

UNIVERSITE DE KASDI MERBAH OUARGLA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE VIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES



**Mémoire En vue de l'obtention du diplôme de
MASTER ACADEMIQUE**

Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie

Filière: Ecologie et environnement

Spécialité: Ecologie végétale et environnement

Présenté par: CHAFOU Anouar.

GUERBAZI Achouak.

**Effet du stress abiotique (salin et thermique) sur la germination et post-germination
de l'espèce *Anabasis***

Soutenu publiquement le :16/06/2022

Devant le jury:

Dr. HAMMOUDI R.	M.C.A	Présidente	UKM Ouargla
Dr. TRABELSI H.	M.C.A	Encadreur	UKM Ouargla
Dr. KHERRAZE M.E.	M.R.B	Co-encadreur	C.R.S.T.R.A, Touggourt
Dr. AZIB S.	M.C.B	Examineur	UKM Ouargla

Année universitaire :2021/2022



Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à remercier **ALLAH**, le tout puissant de nous avoir donné les ressources morales, physiques et intellectuelles pour conduire à terme ce travail.

Nous tiens à adresser nos sincères remerciements à Notre promotrice **Mlle TRABELSI HAFIDA** pour son encadrement et son soutien chaleureux qui nous ont permis de bien mener ce travail.

Je tiens à remercier Co-encadreur **Mr Kherraze Mohammed EL hafed**, pour l'orientation, la confiance et la patience qui ont constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port.

Le stage de notre travail de fin d'étude de master a été effectué dans le centre de recherche scientifique des zones arides- Touggourt- (**CRSTRA**), donc j'adresse mes sincères remerciements au directeur **Dr Hdjoudj Moussa** pour son approbation et nous a ouvert toutes les portes du laboratoire sans oublier toutes les équipes de la

Nos reconnaissances s'adressent également à tous les membres de jury de nous fait l'honneur pour examiner ce travail.

Et sans oublier de remercier **AouacheMajdade** nous avoir aidé à mener à bien ce travail.

Nous remercions tous les enseignants du département de Biologie pour leurs orientations et informations .



Merci



*Dédicace*_{Guerbazi}

*J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail:
Aux être les plus tendres à mes yeux et les plus
cher à mon cœur, mes parents (AHMED et
SAIDA), pour leur soutiennent durant toutes
mes années d'études.*

A mes belles roses, mes chères sœurs : Amaniet Aridj

Et Tout ma famille

Tous mes amis en particulier: Anouaret Afraheet Radia

La promotion 2021-2022 de l'Ecologie

Générale

Et a tous mes amis dans l'université.

Achouak





Dédicace Chafou

*J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail:
Aux être les plus tendres à mes yeux et les plus
cher à mon cœur, mes parents (*Lamnoer* et
Khmissa), pour leur soutiennent durant toutes mes
années d'études.*

*A mes belles roses, mes chères sœurs : *Aziza* et *Kouatar**

*Et *Rima**

*A mes frères: *Brahim* et *Abdelkayom**

*A ma belle petit : *Mayar**

*Tous mes amis en particulier: *Achouket* et *Afraheet* *Radia**

*La promotion 2021-2022 de l'Ecologie
Générale*

Et a tous mes amis dans l'université.

Anouar



Liste des Tableaux

Tableau	Titre	N° de page
Tableau 01	Quelques caractéristiques de l'espèce étudiée.....	06
Tableau 02	Conductivité électrique (CE) et TDS des rhizosphères des stations d'étude.....	07
Tableau 03	Différentes concentrations des solutions salines à base de NaCl.....	07

Liste des Figures

Figure	Titre	N° de page
Figure 01	Effet de la salinité et de la température sur la cinétique de germination	12
Figure 02	Effet de la salinité et de la température sur le taux final de germination	14
Figure 03	Effet de la salinité et de la température sur la vitesse de germination	17
Figure 04	Effet de la salinité et de la température sur l'indice de récupération	19
Figure 05	Effet de la salinité et de la température sur la longueur de radicule des plantules	21
Figure 06	Effet de la salinité et de la température sur la longueur de tigelle des plantules	23

Liste des photos

photos	Titre	N° de page
Photos 01	Vue générale de la population d' <i>Anabasis articulata</i> au niveau de la station d'el Goug d'el Hadjira.....	05
Photos 02	Graines de l'espèce <i>Anabasis articulata</i>	05
Photos 03	Mise en germination des graines.....	08
Photos 04	Graines germées sous 45°C.....	22

