
I.4. Aire de répartition	7
I.5.Exigence climatique.....	8
I.6.Exigences édaphiques	8
I.7.Composition chimique	8
I.8. Intérêt et utilisation du Sulla	9
I.8.1. Intérêt agronomique et alimentaire	9
I.8.2.Intérêt écologique.....	10
I.8.3.Intérêt thérapeutique	10

Partie B: La germination et la salinité

I.1. Définition	12
I.2. Les phases de germination	12
I.3. Les paramètres de germination.....	13
I.3.1. Le pouvoir de germination	13
I.3.2 La capacité de germination	13
I.3.3. La vitesse de germination	13
I.3.4. La courbe de germination	13
I.4. les conditions de la germination	13
I.4.1. Les Conditions intrinsèques.....	13
I.4.2 .Conditions extrinsèques	14
II. Le stress salin.....	14
II.1.Définition de stress	14
II.2. Salinité	15
II.3. Effet de la salinité sur la germination	16
II.4. Mécanismes d'adaptation à la salinité	16
II.5.Ajustement osmotique	16
II.6.Pré-traitements	18
II.6.1.L'endurcissement par deshydratation	19
II.6.2.L'endurcissement par osmoconditionnement	19

Partie C : l'acide gibbérellique et acide ascorbique

I. Les phytohormones	20
I.1.Les gibbérellines	21
I.1.1. L'effet de l'acide gibbérellique sur la salinité et la germination	21

II. Acide ascorbique	22
II.1. Effet de l'acide ascorbique sur la salinité et germination.....	23

Chapitre II : Partie expérimentale

Chapitre I : Matériel et méthodes

I. Matériels et Méthodes.....	24
I.1.Matériels végétal	24
I.2.Préparation des graines	24
I.3.Prétraitement	24
I.4.Mise en culture	24
II. Paramètres mesurés	25
II.1.Paramètres retenus pour caractériser la germination.....	25
II.1.2.Temps moyenne de germination.....	26
II.1.3.Taux de germination.....	26
II.1.4.Mesure de la croissance des plantules en longueur	26
II.1.5.Mesure de la croissance pondérale	26
II.3.Analyse statistique	26
III. Etudes de l'influence de la durée de stockage des graines du Sulla	26
III.1.Analyse statistique	27

Chapitre III : Résultats et Discussion

I. Résultats

I.1.Impact de l'acide gibbérellique (GA3) et l'acide ascorbique sur le renforcement de la tolérance à la salinité	28
I.1.1.Taux de germination	28
I.1.2.Temps moyen de germination.....	30

I.1.3.Longueur de la tige.....	31
I.1.4.Longueur de la racine.....	32
I.1.5.Poids frais.....	34
I.1.6.Poids sec.....	35

II.Discussion

II.1.Influence du traitement phytohormonal sur les paramètres de germination et le début de croissance	37
--	----

II. 2 .Influence du traitement phytohormonal sur les paramètres de croissance.....	38
--	----

I.Résultats

I.2.Influence de la durée de stockage sur la capacité germinative des graines de Hedysarum flexuosum.....	40
---	----

I.2.1.Taux de germination	40
---------------------------------	----

I.2.2.Temps moyen de germination.....	40
---------------------------------------	----

I.3.Influence de la durée de stockage sur la croissance en longueur des organes des plantules.....	41
--	----

I.3.1.Longueur de la tige.....	41
--------------------------------	----

I.3.2.Longueur de la racine.....	42
----------------------------------	----

I.4 .Influence de la durée de stockage sur la biomasse des plantules.....	42
---	----

II.Discussion	44
---------------------	----

Conclusion	45
------------------	----

Références bibliographiques

Annexe

Figure 1 : <i>Hedysarum flexuosum</i> en floraison.....	4
Figure 2 : <i>Hedysarum flexuosum</i> au stade bouton	5
Figure 3 : Fleurs et feuillage de <i>Sulla</i>	5
Figure 4 : Diagramme floral du genre <i>Hedysarum</i>	5
Figure 5 : Aire de répartition des deux espèces <i>coronarium</i> et <i>flexuosum</i>	7
Figure 6 : Les formules de quelques phytohormones.....	21
Figure 7 : Les formes chimiques de l'acide ascorbique.....	22
Figure 8 : les gousses de <i>Sulla</i>	22
Figure 9 : les graines de <i>Sulla</i>	22
Figure 10 : dispositif expérimentale mise en germination des graines des deux espèces (avec différents traitements sel, hormones).....	25
Figure 11 : Variation du taux de germination en fonction des concentrations en Na Cl des deux espèces de <i>Sulla</i> en présence et en absence de la GA3.....	28
Figure 12 : Variation du taux de germination en fonction des concentrations en Na Cl des deux espèces de <i>Sulla</i> en présence et en absence de l'acide ascorbique	29
Figure 13 : Variation du temps moyen de germination en fonction des concentrations en Na Cl des deux espèces de <i>Sulla</i> en présence et en absence de la GA3.....	30
Figure 14 : Variation du temps moyen de germination en fonction des concentrations en NaCl des deux espèces de <i>Sulla</i> en présence et en absence de l'acide ascorbique.....	30
Figure 15 : l'effet de la salinité sur la longueur des tiges des deux espèces de <i>Sulla</i> en présence et en absence de GA3.....	31
Figure 16 : l'effet de la salinité sur la longueur des tiges des deux espèces de <i>Sulla</i> en présence et en absence de l'acide ascorbique.....	32
Figure 17 : l'effet de la salinité sur la longueur des racines des deux espèces de <i>Sulla</i> en présence et en absence de GA3.....	33.
Figure 18 : l'effet de la salinité sur la longueur des racines des deux espèces de <i>Sulla</i>	

en présence et en absence de l'acide ascorbique.....	33
Figure 19 : l'effet de la salinité sur le poids frais des deux espèces de <i>Sulla</i> en présence et en absence de GA3.....	34
Figure 20 : l'effet de la salinité sur le poids frais des deux espèces de <i>Sulla</i> en présence et en absence de l'acide ascorbique.....	35
Figure 21 : l'effet de la salinité sur le poids sec des deux espèces de <i>Sulla</i> en présence et en absence de GA3.....	35
Figure 22 : l'effet de la salinité sur le poids sec des deux espèces de <i>Sulla</i> en présence et en absence de l'acide ascorbique.....	36
Figure 23 : variation du taux de germination en fonction de l'âge des graines de <i>H.Flexuosum</i>	40
Figure 24 : variation de temps moyen de germination en fonction de l'âge des graines de <i>H.Flexuosum</i>	41
Figure 25 : variation de longueur de tige en fonction de l'âge des graines de <i>H.Flexuosum</i>	41
Figure 26 : variation de longueur de la racine en fonction de l'âge des graines de <i>H.Flexuosum</i>	42
Figure 27 : variation de poids frais en fonction de l'âge des graines de <i>H.Flexuosum</i>	43
Figure 28 : variation de poids sec en fonction de l'âge des graines de <i>H.Flexuosum</i>	43

Liste des tableaux

Tableau 1 : composition chimique de sulla9

Liste des abréviations

A Asc : Acide ascorbique

FAO: Food and agriculture organisation

GA₃ : Acide gibbérellique

ROS : Reactive oxygen species

TM : Taux moyen de germination

TMG : Temps moyenne de germination

SOD :super oxydase dismutase

Introduction Générale

Introduction

En Algérie la plus grande partie des ressources fourragère provient des parcours, des jachères et des sous-produits de la céréaliculture. Les espèces spontanées d'intérêt pastoral et fourrager, et particulièrement les légumineuses occupent une importante place dans la flore Algérienne (Abdelguarfi et *al.*, 1999).

Plusieurs espèces de genre *Hedysarum* sont particulièrement préconisées en Algérie où le déficit fourrager est très prononcé, le risque d'érosion des sols et leur pauvreté en matière organique notamment dans certaines régions.

Ces espèces ont également des potentialités avérées en apiculture. Elle constitue également d'excellents précédents culturaux pour plusieurs céréales (Ben jeddi, 2005) et Leur richesse en tanins condensée leur confèrent des vertus thérapeutiques sur la santé animale.

Le succès d'installation d'une espèce sur son milieu ainsi que sa croissance et son développement dépend largement d'une capacité germinative adéquate.

La phase de germination est le premier stade phénologique affecté par les contraintes environnementales (stress salin, hydrique et thermique.....). (Come, 1970).

La salinité est l'un des majeurs stress abiotique préjudiciable pour la production des écosystèmes naturels et agricoles. Selon Runus (2000) in Dallali,(2012) , approximativement huit cents millions d'hectares de terres sont affectés par les hauts niveaux de salinité de part le monde.

Le stress salin est un facteur limitant majeur de productivité des écosystèmes naturels et agricoles. Seules les plantes dite halophytes s'épanouissent sur un sol riche en sel. La majorité des plantes cultivées appartiennent à la catégorie des glycophytes. La présence de sels solubles en fortes concentration dans le sol affecte les mécanismes physiologiques de la plante (Bajja et *al.*, 1998).

De nombreux efforts sont réalisés pour limiter le problème de salinité, d'une part pour agir sur le sol lui-même, en modifiant la structure par des amendements calcaires (Heuer et *al.* 1994), en améliorant les techniques culturales, notamment par des compagne de fertilisation adéquates (Feigin et *al.*, 1985 in Levigneron et *al.*, 1995) ou en désalinisant les eaux d'irrigation. Ceci demande des investissements importants que la plupart des pays ne peuvent pas prendre en charge. D'autre part, on peut chercher à créer des variétés capables de minimiser les effets défavorables de la salinité sur leur développement et leur rendement.

Plusieurs études ont montré l'apport des phytohormones (Acide gibbéréllique, Acide salicylique, Acide jasmonique...) et des composés antioxydants d'origine organique (polyphénols, vitamine « c », caroténoïdes...) ou minérale (KNO_3 ) Dans le renforcement de la tolérance des plantes à la salinité. (Ghamati et *al.*, 2005).

Dans cette optique, ce présent travail se propose d'étudier d'une part l'apport exogène d'une phytohormone (la GA3) et d'un composé antioxydant à savoir la Vitamine « c » sur

d'éventuelles tolérance de la salinité. D'autre part, nous avons testé l'effet de l'âge sur la capacité germinative des graines de Sulla (*Hedysarum flexuosum*).

Le présent document est réparti en trois parties. La première partie est subdivisée en deux chapitres dont le premier traite des généralités sur le genre *Hedysarum* et notamment *H. flexuosum* et *H. coronarium* ainsi que les différentes utilisations de ces espèces. Quant au deuxième chapitre il est consacré aux notions de la salinité et ses effets sur la plante particulièrement en phase de germination. La deuxième partie résume les différentes méthodes utilisées et le dispositif expérimental mis en place dans notre étude. La dernière partie consiste en la présentation des résultats obtenus. Cette partie se termine par une discussion générale et une conclusion générale et des propositions en guise de perspectives.

I. Généralité sur l'espèce

Le genre *Hedysarum* L. est un groupe d'espèces fourragères spontanées (Abdelguerfi-Berrakia et *al.*, 1988), appartenant à la famille des Fabaceae (Baatout et *al.*, 1990), renferme des espèces annuelles ou pérennes, diploïdes ou tétraploïdes, autogames ou allogames (Boussaid et *al.*, 1995). Ce genre regroupe diverses espèces qui se différencient entre autres par la morphologie, le mode de reproduction, le cycle biologique, les aires de répartition ainsi que les caractéristiques bioclimatiques.

I.1. Classification taxonomique

Selon Spichiger et *al.* (2004) le Sulla du nord est classé comme suit :

Règne	végétale
Embranchement	spermaphytes
Sous-embranchement	angiospermes
Classe	dicotylédone
Sous-classe	dialypétales
Ordre	fabales
Famille	légumineuses
Sous-famille	papilionacées
Tribu	Hedysarums
Genre	<i>Hedysarum</i>
Espèce	<i>Hedysarum flexuosum</i> L. <i>Hedysarum coronarium</i> L.

I.2. Description morphologique

I.2.1. Axe aérien

Les formes sauvages se distinguent des formes cultivées par leur port prostré. Les formes cultivées sont érigées, elles présentent un axe principal bien dressé (50-150 cm de long) et des ramifications latérales obliques pouvant égaler l'axe principal. Au stade végétatif, la plantule se trouve en rosette lâche (Clarde, 1990). Les populations de Sulla sont partagées en

groupes à tige orthotropes, plagiotropes, ou semi –palgiotropes (Sarno et al.,1978 in ben jeddi ,2005).

I.2.2.Feuilles

Les feuilles, sur les deux types d'axes, sont longuement pétiolées et se composent de 7-15 paires de folioles ovales avec une foliole terminale (Moore et al., 2006). Les folioles sont munies d'une pilosité blanchâtre sur les bords (Prosperi et al., 1995).

La phyllotaxie des rameaux axillaire est alterne distique. Les feuilles sont dissymétriques avec une foliole isolée à la base (Boussaid et al., 1989).



Figure 1 : *Hedysarum flexuosum* en floraison (Kadi, 2012).

I.2.3.Tiges

Elles sont ascendantes, cylindriques assez grosses, glabres et pleines. Les formes sauvages se distinguent par leur port prostré, par contre les formes domestiquées par un port érigé (Boussaid et al., 1995)

I.2.4 Les inflorescence et fleurs

Chez le Sulla, les inflorescences sont axillaires et à pédoncules égale a la feuille axillante, sont en grappes spiciformes, ovoïdes et allongées à la fructification. Les fleurs (1.5 2cm), brièvement pédonculées. La corolle est généralement rouge vif ou violacée, mais peut être blanche. Allogame à plus de 90%.

Hedysarum flexuosum L.,est caractérisé par des inflorescences axillaires et à pédoncules en forme de grappes spiciformes ovoïdes et allongées à la fructification. Les fleurs

sont de petite taille par rapport à celles de *Hedysarum coronarium* L., brièvement pédonculées, sont axillées par des bractées scarieuses et portant chacune à la base des calices deux bractéoles, et fréquemment butinées par les abeilles domestiques (*Apis mellifera*) (Prosperi et al., 1995 ; Ben jeddi, 2005).

Le calice est campanulé, la corole est de couleur rose, pourpre ou violacée, les étamines sont du type diadelph (Tutin et al., 1967 in Inegrechen, 2007).

Hedysarum coronarium L. présente des fleurs longues de 14 à 20 mm en grappes allongées, denses et longuement pédonculées. Les gousses sont droites, larges de 4 à 5mm, à articles couverts d'aiguillons (Quezel et al., 1962 in Ben jeddi, 2005).

Le développement végétatif est essentiellement hivernal, la floraison a lieu en Avril-mai et la sénescence commence dès le début du mois de juin (Abdelguerfi-Berrikia et al., 1991).



Figure 2 : *Hedysarum flexuosum* au stade bouton (Kadi, 2012).



Figure 3 : Fleurs et feuillage de Sulla (Schutz et al., 2008 in Abdelaoui, 2014).

D'après Meyer et al. (2004), la formule florale du hédysarum est :

$$[5]S+5P+ ([9] +1) E+1C$$

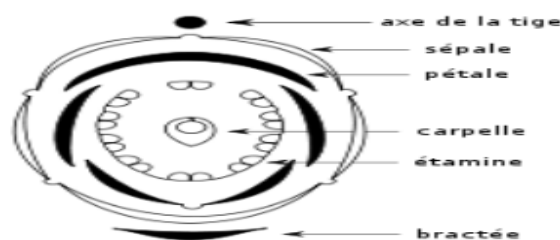


Figure 4 : Diagramme floral du genre *Hedysarum* (Meyer et al., 2004).

I.2.5. gousse et graines

Les gousses chez *H. coronarium* sont droites entourées à la base par un calice persistant. Elles sont allongées (1-4 x 4, 5 cm) constituées de quatre articles sub-orbulaire, couverts d'aiguillons plus ou moins arqués. L'article supérieur est souvent stérile.

Chez *H. flexuosum* Le fruit est une gousse flexueuse plus ou moins comprimée, constituée d'un nombre variable d'articles renfermant les graines (jusqu'à 8 articles par gousse) il se caractérise par une forme, ronde, quadrangulaire couverte d'aiguillons (Tutin et al., 1967 in Ingrachen, 2007).

Les graines sont réniformes ou ovoïdes. Elles sont luisantes, marron ou jaunâtre à radicules fortement saillantes.

Selon une étude réalisée par Abdlguerfi-Berrakia, (1985) sur les graines de genre *Hedysarum*, le poids moyen d'une gousse est de 163 mg et le poids moyen d'une graine saine est compris entre 4.9 mg et 17.2 mg.

I.3. Aire de répartition

Hedysarum flexuosum et *Hedysarum coronarium* ce sont des espèces des régions biens arrosées, elles sont fréquentes dans les régions à pluviométries supérieures à 650 mm à des altitudes variables (inférieures à 460 m).

Hedysarum coronarium est une espèce qui a fait ces preuves dans plusieurs région dans le monde particulièrement celle de la méditerranée. Cette espèce pousse spontanément en Algérie et en Tunisie.

Dans le bassin méditerranéen, l'aire de répartition de l'espèce *H. flexuosum* est relativement limitée. Elle s'étend du sud de la péninsule ibérique à l'Afrique du Nord (Boussaïd et al., 1995).

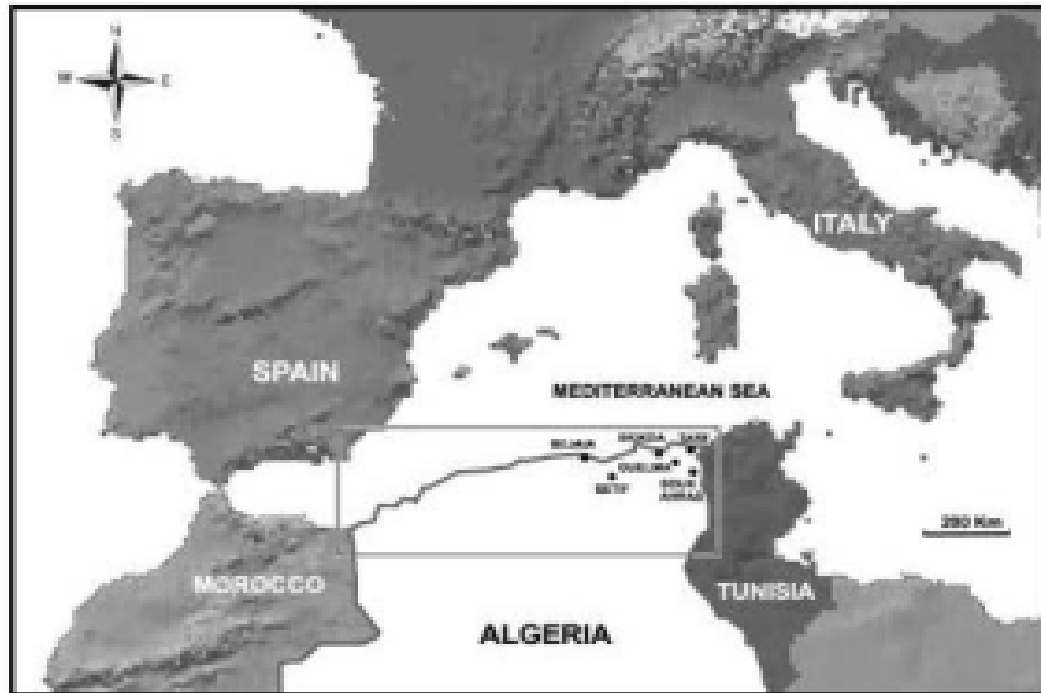


Figure 5 : Aire de répartition des deux espèces de Sulla (Issolah et *al.*, 2006).

