



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : SCIENCES

DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : MAICHA Bouchra

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : PROTECTION DES VEGETAUX

Thème

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'EFFET DU NaCl et du
CaCO₃ SUR LA GERMINATION DES GRAINES DE *Stipa
tenacissima* L.**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
SARIDI Abdel Kader	Maitre-assistant A	Président
HOUYOU Zohra	Maitre de conférences A	Examinateur
MARFOUA Mériem	Maitre-assistant A	Rapporteur
SOUFFI Ibtissam	Maitre-assistant A	Co-rapporteur

Promotion : Juin – 2019

Dédicaces

A mes très chers parents pour leur patience, leur amour et leurs encouragements, qui sont toujours soucieux de ma réussite et pour leur confiance, qu'ils trouvent ici le fruit de leurs sacrifices. Que Dieu vous garde.

A MON MARI :YACINE ZAKHROUF et ma fille RAZANE

A Tous mes frères :AISSA ,BACHIR ,MAHMOUD ,AZDINNE ,*Mon cher frère:KOUIDAR*

A Tous la famille ZAKHROUF :ma boue père et ma bell mère

A SARA , NAWAL ,SOFIANE, IMANE

Pour leurs encouragements

MAICHA Boucitra

Remerciements

Avant tout je remercie Dieu tout puissant, le Clément et le Miséricordieux pour toute sa bonté. Il m'a donné la force, les moyens et le courage pour terminer ce travail. Au terme de ce travail il m'est très agréable de remercier :

Melle MARFOUA Mériem, merci pour votre confiance et votre aide précieuse, qui, en tant au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'aide et le temps qu'elle a bien voulu me consacré.

Je remercie également les membres de jury Docteur HOUYOU Zohra et Monsieur SARIDI Abdelkader, d'avoir voulu accepter de juré ce travail.

Je tiens à exprimer mon remerciement à mon Marie dont j'ai tout le respect et l'appréciation.

Je remercie toute ma famille et ma belle-famille, en particulier : ma mère et mon beau-père.

MAICHA Bouchra

MAICHA Bouchra (2019) Contribution à l'étude de l'effet de quelques facteurs édaphiques sur la germination des graines de *Stipa tenacissima* L.

RESUME

Les steppes de *Stipa tenacissima* L. sont l'un des écosystèmes les plus représentatifs des écosystèmes méditerranéens arides. *Stipa tenacissima* L. développe plusieurs caractéristiques d'adaptation à l'aridité édaphique et climatique.

L'évolution des communautés végétales des steppes à dominance d'alfa situées dans la région de Laghouat est évaluée à travers une étude de l'effet de quelques concentrations du milieu en NaCl et en Ca CO₃ sur la germination des graines de *Stipa tenacissima* L.

Des mesures du taux de germination, longueur des racelles, longueur des glumelles et l'indice de vigueur ont été réalisés en présence de NaCl aux concentrations (5, 20, 65 et 100 g/l) et en présence de CaCO₃ aux concentrations (40, 70, 120 et 200 g/l).

Les résultats ont fait ressortir une régression du paramètre taux de germination plus remarquable par rapport aux autres paramètres : longueur de racelles et de glumelles vis-à-vis des concentrations utilisées.

Il est très intéressant de tester l'effet de ces facteurs sur la plante à des stades plus avancés de développement.

Mots clés : *Stipa tenacissima* L., Germination, Salinité, Calcaire, Laghouat.

الملخص

سهوب *Stipa tenacissima* L هي واحدة من النظم الإيكولوجية التمثيلية في النظم الإيكولوجية المتوسطة القاحلة. تقوم *Stipa tenacissima* L بتطوير العديد من خصائص التكيف مع الجفاف المناخي والترابي.

تم تقييم تطور مجتمعات نباتات السهوب التي تسودها الحلفاء في منطقة الأغواط من خلال دراسة تأثير بعض عوامل التربة على إنتاش بذور نبتة *Stipa tenacissima* L.

تم إجراء قياسات لمعدل الإنبات، طول الجذيرات، طول الوريقات ومؤشر النشاط في وجود NaCl و $CaCO_3$ (5،20،65،100 غ/ل) و $CaCO_3$ (40،70،120،200 غ/ل).

أظهرت النتائج انخفاضا في معدل انتاش البذور بشكل ملحوظ مقارنةً بالقياسات الأخرى: طول الجذور واطول السويقات مقابل التراكيز المستخدمة.

من المثير للاهتمام اختبار تأثير هذه العوامل على النبات في مراحل متقدمة من النمو.

الكلمات الدالة: *Stipa tenacissima* L ، إنتاش ، ملوحة ، حجر جيرى ، الأغواط.

MAICHA Bouchra (2019) Contribution to the study of the effect of some edaphic factors on seed germination of *Stipa tenacissima* L.

ABSTRACT

Stipa tenacissima L. steppes are one of the most representative ecosystems in arid Mediterranean ecosystems. *Stipa tenacissima* L. develops several adaptation characteristics to climatic and edaphic aridity.

The evolution of Alfa-dominant steppe vegetation communities located in the Laghouat region is evaluated through a study of the effect of some edaphic factors on seed germination of *Stipa tenacissima* L.

Measurements of germination rate, lump length and root length and vigor index were performed in the presence of NaCl (5, 20, 65 and 100g/l) and CaCO₃ (40, 70, 120 and 200g/l).

The results show that the regression of the germination rate is more remarkable compared to the other parameters: length of roots and lumps against the used concentrations.

It is very interesting to test the effect of these factors on these plant at more advanced stages of development.

Keywords: *Stipa tenacissima* L., Germination, Salinity, Limestone, Laghouat.

Liste des abréviations

AI : Acide indole

CE : Conductivité électrique

G : gramme

g/l : gramme par litre

ms : milli siemens

pH : potentiel hydrique

T: Température

μs : micro siemens

°C : degré Celsius

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques physico-chimiques des solutions préparées de (NaCl).	13
Tableau 2 : Caractéristiques physico-chimiques des solutions préparées de (CaCO ₃)	14
Tableau 3 : Caractéristiques physico-chimiques de l'eau distillée	14
Tableau 4 : ANOVA de l'effet des traitements sur le taux de germination.	20
Tableau 5 : ANOVA de l'effet des traitements sur la longueur des racelles.	22
Tableau 6 : ANOVA de l'effet des traitements sur la longueur des glumelles.	23

Liste des figures

Figure 1 : Les solutions préparées (NaCl, CaCO ₃).....	13
Figure 2 : Les boites préparées.	15
Figure 3 : Dispositif expérimental de l'essai. A : à gauche, les graines traitées avec les solutions (CaCO ₃). B : à droite, les graines traitées avec les solutions (NaCl).	16
Figure 4 : Méthodologie globale du travail.	18
Figure 5 : Effet des différentes solutions de CaCO ₃ et de NaCl sur le taux de germination.	21
Figure 6 : Effet des différentes solutions de CaCO ₃ et de NaCl sur la longueur des radicules.	22
Figure 7 : Effet des différentes solutions de CaCO ₃ et de NaCl sur la longueur des glumelles.	24
Figure 8 : Effet des différentes solutions de CaCO ₃ et de NaCl sur l'indice de vigueur.....	25
Figure 9 : ACP des différentes solutions de CaCO ₃ et de NaCl sur le taux de germination, longueur des glumelles, longueur des radicules et l'indice de vigueur.	26

Sommaire

INTRODUCTION	2
CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	5
I.1.- GÉNÉRALITÉS SUR L'ESPECE <i>STIPA TENACISSIMA</i> L.....	5
CHAPITRE II : MATÉRIELS ET MÉTHODE.....	12
II.1.- OBJECTIF DE TRAVAIL.....	12
II.2.- PRÉSENTATION DE LA ZONE DE RECOLTE DES GRAINES ERREUR ! SIGNET NON DÉFINI.	
II.3.- MATÉRIEL UTILISÉS	12
II.4.- MÉTHODES DE TRAVAIL.....	14
II.5.- SUIVI DE L'ESSAI.....	16
II.6.- TRAITEMENT STATISTIQUE	16
CHAPITRE III.- RÉSULTATS ET DISCUSSIONS	20
III.1.- EFFET DE $CaCO_3$ ET DE $NaCl$ SUR LE TAUX DE GERMINATION	20
III.2.- EFFET DE $CaCO_3$ ET DE $NaCl$ SUR LA LONGUEUR DES RADICELLES	22
III.3.- EFFET DE $CaCO_3$ ET DE $NaCl$ SUR LA LONGUEUR DES GLUMELLES	23
III.4.- EFFET DE $CaCO_3$ ET DE $NaCl$ SUR L'INDICE DE VIGUEUR.....	24
III.5.- ANALYSE DES COMPOSANTS PRINCIPALES	25
CONCLUSION	29
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	29

INTRODUCTION

Introduction

Le monde végétal n'est pas seulement dans la dépendance de l'atmosphère d'où il tire une grande partie des composés nécessaires par les différentes réactions photosynthétiques ; il est fixé au sol d'où il prélève d'autres éléments qui ne lui sont pas fournis par les résultats métaboliques de la photosynthèse. Le sol est l'élément principal de l'environnement, il intervient dans la répartition spatiale de la végétation. Il se développe en fonction de la roche mère, la topographie ...etc. (**Taibi et al., 2017**).