Table des matières

Remerciements

Dédicace

Liste des Tableaux

Liste des Figures

Liste des photos

Introduction.....02

Chapitre I : Matériel et Méthodes

I.1.Objectif.....05

I.2.Présentation des stations d'étude.....05

I.3.Matériel végétal utilisé..... 05

I.4.Méthodologies du travail.....06

I.4.1.Collecte des graines..... 06

I.4.2. Les analyse de sols..... 06

I.4.3.Préparation des solutions.....07

I.4.4.Mise en germination des graines étudiées..... 08

I.5.Paramètres étudiés.....08

I.5.1.Paramètres physiologiques..... 08

I.5.1.1.Cinétique de germination..... 08

I.5.1.2.Taux final de germination..... 09

I.5.1.3. Vitesse de germination.....09

I.5.1.4.Indice de récupération de la germination..... 09

I.5.2.Paramètres morphologiques..... 09

I.5.2.1.Longueur de la radicule..... 09

I.5.2.2.Longueur de la tigelle..... 09

I.6. Analyse statistique 10

Chapitre II : Résultats et Discussion

II.1.Effet de stress salin et thermique sur quelques paramètres physiologiques.....12

II.1.1.Effet de stress saline et thermique sur la cinétique de germination..... 12

II.1.2.L'interaction salinité- température sur le Taux final de germination..... 14

II.1.3.Interactionsalinité- température sur la vitesse de germination..... 16

II.1.4.Interaction salinité- température sur L'indice de récupération.....	18
II .2.Effet de stress salin et thermique sur quelques paramètres morphologiques.....	20
II.2.1.Interaction salinité- température sur la longueur de radicelle.....	20
II.2.2.Interaction salinité- température sur la longueur de tigelle.....	23
Conclusion.....	32
Références bibliographiques.....	35
Annexes	
Résumés	

Introduction

Représentant plus de 4/5 du territoire algérien, les milieux arides et semi arides recèlent des ressources naturelles qui méritent une grande attention. La préservation de ces écosystèmes passe par l'amélioration des connaissances et la conservation de la diversité biologique représentée dont la flore, particulièrement les plantes spontanées qui ont développés sur des milliers d'années des qualités et des adaptations qui s'harmonisent parfaitement avec les conditions déjà extrêmes de ces milieux (FELLOUS, 2003). Ces espèces sont capables d'accomplir leur cycle de vie dans des conditions extrêmement contraignantes. Elles présentent un double intérêt ; d'une part, elles jouent un rôle écologique et d'autre part, elles présentent une importance économique, sociale et médicinale.

Dans les zones arides et semi-arides souvent marquées par des périodes sévères de sécheresse, la salinité des sols est considérée comme l'un des principaux facteurs limitant le développement des plantes. A l'échelle mondiale, il est estimé que presque 800 millions d'hectares de terres sont affectés par le sel, que ce soit par la salinité (397 millions d'ha) ou par les conditions de sodisation associées aux teneurs en sodium (434 millions ha). En effet, la salinité s'étend sur plus de 6 % de la superficie totale de la planète [2], dont 3.8 % sont situés en Afrique [3].

La tolérance à la salinité pendant le stade de germination varie entre les halophytes vivaces en raison d'un certain nombre de facteurs environnementaux tels que la température, la lumière et le stress hydrique (EI-KEBLAWY et Al-RAWAI, 2005).

La salinité et la température sont également connues pour interagir dans la détermination de la germination des halophytes (KHAN et UNGAR, 1984). La température est parmi les principaux facteurs qui influencent la germination des semences qui sont, par ordre d'importance décroissante : l'humidité (teneur en eau de la graine et du substrat), la température, la lumière et l'aération autour de la graine (BONNER, 2008). La respiration, l'hydrolyse des réserves et les activités enzymatiques demeurent sous la dépendance de la température. En effet, toute variation de la température d'incubation peut affecter en plus de l'activité de certaines enzymes, certains processus indispensables pour le contrôle de la germination comme la perméabilité membranaire et l'extensibilité de la paroi (GUL et WABER, 1999).

Les halophytes sont définis de façon générale comme des plantes capables de tolérer des concentrations en sels totaux égales ou supérieures à 0,5% de sol sec (CHAPMAN, 1960). Bien que les halophytes possèdent une teneur très élevée en sel dans leurs tissus au stade adulte, leurs graines ne sont pas aussi tolérantes au sel au stade germination (BELKHODJA et BIDAI; 2004).