L'espèce est absente en Libye, Tunisie, Egypte et en Mauritanie (Ben Fadhel et *al.*, 2006). Elle ne subsiste qu'au Maroc et en Algérie que sous forme de populations réduites et isolées (Ben Fadhel et *al.*, 1997).

En Algérie, on retrouve *H. flexuosum* au centre nord et dans les étages humide et subhumide (frais, doux, chaud) (Abdelguerfi-Berrakia et *al.*, 1991).

Au Maroc *H. flexuosum* est représentée par des populations de taille réduite couvrant 1 à 3 ha chacune, particulièrement dans les régions de Tanger, Tétouan et Asilah, (figure 5.)

L'étendue des populations varie souvent selon l'état de dégradation des sites. Mais, d'une façon générale, les populations sont sur pâturées, récoltées au stade végétatif pour l'alimentation du bétail ou piétinées (Boussaid et *al.*, 1995).

L'espèce *H. coronarium* est une espèce fourragère appréciée, cultivées de plus en plus dans certains pays du monde notamment en milieu méditerranéen (Martiniello et *al.*, 2000), c'est le cas de la Grèce, l'Espagne, l'Italie, la Tunisie, la Turquie et aussi, en Australie (Bullita et *al.*, 2000).

I.4.Exigence climatique

Le Sulla exige un climat sub-tropical. Il pousse bien pendant l'hiver, si celui-ci est doux ; dans la région méditerranéenne, il supporte également l'hiver moyennement rigoureux, les froids marqués sont nuisible au Sulla, qui ne résiste généralement pas si les températures s'abaissent fréquemment et longtemps au-dessous de -4°C (Foury, 1954 in belarbi, 1998), pendant les grandes chaleurs, il ne pousse pas ou peu même en culture irriguée (Triffi-Farah et al., 2000).

Selon (Abdelguerfi-Berrkia et al., 1991), l'Algérie rencontre le Sulla dans le subhumide froid, doux et chaud ainsi que dans l'humide chaud. C'est une espèce des régions bien arrosées, fréquente sous des pluviométries supérieures à 500 mm jamais à moins de 450 mm.

I.5.Exigences édaphiques

Hedysarum coronarium se rencontre sur les sols de texture fine à très fine, à pH compris entre 6.2 et 8.1 à conductivité très faible à moyenne généralement pauvres en potassium et en phosphore. Certaines espèces de ce genre sont fréquentes sur des pentes marneuses, des sols sableux et absente carrément dans les sols très riches en calcaire total (Abdelguerfi-Berrekia et al., 1991).

Hedysarum flexuosum se développe sur des sols pauvres, de pente très prononcée, peu caillouteux, de texture très fine à fine, de pH compris entre 6,2 et 8, 1, pauvres en potassium et en phosphore, elle est plus rare sur les sols ayant une teneur de plus de 25% de calcaire.

I.7.Composition chimique

Le tableau ci-dessous présente la composition chimique de Sulla selon (Piccioni 1965, in KADI, 2012).

Composés chimique	MS	PB	CB	MG	MM
Teneur %	88,50	10,70	23,98	01,59	08,31

MS : matière sèche, **PB** : protéine brute, **CB** : cellulose brute, **MG** : matière grasse, **MM** : matière minérale.

I.6. Intérêt et utilisation du Sulla

I.6.1. Intérêt agronomique et alimentaire

Parmi les espèces fourragères et/ou pastorales les plus utilisées dans certains pays pour l'alimentation du bétail nous pouvons citer les espèces de *Medicago*, *Trifolium*, et d'*Hedysarum* (Abdelguerfi et *al.*, 2003).

La valeur nutritive du Sulla est comparable à celle de la luzerne et du trèfle violet (Barry, 1998). Les populations naturelles de *Hedysarum flexuosum* assurent un pâturage hivernal et printanier de bonne valeur nutritive (Abdelguerfi-Berrakia et *al.*, 1991).

Au Maroc *H. flexuosum* introduite dans le Nord pour être cultivée en tant que ressource fourragère (Thami Alami et El Mzouri, 2000). Cette espèce est très utilisée dans l'alimentation des bovins (Ramirez-Restrepo et *al.*, 2005).

Selon Kadi (2012), la composition de la plante d'*Hedysarum flexuosum* dépend du stade végétatif. Au début de la floraison, le foin de Sulla a une teneur élevée en fibres (33,7%) , il contient également une quantité appréciable de protéines brutes proches de celles retrouvées dans la luzerne. Sulla est très appétent et utilisés dans l'alimentation des moutons (Molle et *al.*, 2003), caprins (Bonanno et *al.*, 2007) ou des vaches (Ramirez-Restrepo et *al.*, 2005 in Kadi 2012), ainsi, le foin de Sulla est considéré comme une source de fibres équilibré pour le lapin, également riche en protéines qui est proche de la composition de la farine de luzerne (Kadi , 2012).

Hedysarum coronarium est aussi une espèce fourragère qui a fait ses preuves dans plusieurs régions du monde particulièrement en Méditerranée. Cette espèce permet une très bonne production pastorale et serait une remarquable tête de rotation (Rondier et *al.*, 1985).

En Australie, le Sulla peut produire plus de 20 tonnes de M.S en deuxième année. La digestibilité est de 80% environ (Crocker et *al.*, 2008) .

Le Sulla contient aussi des tanins condensés qui empêchent le ballonnement chez le bétail, et améliorent l'utilisation des protéines. Cependant, quelques effets nuisibles ont été notés en cas d'aliment unique, effets qui pourraient être dilués en mélangeant le Sulla avec d'autres herbes qui ne contiennent pas de tanins (Abdelguarfi et *al.*, 2002).

I.6.2.Intérêt écologique

Le Sulla a un rôle floristique fondamental dans l'amélioration de la fertilité organo-chimique du sol (Gounot, 1958 ; Trifi et *al.*, 2002 in Slim et *al.*,2011).

Le Sulla est aussi considérée dans les régions du nord du Maroc et de la nouvelle Zélande, potentiellement utile pour le fourrage et le pâturage, en plus de son utilité établie pour la protection des sols contre l'érosion, la valorisation des régions dégradées, surtout dans les zones arides (Douglas, 1998 ; Ben jeddi, 2005 ; Hannachi et *al.*, in Sabihi, 2008).

Les populations naturelles de *Hedysarum flexuosum*, de port érigé (facilitant le fauchage), assurent un pâturage hivernal et printanier de bonne valeur nutritive (Abdelguerf-Berrakia et *al.*, 1991).

Le Sulla peut participer à la valorisation des jachères et à leur enrichissement en azote organique ainsi qu'à la protection des sols marneux et marnocalcaires en pente (souvent dénudés) et des abords des forêts (Pin d'Alep et genévrier de Phénicie essentiellement) (Killian, 1939 ; Prosperi et *al.*, 1995 ; Abdelguerfi-Berrakia et *al.*, 1991).

Les espèces du genre *Hedysarum* ont également montré leur grande importance dans la protection des sols.

On effet ben jeddi a prouvé une influence positive d'une culture de Sulla sur la protection des sols contre l'érosion

I.6.3.Intérêt thérapeutique

La présence de tanins condensés (protocathécols) dans le Sulla réduit relativement les infections gastro intestinales causées par des nématodes chez les animaux. Les tanins condensés dégradent les protéines des ruminants, il y'a aussi des indications de quelques effets antiparasitaires (Neizen et *al.*, 2002).

Des études récentes confirment l'effet anthelminthique des tanins condensés, et moins de risque de toxicité grâce à leur poids moléculaires élevés, ce qui les empêche de traverser la barrière intestinale. Ce qui confère, alors au Sulla une très grande utilité (Iqbal et *al.* , 2002 ; Farrugia et *al.*, 2008 in Belmihoub, 2012).

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Partie A
Généralités

Références bibliographiques

I. La germination

I.1. Définition

La germination se définit comme « le phénomène par lequel l'embryon croît en utilisant les réserves de la graine ».

La vie individualisée des graines commence dès que celle-ci est séparée de la plante qui lui a donnée naissance, et se termine par la germination (Binnet, 1978).

La germination est un processus dont les limites sont le début de l'hydratation de la semence et tout le début de la croissance de la radicule (Evenari, 1957).

Selon Mazliak (1982), la germination d'une semence est terminée quand la radicule perce les enveloppes ou, s'il s'agit d'un embryon isolé, dès que la radicule commence à s'allonger.

I.2. Les phases de germination

- **La phase I** : ou phase d'imbibition, l'imbibition est le passage de la semence d'un état déshydraté à un état hydraté (VERTUCCI, 1989). Ce passage est accompagné d'une élévation de l'intensité respiratoire et d'une réorganisation considérable des constituants cellulaires (Leopol, 1983).
- **La phase II** : ou phase de germination « *stricto sensu* », pendant cette phase, les semences ne s'imbibent plus et ne reflètent aucune modification morphologique (MAZLIAK, 1982). Cette phase est caractérisée par une stabilisation et de l'activité respiratoire à un niveau élevée (BINET, 1967) ; elle est relativement brève (12 à 48 h) et s'achève avec l'émergence de la radicule hors des téguments séminaux (Heller et *al.*, 1995).
- **La phase III** : est caractérisée par une reprise de l'absorption d'eau et une augmentation de la consommation d'oxygène, elle correspond à un processus de croissance de la radicule puis la tigelle

I.3. Les paramètres de germination

I.3.1. Le pouvoir de germination

C'est le pourcentage des semences capable de germer dans les conditions les plus favorables.

I.3.2 La capacité de germination

C'est le pourcentage maximal de semences germées dans des conditions données. Il est donc indispensable de préciser les conditions exactes dans lesquelles les semences sont mises à germer (Come, 1970).

I.3.3. La vitesse de germination

C'est le temps nécessaire mis par les semences germées, pour obtenir 50% de la capacité germinative (Lang, 1965) ; elle est calculée par l'indice de germination (Abbot, 1955 in Mazliak, 1982).

I.3.4. La courbe de germination

La courbe de germination représente l'évolution des pourcentages en fonction du temps ; elle permet de donner une idée précise sur la germination des semences. La courbe a généralement, une allure sigmoïde (Mazliak, 1982).

I.4. les conditions de la germination <

La germination n'est possible que si certaines conditions sont réunies ; les unes sont intrinsèques à savoir liées à l'état de la semence et les autres sont extrinsèques à savoir liées au milieu ambiant.

I.4.1. Les Conditions intrinsèques

a) Structure de la graine

La première condition d'une structure dite normale de la semence est la présence d'un embryon vivant, d'un tégument en bon état selon les cas d'un albumen intact (Guyot, 1978).

b) Maturité de la graine

Une semence dite mure quand des changements physiologiques et morphologiques se produisent dans la graine afin de rendre apte à germer (Heller et al., 1995).

c) Longévité

La longévité de la graine est la durée pendant laquelle la semence reste vivante et garde son pouvoir de germinatif (Heller et al., 1995).

d) L'aptitude à germer

Quand les semences vivantes mures, placées dans des conditions favorables, germent mal ou pas de tout, elles sont dites dormantes ou inaptes à germer (Lafoun, 1988).

I.4.2 .Conditions extrinsèques

Divers facteurs du milieu tel que l'eau, la température, l'oxygène et parfois la lumière contrôlent d'une précise, la germination.

L'analyse de l'un de ces facteurs ne peut pas faire abstraction des autres, car ils interfèrent tous.

a) L'eau

Le passage de la vie ralentie à la vie active d'une semence exige, une imbibition des tissus de ses semences.

L'eau d'imbibition doit être fournie en quantité suffisante et non en excès (Binet, 1978)

b) L'oxygène

Au fur et à mesure que la teneur en eau des tissus des semences augmente l'intensité respiratoire croît, ce qui entraîne une augmentation des besoins en oxygène. Ce dernier est indispensable au déroulement des réactions de dégradations internes de l'embryon (Binet, 1978).

c) La température

D'après Lafon et *al.*, (1998) :

- La température stimule les activités enzymatiques et ainsi la vitesse de germination.
- La température règle l'apport de l'oxygène à l'embryon, ainsi quand la température s'élève, le métabolisme réclame plus d'oxygène, son apport diminue rendant la germination impossible.

II. Le stress salin**II.1.Définition de stress**

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 (type de contrainte, son intensité et sa durée) et génétique (espèce et génome) (Hopkins, 2003).

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. C'est une force ou influence hostile qui tend à empêcher un système normal de fonctionner (Jones et *al.*, 1989).

Au niveau d'un écosystème par exemple toute contrainte externe qui limite la productivité en deçà des potentialités génétique d'une plante peut être considérée comme stress (Grime, 1979 in Baba-Sidi-Kassi, 2010).

On distingue deux grandes catégories de stress :

- Biotique
- Abiotique : provoqué par un défaut ou excès de l'environnement physico-chimique comme la sécheresse, les températures extrême, la salinité.....

II.2. Salinité

Dans le monde, il y a environs de 80% des terres salinisées qui ont une origine naturelle, ceci est due aux sels qui se forment lors de l'altération des roches et à la remontée de la nappe phréatique (Lacharme, 2001, Fao ,2006).

Les 20% des terres qui restent salinisées ont une origine anthropique (Lacharme , FAO ,2006). Cette dernière est liée aux apports excédentaires de l'eau d'irrigation et de leur qualité (Lacharme, 2001), à la mauvaise utilisation des engrais...etc. (Moughli , 2000).

La salinisation des terres est un problème majeur à l'échelle du globe. Selon la FAO et les estimations les plus récentes, la salinisation des terres affecte déjà au moins 400 millions d'ha et en menace gravement une surface équivalente (Legros, 2009).

La salinité du sol constitue l'un des facteurs abiotiques le plus répandu au niveau de la planète et limite fortement les rendements agricoles (Wiebe, 2001). Elle est définie par la présence de concentrations excessives de sels solubles dans le sol, qui limiterait le développement des plantes, ou par la richesse de leur complexe absorbant en ions, provenant de ces sels et susceptible de dégrader leurs structures, en particulier le sodium (Hadjadj, 2009).

La salinité des sols provoque chez les végétaux des stress. Selon Hopkins, (2003) le stress salin est un excès d'ions, en particulier, mais pas exclusivement des ions Na^+ et Cl^-

II.3. Effet de la salinité sur la germination

Le chlorure de sodium présent dans le sol ou dans l'eau d'irrigation affecte la germination de deux manières, il diminue la vitesse de germination et réduit le pouvoir germinatif. Cet effet dépend de la nature de l'espèce et de l'intensité de stress salin (Ben Naceur et *al.*, 2001 ; Tobe et *al.*, 2001). La réduction de pouvoir germinatif est due à l'augmentation de la pression osmotique de la solution du sol, qui ralentit l'imbibition et limite l'absorption de l'eau nécessaire au déclenchement des processus métaboliques impliqués dans la germination. La salinité perturbe également les systèmes enzymatiques impliqués dans les différentes fonctions physiologiques de la graine en germination, tels que la diminution de l'activité α et β amylase et la phosphatase de polyphénol oxydase et amylase (Khemiri et *al.*, 2004 ; Levent et *al.*, 2008) Lors d'un stress abiotique, l'activité des enzymes protégeant le métabolisme contre toute forme d'oxydation se trouve également augmentée tel que l'activité de la polyphénol oxydase, superoxyde dismutase (SOD), peroxydase et la catalase (Amaya et *al.*, 1999). Pour les sols salins, les légumineuses fourragères annuelles recherchées sont celles à grande capacité de germination et l'installation des semis, du fait que ces processus doivent se refaire chaque année. A chaque formation de graines, il y a une proportion à forte dureté de tégument (imperméabilité). Certaines de ces graines dures vont s'adoucir (devenir perméables) sur la période été-automne et seront disponibles pour rétablir de nouvelles plantes, tandis que les graines dures restantes, forment une banque de semences qui vont s'adoucir plus ultérieurement.

II.4. Mécanismes d'adaptation à la salinité

D'une manière générale, la tolérance à la contrainte saline peut être associée à trois caractéristiques physiologiques essentielles:

- Une utilisation efficace des ions dans le maintien de la turgescence:

Les halophytes se caractérisent par une grande capacité d'absorption et d'accumulation préférentielle de chlore et de sodium dans les feuilles. Une conséquence de cette accumulation des ions est l'élévation de la pression osmotique, celui-ci contribue à maintenir le potentiel

hydrique total dans la plante, inférieur à celui de la solution du sol, une réduction des pertes d'eau et au maintien de la turgescence cellulaire (Belkhodja, 2007). L'ajustement se retrouve chez la grande majorité des organismes vivants pour le maintien de l'alimentation hydrique et de la pression de turgescence (Gregori, 2005).

- Une bonne compartimentation vacuolaire de Na^+ et Cl^- au niveau des feuilles:

La compartimentation vacuolaire des ions toxiques est un facteur majeur de la tolérance au sel. En fait, la compartimentation de Na^+ et Cl^- à l'intérieur des vacuoles est un moyen de prévenir la toxicité dans le cytosol et contribue à l'Ajustement osmotique nécessaire à la tolérance à la salinité (Zhu, 2001).

- Une sélectivité d'absorption et de transport en faveur de K^+ malgré l'excès de Na^+ Une haute concentration de K^+ et une baisse de concentration de Na^+ sont nécessaires pour un processus cytoplasmique normal (Ashraf et al., 2008). En fait, le maintien d'une concentration élevée K^+ par rapport au Na^+ résulte de l'exclusion de Na^+ et de sa compartimentation intracellulaire (dans la vacuole).

La principale adaptation des halophytes au stress salin est leur grande capacité d'absorption ionique pour assurer leur ajustement osmotique. Elles accumulent des quantités de Na et Cl qui seront toxiques pour les glycophytes. Ces derniers vont au contraire favoriser l'entrée des ions K^+ par rapport au Na^+ . La capacité de sélectionner le K^+ par rapport de Na^+ lors de l'absorption a été décrite comme un critère de tolérance au sel (Ashraf et al., 2008).

II.5.Ajustement osmotique

Pour surmonter le stress, les plantes développent d'autres mécanismes complexes, comme l'ajustement osmotique, suite à l'intervention des ions inorganiques et la synthèse des osmose protecteurs, principalement des composés aminés et des sucres (Levigneron et al., 1995).