Les parcours steppiques en Algérie, notamment ceux à alfa (*Stipa tenacissima* L.). La nomenclature taxonomique est celle de Quézel et Santa (1962-1963) occupaient de vastes espaces et détiennent une place écologique et socioéconomique de grande importance, en raison de sa répartition géographique bien différenciée et de son potentiel biologique, ainsi que du rôle primordial qu'ils jouent dans la protection du sol et dans la lutte contre la désertification (**Khouane et al., 2018**).

Selon **Krichen et al., (2014)** ; **Khouane et al., (2018)** en plus de sa valeur écologique, sa résistance aux longues périodes de sécheresse, sa capacité de repousse et son amplitude écologique. *S. tenacissima* L. a une grande importance économique, elle fournit de multitudes services à l'industrie et le secteur pastoral.

La steppe d'alfa a subi, au cours des trente dernières années, une dégradation de plus en plus accentuée de ses composantes, sous l'effet de plusieurs facteurs naturels et anthropiques, ce qui affecte l'équilibre de cet écosystème, engendrant la réduction du potentiel biologique et la destruction du milieu.

Comprendre les processus écologiques des semences en tant que production, dispersion, prédation et germination est un facteur important pour comprendre les processus de recrutement et de régénération au niveau de la population. La biologie de la reproduction et les exigences de germination des graines peuvent jouer un rôle important en tant que facteurs affectant l'abondance et la répartition des espèces (**Ramos and Andrade, 2010**).

Dans le cadre de cette étude, on se propose d'apporter quelques éléments de réponse aux interrogations suivantes :

- Quel est l'impact des facteurs édaphiques (salinité, calcaire) sur la germination des graines de *S. tenacissima* L. ?
- Quelle est la réponse de cette espèce, à ces facteurs de perturbation ?
- Quels sont les indicateurs de stress de cette espèce ?

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I.- Synthèse bibliographique

I.1.- Généralités sur l'espèce *Stipa tenacissima* L.

Selon **Trabut (1889)**, Le mot arabe "*Halfa*" est donné suivant les régions à des graminées de steppes à feuilles résistantes jonciformes à l'état sec. Actuellement en français ce mot a pris un sens plus précis et désigne qu'une seule espèce de plante : le *Stipa tenacissima* L., très répandus dans le sud-est de l'Espagne, le Maroc, l'Algérie, la Tunisie et la Tripolitaine.

En raison de l'importante contribution de cette plante au sein de la flore steppique En effet, elle maintient l'équilibre écologique, assure la lutte contre la désertification et présente un intérêt économique, nous présentons dans ce qui en suit quelques principales caractéristiques de l'espèce.

I.1.1.- Systématique de l'espèce

L'alfa (nom français) est une herbe vivace typiquement méditerranéenne appartenant à la sous-région écologico-floristique ibéro-maghrébine, qui fait partie intégrante de la région méditerranéo-steppique (**Rhanem, 2009**).

On peut la classer ainsi :

Règne : *Plantae*

Division : *Magnoliophyta*

Classe : *Liliopsida*

Ordre : *Cyperales*

Famille : *Poaceae*

Sous-famille : *Pooideae*

Tribu : *Stipeae*

Genre : *Stipa*

Nom binominal : *Stipa tenacissima* L.

I.1.2.- Répartition géographique de l'espèce

C'est l'une des espèces xérophiles qui caractérise le mieux les milieux arides méditerranéens à l'exclusion des secteurs désertiques. Sa terre d'élection est l'Afrique du Nord, et tout particulièrement les hauts plateaux du Maroc et de l'Algérie. Au sud et à l'est, la limite naturelle de l'Alfa est déterminée par la sécheresse ; en bordure du Sahara, elle est fréquemment localisée sur les bords des oueds temporaires. Au nord et à l'ouest, en revanche, c'est l'humidité croissante du climat qui l'élimine de la flore (**Rhanem, 2009**).

I.1.3.- Description morphologique de l'espèce

Selon **Ghennou, (2014)**, la *Stipa tenassicima* L. se présente ainsi :

A. Partie souterraine

La partie souterraine de la touffe de *Stipa tenacissima* L. est constituée par l'ensemble des rhizomes caractérisés par des nœuds et des entre-nœuds, des racines et des radicelles touffues et très denses. Descendant à des profondeurs variables (jusqu'à 50cm dans le sol) suivant la nature de la roche-mère et la profondeur du sol.

1. Le rhizome

Le rhizome est ramifié avec rejets, les rejets se terminent avec les jeunes pousses feuilletés. Sur le plan anatomique, l'épiderme du rhizome comprend des cellules à parois fortement épaisses et irrégulières, Il est caractérisé par des entre-nœuds très courts et par des ramifications importantes. Sur leur face supérieure, les entre-nœuds présentent des bourgeons qui donnent soit un nouvel entre-nœud soit un rameau aérien. Sur les rhizomes âgés, quelques pousses terminales donnent naissance à des chaumes florifères.

- 2. Les racines

La quasi-totalité du système racinaire de *Stipa tenacissima* L se localise dans l'horizon superficiel à une profondeur allant jusqu'au niveau de la croûte calcaire qui fait un obstacle aux racines, mais quelques racines périphériques s'étalent vers l'extérieur.

La racine présente une coiffe à son extrémité ; au-dessus de la coiffe on a les poils radicaux, abondants, longs, à surface hérissée. Elle présente une biomasse racinaire très importante, supérieure à sa biomasse aérienne.

B.Partie aérienne

La partie aérienne de *Stipa tenacissima* L., c'est-à-dire sa feuille, est constituée par des rameaux portant des gaines surmontées de limbes de 30 à 120 cm, qui, par l'effet de la sécheresse, se recourbent en gouttières et prennent l'aspect d'une feuille de jonc.

Stipa tenacissima L est une poacée vivace, cespiteuse et xérophile ; elle varie de 20 à 150cm de hauteur et de 10 à 180cm de diamètre. La partie aérienne de la touffe comprend les feuilles, portant des gaines imbriquées les unes dans les autres, surmontées de limbes qui peuvent atteindre 100cm à maturité, et par des chaumes inflorescences portant à leur sommet les panicules en période de floraison.

- 1. La tige

Elle est creuse et cylindrique, sa cavité est interrompue régulièrement au niveau du nœud par des diaphragmes résultant de l'enchevêtrement des faisceaux conducteurs. Au niveau de chaque nœud existe un bourgeon qui peut donner naissance soit à un entre-nœud, soit à une tige aérienne, ou reste dormant parfois pendant plusieurs années et constitue une réserve qui entre en activité lorsque la souche est épuisée.

- 2. Le chaume

Le chaume est feuillé et recouvert par des gaines très longues. Il ne présente pas de nœud dans toute la partie émergée : il est directement lié à un autre nœud du rhizome.

- 3. La gaine

La partie inférieure de la feuille est lisse, luisante, enroulée, attachée vers le bas directement au rameau issu d'un entre nœuds du rhizome, vers le haut, la gaine porte le limbe, elle présente deux faces d'épidermes très différentes sur la face externe, l'épiderme présente de nombreuses cellules exothermiques, doublées d'une assise de fibres hypodermiques. Sur la face interne, plusieurs racines parenchymateuses incolores constituant l'épiderme. Les faisceaux sont entourés de parenchyme chlorophyllien.

- **4. La ligule**

La ligule est située entre la gaine et le limbe, elle a une forme pointue.

- **5. Le limbe**

La longueur moyenne du limbe, à la maturité, varie entre 40 et 80cm ; sous l'influence de la sécheresse, le limbe s'enroule, se durcit prend l'aspect d'une feuille ; il présente une pointe fine avec une teinte blanchâtre à jaunâtre. La face interne ou supérieure du limbe est argentée relevée de sept fortes nervures couvertes de villosité, la face externe ou inférieure, luisante, unie, dépourvue de nervures saillantes. Les deux faces sont pourvues d'une cire pour permettre à la plante de résister à la sécheresse.

- **6. L'inflorescence**

L'inflorescence de *Stipa tenacissima* L. est une panicule compacte et dressée de longueur entre 25 et 35cm, composée par l'ensemble des épis constitués eux-mêmes par des épillets en nombre variable, qui correspondent aux fleurs chez *Stipa tenacissima* L. L'épillet est fixé sur un pédoncule par un entre-nœud et est formé de deux glumes (inférieures et supérieures) et de l'unique fleur portée par un rachis.