Les Amaranthaceae sont l'une des familles botaniques des halophytes, comprenant 178 genres et 2052 espèces (CUENOUD *et al.*, 2002; SAFIALLAH *et al.*, 2017). La plupart des espèces d'Amarantaceae contiennent des annuelles, et des vivaces (KADEREIT *et al.*, 2003)., ils sont Parmi les familles représentées au Sahara septentrional algérien et plus précisément dans la région du sud-est, les espèces de cette famille telle que « *Anabasis articulata* » représentantes une résistance au climat difficile de la région passe par le développement de stratégies d'adaptation (HOUARI *et al.*, 2013).

L'espèce *Anabasis articulata*, synonyme *Salsola articulata* Forssk.(1775) est un arbuste endémique vivace (OZENDA, 2004) largement répandu dans les habitats sablonneux du Sahara septentrional algérien. C'est une plante appétante, halophytique et bien adaptée pour supporter des stress environnementaux sévères.

Anabasis articulata comme d'autres plantes psammo-halophyles du Sahara, est considérée comme l'une des espèces les plus prometteuses pour le réensemencement de la végétation saharienne, et pour la fixation des dunes de sable (TRABELSI et KHERRAZE, 2020).

Cependant, les communautés végétales dominées par cette espèce se sont sérieusement dégradées actuellement en raison du surpâturage.

Dans la perspective de mieux préserver cette espèce qui est soumise à une pression anthropique et à des contraintes environnementales qui font que cette espèce devient vulnérable dans son habitat naturel, et est actuellement sérieusement dégradée, nous avons étudié le comportement physio-morphologique de l'*Anabasis articulata* au stade de germination en fonction de deux provenances (El Goug et El Hadjira), sous l'effet du stress salin représenté par le NaCl et du stress thermique.

En ce sens, notre travail doit répondre aux interrogations suivantes :

- Ya-t-il un effet de salinité et des variations de température sur la germination de l'espèce étudiée?
- À quelle température et concentration saline l'espèce peut-elle résister ?

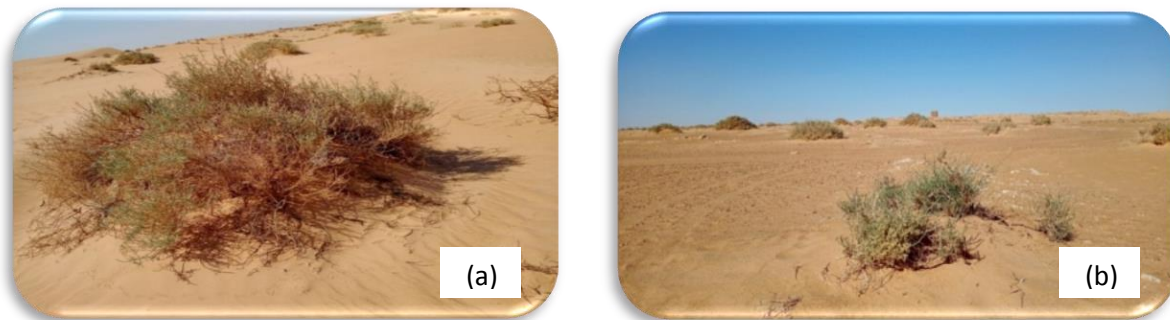
Chapitre I: Matériel et Méthodes

I.1.Objectif

L'objectif de cette étude était d'étudier la réponse de germination d'*Anabasis articulata* à une large gamme de salinité et de température et de déterminer leurs interactions.

I.2.Présentation des stations d'étude

Nous avons choisi deux stations d'études après avoir réalisé des sorties de prospection sur terrain pour choisir des populations en bon état de l'espèce ciblée au niveau de la wilaya de Touggourt, nous avons choisi deux stations : (Photo 01)



**Photo 01 : Vue générale de la population d'*Anabasis articulata* au niveau de la station
(a) El Gouget (b) El Hadjira**

I.3.Matériel végétal utilisé

Ce travail a été réalisé au niveau du laboratoire de CRSTRA, station expérimentale milieu biophysique d'Oued Righ. Le matériel végétal est composé des graines d'*Anabasis articulata* (Photo 02). Ces graines ont été récoltées à partir de plus de 30 individus sains par station d'étude.