L'ajustement du potentiel hydrique du cytoplasme peut être réalisé par la synthèse d'osmoticum, c'est-à-dire de composés à fort pouvoir osmotique, ces composés sont comme suit :

- Des colloïdes fortement hydrophiles qui diminuent le potentiel matriciel ;

- Les substances neutres qui abaissent le potentiel osmotique du cytoplasme (Chretien., 1992).
- Les composés azotés sont les plus importants, car ce sont de petites molécule non toxiques qui jouent un rôle en réponse au stress osmotique (Wyn Jones et *al.*, 1991).
- La glycine bétaine (composé d'ammonium quaternaire méthylé) est synthétisée dans le chloroplaste et contribue à l'ajustement osmotique du chloroplaste durant le stress salin et hydrique (Hamdy., 1999).
- Les acides aminés peuvent s'accumuler par blocage de la protéogénèse ou hydrolyse des protéines. La proline est l'acide aminé le plus communément retrouvé dans les tissus des halophytes et glycophytes soumises à un stress (Chretien., 1992 ; Levigneron et *al.*, 1995).

La proline représente l'une des manifestations les plus remarquables des stress. L'accumulation de la proline, induite par les stress, peut être le résultat de trois processus complémentaires : stimulation de sa synthèse, inhibition de son oxydation et/ou altération de la biosynthèse des protéines.

II.6.Pré-traitements

Afin d'améliorer la régénération des espèces végétale plusieurs technique sont utilisées : sélection variétale, culture in vitro, prétraitement des semences etc.

Le prétraitement des semences (ou traitement de pré semis) consiste à faire subir aux semences certains traitements orientés en fonction des objectifs et des résultats souhaites : levée de la dormance, homogénéisation de la germination, résistance aux stress (sécheresse et froid principalement).....

Vu la grande sensibilité des végétaux aux stress durant la germination et l'émergence, des traitements de pré semis ont été tentés pour améliorer les performances de la semence au champ (Bradford, 1986).

L'endurcissement représente l'un des prétraitements le plus efficaces et le plus employé pour l'amélioration des performances germinatives. Il consiste en un osmoconditionnement suivi d'une déshydratation ou l'un des deux traitements seulement.

Selon Heller (1986), les graines ainsi traitées germent toujours plus rapidement et uniformément sous conditions de stress. Il a été suggéré que c'était la déshydratation qui a été responsable de l'effet de l'endurcissement. Mais Hanson (1986) a montré qu'une vigueur effective des graines se produit au cours de l'imbibition et est ensuite fixée par la déshydratation (Bradford, 1986).

II.6.1.L'endurcissement par déshydratation

Ce traitement consiste à imbiber les graines puis à les redéshydrater avant de les semer. Il a été appliqué par Heller (1986) afin d'augmenter la germination sous température froide.

II.6.2.L'endurcissement par osmoconditionnement (osmotic priming)

L'osmoconditionnement ou l'amorçage osmotique des semences est l'un des traitements de pré semis qui est couramment utilisé pour promouvoir la germination hâtive et synchronie des graines afin d'obtenir des culture uniforme (Bodsworth et *al.*, 1981).il peut aussi être utilisé pour vaincre la dormance due à l'environnement (Cantliffe et *al.*,1981).

Selon Heller (1986), le pré- traitement osmotique est réalisé en plaçant les graines dans des solutions à pression osmotique élevée de telle manière à empêcher l'émergence de la racicule sans empêcher les première stades de le germination. Ce traitement est suivi d'une déshydratation.

Selon Bradford (1986), la technique d'amorçage osmotique est basée sur le contrôle de l'hydratation de la semence à un niveau permettant une activité métabolique prégerminative, mais empêchant l'émergence de la racicule.

Les premières tentatives pour atteindre cet objectif ont été réalisées en imbiban les graines puis en les redéshydratant avant l'achèvement de la germination. Heydecker et *al.*, (1975) réalisent un amorçage en utilisant des solutions osmotiques inhibitrices de l'émergence de la racicule mais permettant le maintien d'une hydratation suffisante pour le déroulement du métabolisme. Les graines ont maintenues dans ces conditions durant plusieurs semaines puis rincées et redéshydratées à leur teneur en eau initiale.

Heydecker et *al.*, (1975) ont utilisé du polyéthylène glycol (PEG) à haut poids moléculaire (6000) en tant qu'osmoticum. Mais d'autres osmotica ont été utilisées tels que KNO₃, K₃PO₄, sucres (mannitol), solutions de sels (Na Cl).....

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Partie C l'acide gébbérellique et l'acide ascorbique

I. Les phytohormones

Une phytohormone, ou hormone végétale, est une hormone produite par une plante. C'est une substance chimique organique qui régule la croissance végétale ou qui intervient dans la communication entre individus végétaux différents (un arbre stressé peut émettre une hormone informant d'autres arbres qu'une cause de stress est présente. Ce stimulus peut augmenter la production de tanins ou de molécules défensives de la plante réceptrice). On parle parfois d'hormones de stress pour décrire les molécules émises par des plantes en état de manque d'eau ou blessée, lesquelles peuvent attirer des prédateurs, mais aussi les prédateurs de ces prédateurs (Laberche, 2010).

Pour qu'une substance soit qualifiée d'une phytohormone elle doit être :

- Endogène (c'est-à-dire non fournie par l'environnement)
- Oligodynamique (c'est-à-dire agir à faible dose, de l'ordre de la micromole)
- vectrice d'une information (apportée à une cellule cible sélectivement sensible à son action et dont elle influence le fonctionnement).

Ce sont ces exigences qui permettent de faire la distinction entre une phytohormone et une substance trophique.

Les hormones végétales sont regroupées en cinq familles principales auxquelles s'ajoutent d'autres groupes qui interviennent également dans le contrôle du développement de la plante.

Ces hormones appartiennent à des familles chimiques très variées et peuvent avoir des fonctions multiples. Les premières molécules identifiées ont été les auxines, les gibbérellines, l'acide abscissique, les cytokinines, l'éthylène et depuis peu d'autres molécules comme les brassinostéroïdes, l'acide jasmonique, l'acide salicylique ou encore des prolamines et des oligosaccharides (Laberche, 2010).

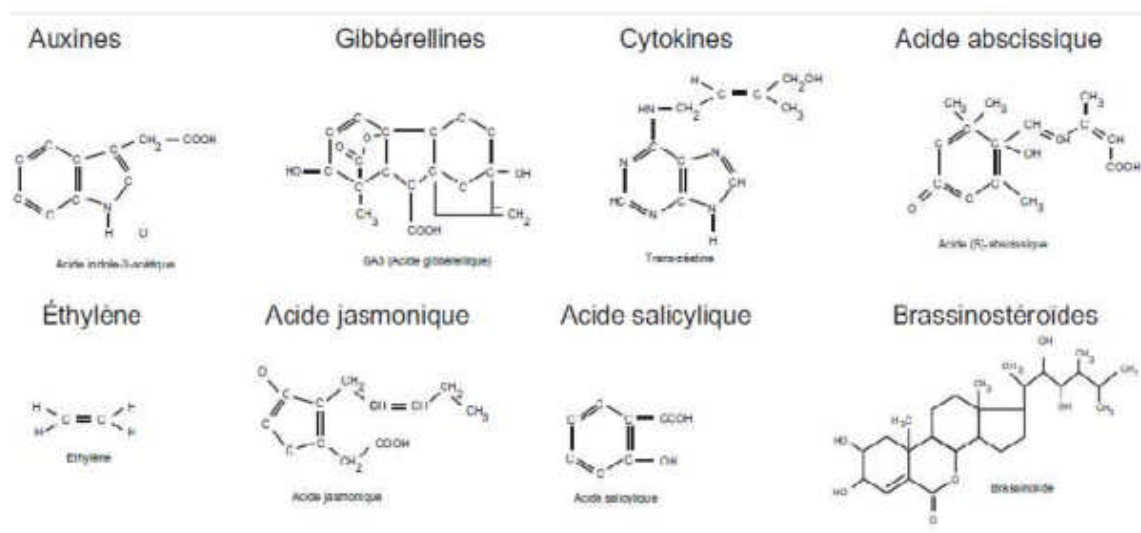


Figure 6 : Les formules de quelques phytohormones.

I.1. Les gibbérellines

Les acides gibbérelliques sont présentés chez tous les groupes végétaux. Elles sont constituées par une vingtaine de composés à structure chimique très voisine, la plus répandue est l'acide gibbérellique (GA3) (Hartman, 1990).

Les gibbérellines sont produites à la fois par les champignons et les plantes supérieures. Une application exogène de gibbérellines provoque un allongement prononcé de tiges intactes. (Hopkins, 2003).

I.1.1. L'effet de l'acide gibbérellique sur la salinité et la germination

Heller (1995) montre que le rôle de cette hormone est dans la synthèse des enzymes et notamment dans la production de α -amylase dans la graine. Cet effet favorise la mobilisation des réserves en produits simples solubles susceptibles de fournir l'énergie.

Selon le même auteur, les acides gibbérelliques (GA3) lèvent la dormance des semences et ont généralement une action stimulante sur la germination.

L'acide gibbérellique (GA3) peut lever l'inhibition de la germination causée par l'acide abscissique, s'oppose également à l'induction de la dormance par des températures élevées et stimule ainsi la germination des semences dont la dormance est normalement éliminée par un traitement au froid. (Eagle in Corbineau et Come, 1981).

(Gomath et al., 2005) ont été montrés que la salinité diminue la croissance et le rendement. L'application de l'acide gibbérellique réduit cet effet.

Quelques études ont montré que l'application externe de la gibbérelline en condition de salinité sur *Hibiscus sabdariffa* L. stimulant la synthèse de la catalase, réduit les effets négatifs de la salinité et améliore les conditions de croissance des plantes (parvaneh, 2015).

II. Acide ascorbique

La structure chimique de l'acide ascorbique (noté AA) fut établie par Haworth en 1932. Sa structure chimique est $C_6H_8O_6$. Il possède une fonction éné-diol, deux fonctions alcool et une fonction lactone qui unit les carbones C1 et C4. Sa forme oxydée est l'acide déhydroascorbique (noté DHA), de formule chimique $C_6H_6O_6$.

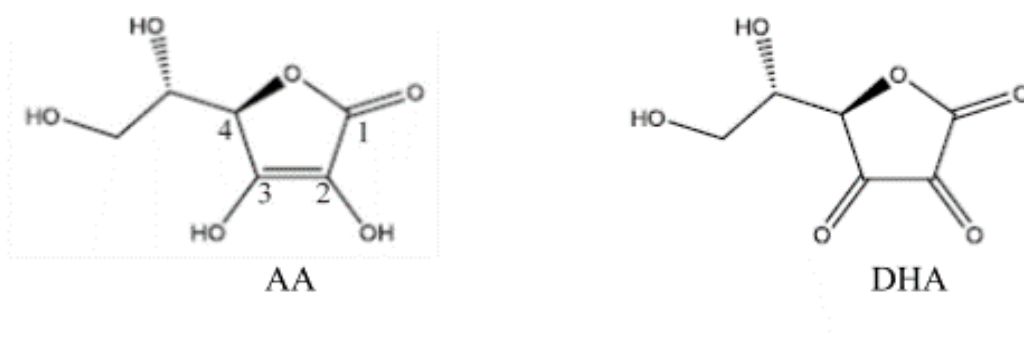


Figure 7: Les formes chimiques de l'acide ascorbique.

Les autres noms de l'acide ascorbique sont la vitamine C, l'acide L-thréo-hex-2-énoïque-gamma-lactone et l'acide L-xyloascorbique ; ce dernier fait référence à ses propriétés antiscorbutiques.

L'acide ascorbique est une vitamine hydrosoluble. Il possède deux isomères : l'acide L ascorbique et l'acide D ascorbique. Seule la forme L est métabolisée de façon efficace chez du fait d'une mutation du gène de la L-gluconolactone oxydase. En outre l'organisme ne dispose pas de capacité de stockage. Un apport minimal quotidien d'origine alimentaire est donc nécessaire. En France, la majeure partie des apports (70 %) provient des fruits (agrumes essentiellement) et des légumes (Bochris et al., 1983). Les pommes de terre, le pain et les céréales en apportent de 12 à 22 %.

L'acide ascorbique joue plusieurs rôles dans l'organisme, notamment grâce à ses propriétés antioxydantes et hydroxylantes. Il intervient dans la synthèse du collagène, de la tyrosine, de la carnitine, du cholestérol et des acides biliaires. Il participe également au métabolisme du fer et a un rôle dans l'élimination des carcinogènes et des nitrosamines cancérigènes (Cognard et *al.*, 1984).

II.1. Effet de l'acide ascorbique sur la salinité et la germination

L'acide ascorbique est une petite molécule relativement abondante chez les plantes. Elle joue des rôles multiples : dans la croissance et de développement des plantes, dans le processus de division cellulaires ainsi que dans l'expansion des parois pecto-cellulosique. .

Cette molécule constitue également une clé dans l'activité des enzymes antioxydantes telle que le glutathione et la détoxification par le H_2O_2 et contribue ainsi à la protection des structures cellulaires contre les effets des formes d'oxygène réactifs produit par la réaction de Mehler et la photo respiration (Noctor et *al.*, 1998).

Plusieurs auteurs signalent le rôle des phytohormones et des antioxydants tels que l'acide salicylique et l'acide ascorbique dans l'amélioration de faculté germinative des graines de plusieurs espèces lors d'une contrainte saline (Nasiri et *al* 2014 ., Behairy et *al* 2012).

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE II
Matériels et méthodes

I. Matériels et Méthodes

Le présent travail est réalisé au niveau du laboratoire d'écophysiologie végétale du département de biologie à l'UMMTO, en vue d'étudier l'impact de quelques facteurs abiotique sur la germination des deux espèces : *H. flexuosum* et *H. coronarium*.

I.1. Matériels végétal

La récolte des graines a été faite durant la première quinzaine du mois du juillet 2013, la collecte d'*Hedysarum flexuosum* a été réalisée sur les plaines de la région de Hasnaoua (Tizi ousou) ; et la collecte d'*Hedysarum coronarium* a été faite dans la région de Bejaia (station de l'INRA oued Ghir).



Figure 8 : les graines de Sulla
(Photo originale, 2016).



Figure 9 : les gousses de Sulla
(Photo originale, 2016).

I.2. Préparation des graines

Pour obtenir des graines nous avons débarrassé manuellement les gousses de leur péricarpe. Les graines percées ou visiblement attaquées par les champignons, bruches ou de taille inférieure à la moyenne ont été enlevées.

Pour tester la viabilité de chaque graine, on dénombre les graines pour chaque espèce, le lot de graines à germer est mis dans un récipient d'eau distillée, les graines qui tombent au fond sont considérées comme mures, celles qui remontent en surface sont soit immatures ou mortes et par conséquent enlevées du lot.

I.3. Prétraitement

Afin d'éviter d'éventuelles dormances tégumentaires, nous avons réalisé une scarification mécanique à l'aide de papier abrasif. Les graines ont été traitées par l'hypochlorite de sodium pendant 5 minutes, puis rincées abondamment avec l'eau distillée après les avoir immergées dans le fongicide pendant 5 minutes et rincées avec l'eau distillée. Chaque lot de graines ont été imbibé dans différentes solutions (acide gibbérellique, acide ascorbique) de différentes concentrations :

- Pour l'acide gibbérellique (GA3) dose 1=1mM/L. Dose 2=1,5mM/L pendant 48 heures.
- Pour l'acide ascorbique dose 1=20 mM/L correspondant à. Dose 2= 60mM pendant 4 heures.

I.4.Mise en culture

Les graines sont mises dans des boîtes de pétrie en plastique de 9 cm de diamètre et 1,3 cm d'épaisseur. Tapissées de deux couches de papier filtre (wattman n°1) avec un régime d'arrosage de (3) fois par semaine. La solution saline correspondante avec un volume de 6 ml.

Les graines de *H. flexuosum* et *H. coronarium* sont soumises aux différents traitements et arrosées avec la solution nutritive à laquelle on ajoute du Na Cl.

- 1^{ère} traitement correspond à des solutions d'arrosage différentes de NaCl (3g/l, 6g/l, 9g/l) sans acide gibbérellique et acide ascorbique.
- 2^{ème} traitement correspond à des solutions d'arrosage différentes de NaCl (3g/l, 6g/l, 9g/l) avec l'acide gibbérellique.
- 3^{ème} traitement correspond à des solutions d'arrosage différentes de NaCl (3g/l, 6g/l, 9g/l) avec l'acide ascorbique.

Le nombre de répétition traitent est de 5 (5 boîtes). Le nombre de graines par boîte est de 20 par chacune de ces répétitions.

Le suivi de la germination a été réalisé sur une période de 12 jours, le comptage des graines germées a été effectué chaque jour.

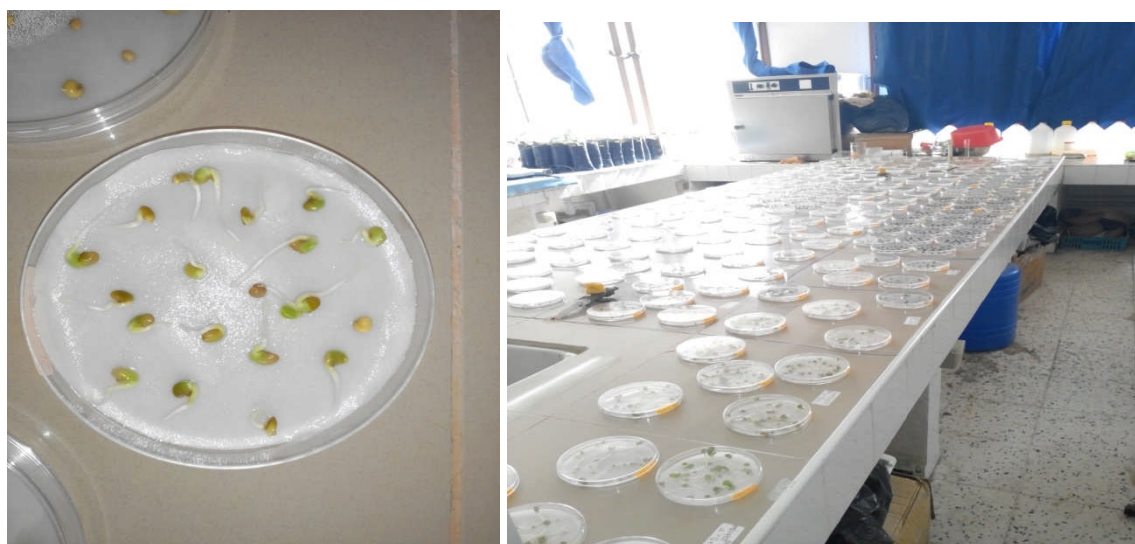


Figure 10 : dispositif expérimental : mise en germination des graines des deux espèces avec différents traitements (sel, hormones)

II. Paramètres mesurés

Le suivi de comportement des graines de *H. flexuosum*, *H. coronarium* a été basé sur la plusieurs paramètres morphologique durant la germination pendant 12 jours.

II. 1.Paramètres retenus pour caractérisé la germination

II.1.2.Temps moyenne de germination

C'est le temps mis par les graines pour germer (come, 1970), il est exprimé en jour et calculer par formule suivante :

$$\text{TMG} : \frac{N_1T_1+N_2T_2+.....T_NN_N}{N_1+N_2+.....+N_N}$$

N1 : Nombre des graines germées au temps **T1**.