- **7. La fleur**

La fleur est protégée par deux glumes d'égale longueur. La glumelle supérieure bifide au sommet, velue dorsalement, porte une arête et la glumelle inférieure est plus fine. Généralement, les fleurs apparaissent vers la fin avril, début mai, La fleur unique est articulée et se détache facilement à la maturité.

La floraison a lieu à partir de la fin du printemps et durant tout l'été. Cette espèce est hermaphrodite (présentant les 2 sexes sur la même fleur). La pollinisation se fait de manière entomogame c'est-à-dire que le pollen est porté par des insectes, et la dissémination des graines se fait par anémochorie (le mode de dispersion des graines des végétaux se faisant grâce au vent).

- **8. Le fruit**

Le fruit de *Stipa tenacissima* L. est un caryopse appelé graine qui mesure à maturité 5 à 8mm de longueur, linéaire, allongé avec un hile formant le sillon longitudinal. Sa partie supérieure est brune et porte souvent les stigmates desséchés.

Le caryopse est un fruit sec, indéhiscent, à une seule graine dont le tégument est intimement soudé au péricarpe du fruit.

I.1.4.- Ecologie de l'espèce

a. Facteurs climatiques

D'après Ghennou, (2014), cette espèce est présente dans les milieux arides méditerranéens, exceptés dans les zones désertiques. Elle délimite le désert, là où *Stipa tenacissima* L. s'arrête, le désert commence. Elle possède une amplitude écologique très vaste qui lui permet de s'étendre depuis les dunes littorales jusqu'à des altitudes de 2400 m, elle est xérophile. *Stipa tenacissima* L. est beaucoup plus rare dans les étages subhumides et surtout humides, dans lesquels on ne la rencontre qu'à la faveur de conditions édaphiques et méso-climatiques favorables.

Stipa tenacissima L. résiste à $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Au-dessous de $1\text{ à }3\text{ }^{\circ}\text{C}$, la plante se met en état de vie latente, l'optimum de développement pour elle se situe entre $19\text{ à }25\text{ }^{\circ}\text{C}$ de température moyenne annuelle.

Les steppes à *Stipa tenacissima* L. dominant se rencontrent dans les zones là où les précipitations annuelles varient entre 450 et 1300 mm. *Stipa tenacissima* L. est surtout abondant entre 200 et 400 mm de tranche pluviométrique, mais peut vivre là où cette tranche s'abaisse à 150 mm. La limite inférieure pour le développement de *Stipa tenacissima* L. est de 150 mm d'eau par an. L'optimum se situe entre 200 et 400 mm. La limite supérieure est d'environ 500 mm.

Stipa tenacissima L. supporte bien un enneigement prolongé. Sa grande résistance, au froid, lui permet d'atteindre des altitudes élevées ; c'est pour cela qu'on peut la retrouver à 1800 m d'altitude. Le vent joue un rôle important dans la dispersion des semences et le transport des matériaux qui en s'accumulant au niveau de la touffe de *Stipa tenacissima* L. augmentent l'épaisseur du sol.

b. Facteurs édaphiques

L'Alfa se développe sur des sols le plus souvent à substrat calcaire (Maghreb) ou marno-calcaire (Espagne) et en général bien drainés. Trois types de *Stipa tenacissima* L. sont distingués selon le site occupé : *Stipa tenacissima* L. de glacis à très faible pente <2m : *Stipa tenacissima* L. ensablé dont la taille peut dépasser 1,50 m lorsque l'ensablement est limité à la touffe ; et *Stipa tenacissima* L. de montagne (**Ozenda, 1977**).

Selon **Ghennou (2014)**, *S. tenacissima* L. se développe sur des sols squelettiques secs à texture limono-sableuse. *S. tenacissima* L. fuit les sols lourds où l'argile dépasse 12 à 15 % des éléments, si le drainage est mal assuré *S. tenacissima* L. fuit aussi les eaux stagnantes, peu d'argile recouverte de pierrailles calcaires sur un substrat sableux, et avec pH compris entre 7 à 8,5, les terrains salés ne conviennent pas à cette espèce.

I.1.5.- Les facteurs de dégradation de l'espèce

Les perturbations naturelles et anthropiques, chaque fois plus agressives, conduisent à une baisse considérable du potentiel pastoral et aggravent ainsi la détérioration du milieu, jusqu'à la désertification du milieu (**Gamoun et al., 2010**).

En bordure du Sahara, la limite méridionale de l'alfa suit l'isohyète de pluviosité annuelle moyenne de 100 mm (**Rhanem, 2009**).

À côté de ces facteurs naturels, il convient d'évoquer aussi la destruction partielle ou totale que subissent l'alfa et son écosystème, du fait des cultures épisodiques, d'un surpâturage continu et prolongé, de la collecte excessive de bois de chauffage... La charge pastorale et la mise en culture sont devenues très supérieures aux possibilités des milieux et demanderaient des actions de prévention et de gestion adaptées. Ces activités conduisent à des stades de dégradation transitoires dominés par la rue sauvage (*Peganum harmala* L.), le pastel des teinturiers (*Isatis tinctoria* L.) et l'arabette des dames (*Arabidopsis thaliana* L.), qui ne protègent pas suffisamment les sols de l'érosion au cours des longues saisons sèches (**Rhanem, 2009**).

Une fois dégradé, l'écosystème est bien souvent lent ou inapte à se reconstruire ; sa résilience est faible ou nulle, un seuil d'irréversibilité écologique a pu être franchi (**Aronson et al., 1995**).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Chapitre II : Matériels et Méthode

II.1.- Objectif de travail

Le but de ce travail est d'étudier l'effet de la salinité (NaCl) et du calcaire (CaCO₃) sur la germination des graines de *Stipa tenacissima* L. vis-à-vis des facteurs suivants :

- 1- Le taux de germination ;
- 2- La longueur de glumelles ;
- 3- La longueur de radicule ;
- 4- Et par rapport à l'indice de vigueur.

II.2.- Matériel utilisés

II.2.1.- Matériel végétal (graines)

Les semences de *Stipa tenacissima*(Figure1)ont été collectées durant le mois de Mai 2017 dans les parcours de la commune de Houita (Wilaya de Laghouat). Elles ont été conservées dans des boîtes métalliques à 4°C jusqu'au démarrage de l'essai.

II.3.2.- Protocole expérimental

Afin de déterminer le milieu adapté à la germination des graines de *Stipa tenacissima* des tests de germination ont été effectués sous différentes concentrations de chlorures de sodium (NaCl) et de carbonate de calcium (CaCO₃) , elles sont ensuite mises à germer dans des boîtes à pétri tapissées de papier filtres et couvertes de papier millimétré à raison d'environ (25graine par boîte). Dans un cas, nous avons ajouté de l'eau distillée (témoin= D0), dans les autres cas, nous avons ajouté des solutions D1 de CaCO₃ à 40 g/l; D2 de CaCO₃ à 70 g/l; D3 de CaCO₃ à 120 g/l;D4 de CaCO₃ à 200 g/l et D1 de NaCl à 5g/l ; D2 de NaCl à 20g/l, D3 de NaCl à 65g/l; D4 de NaCl à 100g/l avec trois (4) répétitions pour chacune. La durée du test est de (10) jours.



Figure 1 : Les solutions préparées (NaCl, CaCO₃).

a. Les solutions de (NaCl)

Dans 04 fioles, on a mis dans chacun 500ml d'eau distillée. On a pesé respectivement : 5, 20, 65 et 100g de NaCl. On a complété le volume de la solution dans chaque fiole jusqu'à un litre.

Les caractéristiques physico-chimiques de chaque solution préparée sont indiquées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Caractéristiques physico-chimiques des solutions préparées de (NaCl).

Caractéristiques	D1 (5g/l)	D2 (20g/l)	D3 (65g/l)	D4 (100g/l)
CEC (ms)	26.2	49.5	173.6	192.2
T (°C)	26.8	26.8	26.8	26.9
pH	9.40	10.30	11	11.40

b. Les solutions de (CaCO₃)

Dans 04 fioles, on a mis dans chacun 500ml d'eau distillée. On a pesé respectivement : 40, 70, 120 et 200g de CaCO₃. On a complété le volume de la solution dans chaque fiole jusqu'à un litre.

Les caractéristiques physico-chimiques de chaque solution préparée sont indiquées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Caractéristiques physico-chimiques des solutions préparées de (CaCO₃)

Caractéristiques	D1 (40g/l)	D2 (70g/l)	D3 (120g/l)	D4 (200g/l)
CEC (Us)	546	628	690	745
T (°C)	27.3	27.4	27.4	27.4
pH	8.75	8.98	10.50	10.82

c. La solution témoin

La solution témoin utilisée était de l'eau distillée (D0). Les caractéristiques de cette dernière sont indiquées dans le tableau 3.