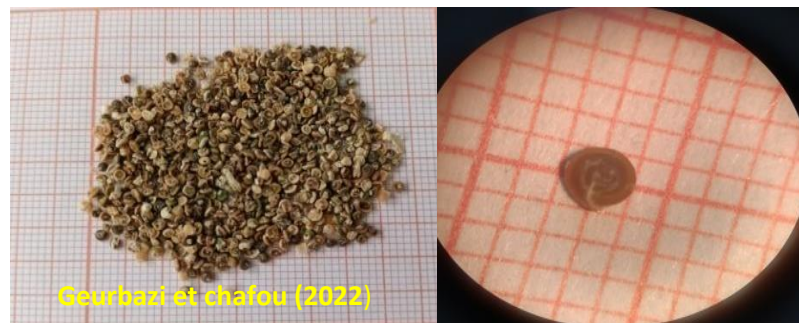


Photo 02:Graines de l'espèce d'*Anabasis articulata*

I.4.Méthodologie du travail

I.4.1.Collecte des graines

La collecte des graines a été faite sur terrain, elles ont été collectées dans la période où elles sont mures (Morphologiquement) et prêtes à être collectés (Tableau 01). Elles ont été amenées au laboratoire pour extraire les graines et étudier la germination.

Tableau 01 : Quelques caractéristiques de l'espèce étudiée

Station retenue	Coordonnées	Date de Collecte	Poids de 100graines (g) moyenne de 3 répétitions	Couleur	Forme	Diamètre
EL GOUG	Latitude: 32°80'81,15" Longitude: 5°87'58,43" (WGS84)	18 Décembre 2022	0.16±0,003	Marron foncé	Spiralée	Longueur : 2 mm Largeur : 2mm
EL HADJIRA	Latitude: 32°56'71,52" Longitude: 5°69'89,32" (WGS84)	17 Décembre 2022	0.15±0,005	Marron foncé	Spiralée	Longueur : 2mm Largeur : 2mm

I.4.2.Analyse du sol

Afin d'avoir une idée sur la salinité du sol au niveau des stations d'études, nous avons mesuré la conductivité électrique (CE) (1/5, P/V) (AUBERT, 1978), préparée à partir des sols échantillonnés et mesurés dans le laboratoire à l'aide d'un conductimètre, respectivement (tableau 02).La concentration en sel (TDS) par la formule: $\text{mg sel. L}^{-1} = 640 \times \text{CE}_{25}$ en ds/m (MATHIEU et al., 2003).

Tableau 02 :la conductivité électrique (CE) et TDS des rhizosphères des stations d'étude

Stations	CE (ms/cm)	TDS (mg/l)
EL GOUG	0.7	491.90
EL HADJIRA	0.98	629.56

I.4.3.Préparation des solutions

Dans le cadre de ce travail, la salinité est représentée par le Chlorure de sodium (NaCl) comme un agent stressant. De ce fait, nous avons préparé six différentes solutions salines (100, 200, 300, 400 ,500 et 600 mM) avec solution témoin (0mM) (Tableau 03).Avec l'effet combiné de la température, donc chaque concentration saline correspond à un ensemble de traitements thermiques par 09 valeurs de température (5°,10°,15° ,20°,25°,30°,35°,40°,45°C)

Tableau 03 : Différentes concentrations des solutions salines à base de NaCl.

	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Concentration (mM)	0	100	200	300	400	500	600
Concentration (g/l)	0	5.84	11.68	17.53	23.37	29.22	35.06

I.4.4.Mise en germination des graines étudiées

Les graines sont placées dans des boîtes de pétri de 9 cm de diamètre contenant deux couches de papier filtre, nous avons ajouté 4 ml d'eau distillée pour le témoin, et 4 ml de solutions préparées des différentes concentrations salines, dans chaque boîte nous avons mis 25 graines avec 4 répétitions, ce qui est l'équivalent de 100 graines pour chaque traitement (photo03).et utilise bec benzène pour évite la contamination.



Photo 03:Mise en germination des graines

La germination des graines a été effectuée dans une étuve obscure réglée à chaque fois par une température différente pour une période de 8 jours. Des observations ont été effectuées chaque 48 heures permettent de compter le nombre de graines germées pendant la durée de l'expérimentation.

I.5.Paramètres étudiés

I.5.1.Paramètres physiologiques

I.5.1.1.Cinétique de germination

Le pourcentage de la germination quotidienne dans les conditions de l'expérimentation est la cinétique d'évolution de la germination, obtenu dans les conditions choisies par l'expérimentateur, il dépend des conditions de la germination et des traitements subis par la semence (BELKHOUDJA et BIDAI, 2004).