N2 : Nombre des graines germées au temps **TN**.

TN : temps moyen de germination.

II.1.3.Taux de germination : TG

Selon Mazliak (1982), c'est le pourcentage de germination maximale ou le taux maximal obtenu dans les conditions choisies par l'expérimentateur. Il correspond au nombre de graines germées par rapport au nombre total de graines. Il est exprimé en pourcentage.

$$TG = (\text{Nombre de graines germées} / \text{Nombre total de graines}) \times 100$$

II.1.4.Mesure de la croissance en longueur des plantules

Après 12 jours, les graines ont été germées, les longueurs de la partie aérienne et racinaire sont mesurées à l'aide d'une règle graduée.

II.1.5.Mesure de la croissance pondérale

La biomasse exprimée en gramme (g) a été effectuée par pesée de la matière fraîche ,puis de la matière sèche après étuvage à 80° C jusqu'à l'obtention d'un poids constant (48h) .

II.3.Analyse statistique

Le dispositif expérimental pour lequel nous avons opté est en randomisation de Fisher aux deux espèces, au seuil $\alpha = 5\%$, et le test de la plus petite amplitude significative (Neumann-Keuls) pour l'homogénéité des moyennes réalisées à l'aide de l'logiciel statistique STATBOX 6.4.

Les résultats obtenus ont fait l'objet d'une analyse de la variance (ANOVA) à quatre facteurs de classification (espèce, salinité, type d'hormone, dose d'hormone).

Afin de pouvoir comparer les moyennes des différents traitements (salinité, traitement hormonale) et ce pour trouver s'il y a une influence des doses d'hormones sur la tolérance à la salinité l'une et l'autre espèce ; une autre analyse de la variance à 3 facteurs de classification a été réalisé pour chacune des espèces.

III. Etudes de l'influence de la durée de stockage des graines du *Sulla*

Les graines de *H. flexuosum* collectées aux environs de Hasnaoua (Tizi ouzou) à des périodes différentes (2010, 2011, 2012, 2013).ont été conservée dans des sachets on papier à la température 5°C à l'obscurité et à l'abri de l'humidité.

Les graines utilisées dans cette expérience ont subi les mêmes traitements de préparations que les expériences précédentes.

Sept boîte de pétrie ont été utilisées pour chacune des quatre collectes respective. Vingt graines sont misent à germer dans chacune des boites ayant été tapissées par deux feuilles de papier filtre (wattman n°1) imbibé avec 6 ml d'eau distillé chaque deux jours.

Les boites de pétri sont misent sous une température de $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ à l'abri de la lumière.

Le nombre de graines germées est suivi quotidiennement durant douze jours.

Des paramètres de croissance, pondérale (poids sec, poids frais) et de longueur (partie aérienne et partie racinaire) sont également évalués chez les plantules issues de ces germinations.

III.1.Analyse statistique

Le dispositif expérimental pour lequel nous avons opté est en randomisation de Fisher au seuil $\alpha = 5\%$, et le test de la plus petite amplitude significative (Neumann-Keuls) pour l'homogénéité des moyennes réalisées à l'aide de l'logiciel statistique STATBOX 6.4.

Les graines de *H. flexuosum* testées ont fait l'objet de l'analyse pour chaque paramètre étudié (croissance en longueur, croissance pondérale, taux de germination et le temps moyenne de germination) à un seul facteur de variation (durée de stockage des graines).

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE III
Résultats et discussion

I. Résultats

Notre travail consiste d'une part en l'estimation du degré de contribution de l'acide gibbérellique et de l'acide ascorbique au renforcement de la tolérance à la salinité durant la phase de germination des deux espèces de *Sulla* et d'autre part à l'étude de l'influence de la durée de stockage des graines sur la faculté germinative de *H. flexuosum*.

I.1. Impact de l'acide gibbérellique (GA3) et l'acide ascorbique sur le renforcement de la tolérance à la salinité

I.1.1. Taux de germination

Douze jours après la mise en germination des graines de *H. flexuosum* et *H. coronarium* traitées aux différentes concentrations de Na Cl et différentes doses de GA3 et l'acide ascorbique, les résultats sont illustrés par la figure n°11, n°12.

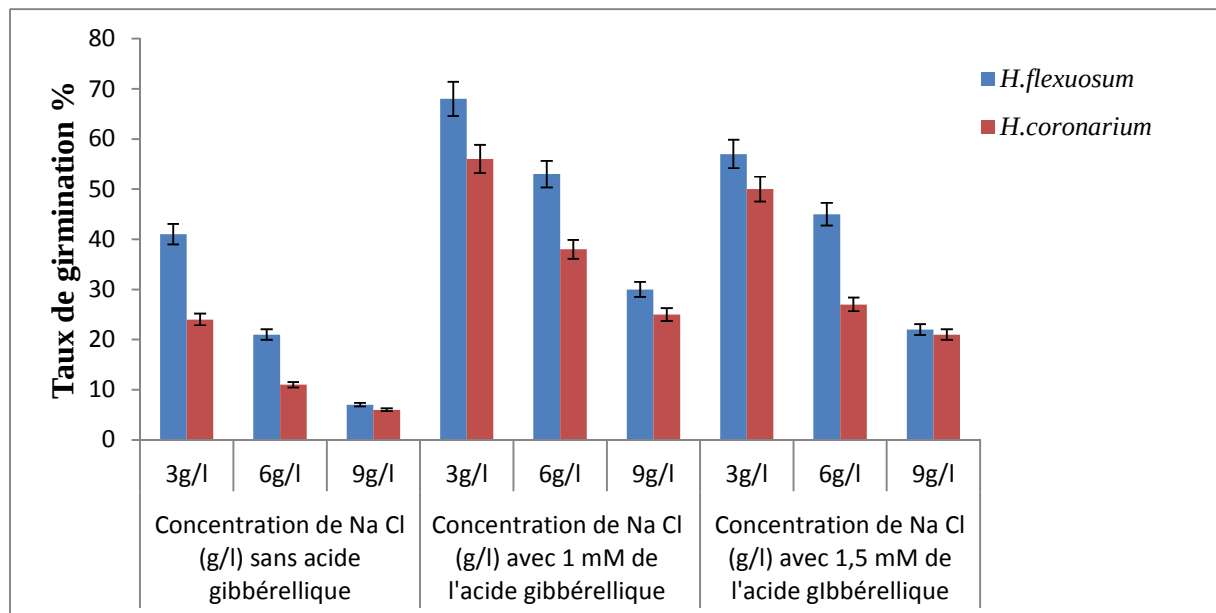


Figure 11 : Variation du taux de germination en fonction des concentrations en Na Cl des deux espèces de *Sulla* en présence et en absence de la GA3.

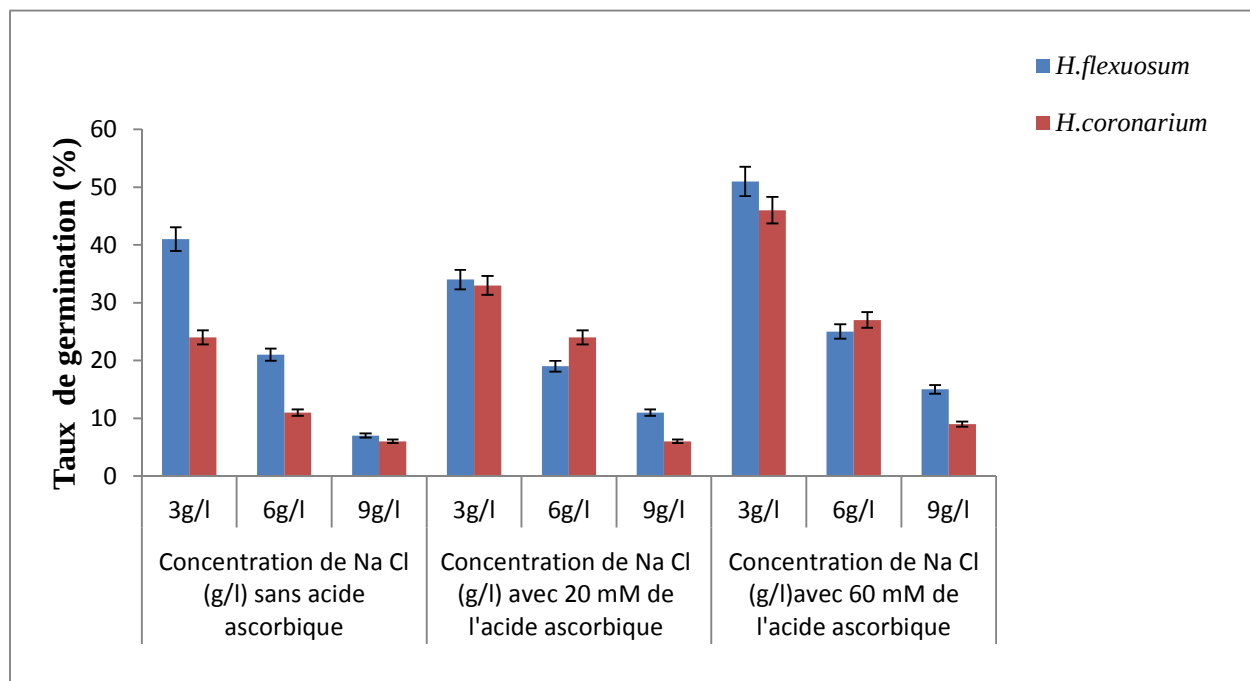


Figure 12 : Variation du taux de germination en fonction des concentrations en Na Cl des deux espèces de *Sulla* en présence et en absence de l'acide ascorbique.

D'après la figure n°11, le taux de germination de nos deux espèces testées diminue en fonction de la concentration du milieu d'imbibition en Na Cl.

Avec le traitement des graines à la GA3 à la dose de 1mM/l, le taux de germination se trouve augmenter par rapport au boîtes témoins, c'est-à-dire n'ayant pas été traité à la phytohormone. En effet, chez *H. flexuosum* par exemple à 1mM /l de GA3 et à 6g/l de Na Cl le pourcentage des graines germées est de 53% comparativement au cas non traités par la GA3 avec 21%. A la dose de 1,5mM/l de GA3, la germination reste améliorée par rapport au témoin, cependant celle-ci est plus réduite par rapport au résultat obtenu avec la dose de 1mM/l.

L'analyse statistique montre une différence très hautement significative pour les facteurs espèces, salinité et phytohormone.

A la lumière de la figure n°12, l'acide ascorbique influe également sur la capacité germinative des graines. Cependant à la faible dose de l'acide ascorbique l'influence est très légère, les taux de germination sont très proches de ceux enregistrés chez les graines germées non traitées à la vitamine C.

Nos résultats montrent par contre une élévation des taux de germination des graines des deux espèces testées à la plus forte dose à savoir 60 mM d'acide ascorbique par rapport à ceux enregistrés en absence de la vitamine C. En effet les taux de germination enregistrés à 60mM de l'acide ascorbique, à 6g/l comme exemple sont de 25% et 27% respectivement chez *H. flexuosum* et *H. coronarium* comparativement au cas témoin avec des taux de germination de 21% et 11%.

I.1.2. Temps moyen de germination

Le temps moyen de germination constitue un autre élément qui détermine la faculté germinative des graines. La variation de ce paramètre en fonction des doses de l'acide gibbérellique et l'acide ascorbique sont illustré par la figure n°13, n°14.

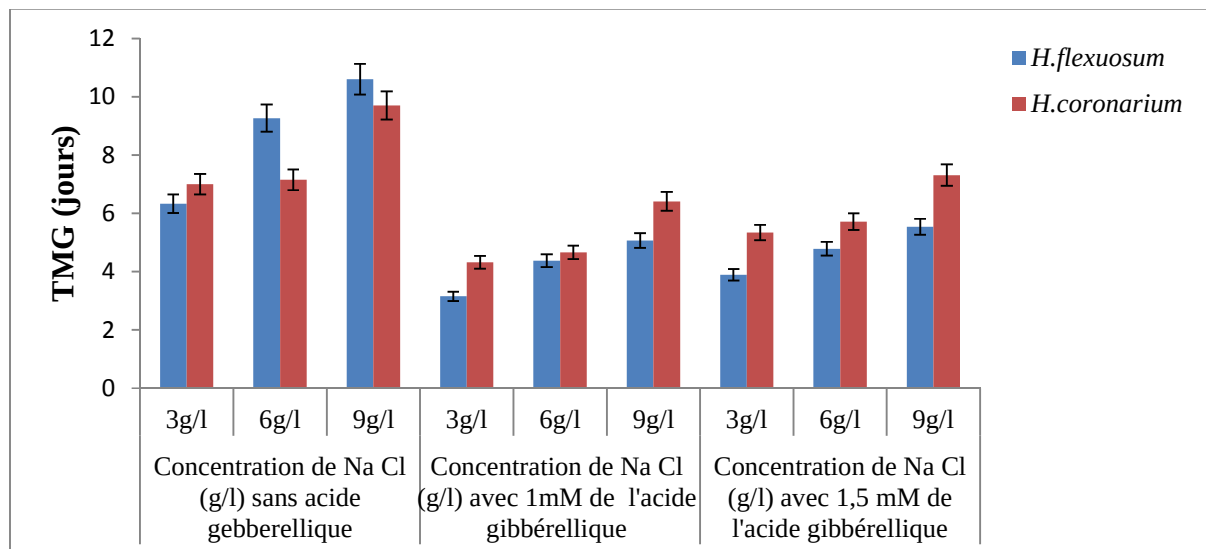


Figure 13 : Variation du temps moyen de germination en fonction des concentrations en Na Cl des deux espèces de Sulla en présence et en absence de la GA3.

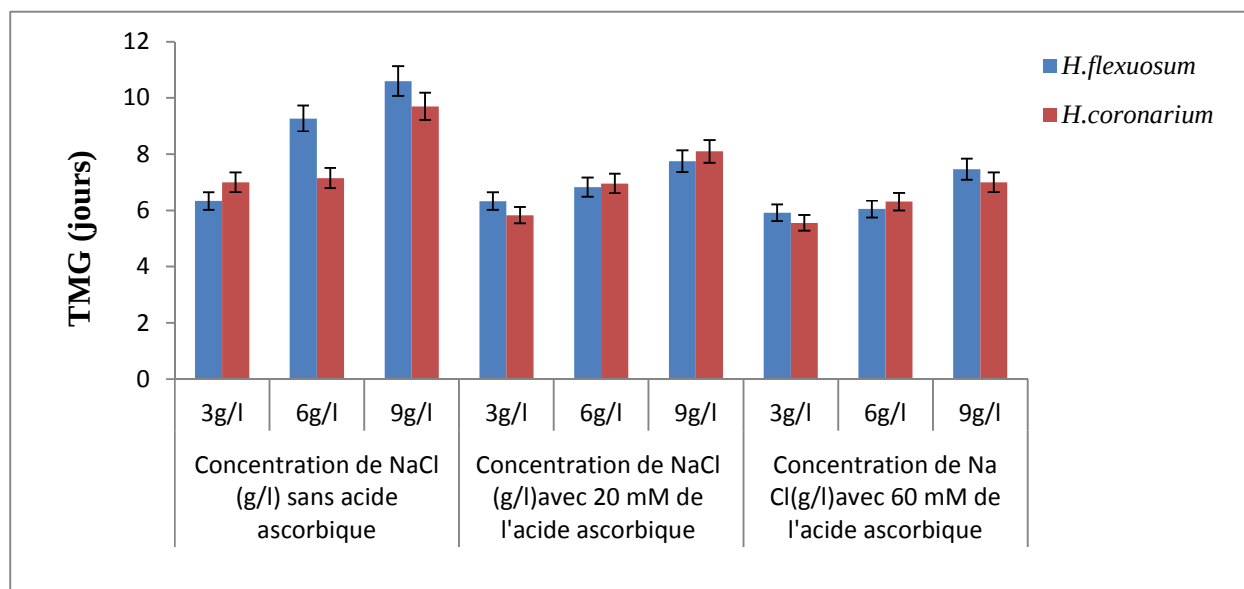


Figure 14 : Variation du temps moyen de germination en fonction des concentrations en Na Cl des deux espèces de Sulla en présence et en absence de l'acide ascorbique.

A la lumière de la figure n° 13 et n° 14 le temps moyen de germination permettant la germination des graines de nos deux espèces s'allonge ou fait et à mesure de l'augmentation de la salinité dans le milieu d'imbibitions. Ainsi à titre d'exemple à 3g/l le temps moyen de germination est 6,31 jours, celui-ci s'allonge pour atteindre 10,06 jours à la forte concentration de la salinité (9g/l).

Dans le cas des graines doublement traitées aux sels et à la phytohormone, nous remarquons une réduction du temps moyen mais pour la germination des graines de *Sulla* au degré moyen de salinité (6g/l). En effet à titre d'exemple chez *H.flexuosum*, nous aurons relevé un temps moyen de germination de 9,26 jours, celui-ci se trouve réduit jusqu'à 4,38 jours lors du traitement de 1Mm/l de GA3.

Avec le traitement par l'acide ascorbique, les graines semblent germées plus vite que les témoins, nous avons révélé un temps moyen de germination de 9,26 jours et 7,15 jours à 6g/l de Na Cl respectivement chez *H.flexuosum* et *H.coronarium* comparativement aux graines traitées avec un temps de 5,41 jours et 6,01 jours respectivement chez *H.flexuosum* et *H.coronarium*.

I.1.3. Longueur de la tige

La longueur moyenne de la tige mesurée chez les plantules de nos deux espèces illustrées par les figures n° 15 et n° 16, diminue en fonction de la concentration de Na Cl dans le milieu de culture, ceci est vérifié par l'analyse de la variance à quatre facteurs de classification dont la différence de la moyenne est très hautement significative pour les facteurs espèces, salinité et hormone. ($P < 0,001$).

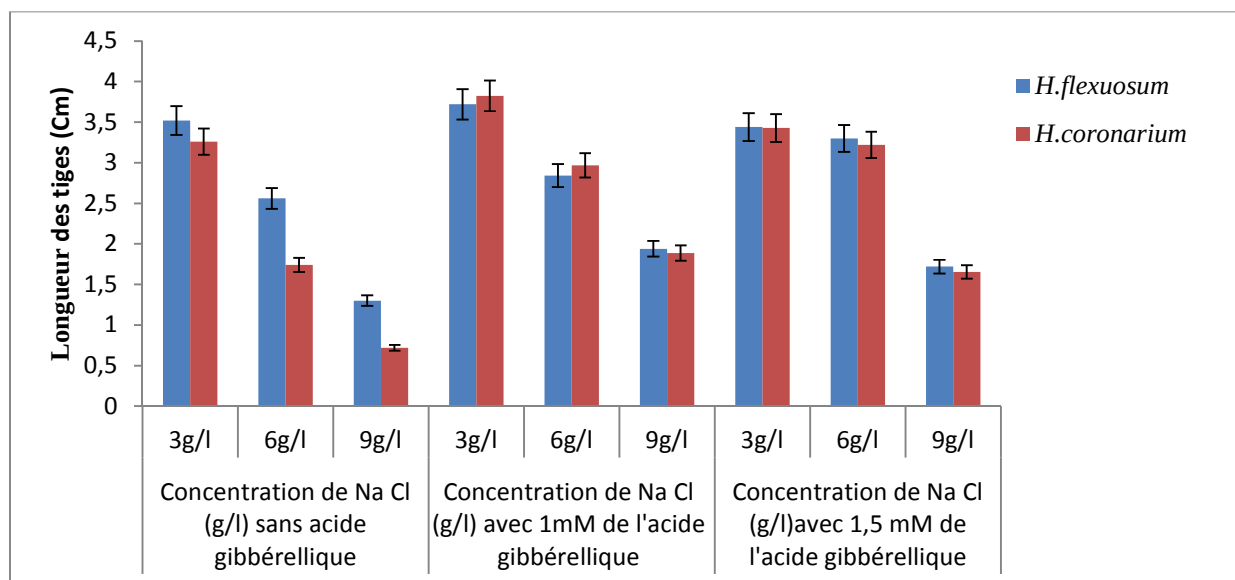


Figure 15 : l'effet de la salinité sur la longueur des tiges des deux espèces de *Sulla* en présence et en absence de GA3.