Tableau 3 : Caractéristiques physico-chimiques de la solution témoin D0 (eau distillée)

Caractéristiques	paramètres
CEC (Us)	365
T (°C)	27.1
pH	7.4

II.4.- Méthodes de travail

II.4.1.- Préparation des boîtes

Un essai de germination a été mis en place. On a préparé 36 (8 traitements×4répétitions) boîtes de Pétri avec du papier millimétrique au fond afin facilité la prise des mesures (longueur de gemmule, longueur de racicules ...etc.



Figure 2 : Représentation des boîtes préparées

II.4.2.- Préparation des graines

Après un essai préliminaire pour vérifier la vitalité des graines, la germination a eu lieu après une semaine (période très longue). Ce qui est peut-être dû à une dormance physiologique des graines. Selon **Baskin and Baskin (2014)**, la levée de ce type dormance peut être réaliser après un traitement des graines au froid.

On a mis les graines au réfrigérateur (-4°C) pendant 24heures.

Les boîtes sont placées dans un incubateur réglé à une température de 25°C et aussi (12 heures Obscurité / 12 heures Lumière). La germination est repérée par la sortie de la radicule hors des téguments de la graine dont la longueur est d'au moins de 2 mm. (Fig.01).

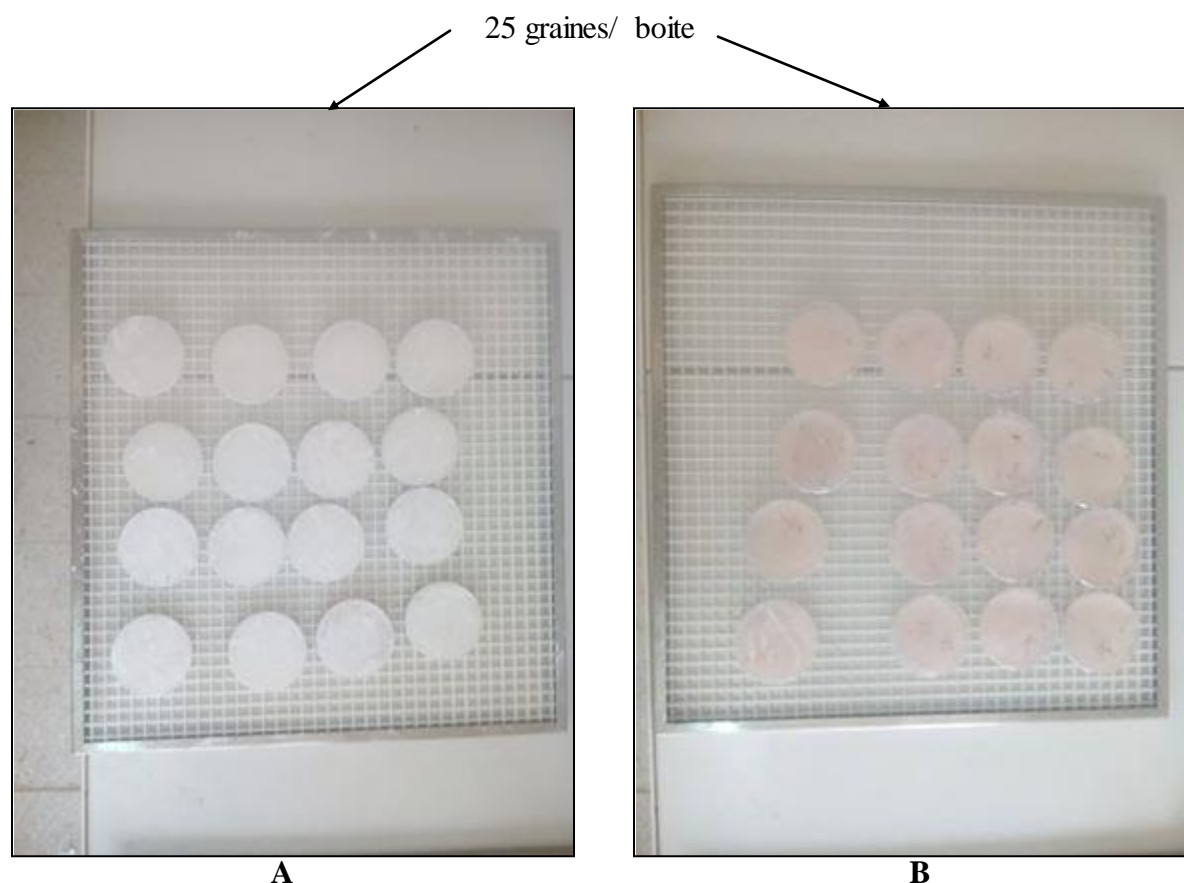


Figure 3 : Dispositif expérimental de l'essai. A : à gauche, les graines traitées avec les solutions (CaCO_3). B : à droite, les graines traitées avec les solutions (NaCl).

II.5.- Suivi de l'essai

L'apparition de la première pointe de la racicule d'une des graines est un indice du début de la germination (Côme, 1970). Le comptage a débuté une journée après mise en place de l'essai, ce qui prouve l'efficacité de la stratification froide.

Le comptage n'est arrêté qu'après stabilité de la germination.

II.6.- Traitement statistique

Les données relatives des mesures effectuées pendant la période d'essai ont été traitées statistiquement à l'aide du Minitab.

II.7.- Les paramètres mesurés

Les paramètres mesurés au cours de ce travail sont :

7-1-Cinétique du test de germination

Pour mieux appréhender la signification physiologique du comportement de germination et de croissance de l'alfa (Hajlaoui et Denden, 2007) ; nous avons mesuré le taux de germination, les longueurs des radicules et des glumelles pendant toute la durée du test (10-jours).

7-2-Taux de germination

Il est exprimé par le rapport nombre de graines germées sur nombre total de graines (Côme, 1970).

7-3-Longueur des radicules et longueur des glumelles

La longueur de la radicule primaire et celle de la glumelle ont été mesurées à l'aide de projection sur le papier millimétré qui tapisse les boîtes de pétri, ceci pour évaluer la croissance de la plante vis-à-vis du milieu préféré (Hajlaoui et Denden, 2007).

7-4-Indice de vigueur (IV)

C'est un indicateur très important pour voir dans quel milieu stipa a été le plus résistante.

$$IV = (LR+LG) \times TG$$

Avec :

IV : Indice de vigueur

LR : La longueur moyenne des radicules

LG : La longueur moyenne des glumelles

TG : Le taux de germination.

8-Analyse statistique des données

Pour l'ensemble du test, une analyse de la variance est effectuée par le test de Tukey à 5% à l'aide de Minitab 2018, les moyennes sont comparées selon la méthode de Newman et Keuls, chaque moyenne est affectée d'une lettre, les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes. Aussi à la fin du test, une analyse en composante principale (ACP) est réalisée dans XL-Stat.

La méthodologie globale de travail est présentée dans le diagramme suivant (Fig.4) :