I.5.1.2.Taux final de germination

Est exprimé par le rapport du nombre de graines germées sur le nombre total de graines.

(AHOTON et *al.*, 2009)et a été exprimé comme : $FG = (Ni/Nt). 100$

Ni : est le nombre total des graines germées.

Nt : est le nombre total de graines mises à germer.

I.5.1.3.Vitesse de germination

Vitesse de germination calculée à partir de la formule suivante (KHAN et UNGAR, 1984):

$$VG = \Sigma n/t$$

Σn : la somme des pourcentages des semences germées après n jours.

t : la période totale de germination.

I.5.1.4.Indice de récupération de la germination

Afin de calculer l'indice de récupération après la fin de l'essai les graines qui n'ont pas germées ont été lavées puis mises en germination dans un nouveau milieu ne contenant que de l'eau distillée. La germination de ces graines a été comptée de nouveau dans une durée de 4 jours.

L'indice de récupération peut-être calculé à partir de la formule suivante :

$$IR\% = (a-b/c-b).100 \text{ (EL-KEBLAWY et ARVIND, 2015)}$$

Où:

a: nombre total des graines germées après transfert dans l'eau distillée

b: nombre total des graines germées dans la solution saline

c: nombre total des graines.

I.5.2.Paramètres morphologiques

Les valeurs présentées du paramètre morphologique sont les moyennes des 25 plantules (soit 4 répétitions par traitement) âgées de 08jours.

I.5.2.1.Longueur de racelles

Afin d'étudier la croissance de la plante vis-à-vis du stress, la longueur radicelle de 05 plantules d'*Anabasis articulata*, ont été mesurées à l'aide d'un papier millimétré gradué.

I .5.2.2.Longueur de tigelles

Nous avons mesuré la longueur de tigelle de 05 plantules d'*Anabasis articulata* à l'aide d'un papier millimétré gradué.

I.6.Analyses statistiques

Pour le lot témoin ainsi que pour chacun des traitements appliqués, les résultats obtenus sur quatre répétitions à raison de 25 graines par boîte de pétri, sont statistiquement analysées par le logiciel statistica (version10). Un test de corrélation de Pearson a été effectué pour tester l'association entre les deux variables quantitatives (la salinité et la température). Ainsi, nous avons fait la comparaison des moyennes en utilisant le test Tukey à un niveau de probabilité de 5% afin évaluer l'effet de ces facteurs sur les paramètres étudiés.

Chapitre II: Résultats et Discussion

II.1 Effet de stress salin et thermique sur quelques paramètres physiologiques

II.1.1 Effet de stress salin et thermique sur la cinétique de germination

La figure 01 montre l'effet et l'évolution de la cinétique de germination des graines d'*Anabasis articulata* en fonction des différentes concentrations en NaCl pour différentes températures.