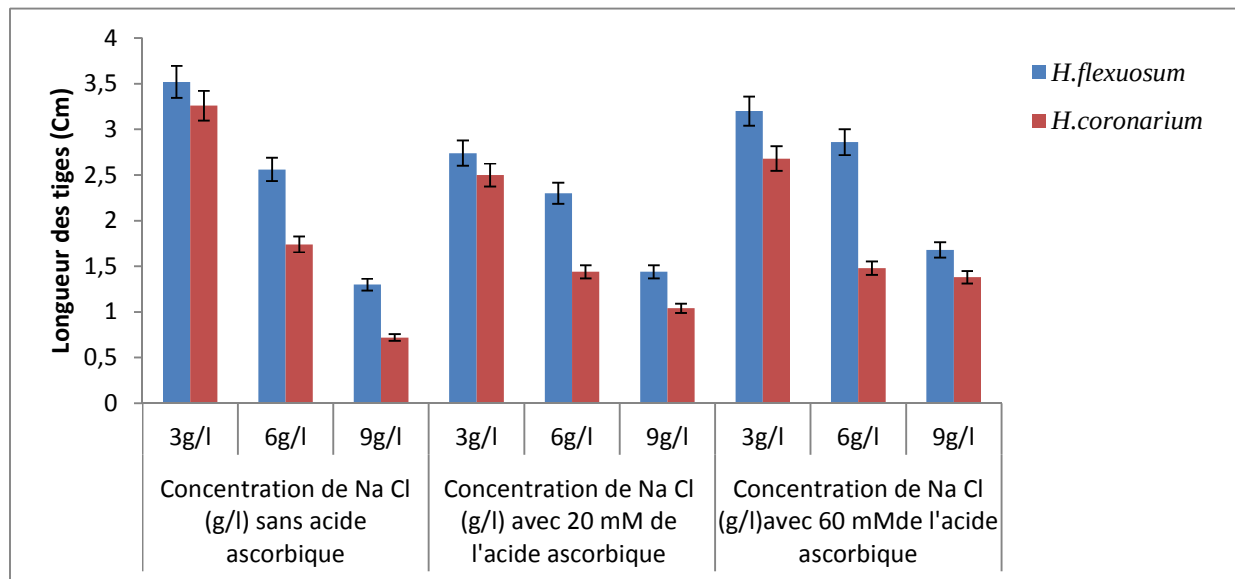


Figure 16 : l'effet de la salinité sur la longueur des tiges des deux espèces de Sulla en présence et en absence de l'acide ascorbique.

A la plus faible dose de la salinité à s'avoir 3g/l, nous avons relevé des longueurs de tiges de 3,52 Cm et 3,26 Cm respectivement chez *H. flexuosum* et *H. coronarium*. La plus forte concentration de Na Cl la longueur des tiges se trouvent chuté de 56,15% et de 54,12% respectivement chez *H. flexuosum* et *H. coronarium*.

Dans le cas traité aux hormones et soumis à 9 g/l de Na Cl, comme exemple les graines de Sulla traitées à la GA3 présente des tiges significativement plus longue (1,65 Cm) par rapport à celle ayant été soumises uniquement à la salinité (1,01 Cm).

L'analyse statistique à 3 facteurs de classification a fait sortir un apport moyen global des deux phytohormones testées de 55% sur la longueur des tiges à 6g/l de Na Cl chez *H. coronarium*

I.1.4. Longueur de la racine

L'analyse de la variance des résultats de la longueur de la racicule montre une variation significative des moyennes des facteurs espèces, salinité, phytohormones et non significatif pour le facteur dose de phytohormone figure n° 17, n°18.

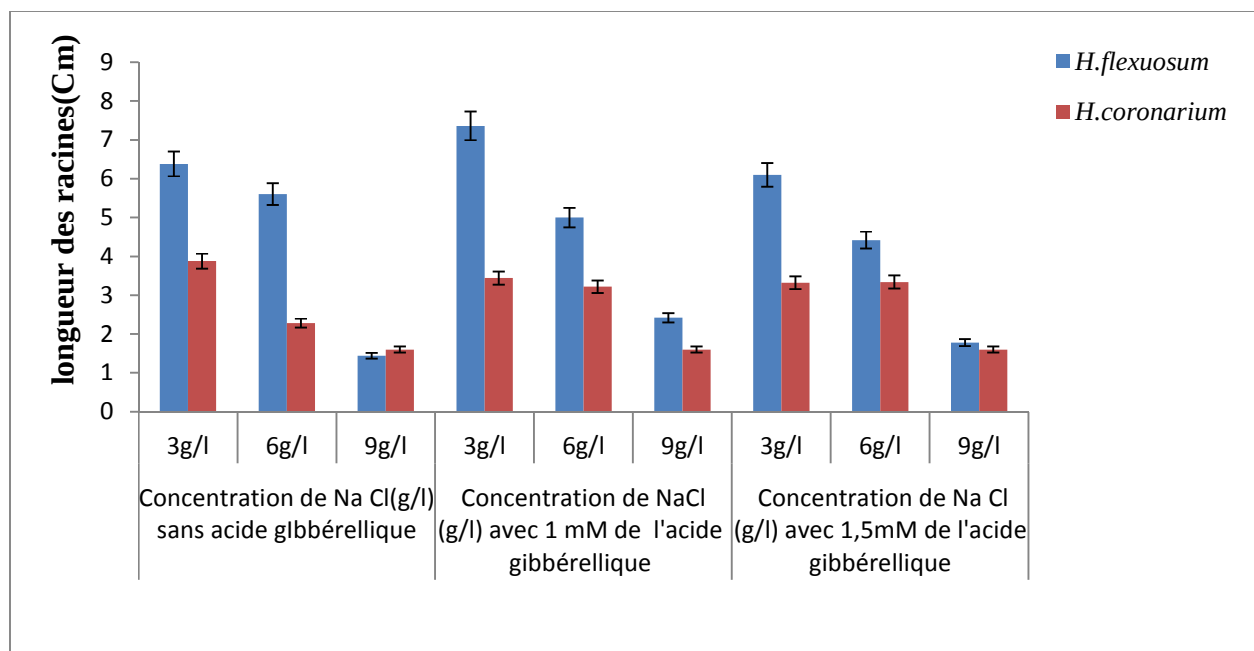


Figure 17: l'effet de la salinité sur la longueur des racines des deux espèces de Sulla en présence et en absence de GA3.

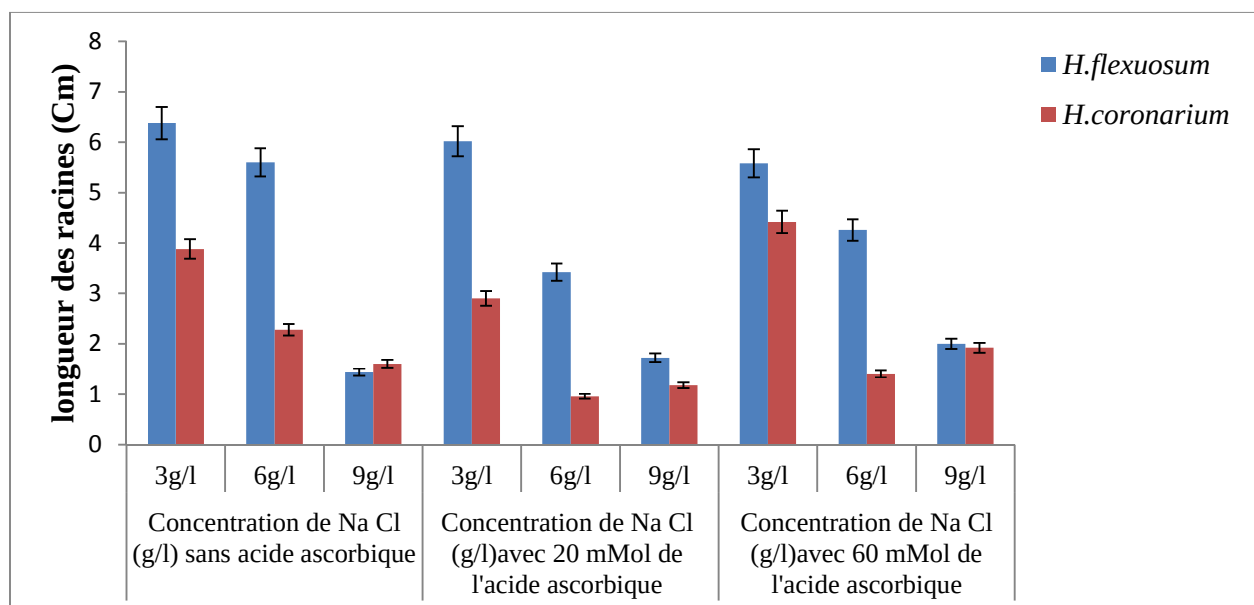


Figure 18: l'effet de la salinité sur la longueur des racines des deux espèces de Sulla en présence et en absence de l'acide ascorbique.

La longueur de la radicule enregistrée à 3 g/l Na Cl est 6,38cm et 3,88 cm respectivement chez *H. flexuosum* et *H. coronarium*. Avec l'augmentation de la concentration de la salinité (9g/l) ces valeurs sont réduites respectivement de 77% et 57,21%.

Avec l'apport de la GA3 à la dose 1,5mM, la longueur de la radicule s'est améliorée par rapport au témoin, à titre d'exemple à la dose modérée de salinité (3g/l). La GA3 induit l'augmentation de la radicule de l'ordre de 16,82%. Cependant avec le traitement à l'acide ascorbique la radicule ne se trouve pas améliorée en situation de salinité

La même évolution de la longueur des plantules en fonction de la concentration de l'acide ascorbique par rapport aux GA3 a été observée. En effet à 6 g/l de Na Cl par exemple à 60 mM de l'acide ascorbique, la racine présente une longueur plus élevée (3,03 cm) comparativement au cas non traité (2,6 cm).

I.1.5. Poids frais

Pour le poids des plantules, nos résultats montrent l'influence significative des doses de Na Cl. Le poids frais diminue avec l'augmentation de la salinité du milieu de culture. Comme chez la dose 3 g/l le poids frais enregistré chez *H. coronarium* est de 93 mg, à 9 g/l une chute de 35,48 % a été enregistrée.

Le traitement avec les deux phytohormones s'avère être non significatif pour ce paramètre.

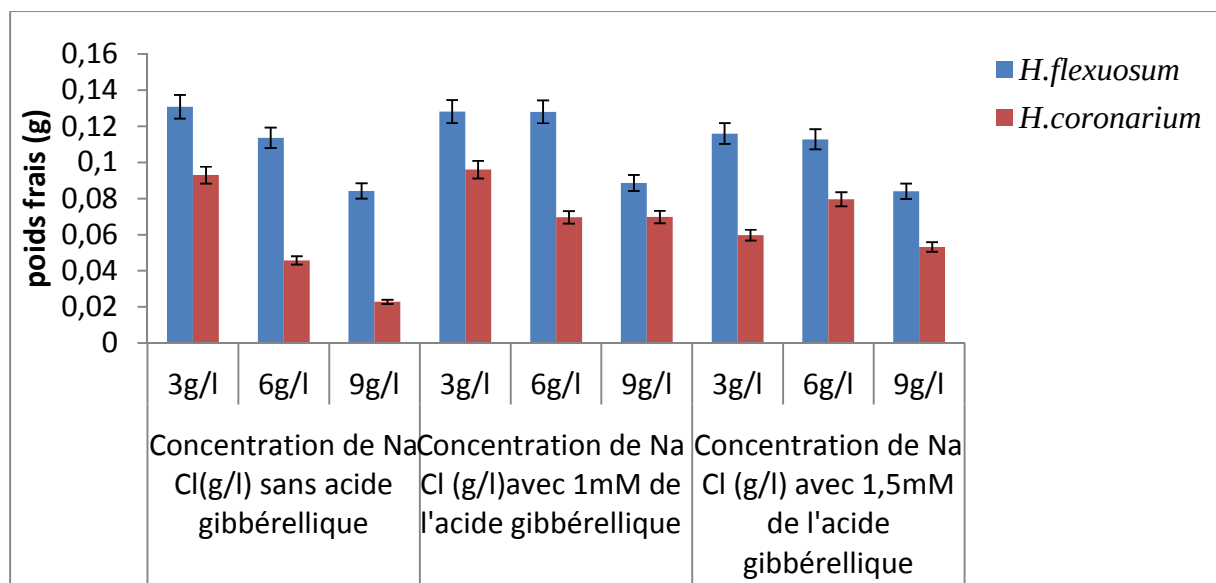


Figure 19 : l'effet de la salinité sur le poids frais des deux espèces de *Sulla* en présence et en absence de GA3.

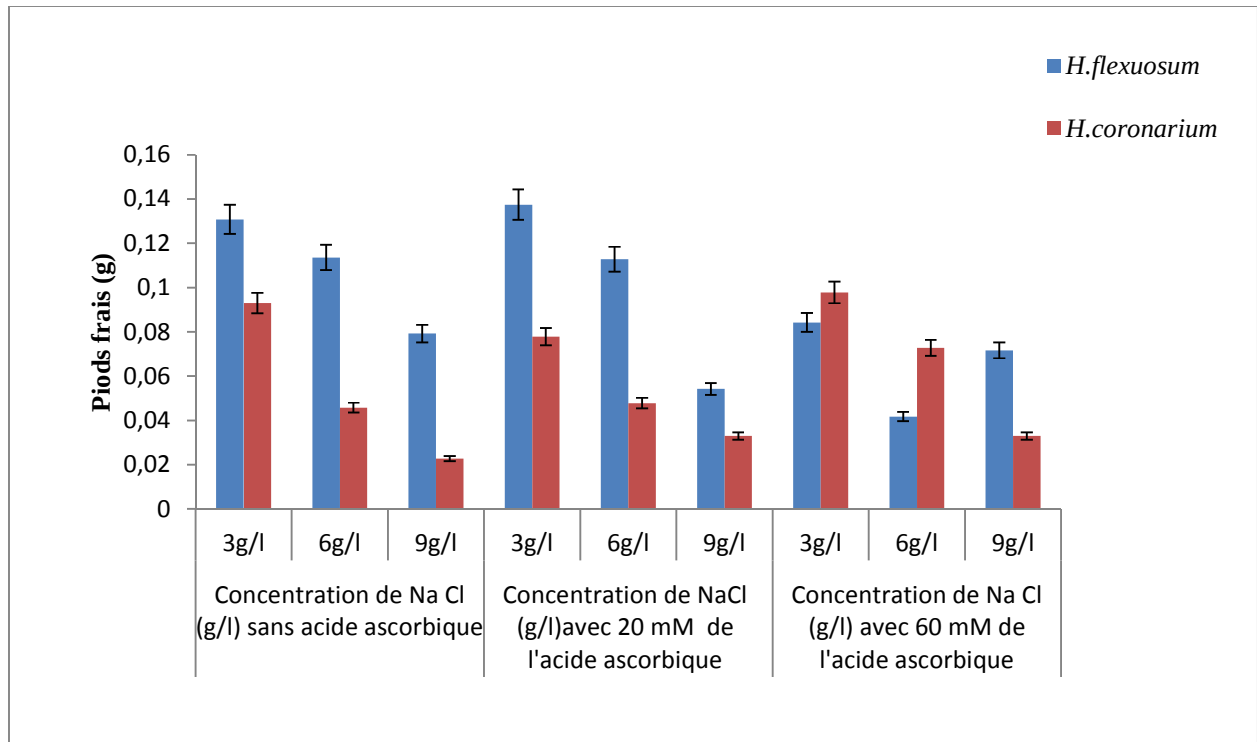


Figure 20 : l'effet de la salinité sur le poids frais des deux espèces de Sulla en présence et en absence de l'acide ascorbique.

I.1.6. Poids sec

L'analyse de la variance révèle une différence significative pour les facteurs espèce et salinité mais non significative pour les facteurs traitement hormonal et dose de l'hormone.

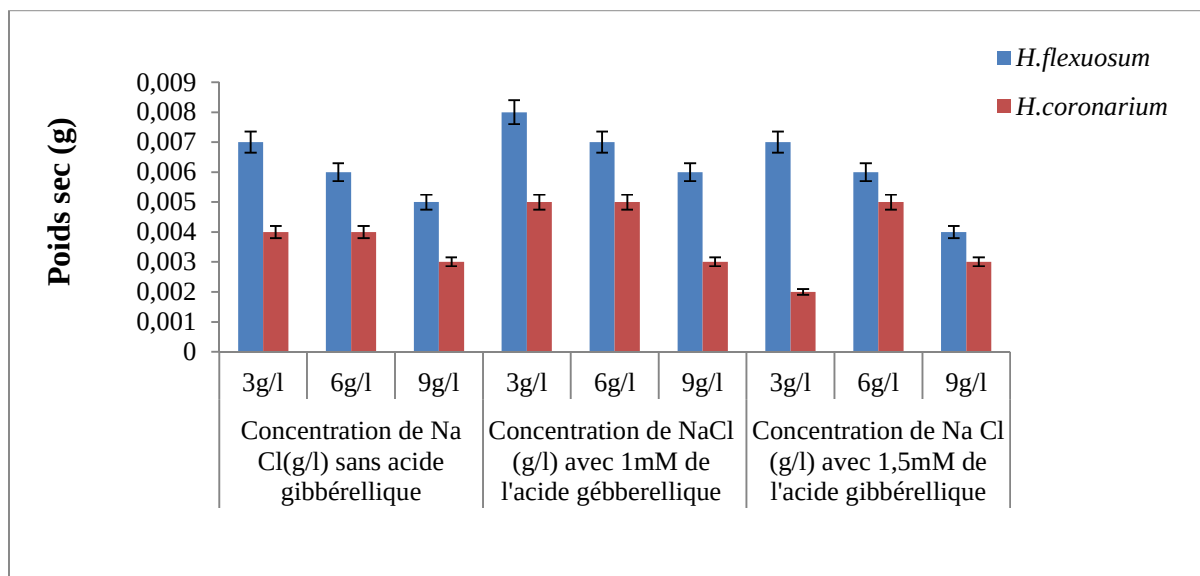


Figure 21 : l'effet de la salinité sur le poids sec des deux espèces de Sulla en présence et en absence de GA3.