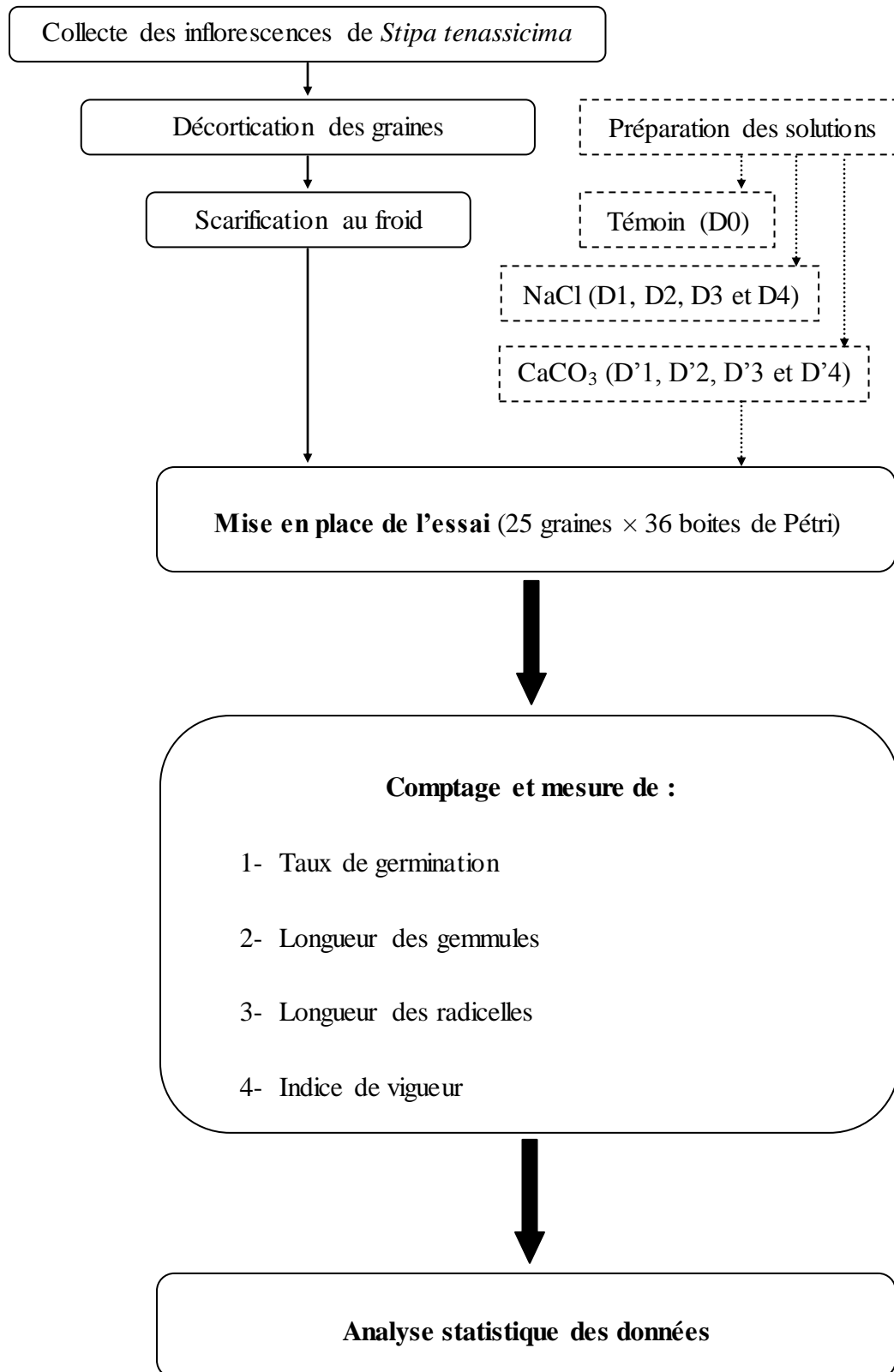


Figure 4 : Méthodologie globale du travail.

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Chapitre III.- Résultats et discussions

III.1.- Effet de CaCO₃ et de NaCl sur le taux de germination

Il ressort du graphique (Fig.06) que la germination des graines de *S. tenacissima* L. est variable selon les traitements utilisés, les différences sont très hautement significatives (P=0.00) après l'analyse de variance mentionnée sur le tableau 04.

Tableau 4 : ANOVA de l'effet des traitements sur le taux de germination.

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Traitements	8	1,2677	0,158467	23,73	0,000
Error	27	0,1803	0,006677		
Total	35	1,4480			

On remarque que la germination des graines est meilleure dans les conditions de contrôle (D0) également au D1 de NaCl qui correspond à 5g/l. Ceci concorde avec les travaux de **Nedjimi, (2011)** qui affirment la germination de *Lygeum spartum* L. (*Poaceae*) est la plus élevée dans de l'eau distillée de même les résultats indiquent que les graines peuvent germer à des concentrations de sel élevées (NaCl 150 mM).

Selon les analyses statistiques, on remarque qu'il existe une diminution dans le taux de germination à 20g/l de NaCl. Ce qui fait que *S. tenacissima* comme *L. spartum* est modérément tolérant au sel au stade de la germination, et la tolérance est influencée par l'interaction de la température et de la concentration en NaCl (**Nedjimi, 2011**). La tolérance au sel chez cette espèce est obtenue par un ajustement osmotique approprié impliquant une accumulation d'ions et de glycine bêtaïne (**Nedjimi, 2009**).

A des concentrations de 65 g/l (D3) NaCl et 100g/l (D4) NaCl, la germination est complètement inhibée. Alors ces concentrations de NaCl ne sont pas favorables à la germination des graines. Selon **Nedjimi, (2009)** lorsque la salinité est élevée, la croissance est probablement ralentie par les fortes concentrations de Na⁺ et de Cl⁻ et par leur interférence avec d'autres ions tels que Ca²⁺ et K⁺. Cette plante peut être utilisée localement comme fourrage pour le bétail, stabiliser les dunes et réhabiliter les sols salés.

Les graines de *S. tenacissima* L. tolèrent mieux le calcaire (CaCO_3), AB : D2(CaCO_3), , est favorable pour la germination

Parce qu'il existe un taux de G, mais pour le groupe B, on à 3 concentration : D1 (CaCO_3), et D3(CaCO_3),, quand même, il existe un taux de germination.

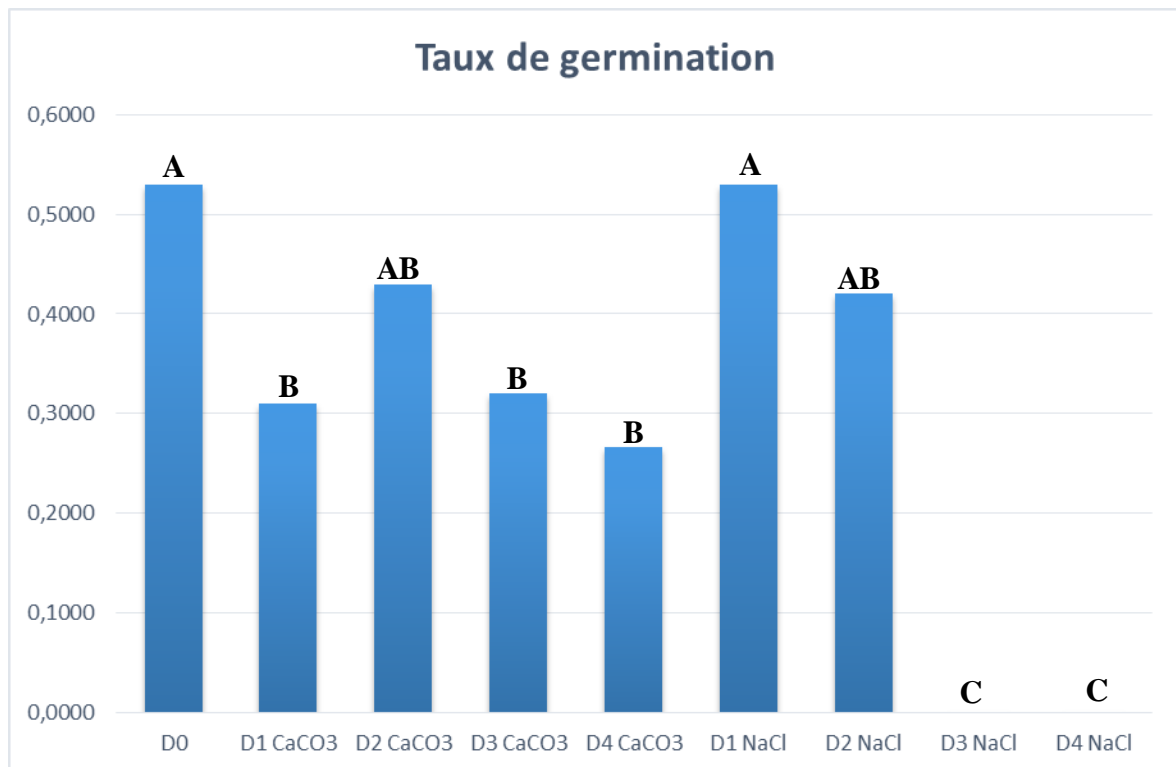


Figure 5 : Effet des différentes solutions de CaCO_3 et de NaCl sur le taux de germination.

III.2.- Effet de CaCO₃ et de NaCl sur la longueur des racinelles

Pour ce graphe (Fig.08), on a remarqué qu'il existe une différence entre les groupes homogènes, l'analyse de variance a été significative (P=0.00) entre les traitements (Tab. 06).

Tableau 5 : ANOVA de l'effet des traitements sur la longueur des racinelles.

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Traitements	8	5,477	0,6846	6,61	0,000
Error	27	2,796	0,1036		
Total	35	8,273			

On a observé qu'il existe 4 différents groupes : D4 (CaCO₃) c'est la concentration de calcaire qui donne la meilleure longueur de racinelles. Selon **Carvalho and van Raij, (1997)** la barrière chimique au développement racinaire existant dans les sous-sols suscite un intérêt croissant. Les effets de carbonate de calcium sur les propriétés du maïs (*Zea mays* L.) ont été évalués.

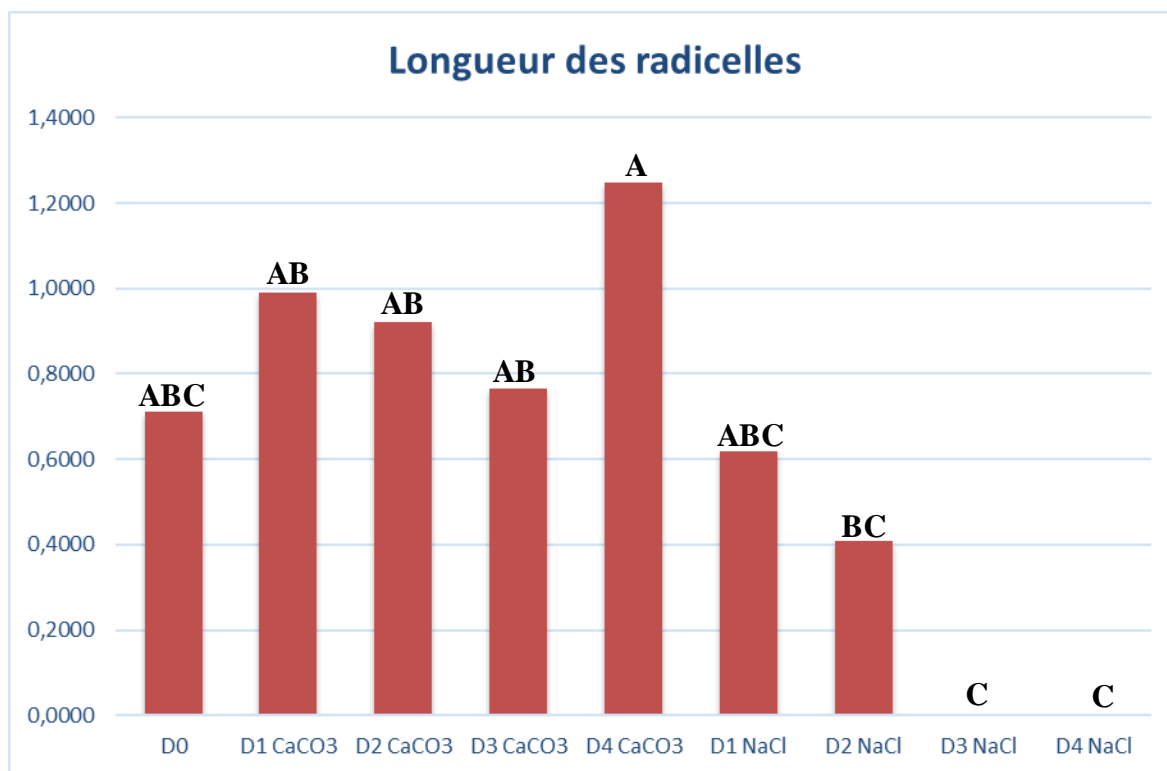


Figure 6 : Effet des différentes solutions de CaCO₃ et de NaCl sur la longueur des racinelles.

Même à des concentrations élevées de calcaire (40, 70 et 120g/l) il existe un bon développement de la longueur des racelles.

On remarque qu'il y'a une augmentation pour la longueur des racelles à 5g/l de NaCl comme pour le témoin. Ce qui est probablement dû à la tolérance de l'espèce surtout à ce stade.

Selon **Carvalho and van Raij, (1997)** le carbonate de calcium réduit l'activité de l'Al en raison de l'augmentation du pH.

A des concentrations de 65 g/l (D3) NaCl et 100g/l (D4) NaCl, la germination est complètement inhibée.

III.3.- Effet de CaCO₃ et de NaCl sur la longueur des glumelles

On remarque qu'il existe une différence entre les groupes, l'analyse de variance a été significative, (P=0.00) entre les traitements (Tab.07). Alors, on trouve qu'il existe 2 groupes homogènes A et B (Fig. 09).

Tableau 6 : ANOVA de l'effet des traitements sur la longueur des glumelles.

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Traitements	8	0,8903	0,111283	26,52	0,000
Error	27	0,1133	0,004196		
Total	35	1,0036			

Pour A, on a observé que D0 et D1 (Ca CO₃) et D2 (Ca CO₃) et D3 (Ca CO₃). D1 NaCl et D2 NaCl. Il existe une augmentation dans la longueur des glumelles, alors on assiste à un milieu favorable ou la plante se développe parfaitement.

Par contre dans le groupe B représenté par : 65g/l NaCl et du 100g/l NaCl sont des concentrations où la longueur des glumelles est nulle. Donc ce sont des concentrations défavorables.

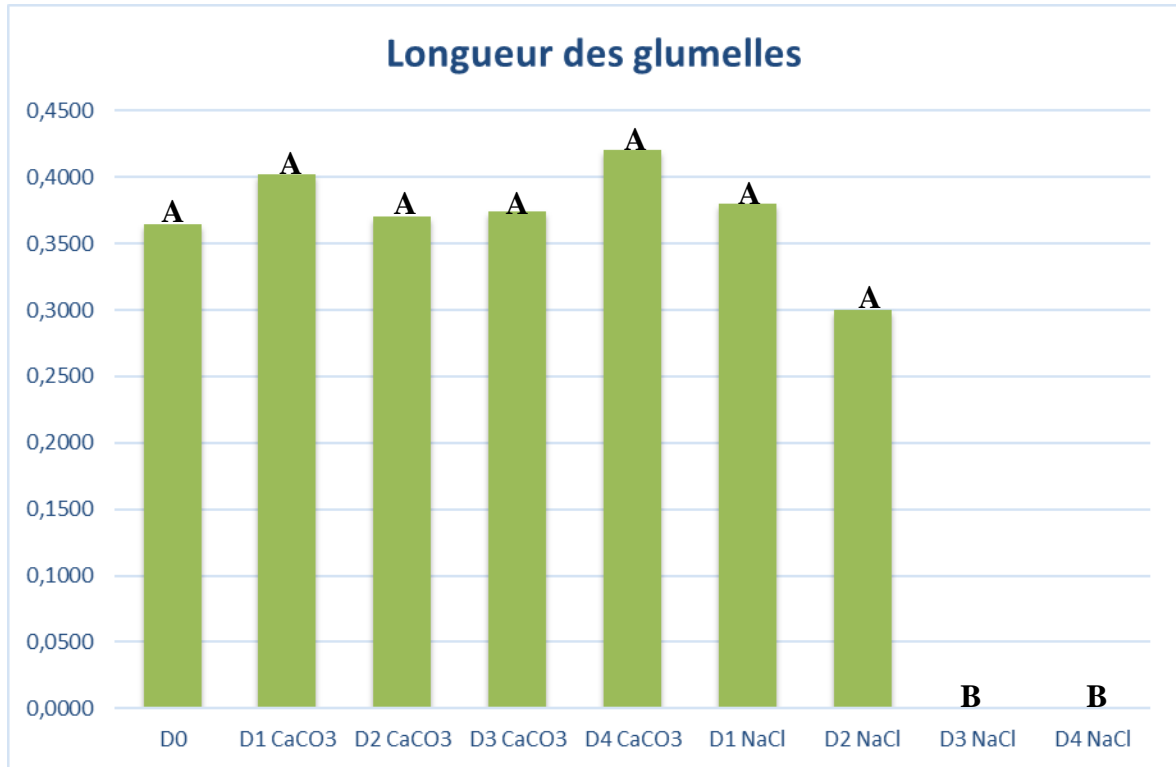


Figure 7 : Effet des différentes solutions de CaCO₃ et de NaCl sur la longueur des glumelles.

III.4.- Effet de CaCO₃ et de NaCl sur l'indice de vigueur

Les effets des traitements sont représentés dans le graphe suivant (Fig.9).

Au niveau de l'indice de vigueur, on a trouvé qu'il y a une augmentation dans D0 et D2 CaCO₃ et D1 NaCl alors on dit que ces doses sont favorables et aussi on remarque qu'il existe une diminution par rapport aux niveaux des concentrations suivants : D1 CaCO₃, D3 CaCO₃, D4 CaCO₃ et D2 NaCl.

Mais par contre pour D3 NaCl, D4 NaCl les résultats sont nuls donc ses facteurs sont des facteurs de stress pour la plante.