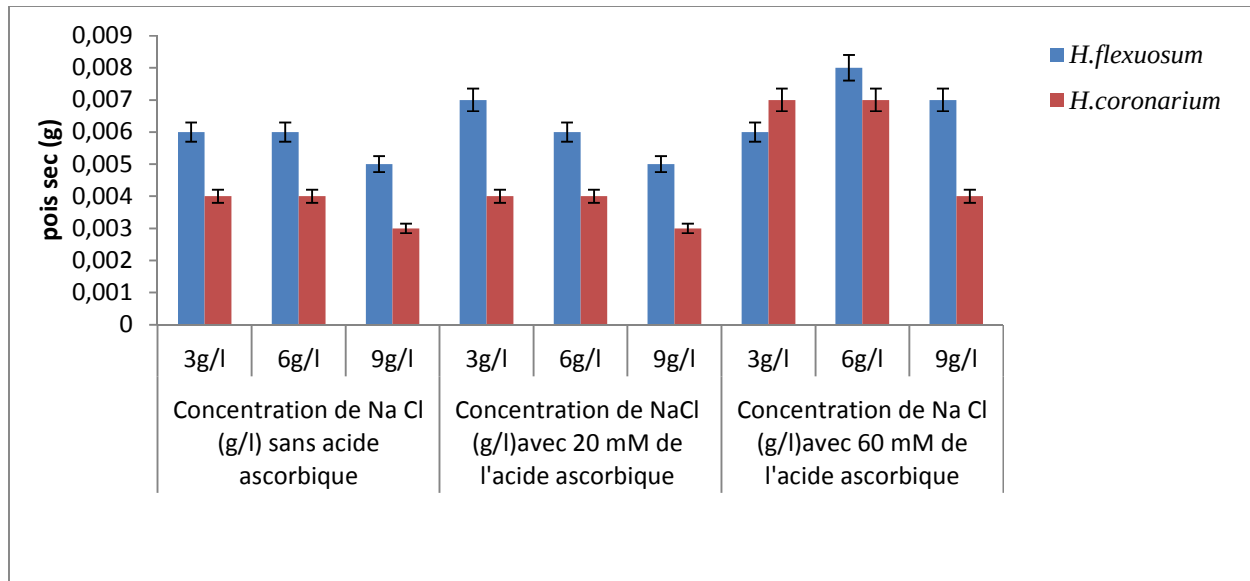


Figure 22 : l'effet de la salinité sur le poids sec des deux espèces de *Sulla* en présence et en absence de l'acide ascorbique.

En effet, d'après les figures 21 et 22. Le poids sec des plantules diminue avec l'augmentation de la salinité et ce pour les deux espèces avec une valeur toujours plus importante pour *H. flexuosum* par rapport à *H. coronarium*.

A titre d'exemple le poids sec à 3 g/l est de 7mg et 4mg respectivement chez les plantules de *H. flexuosum* et *H. coronarium*. Ces valeurs se trouvent réduites de 40% et 33,33% respectivement chez *H. flexuosum* et *H. coronarium* à la dose 9g/l Na Cl.

II. Discussion

II.1. Influence du traitement phytohormonal sur les paramètres de germination et le début de croissance

L'objectif de notre étude consiste pour la première partie en l'estimation de l'impact de deux doses de l'acide gibbérellique (1mM et 1,5mM) et l'acide ascorbique (20mM et 60mM) sur les paramètres de germination et le début de croissance chez deux espèces fourragères méditerranéennes *H. flexuosum* et *H. coronarium* soumises à la contrainte saline.

L'analyse statistique des résultats obtenus montre une différence significative pour les facteurs espèce, salinité et type de phytohormones. Nos résultats ont montré une influence négative de la salinité du milieu sur le taux de germination et le temps moyen de germination. Celui-ci est amélioré avec l'apport exogène de la GA3 avec un taux de 53% par rapport au cas non traités (6g/l sans traitement hormonal) avec 21% chez l'espèce *H. flexuosum*. Pour la dose de 1,5mM de GA3 l'influence sur la croissance s'avère être plus réduite par rapport à la dose de 1mM.

Ce résultat corrobore ceux de plusieurs auteurs ayant travaillé sur des espèces de même genre comme (Dallali et al., 2012, Ben Djeddi, 2005), et sur d'autres espèces comme (Nurillo-Amador et al., 2002 ; Demir et al., 2006 ; Almansouri et al., 2001, Djerrah et al., 2015 ; Jamil et al., 2006).

L'apport exogène de la GA3 sur le renforcement de la tolérance à la salinité a déjà fait l'objet d'autres travaux ayant prouvé une réduction des effets négatifs de la salinité sur la faculté germinative et les paramètres de croissance (Ghorbani et al., 2011 ; Ghamati et al., 2005).

En effet Arbabian et al., (2014) signalent une augmentation du taux de germination ainsi que la vitesse de germination à une concentration de 50mg /l de la GA3.

Selon Bialecka et al., (2009), la réduction des paramètres de germination des graines par la salinité est due d'une part à l'effet osmotique dû à la réduction du potentiel hydrique de l'environnement immédiat de la graine, ce qui diminue l'intensité de l'imbibition de la graine. D'autre part à l'effet ionique engendré par l'absorption et/ou l'accumulation des ions toxiques (Na^+ , Cl^- , S^{2-} ...) par les compartiments de la graine, ces précédentes conditions sont à l'origine de l'altération de la capacité de mobilisation des réserves de la graine que d'autres

métabolites lors de la contrainte saline via l'inhibition de certaines activités enzymatiques telle que l' α -amylase et β -amylase (Duedahl et al 2000, in Bialecka et Kepczynski, 2009).

D'autres travaux évoquent le rôle d'un apport exogène en GA_3 dans la protection de l'activité de ces précédentes enzymes hydrolytiques mise en jeu lors de la germination en situations salines adverses. Nous avons également relevé un effet positif d'un apport de la vitamine C (acide ascorbique) sur l'amélioration de la tolérance de la contrainte saline. Celle-ci est exprimée par une élévation du nombre de graines germées dans le cas de graines stressées et traitées à l'acide ascorbique.

Nous avons trouvé que l'acide ascorbique présente une influence plus élevée à la forte dose testée (60mM), cependant la GA_3 présente une action plus marquée à la faible dose testée 1mM.

Il s'est également avéré que la GA_3 présente une influence plus élevée que l'acide ascorbique, ces résultats concordent avec plusieurs travaux traitant la problématique de renforcement de la capacité de tolérance des semences à germer sous les conditions salines.

En effet, Khan et al. (2006) rapportent plusieurs effets bénéfiques d'un apport exogène de l'acide ascorbique sur la germination des graines des halophytes sous stress salin.

L'acide ascorbique est largement distribué chez les plantes présentant des potentialités antioxydantes et considéré comme puissant donneur d'électrons dans la plupart des réactions enzymatiques et non enzymatiques (Arrigoni et al., 2000 ; Horemans et al., 2000 ; Smirnoff, 2000 ; Foyer et al., 2011). L'acide ascorbique joue un rôle dans la lutte contre les différents ROS, telle que le peroxyde, les radicaux hydroxyles et la régulation de leur concentration cellulaire sans réduction de la tolérance.

L'acide ascorbique est aussi nécessaire pour la biosynthèse de différents phytohormones telle que la gibbérelline et l'éthylène, en plus de son rôle comme antioxydant à purifiant son action positive sur le phénomène de germination (Detulio et al., 2003 in Zehra)

II. Influence du traitement phytohormonal sur les paramètres de croissance

L'essai entrepris dans notre étude nous a également révélé un impact statistiquement significatif du traitement phytohormonal (GA_3 et acide ascorbique) sur la diminution de l'effet négatif de la salinité sur les paramètres de croissance (longueur et biomasse).

En effet, l'analyse de la variance à 3 facteurs de classification (salinité, phytohormones, doses) a révélé chez *H. coronarium* comme exemple une amélioration de 55% de la hauteur de la tige chez les plantules soumises à l'hormone par rapport aux plantules non traitées soumises à 9 g/l de Na Cl.

L'effet négatif sur la longueur racinaire s'est également atténuer de 16,82 % par la GA3 sous une salinité de 3g/l.

La biomasse exprimée par la matière fraîche et sèche soumise au stress salin se trouve réduite par le traitement à la GA3 et l'acide ascorbique. Nos résultats correspondent à ceux de (Bialecka et *al.*, 2009). En effet, les régulateurs de croissance comme l'éthylène et l'acide gibbérellique(GA3) contribuent significativement a l'atténuation de l'effet inhibiteur de la salinité sur plusieurs espèces de la catégories des glycophytes (Li et *al.*, 1995 ;Basalah et *al.*,1999 ;Zhenguand ,1996 ;Kaur et *al.*,1998 ; in Bialecha et *al.*,2009).

Des travaux de recherches effectués sur différents génotypes de lentille ont mis en évidence une activation de la croissance racinaire lors d'un apport exogène de la GA3 à la dose de 6 UM/L⁻¹. Par comparaison des effets de deux phytohormones testés, les résultats que nous avons consignent un effet plus marqué de l'acide gibbérellique par rapport à l'acide ascorbique excepté pour la matière sèche des plantules de *H. flexuosum* et *H. coronarium*.

Quant à l'utilisation de ce composé organique antioxydant (vitamine C), Asada (1999), Couklin (2001), Pignocchi et *al.*, (2003) in Behairy et *al.*, (2012), montrent qu'il joue plusieurs rôles dans les croissances des plantules, dans le fonctionnement de la division cellulaire, de l'expansion de la paroi cellulaire ainsi que dans d'autres processus de développement. L'effet de l'acide ascorbique sur ces précédent processus s'explique par des modifications quantitatives et qualitatives en antioxydants telle que l'estérase, enzymes, la peroxydase (Hassanein, 1999 in Behairy, 2012).

Des investigations récentes montrent que les génotypes tolérants à la salinité sont ceux qui présentent un système antioxydant plus actif que ceux des génotypes sensibles à la salinité (Roza et *al.*, 2006, Ashraf et *al.*, 2007 in Behairy et *al.*,2012).

I. Résultat

I.2. Influence de la durée de stockage sur la capacité germinative des graines de *Hedysarum flexuosum*.

I.2.1. le taux de germination

Les résultats de la capacité germinative des graines de *H. flexuosum* collectées en différents années (2010, 2011, 2012, 2013) sont consignés dans la figure (23).

D'après la figure 23 le taux moyen de germination des graines varie en fonction de leur âge (duré de stockage). L'analyse de la variance suivit du test de Newman et Keuls révèle que la variation du pourcentage de germination est très hautement significative. Le taux de germination le plus élevé (47%) est enregistré chez les graines collecté en 2013 (les graines ayant 3 années d'âge). Celui-ci diminue chez les graines collectés durant les périodes précédentes.

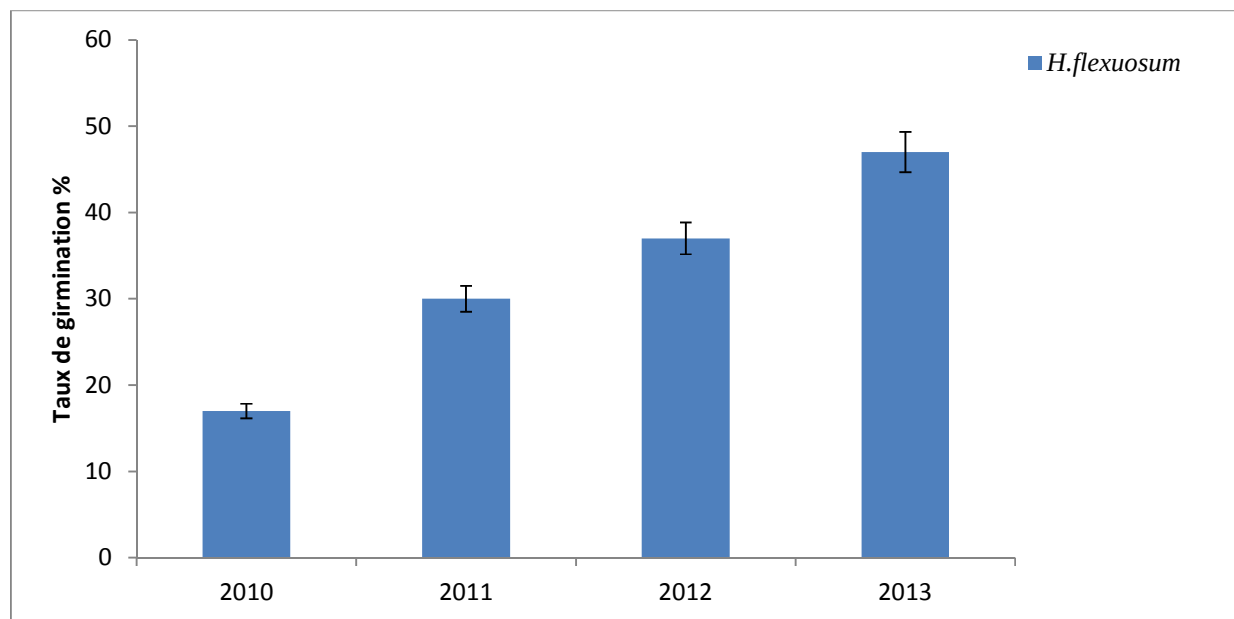


Figure 23 : Variation du taux de germination en fonction de l'âge des graines de *H. flexuosum*.

I.2.2. Le temps moyen de germination

Le temps moyen de germination est illustré par la figure 24. on remarque que le temps nécessaire aux graines pour germer s'allonge chez les graines plus anciennes.

Nous avons enregistré un temps moyen de germination de 4,22 jours chez les graines de 2010, cependant les graines collectées en 2013 ont germées plus vite en n'exigeant qu'une durée de 2,5 jours.

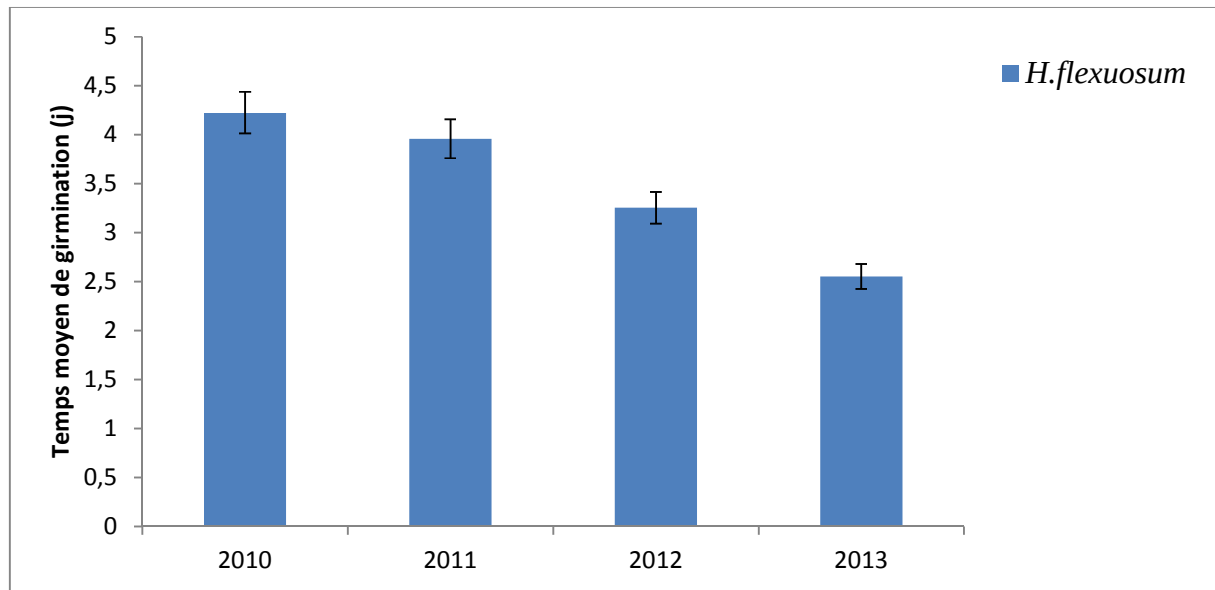


Figure 24 : Variation du temps moyen de germination en fonction de l'âge des graines de *H. flexuosum*.

II.3. Influence de la durée de stockage sur la croissance en longueur des organes des plantules

II.3.1. Longueur de la tige

De très légères variations de la tige des plantules issues des récoltes des quatre années ont été enregistrées ; cependant l'analyse de la variance concernant ce paramètre révèle que ces variations n'atteignent pas le seuil de signification.

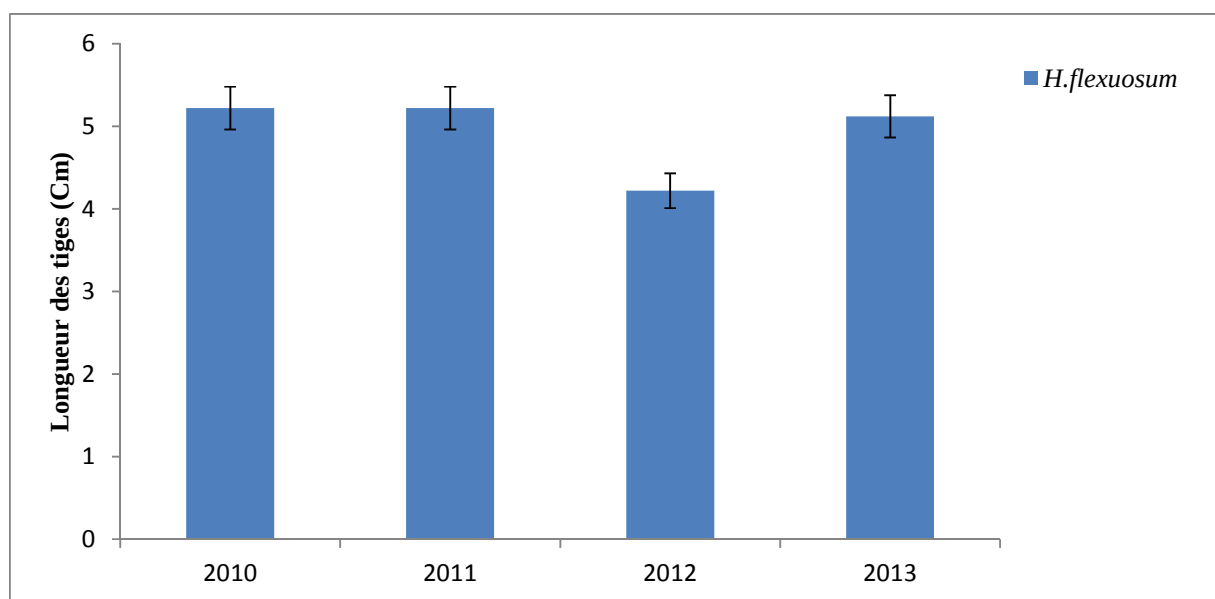


Figure 25 : Variation de longueur des tiges en fonction de l'âge des graines de *H. flexuosum*.