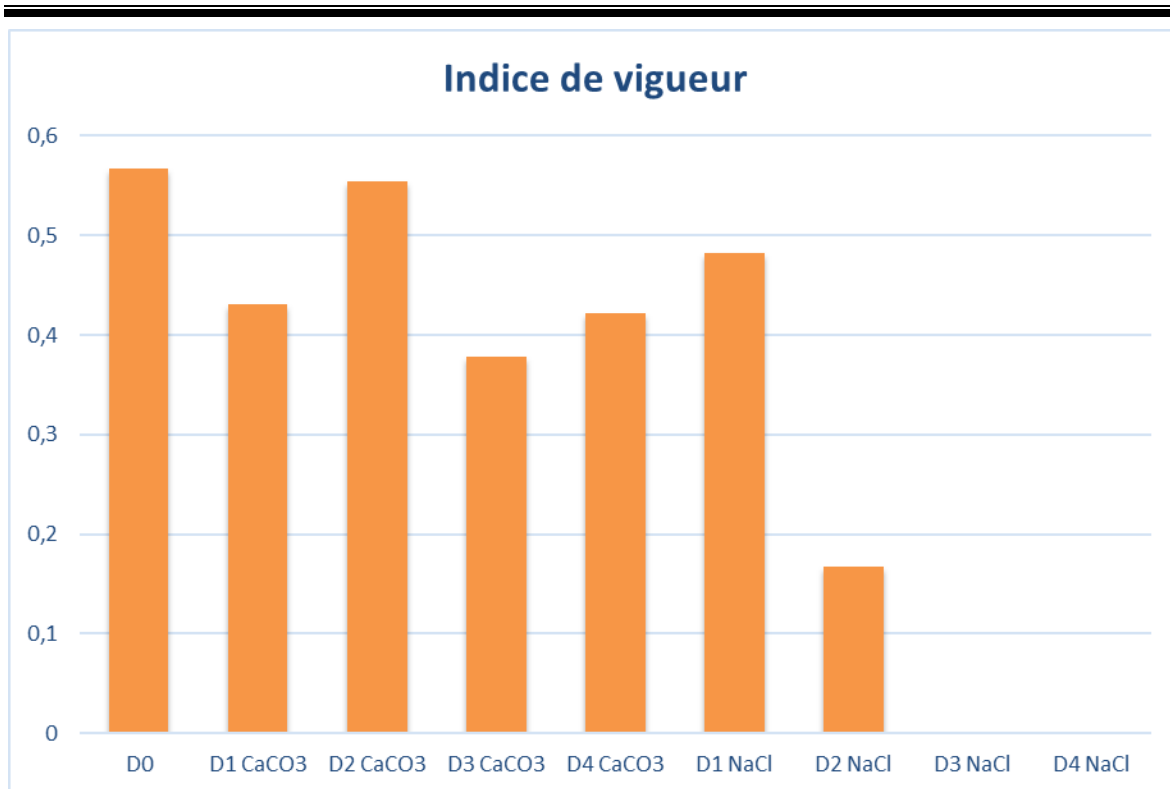


Figure 8 : Effet des différentes solutions de CaCO₃ et de NaCl sur l'indice de vigueur

III.5.- Analyse des Composants Principales

La Figure 11 montre le regroupement des traitements utilisés et des paramètres calculés. On a trouvé qu'il y a 96.18% de l'information sur les axes F1 et F2.

On a une augmentation de taux de germination ainsi que l'indice de vigueur à (D1 NaCl, D0 et D2 CaCO₃) on peut dire que ce traitement est favorable les deux paramètres.

On a une augmentation de la longueur des glumelles et radicules dans (D3 CaCO₃, D1 CaCO₃ et D4 CaCO₃) on dit que ces traitements sont favorables vis-à-vis des deux autres paramètres.

On a des résultats nuls pour les 4 facteurs au (D2 NaCl, D3 NaCl et D4 NaCl) alors ces traitements sont défavorables pour tous les paramètres mesurés.

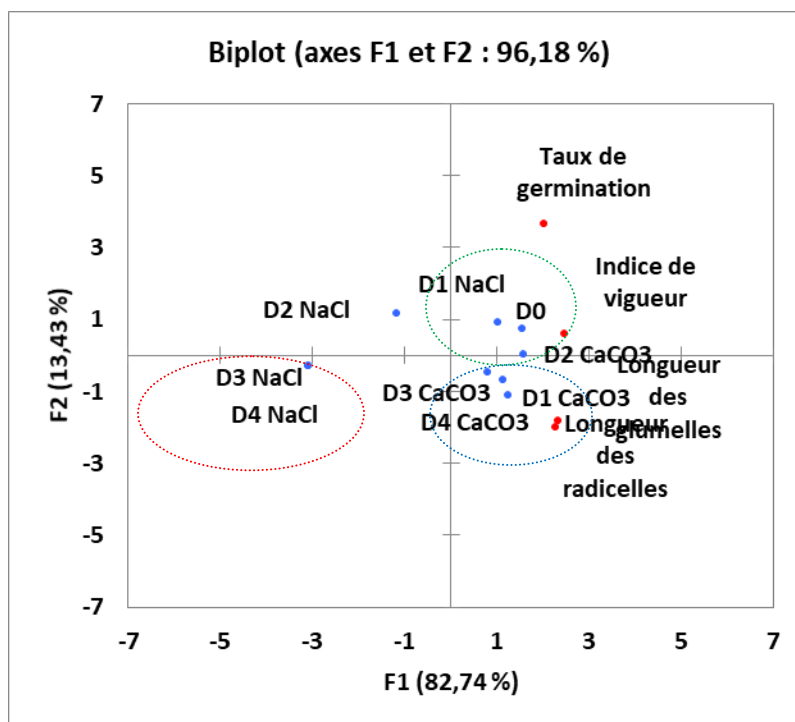


Figure 9 : ACP des différentes solutions de CaCO_3 et de NaCl sur le taux de germination, longueur des glumelles, longueur des radicules et l'indice de vigueur.

I-Résultats

I-1-Taux de germination

La germination des semences de *Stipa tenacissima* en fonction de temps pour l'ensemble des traitements.

Les courbes permettent de distinguer trois (3) phases :

Une phase de latence durant les trois premiers jours du test au cours de laquelle le taux de germination reste nul pour toutes les concentrations et dans les différents milieux.

Une phase sensiblement linéaire entre le 3^{ème} et le 5^{ème} jour du test, correspondant à une augmentation rapide du taux de germination et qui évolue proportionnellement au temps, cette phase est plus accentuée dans le milieu de CaCO_3 pour les traitements de D1 .D2 et D3 et aussi dans le milieu NaCl pour le traitement D1 Tandis que pour le milieu de NaCl avec les les autres traitements et le milieu CaCO_3 à la concentration de 200g/l (D4) le taux de germination est moins accentué.

Une troisième phase correspondant à un palier représentant le pourcentage finale de germination et traduisant la capacité germinative dans chaque milieu et pour chaque traitement.

Par voie de comparaison entre les milieux ; il paraît que le nombre des graines germées en fonction de temps dans le milieu de NaCl à 5g /l (D1), et dans l'eau distillé semble être les plus élevées.

A partir de l'analyse de la variance du taux de germination effectuée pour le 10^{ème} jour, on observe un "p =0,00" qui est inférieur à 0,05 (niveau de significativité), donc on peut confirmer l'existence de différence hautement significative entre les traitements, selon le test Newman-Keuls on observe classement en 3 groupes statistiques. Les D2 de CaCO₃ et NaCl(D1 et D2) significativement les meilleurs.

I-2 Longueur des glumelles et longueur des racelles

les variations de la longueur des glumelles et celle des racelles chez *Stipa tenacissima* qui germe dans différents milieux et à concentration variables. On observe que dans le milieu de NaCl l'augmentation de concentration provoque la diminution des longueurs des glumelles et celle des racelles comparativement au témoin. Aussi nous remarquons que la croissance de la plante est légèrement affectée dans le milieu de NaCl, contrairement dans le milieu CaCO₃, la longueur des glumelles et la longueur des racelles sont les plus élevées.

A partir de l'analyse de la variance et du test Newman-Keuls effectuée le 10^{ème} jour du test pour les deux paramètres « la longueur des racelles » et « la longueur des glumelles », on observe des « p » qui sont inférieurs à 0,005 à partir des quels on peut confirmer qu'il existe une différence hautement significative pour les paramètres longueur des glumelles et longueur des racelles chez *Stipa tenacissima* qui germe dans différents milieux et à concentrations variables formant ainsi chacun 5 groupes statistiques : D4CaSO₃ (Groupe A) et D1CaCO₃, D2CaCO₃, D3CaCO₃ (Groupe AB) et D0, D1NaCl, (GroupABC) et D2NaCl (GroupBC) et D3 et D4 NaCl(GroupC).

II-Discussions

L'étude de la germination des graines de *Stipa tenacissima* a montré qu'elles présentent des comportements germinatifs variés vis-à-vis des traitements utilisés.

Dans le traitement de CaCO₃ on a distingué que l'excès de calcaire peut perturber la cinétique de germination de *Stipa tenacissima* tel que la diminution de taux de germination et l'augmentation de la durée moyenne de germination aussi on a vu que l'excès de calcaire a due provoquer une réduction dans la longueur des racelles.

Stipa tenacissima est une plante qui se développe sur des sols le plus souvent à substrat calcaire ou marne-calcaire et en général bien drainés (Ozenda, 1962).

Stipa tenacissima fuit aussi les eaux stagnantes, ou peu d'argile recouverte de pierrailles calcaires sur un substrat sableux, et avec pH compris entre 7 à 8,5 (Khelil, 1991).

Stipa tenacissima ne montre pas d'exigence édaphique mais vient sur les sols calcaires et pierreux, elle fuit les dépressions inondées, les sols argileux et salés dans son aire de prédilection (Abdelkrim, 1984), ce qui explique sa non tolérance au NaCl observés durant notre test de germination.

L'impact de l'excès de calcaire sur la germination et la croissance de *Stipa tenacissima* n'est mentionné par aucune littérature scientifique. Cette situation rend délicates la compréhension et l'explication de nos résultat.

Selon (Wortmann et al, 2009) le manque de calcium durant la germination et l'émergence provoque une réduction dans la croissance des racines.

La germination et l'émergence des plantules en condition de stress salin sont révélatrices d'un potentiel génétique de tolérance à la salinité, au moins à ce stade de développement de la plante.

L'étude effectuée au laboratoire montre un effet variable du NaCl sur le taux de germination et sur l'émergence des plantules de *Stipa tenacissima*, confirment aussi d'autre travaux (Hasnaoui, 2012 et Mallek-Mallej, 1998 in Ben naceur et al, 2001 ; Garcia-Legaz, 1993 in Ben naceur et al, 2001) qui ont montré un effet similaire du NaCl sur la croissance de nombreuses espèce végétale.

Ungar (1996) , Belkhodja (2004) , notent que la réaction des plantes à la salinité est très différentes ,selon que l'on s'intéresse à la phase de la germination ou un autre stade, compte tenu de l'importance de la phase de germination dans le déroulement des stades ultérieurs du développement de tout espèce végétale notamment en zone aride (Lachiheb et al, 2004), elle devient un facteur déterminant pour la réussite de la croissance des plantes dans les milieux salés.

Le retard de la germination des graines de *Stipa tenacissima* s'explique par le temps nécessaire aux graines pour déclencher les mécanismes leur permettant d'ajuster leur pression osmotique (Bliss R, 1986).

Asloun (1990), note que la croissance des plantes diminue essentiellement en fonction de la concentration en NaCl.

La plupart des auteurs suggèrent que la réduction de la croissance, est imputable en grande partie à la pression osmotique. Pour Atmane rochdi et al (2005).

La réduction de la croissance des plantes sous les conditions salines est plus liée à l'absorption de niveaux anormaux de sels plutôt qu'à l'absorption réduite en eau.

Asloum (1990), signale que les plantes absorbent des ions des solutions salines à des degrés divers, ce qui entraîne une accumulation particulière d'ions au une diminution d'absorption d'éléments nutritifs essentiels.

L'accumulation des ions Na^+ dans la plante limite l'absorption des cations indispensables tels que Ca^{+2} . Il y'aurait une compétition entre Na^+ et Ca^{+2} pour les même sites de fixation Apo plasmides (Haouala et al, 2007).

Le déséquilibre nutritionnel est une cause possible des réductions de croissance en présence de sels lorsque des ions essentiels comme Na^+ , Ca^{+2} ou SO^{2-} qui deviennent limitant (Soltani, 1988). La présence de Cl^- inhibe l'absorption d'autres molécules importantes pour la croissance des plantes (Smith, 1973).

A travers nos résultats concernant la germination et l'émergence de *Stipa tenacissima* on peut dire que *Stipa* ne développe pas dans le sol salin. Cette même idée est confirmée par (Hasnaoui, 2008), l'alfa ne supporte pas les sols salins.

Confirmée aussi par Abdelkrim (1984) qui a signalé que *Stipa tenacissima* fuit les dérpressions inondées, les sols argileux et salés dans son aire de prédilection.

CONCLUSION

Conclusion

A travers cette étude nous pouvons conclure que les graines de *Stipa tenacissima* présentent une germination favorable dans le milieu calcaire ; notamment nos résultats ont démontré que :

- ✓ Le taux germination est très faible en milieu salin, le NaCl pourrait bloquer les flux d'eau entrant dans les graines de la plante ; dans le milieu calcaire la plante a présenté un taux de germination élevé.
- ✓ La longueur des glumelles et celles des racelles ainsi que leur vitesse de croissance sont réduites dans le milieu salin par contre dans le milieu calcaire elles sont plus accentuées.
- ✓ La plante est la plus vigoureuse dans le milieu calcaire , cependant dans le milieu salin elle a présenté une très faible résistance.

L'A C P a confirmé que *Stipa tenacissima* est une plante qui germe dans le milieu calcaire à concentrations moyennes. Mais contrairement dans milieu salin les graines *Stipa tenacissima* ont manifesté une inhibition de leur germination.

Ces résultats ouvrent de nombreuses perspectives intéressantes de recherches en physiologie mais également en écologie.

Il serait en effet intéressant de :

- ❖ Réaliser d'autres concentrations de ces solutions pour voir l'effet de l'excès de concentration sur la germination;
- ❖ Reprendre ces expérimentations en testant l'impact d'autres milieux sur la germination des graines de *Stipa tenacissima*;
- ❖ Compléter ces résultats par des dosages de protéines, sucres et chlorophylle afin de mieux appréhender les effets de la nature de milieu sur le métabolisme de la plante ;
Tester d'autres indicateurs comme la température et le pH sur la germination des graines de *Stipa tenacissima*.

Dans le cadre d'un travail ultérieur, il sera souhaitable de :

- ✓ Procéder par la germination des graines de *S. tenacissima* L. *in vitro* au laboratoire afin de gagner le temps, accélérer le processus de germination par levée de dormance.
- ✓ Repiquer les plants *ex situ*, pour aider la plante à se régénérer comme moyen de restauration écologique de ce précieux écosystème.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- Aronson, J., Floret, C., Le Floch, E., Ovalle, E., and Pontanier, R. (1995). Restauration et réhabilitation des écosystèmes dégradés en zones arides et semi-arides : le vocabulaire et les concepts. In *L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait?*, (John Libbey Eurotext, Paris), pp. 11–29.
- Baskin, C.C., and Baskin, J.M. (2014). *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination* (San Diego, CA: Elsevier/AP).
- Carvalho, M.C.S., and van Raij, B. (1997). Calcium sulphate, phosphogypsum and calcium carbonate in the amelioration of acid subsoils for root growth. *Plant Soil* 37–48.
- Côme, D. (1970). *Les obstacles à la germination* (Masson).370P.
- Gamoun, M., Chaieb, M., and Belgacem, A.O. (2010). Évolution des caractéristiques écologiques le long d'un gradient de dégradation édaphique dans les parcours du sud tunisien. *Ecol. Mediterr.* 36, 13.
- Gasque, M., and García-Fayos, P. (2004). Interaction between *Stipa tenacissima* and *Pinus halepensis*: consequences for reforestation and the dynamics of grass steppes in semi-arid Mediterranean areas. *For. Ecol. Manag.* 189, 251–261.
- Ghennou, S. (2014). Contribution à une étude dynamique de *Stipa tenacissima* L. dans le sud-ouest de la région de Tlemcen. Université Aboubekr Belkaid Tlemcen. 170P.
- Khouane, H.C., Belhamra, M., and Aidoud, A. (2018). Évolution des communautés végétales des steppes d'Alfa (*Stipa tenacissima* L.) en Algérie. *Courr. Savoir* 107–118.
- Krichen, K., Ben Mariem, H., and Chaieb, M. (2014). Ecophysiological requirements on seed germination of a Mediterranean perennial grass (*Stipa tenacissima* L.) under controlled temperatures and water stress. *South Afr. J. Bot.* 94, 210–217.
- Nedjimi, B. (2009). Salt tolerance strategies of *Lygeum spartum* L.: A new fodder crop for Algerian saline steppes. *Flora - Morphol. Distrib. Funct. Ecol. Plants* 204, 747–754.
- Nedjimi, B. (2011). Is salinity tolerance related to osmolytes accumulation in *Lygeum spartum* L. seedlings? *J. Saudi Soc. Agric. Sci.* 10, 81–87.
- Ozenda, P. (1977). *Flore du Sahara septentrional et central* (CNRS). 260P.
- Ozenda, P. (2004). *Flore du Sahara* (CNRS).350 P.
- Ramos, F.N., and Andrade, A.C.S. de (2010). Seed germination of a rare neotropical canopy tree dormancy and the effects of abiotic factors. *Rev. Árvore* 34, 443–449.
- Rhanem, M. (2009). L'alfa (*Stipa tenacissima* L.) dans la plaine de Midelt (haut bassin versant de la Moulouya, Maroc) – Éléments de climatologie. *Physio-Géo Géographie Phys. Environ.* 1–20.

Références bibliographiques

Taibi, A., Hasnaoui, O., and Cherif, I. (2017). Etude édaphique des groupements à *Chamaerops humilis* dans les monts de Traras (Algérie occidentale)/Edaphic study of the groups at *Chamaerops humilis* in the mounts of Traras (Western Algeria). *Int. J. Innov. Appl. Stud.* 20, 488.

Trabut, L. (1889). Étude sur l'halfa, *Stipa Tenacissima* (A. Jourdan). 112P.