II.3.2. Longueur de la racine

Les graines les plus récemment collectées produisent des racines plus longues. En effet, l'analyse de la variance accompagnée de test Newman et Keuls a répartie les moyennes de la longueur des racines en trois groupes homogènes ; le groupe « a » rassemble les racines des graines collectées en 2013 avec une moyenne de 6,9 cm. Le groupe « b » regroupe les racines des graines de 2010 et 2011 ainsi qu'un groupe intermédiaire « ab » représentant les graines de 2012 avec une moyenne de 5,82 cm.

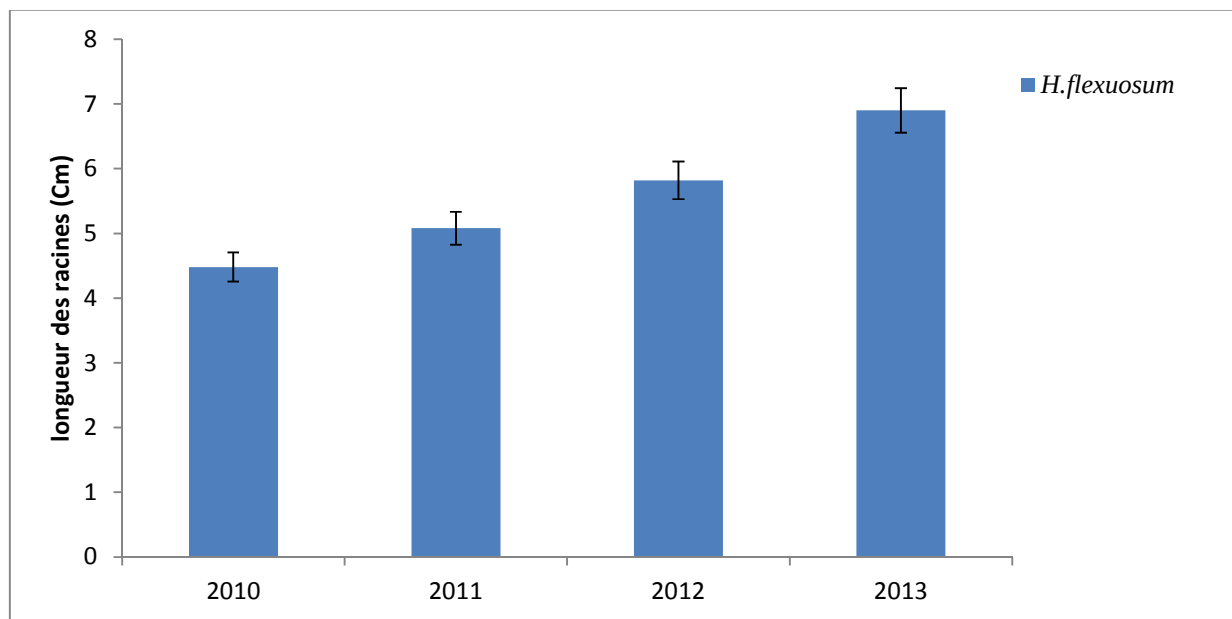


Figure 26 : Variation de longueur des racines en fonction de l'âge des graines de *H. flexuosum*

II.3. Influence de la durée de stockage sur la biomasse des plantules

D'après les figures 27 et 28, la production de matière sèche et fraîche de plantules varie en fonction de l'âge des graines.

Les graines les plus anciennes ont donné des plantules produisant une biomasse plus faible, nous avons trouvé une biomasse sèche de 1g/plantule cependant les plantules issues de graines collectées plus récemment (2013) produisent une biomasse plus importante dont l'augmentation est de l'ordre de 7 fois.

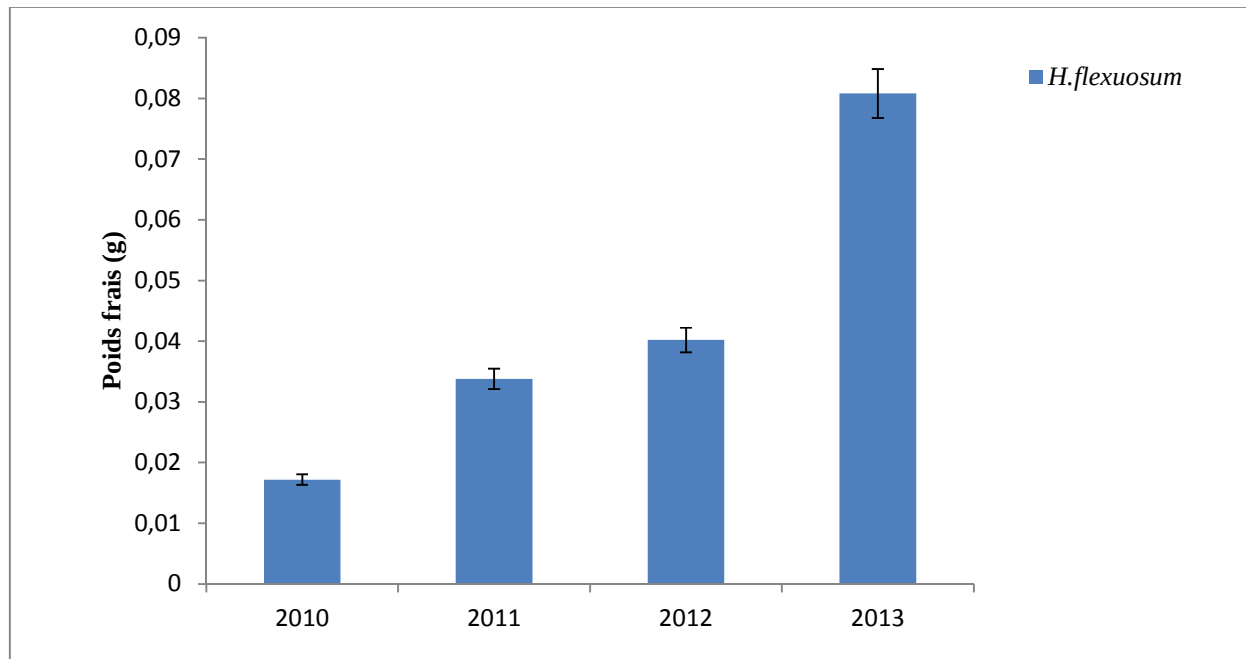


Figure 27 : Variation de poids frais en fonction de l'âge des graines de *H. flexuosum*.

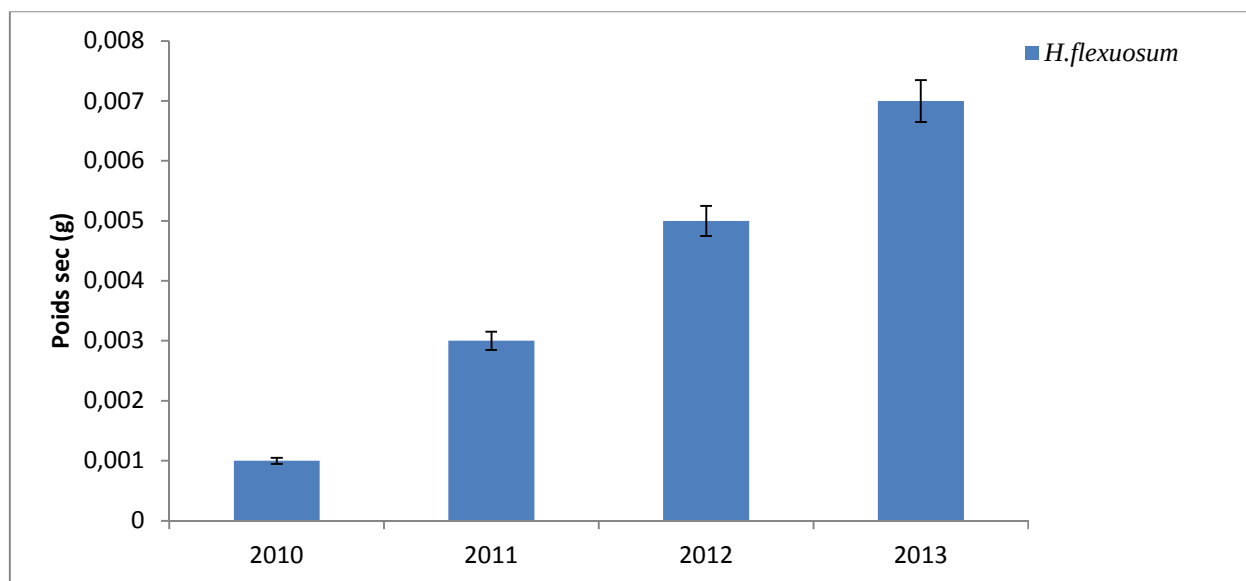


Figure 28 : Variation de poids sec en fonction de l'âge des graines de *H. flexuosum*.

L'analyse de la variance à un facteur de classification concernant le paramètre production de biomasse sèche a donné comme résultat un effet très hautement significatif. Le test Newman Keuls distribue les moyennes du poids de la matière sèche des plantules en trois groupes homogènes dont le group « a » consigne la moyenne du poids de la matière sèche par plantule des collectes 2013 et 2012 avec une moyenne de 5 mg/plantule.

La moyenne de poids de la matière des plantules issues des graines de la collecte de 2011 constitue le groupe « b » avec une moyenne de 3 mg par plantule et enfin les graines les plus

anciennes (collectées en 2010) produit des plantules ayant le poids de matière sèche par plantule le plus faible avec 1 mg/ plantule.

II. Discussion

La sauvegarde de la diversité phytogénétique des plantes cultivées est réalisée essentiellement par les plantes cultivées par les banques de gènes (Williams, 1984).

La conservation à long terme se fait par stockage des graines à faible teneur en eau à 5 % et 20% d'humidité relative (Roberts, 1972 in Shohani, 2014). Il se produit néanmoins durant cette période, des dégradations qui entraînent une perte de viabilité des semences. Elles se traduisent par une capacité de germination réduite, ou perdue (Priestley, 1986 in Coin 1985).

Nos résultats ont montré une chute du taux de germination de 36% chez les graines ayant 6 années d'âge par rapport à celles de 3 ans.

Selon Coin et *al.*, (1995). La durée nécessaire aux graines pour germer s'avère également être affecté par l'âge de la graine, ces auteurs ont signalé une diminution de la capacité germinative chez une variété d'orge dans le cas d'un vieillissement naturel.

D'autres auteurs ont également évoqué une chute du taux de germination chez d'autres espèces végétales soumises au vieillissement artificiel, c'est le cas pour le soja, plante à réserve majoritairement lipidique (Nonbhani, 1990 in Coin, 1995).

La croissance en longueur des plantules notamment pour la racine est significativement affecté par l'âge des graines, tout comme la production de biomasse qu'est également avéré très affecté chez les plantules issues des graines anciennes par rapport aux plus récentes d'entre elles (3 ans).

Ces constatations sont confirmées par les résultats de Coin sur 5 variétés d'orge. Ces auteurs montrent un effet négatif du vieillissement sur la longueur des racines.

Cette différence de comportement entre organe aériens et souterrains pourrait être due à des phénomènes de compensations entre l'utilisation des ressources nécessaires à la croissance. Ces auteurs signalent que des vieillissements plus prolongés conduisent à une diminution de la croissance des parties aériennes et racinaires.

Ceci confirme à son tour les résultats de Chauhan, (1985) qui a montré à l'aide de la méthode de coloration au tétrazolium, que le méristème racinaire est plus endommagé que le méristème caulinaire chez l'orge. Des résultats similaires (ralentissement puis arrêt de l'organogénèse et faible activité méristématique) ont été observés histologiquement chez le tournesol (Gay-Mathieu, 1991 in Coin 1995).

Par ailleurs, le nombre de plantules anormales augmente considérablement avec la durée de stockage des graines. Cette augmentation d'anomalies avant toute diminution de la viabilité a déjà été observée chez le blé, poireau, la laitue (Gey, 1982 ; Priestley, 1986).

Des anomalies du système racinaire ont également été observées chez le blé, le soja et le tournesol à la suite d'une conservation de quatre ans et après un vieillissement accéléré (Ladonne, 1987).

La diminution de la capacité germinative des graines de *H. flexuosum* observées dans notre expérimentation et celle enregistrée par d'autres auteurs exprimée par une chute du taux de germination et de l'allongement du temps moyen de germination peut s'expliquer par des altérations à l'échelle cellulaire biochimique et moléculaire. L'organisation membranaire est perturbée provoquant une fuite de soluté (Parrisch et al., in coin, 1995). Ceci pourrait être la conséquence de la formation de radicaux libres ou de la peroxydation des lipides (Wilson et al., 1986 in Coin 1995). Le vieillissement peut s'accompagner d'abréviation chromosomiques (Murata et al. 1981), ainsi que d'altération de la biosynthèse des protéines (Cherry et al., 1986 ; Noubihani et al., 1990).

Durant la phase de germination sensu- stricto l'activité de certaines enzymes mises en jeu lors de la mobilisation des réserves est réduite, comme les déshydrogènes amylase ou les lipases (Roos, 1980).

De nombreuses études ont mis en évidence une corrélation entre la perte de vigueur et une réduction des activités de synthèse des acides nucléiques et des protéines dans les semences âgées (Abdul-Baki et al., 1977 in Coin 1995). Certaines enzymes comme les déshydrogénase, les amylases ou les lipases voient leur activité diminuée chez les semences âgées.

Conclusion

Références bibliographiques

- **ABDELGUERFI-BERRAKIA R., ABDELGUERFI A., BOUNAGA N., GUITTONNEAU G.G. , (1988).** Contribution à l'étude des espèces spontanées du genre *Hedysarum L.* en Algérie. Etude auto écologique. Ann. Inst. Nat. Agro. El-Harrach. 12 : P.191-219.
- **ABDELGUERFI-BERREKIA R., (1985).** Contribution à l'étude du genre *Hedysarum L.* en Algérie, thèse Magister, I.N.A., Alger. P.131.
- **ABDELGUARFI-BERRAKIA R. BOUNAGAN., GUITTONNEAU G.G., (1991).**Répartition des espèces spontanées du genre *Hedysarum* selon certains facteurs du milieu en Algérie. Département de Phytotechnie, I.N.A. El-Harrach, (Algérie).Fourrages. 126 : P.187-207.
- **ABDELGUERFI-BERREKIA R., BOUNAGA N., GUITTONNEAU, G.G. (1999).** Répartition des espèces spontanées du genre *Hedysarum* selon certains facteurs du milieu en Algérie Fourrage.P.126, P.187-207.
- **ABDELGUARFI A., LAOUAR M., (2002).** Espèce fourragères et/ou pastorales, leurs utilisations au Maghreb. FAO.
- **ABDELGUERFI A., RAMDANE M., (2003).** Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante pour l'agriculture. Plan d'Action et Stratégie Nationale sur la Biodiversité. TOME XI.MATE-GEF/PNUD : Projet ALG/97/G31.
- **ABDELAOUI Z., (2014).** Contribution à l'étude de la germination et des premiers stades de développement de *Hedysarum* sp. Mémoire Magistère Eco. Veg.P.6.
- **ABDU-BAKI A.A., CHANDRA G.R., (1977).**Effect of rapid aging on nucleic acid and protein synthesis by soybean embryonic axis during germination. Seed science and technology, 5,689-698.
- **ALMANSOURI, M., J.M. KINET and LUTTS, (2001).**Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat *Triticum durum Desf.* Plant soil,231:243-254.
- **ARBABIAN S., ZANDI N., IRIAN S., (2014).**Effect of gibberellic acid on the speed and percentage of germination and vascular tissue ontogenesis in *Helianthus annuus L.*

- **ASADA K. (1999).**the water-water cycle in chloroplasts, scavenging of active oxygens and dissipation of excess photons. Annu Rev of plant physiol and plant Mol.biol.50:601-639.
- **ASHRAF.M, FOOLAAD M.R., (2007).**Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance.Env.Exp.Bot.59:206-216.
- **ASHRAF M., ALI Q., (2008).** Relative membrane permeability and activities of some antioxidant enzymes the key determinants of salt tolerance in canola. Environmental and experimental Botanym, vol.63, p.266-273.
- **AMAYA I., BOTELLA M., DE LA CALLE M., MEDINA M.I., HEREDIA A., (1999).** Improved germination under osmotic stress of tobacco plants over expressing a cell wall peroxidase. FEBS Letters .457:80-84.
- **BABA SIDI-KASSI S., (2010).** Effect de stress salin sur quelques paramètres phénologiques (biométrie, anatomie) et nutritionnels de l'Atriplex en vue d'une valorisation agronomique. Thèse magistre Université Kasdi Merbah- ouargla. P. 4-133.
- **BAATOUT H., MARRAKCHI M., PERNES J., (1990).** Electrophoretic studies of genetic variation in natural populations of allogamous *Hedysarum capitatum* and autogamous *Hedysarum euspinosissimum*, Plant Science. 69 : 49-64.
- **BASSALAH M., MOUHAMMAD S., (1999).**Effect of salinity and plant growth regulators on seed germination of *Medicago sativa*.Pakistan journal of Biological sciences 3:651-653.
- **BEN NACEUR M., RAHMOUNE C., SDRI H., MEDDAHI M. ET SELMI M., (2001).** Effet de stress salin sur la germination, la croissance et la production en grains de quelques variétés maghrébines de blé. Sècheresse. 12 :167-174.
- **BELARBI N., (1998).**Comportement et évaluation de quelque espèce fourragère dans la région de Sétif. Thèse Ing. INA Alger.P.144.
- **BELKHODJA M., BIDAJ Y., (2004).**Analyse de la proline pour l'étude de la résistance d'une halophyte *Atriplex halinus* L à la salinité, p.56.
- **BELMIHOUB F., (2012).** Caractérisation phénotypique d'une population de Sulla (*Hedysarum flexuosum* L.)dans la région de tizi ouzou. mémoire d'ingénieur, UMMTO 28-35.
- **BEN FADHEL N., BOUSSAID M., MARRAKCHI M., (1997).** Polymorphisme des populationsNord Africaines de l'*Hedysarum flexuosum*. El Awamia. 96 : 77-99.

- **BEN FADHEL N., AFIF M., BOUSSAÏD M., (2006).** Structuration de la diversité génétique de *Hedysarum flexuosum* en Algérie et au Maroc. Implications sur sa conservation. Laboratoire de Biotechnologie Végétale, Institut National des Sciences Appliquées et de Technologie, BP 676, 1080 Tunis cedex, Tunisie. Fourrages. 186 : 229-240.
- **BEN JEDDI F., (2005).** *Hedysarum coronarium* L : Variation génétique, création variétale et utilisation dans des rotations tunisiennes. Thèse doctorat en Sciences Biologiques Appliquées. Fac Sc Bio-ing Université De Gent Belgique.
- **BEHAIRY R., EL-DANASOURY M., CRAKER L., (2012).** Impact of Ascorbic Acid on Seed Germination, Seedling Growth, and Enzyme Activity of Salt-Stressed Fenugreek. Journal of Medicinally Active Plants. vol.1, p.106-112.
- **BIALECKA B., KEPCZYNSKI J., (2009).** Effect of ethephon and gibberellin A₃ on *amaranthus caudatus* seed germination and α - and β -amylase activity under salinity stress. Botanica 51(2):119-125.
- **BINNET B. , (1978).** caractéristique physiologiques liées à l'halophilie et à la résistance aux sels. Sco. bot franc. Franc. act. Bot, p.3-4, p.73-93.
- **BOCKRISJ. O. M., CONWAY B. E., SARANGAPANI S., YEAGER E., (1983).** Comprehensive treatise of Electrochemistry. Plenum Press. New York. 59.
- **BOUSSAÏD M., BEN FADHEL N., TRIFI-FARAH N., ABDELKEFI A., MARRAKCHI M., (1995) .** "Les espèces méditerranéennes du genre *Hedysarum* L.", Prosperi J.M., Guy P., Balfourier F. éd *Ressources génétiques des plantes fourragères et à gazon*, Bureaude Ressources Génétiques, Paris, France, 115-130.
- **BULLITA S., BULLITTA P., SABA P., (2000).** Seed production and its components in Sardinian germplasm of *hedysarum coronarium* L. and *H. spinosissimum* L. cahier Opt. Med. vol. 45: p.355-358.
- **CHAUHAN K.P.S. (1985).** The incidence of deterioration and its localization in aged seeds of soybean and barley. Seed science and technology, 13, 769-773.
- **CHERRY J.H., SKADSEN R.W., (1986).** Nucleic acid and protein metabolism during seed deterioration. In physiology of seed deterioration. Jr. and Nelson, C.J. (eds); pp.65-88. CSSA Special publication Number 11, Madison, Wisconsin, U.S.A.
- **CONKLIN P., (2001).** Recent advances in the role and biosynthesis of ascorbic acid in plants. Plant, cell and Environ. 24:383-394.

- **COGNARD J., (1984).** Adhesion to gold. Gold Bull., 17:131-139.
- **COIN A., VAISSIERE L., NOIROT M., CHARRIER A., HAMON S. (1995).** Effets comparés du vieillissement naturel et accéléré sur les semences d'orge *Hordeum vulgare* L. Seed sci.et Technol., 23,673-688.
- **CLADRE C., (1990).** Les adventices des cultures méditerranéennes en Tunisie.leurs plantules, leurs semences. Ministère de l'Agriculture, Tunisie/AGCD. Belgique.Publication agricole. 26, p.246-247.
- **COME D., (1970).** obstacles à la germination. Ed ; Masson et cie.Paris_pp1-pp20-26.
- **CHRETIEN D., (1992).** La résistance au sel chez le jojoba (*Simmondsia chinensis* LS), croissance et modification du contenu lipoprotéique de cals cultivés en présence d'une teneur élevée en NaCl. Thèse doctorat. Univ. Paris VI, 144 P.
- **CROCKER G., HACKNEY B., (2008).** Sulla. PRIMEFACT 745. © State of New South Wales.
- **DALLALI H., MAALEJ E.M., GHANEM-BOUGHANMI N., ET HAOUALA R. (2012).**Salicylic acid priming in *Hedysarum carnosum* and *Hedysarum coronarium* reinforces Na Cl tolerance at germination and the seedling growth stage. Australian Journal of Crop Science.
- **DEMIR KAYAA, M.G., OKCU, M. ATA, C. YAKUP et KOLSICI O., (2006).**seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower *Helianthus annus* L. Europ. J. Agronomy, 24:291-295.
- **DUTUIT P., POURRATY., DUTUIT J M., (1994).** La notion de stress de la cellule à l'écosystème. Sécheresse, Vol. 5, N°1:P. 23- 31.
- **DJERAH A., OUDJHIH B. (2015).**Effet du stress Salin sur la germination de seize variétés d'orge *Hordeum vulgare* L. courrier du savoir -N°20,p 47-56.
- **EVENARI M., (1957).**les problèmes physiologiques de la germination Bull.Soc Frnc.physiol-végé ,3(4), p.105-124.
- **FAO, IPTRID, CISEAU., (2006).** Conférence électronique sur la salinisation. Extension de la salinisation et Stratégies de prévention et réhabilitation, Du 6 Février au 6 Mars 2006.P.12.
- **FRAME D., (2000).** *Hedysarum coronarium* L, Leguminosae F.A.O.
- **GAY-MATHIEU C.,(1991).** Recherche des processus impliqués dans la perte de l'aptitude à germer des semences de tournesol *Helianthus annus* L. sous l'influence

d'une température trop élevée .Thèse de doctorat de l'Université Pierre et Marie Curie, Paris.

- **GOMATHI R., THANDAPANI V., (2005).**Role of gibberellins and polyamines in relation to salt stress in crop plants. Australian journal of crop Science j., 5:726-734.
- **GUYOT L., (1978).** Biologie végétale. Collection que sais- je .Eds. Press universitaire de France, p. 127.
- **HASSANEIN A.M., (1999).** Alterations in protein and esterase patterns of peanut in response to salinity stress *biologia plantarum*.42 (2):241-248.
- **HADJADJ S., (2009).**Contribution à l'étude de l'effet de la salinité sur des marqueurs biochimique (proline et sucres solubles) de plantes juvéniles d'*Atriplex halimus* L. et d'*Atriplex canescens* (pursh) Nutt, Mémoire de Magister en Biotechnologie Végétale, Université KASDI MERBAH, Ouargla, P.100.
- **HAMDY A., (1999).** Saline irrigation and management for a sustainable use. In: Advanced Short Course on Saline Irrigation Proceeding, Agadir.P.152- 227.
- **HARTMAN H., (1990).**Technique of seed production and handling.Plant propagation principles and practises.FIIFTH Ediumiversita DEGLI STUDI, Departments di ortoflora fruthicoltura, Di FIRENZ, p.161.
- **HELLER R., ESNAULT R., LANCE C., (1995).** Physiologie végétale II Développement. Ed. Masson, P. 243-251.
- **INGRACHEN S., (2007).** Contribution de la réponse de la plante *Hedysarum flexuosum*.L à la contrainte hydrique .mémoire DES(BPV), UMMTO. P 2-11.
- **JAMIL M., RHA E.S.** The effect of salinity (Na Cl) on the germination and seedling of sugar beet *beta vulgaris* L., and cabbage *Brassica oleracea capitata* L.
- **JONES H.G., Flowers TJ., Jones M B., (1989).**Plants under stress. Cambridge, University Press.
- **KADI, (1994).** Alimentation du lapin de chair dans les conditions de production algériennes.
- **KHEMIRI H., BELGUITH H., JRIDI T., BEN EL ARBI M. ET BEN HAMIDA J., (2004).**caractérisation biochimique d'une amylase active au cours de processus germinatif des graines de colza(*Brassica napus* L.).Enzymologie et métabolisme. Congrès International de Biochimie.146-149.
- **KADI S. A., (2012)** .Alimentation du lapin de chair : valorisation de sources de fibre disponible en Algérie. Thèse de doctorat. UMMTO. P.143.

- **LACHARME. M., (2001).** Le contrôle de la salinité dans les rizières, Coopération Française, France.P.20.
- **LADON F ,(1987).**Etude critique de quelques méthodes d'évaluation de la qualité germinative des lots de semences. Thèse de l'Institut National Agronomique de Paris-Grignon.
- **LAFON J.P et THARAUD C., PRAYEUR C., (1988).**Biologie des plantes cultivées II. physiologie du développement génétique et amélioration.P.67-73.
- **LAFON J.P., THAROUD C., SEVAY D., (1990).**Physiologies végétale de génétique et amélioration. Edit. Lavoisier(Paris).P.150.
- **LANG A., (1965).** Effects of somme internal and external conditions on seed germination hand. PF lanzenphysiol, 15(2), p.848-893.
- **LEGROS J.P., (2009).** LA SALINISATION DES TERRES DANS LE MONDE, conférence n°4069, Bull. n°40, Académie des Sciences et Lettres de Montpellier, Séance du lundi 22/06/2009.P.257-269.
- **LEOPOL D A.C., (1983).**temperature effects on soybean inbibiton and leakage .plant physiol, 65, p.1096-1098.
- **LEVENT T.A., KAY C., DIKILITAS M. ET HIGGS D., (2008).** The combined effects of gibberilic acid and salinity on some antioxidant enzyme activities, plants growth parameters and nutritional status in maize plants. Environmental and Experimental Botany.62.P.1-9.
- **LEVIGNERON A., LOPEZ F., VANSUYT G., BERTHOMIEU P., FOUECROY P., CASSE-DELBART F., (1995).** Les plantes face au stress salin. Cahiers Agricultures.4: 263-273.
- **LI Z.G., YU S.W.,(1995).**Alleviation of inhibition of germination by ethylene in salt-stressed alfalfa seeds. Acta physiologica sinica21:50-56.
- **MARTINIELLO P., LAUDADIO V., PINTO V., CIRUZZI B., (2000).** Influence des techniques de culture sur la production du Sulla et du sainfoin en milieu méditerranéen. Fourrages.161 : 53-59.
- **MAZILIAK P., (1982).**croissance et développement .éd. Herma. Collection méthodes.
- **MEYER S., REEB C., BOSDEVEIX R., (2004).** Botanique, biologie et physiologie végétale.Ed. Moline, Paris, p.461.

- **MOORE G., SANFORD P., WILEY T., (2006).** Perennial pastures for Western Australia. Sulla (*Hedysarum coronarium*). Herbaceous perennial legumes. Department of Agriculture and Food Western Australia, Bulletin 4690, Perth.
- **MOUGHLI. L., (2000).** TRANSFERT DE TECHNOLOGIE EN AGRICULTURE, Les engrais minéraux caractéristiques et utilisations, N° 72, Rabat. P.4.
- **MURATA M., ROOS E.E., TSUCHIYA T. (1981).** chromosome damage induced by artificial seed aging in barley. I. Germinability and frequency of aberrant anaphases at first mitosis. Canadian Journal of Genetic cytology, 23,267-280.
- **MURRILO-AMADOR, B., R. LOPEZ-AGUILAR, C. KAYA, J. LARRINAGA-MAYORAL and FLORES-HERNANDEZ A. , (2002).**Comparative effects of NaCl and polyethylene glycol on germination, emergence and seedling growth of cowpea.J.Agron.Crop Sci., 188:235-247.
- **NACIRI. Y., FEYZI. P., JAVANMARD. A., (2014).** Effects of hydro and Hormonal Seed Priming on Seed Germination of Milk Thistle under Saline Stress Condition, Not Sci Biol,6(3).P.374-380.
- **NIEZEN, J.H., CHARLESTON, W.A.G., ROBERTSON, H.A., SHELTON, D.,WAGHORN, G.C., GREEN,R., (2002).** The effect of feeding sulla (*Hedysarum coronarium*) or Lucerne (*Medicago sativa*) on lamb parasite burdens and development of immunity to gastrointestinal nematodes. Vet. Parasitol. 105, P. 229–245.
- **NOCTOR, G., FOYER, (1998).**Ascorbate and glutathione: Keeping active oxygen under control.Ann.Rev.Plant Physiol.and plant Molr Biol. 49, p.249-279.
- **NOUBHANI A.(1990).** Dégradations cellulaires et modifications d’expression du génome au cours de vieillissement accéléré des semences. Thèse de doctorat de l’Université de Bordeaux II.
- **OPKINS W. G., (2003).** Physiologie végétale.2^{ème} édition. De Boeck, Brucselles .p.61-476.
- **PARAVAEH R.,SAYED M.H., (2015).**Evaluation of Germination and Some Physiologic Factors under Salinity Stress and Gebberellic acid Hormone (GA3) Treatments in Wheat *Triticum aestivum* L..Int.j.Adv.Res.Sci.2 (2):122-131.
- **PARRISH D. J. , LEOPOLD A.C. (1978).**On the mechanism of aging in soybean seeds. Plant Physiology, 61,365-368.

- **PRIESTLEY D.A. (1986).** Seed Aging. Implications for seed storage and persistence in soil. Comstock publishing Associates, Ithaca and London, Cornell University Press.
- **PIGNOCCHI C., FOYER C., (2003).** Apoplastic ascorbate metabolism and its role in the regulation of cell signaling. Curr. Opin. Plant Biol.6 :379-389.
- **PROSPERI, J.M. ; GUY.P ET BALFOURIER F., (1995).** Ressources génétiques des plantes fourragères et à gazon. INRA.(Paris).119-121.
- **QUEZEL P., SANTA, S., (1962).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales .tome 1(CNRS. Ed) Paris- France p.539-541.
- **RAMIREZ-RESTREPO C.A. ET BARRY, T.N., (2005).** Alternative temperate forages containing secondary compounds for improving sustainable productivity in grazing ruminants. Anim. Feed Sci. Tech. 120(3–4): 179–201.
- **RAZA S.H., ATHAR H.R., ASHRAF M., (2006).**Influence of exogenously applied glycinebetaine on the photosynthetic capacity of two differently adapted wheat cultivars under salt stress. Pak.J.Bot.38 (2):341-351.
- Roberts E.H. (1972).Viability of seeds. Roberts E.H.(ed.).Chapman and Hall, London.
- **SARNO R., STRINGI L., ALESSANDRO F. (1978).** The relationship between the morphological behavior and productivity and the altitude of provenance of some Sulla *Hedysarum coronarium L.* populations. Quaderni di agronomica: 9,623-626.
- **SEBIHI F. Z., (2008).** Les Bactéries Nodulant les Légumineuses (B.N.L) : Caractérisation des bactéries associées aux nodules de la légumineuse fourragère, *Hedysarum perranderianum*. Thèse Magister, Université Mentouri de Constantine, p.25-27.
- **SHOHANI F.,MEHRABI A.A., KHAVARINEGAD, R. A.,SAFARI Z., KIAN S. (2014).** The effect of gibberillic Acid (Ga3) on seed germination and early growth of lentil seedling under salinity stress. Middle- east journal of Scientific Research 19(7):995-1000.
- **SLIM S., BEN JEDDI F., (2011).** Protection des sols des zones montagneuses de Tunisie par le Sulla du Nord (*Hedysarum coronarium L.*). Sécheresse.22.P.117-24.
- **SPICHIGER R., VINCENT S ., ET JEAN MONO D., (2004).**Botanique systématique des plantes à fleurs .Press polytechnique et Université Raumentes (Lausanne).P.202-220.

- **THAMI ALAMI I., EL MZOURI E., (2000).** Etude de l'efficacité et de la persistance de souches de *Rhizobium* de sulla. In : *Sulas L. (ed.) .Legumes for Mediterranean forage crops, pastures and alternative uses.* Zaragoza : CIHEAM (Cahiers Options Méditerranéennes ; n. 45. P. 321- 325.
- **. TIRIFI-FARAH S., MARRAKACHI M., (2000).**Genetic variability of *Hedysarum coronarium* L. using molecular marks. Cahier opt.Med.45.P.85-89.
- **TOBE K., ZHANG L., YU QIU G., SHIMIZU H. ET OMSA K., (2001).**Characteriscs of seeds germination in five non-halophytic chines desert shrub species. of Aride. Enver .47.P.191-201.
- **VERTUCCI C.W., (1989).**The kinitie of seeds inhibition controlling factors and relevance to seedlings vigor. Seed moisture CSSA special publication. N°14.P.93-115.
- **WIEBE H B., EILERST R G., W.D. EILERST WD., J.A. BRIERLEY J A., (2001).**Salinité du sol, L'agriculture écologiquement durable au Canada : Série sur les indicateurs agroenvironnementaux, Canada, Rapport No 2, P.121-126.
- **WILLIAMS J. T. (1984).** A decade of crop genetic resources research. In: Crop Genetic Resources Conservation and Evaluation. Holden, J. H. W. and Williams J.T. (eds);p.1-17.George, Allen and Unwin , London.
- **WILSON D.O. JR, MCDONALD, M.B.JR. (1986).**The lipid peroxidation model of seed ageing. Seed science and Technology, 14,269-300.
- **WYN JONES G., GOUSTON H., (1991).** Completament a ryor conflicting approaches to salinity ddu.bulletin n° 23.P. 7-9.
- **ZHU J.K., (2001)** .Plant Salt tolerance. Trends in plant science, vol.6, N°.2.P.66-71.

Conclusion

Cette étude consiste d'une part à la contribution de l'évaluation de l'effet de l'acide gibbérellique et l'acide ascorbique avec des différentes doses au renforcement de la tolérance à la salinité durant la phase de germination des deux espèces de *Sulla* et d'autre part à l'études de l'influence de la durée de stockage des graines sur la faculté germinative de *H. flexuosum*.

L'analyse de variance des résultats que nous avons obtenus dans la première partie montre une influence négative de la salinité du milieu sur le taux de germination et le temps moyen de germination ainsi que sur le paramètre de croissance (longueur, biomasse).

Nous avons enregistré un taux de 53% par l'apport exogène de GA3 par rapport au cas non traité (6g/l sans traitement hormonal) avec 21%.

Ainsi nous avons trouvé que l'acide ascorbique présente une influence plus élevé à la forte dose testé (60mM), cependant la Ga3 présente une action plus marqué à la faible dose testé (1mM). La comparaison des effets des deux composées testés montre une influence plus élevée de la GA3 par rapport à l'acide ascorbique. L'analyse de la variance à trois facteurs de classification (salinité, hormone, dose) a révélé chez *H. coronarium* par exemple une amélioration de 55% de la hauteur de la tige chez les plantules soumises à l'hormone par rapport aux plantules non traité soumises à 9g/l de NaCl.

Les résultats que nous avons trouvés dans la partie de l'influence de la durée de stockage sur la faculté germinative de *H. flexuosum* ont montré une chute du taux de germination de 36% chez les graines ayant 6 années d'âge par rapport à celle de trois ans.

La croissance en longueur des plantules notamment la racine est également significativement affectée par l'âge de la graine tout comme la production de biomasse sont très affectés chez les plantes issues des graines anciennes par rapport au plus récente d'entre elle (3ans).

En conclusion, nous constatons que le traitement des graines de deux espèces de *Sulla* avec l'acide ascorbique et l'acide gibbérellique renforce la tolérance à la salinité mais la dose joue également un rôle dans la repense au stress, la durée nécessaire aux graines pour germer s'avère également être affecté par l'âge de la graine.

Au terme de cette étude on préconise d'enrober les graines de *Sulla* avec ces phytohormones avant de les semer notamment lors ce que la salinité du sol dépasse une concentration de 3 g/l correspondant à une molalité de 51,72mM/l.

Comme perspective à ce travail, on préconise de compléter cette étude par l'estimation de l'activité des enzymes antioxydantes (SOD, Catalase, Peroxydase...) chez les graines en germination de *H. flexuosouum* et *H. coronarium* traitées par des phytohormones (l'acide Salicylique, la GA3, Acide Ascorbique) en situation de contrainte saline et ce afin de comprendre l'origine de cet apport positif de ces phytohormones sur ces deux espèces.