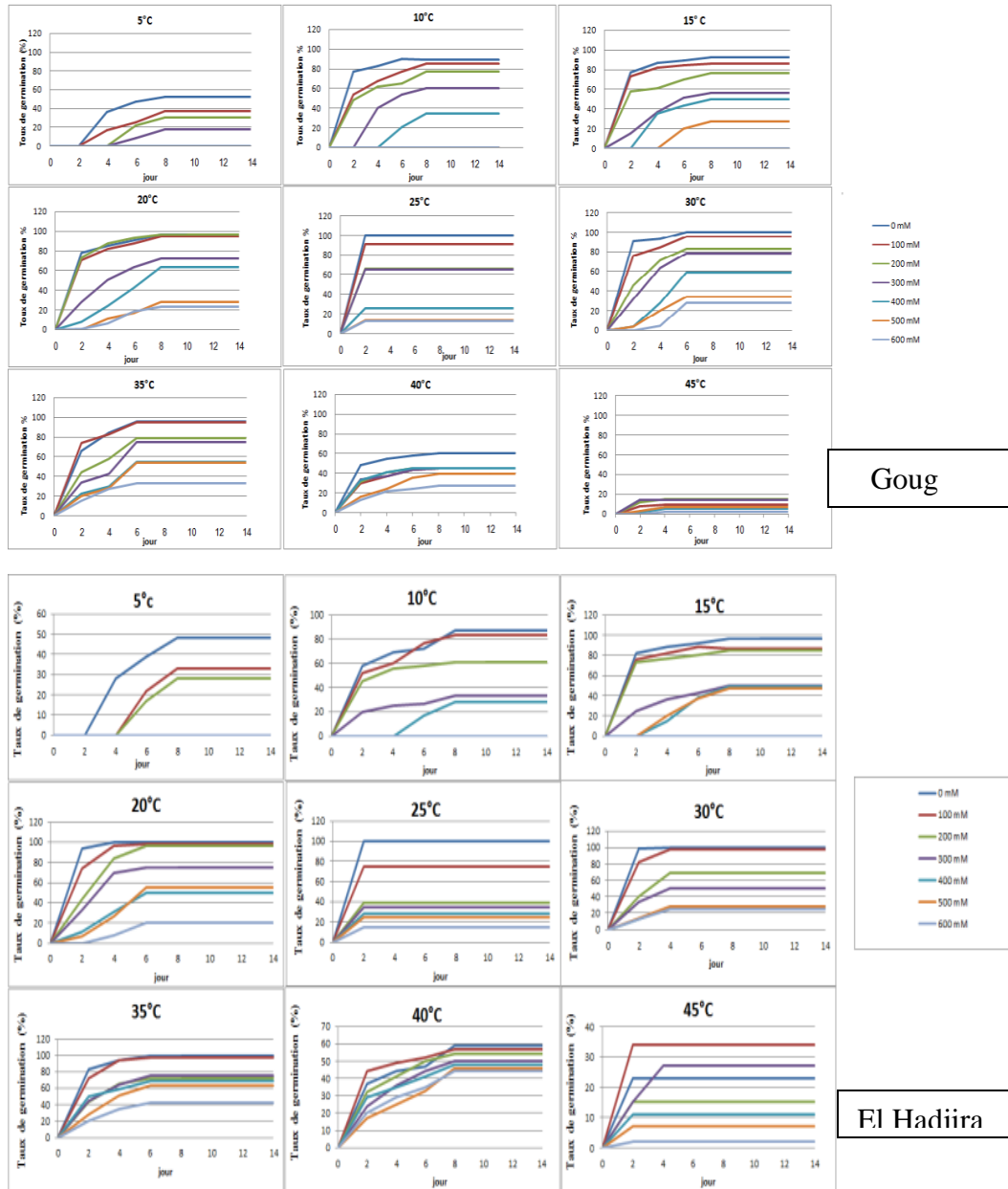


Figure 01: Effet de la salinité et de la température sur la cinétique de germination

La cinétique de la germination des graines sous l'effet des concentrations croissantes en sel dans les températures variables qui décrit une forme sigmoïdale :

Pour la phase de latence, nécessaire à l'apparition des premières germinations, chez le témoin la durée de cette phase est la même pour toutes les températures (entre 0 et 2ème jours), sauf la 5°C début à 2 jours jusqu'à 4ème jour, nous avons signalé un fort taux de germination à 25°C avec un pourcentage 100%.

Pour la concentration 100 et 200mM de tous les températures la durée de cette phase est la même pour le témoin mais le taux de germination différent, sauf 5°C la durée dissemblable pour le témoin (C1 entre 2et 4ème jours et C2entre 4et 6ème jours de station Goug, et la durée de station El Hadjira de C1 et C2 entre 4et 6ème jours).

La durée de cette phase est variable selon les concentrations de NaCl et les températures croissant, Mais elle devient plus au moins longue, surtout chez les plantes soumises au traitement de (300 et 400,500, 600 mM) de NaCl, avec des taux de germination faible dans tous les températures, sauf 5°C et 10°C et 15°C il n'a pas de germination à des concentrations élevées.

Pour la durée de deuxième phase en relation avec le taux de germination de témoin pour chaque température, et correspondant à une capacité germinative qui a été variée entre les faibles et les fortes doses de NaCl est les bas et les élevées température.

La germination a été déclenchée en retard pour les concentrations élevées de NaCl dans toutes les températures et a été stabilisée après le 8ème jour sauf la température 25°C.

Pour toutes les concentrations de la température 25°C et le témoin et les traitements faibles dosent des autres températures, Elles se sont germé vers le deuxième jour pour une capacité germinative maximale.

II.1.2 Interaction salinité-température sur le taux final de germination

La figure 02 montre l'effet et l'évolution de la cinétique de germination des graines d'*Anabasis articulata* en fonction des différentes concentrations en NaCl pour différentes températures.

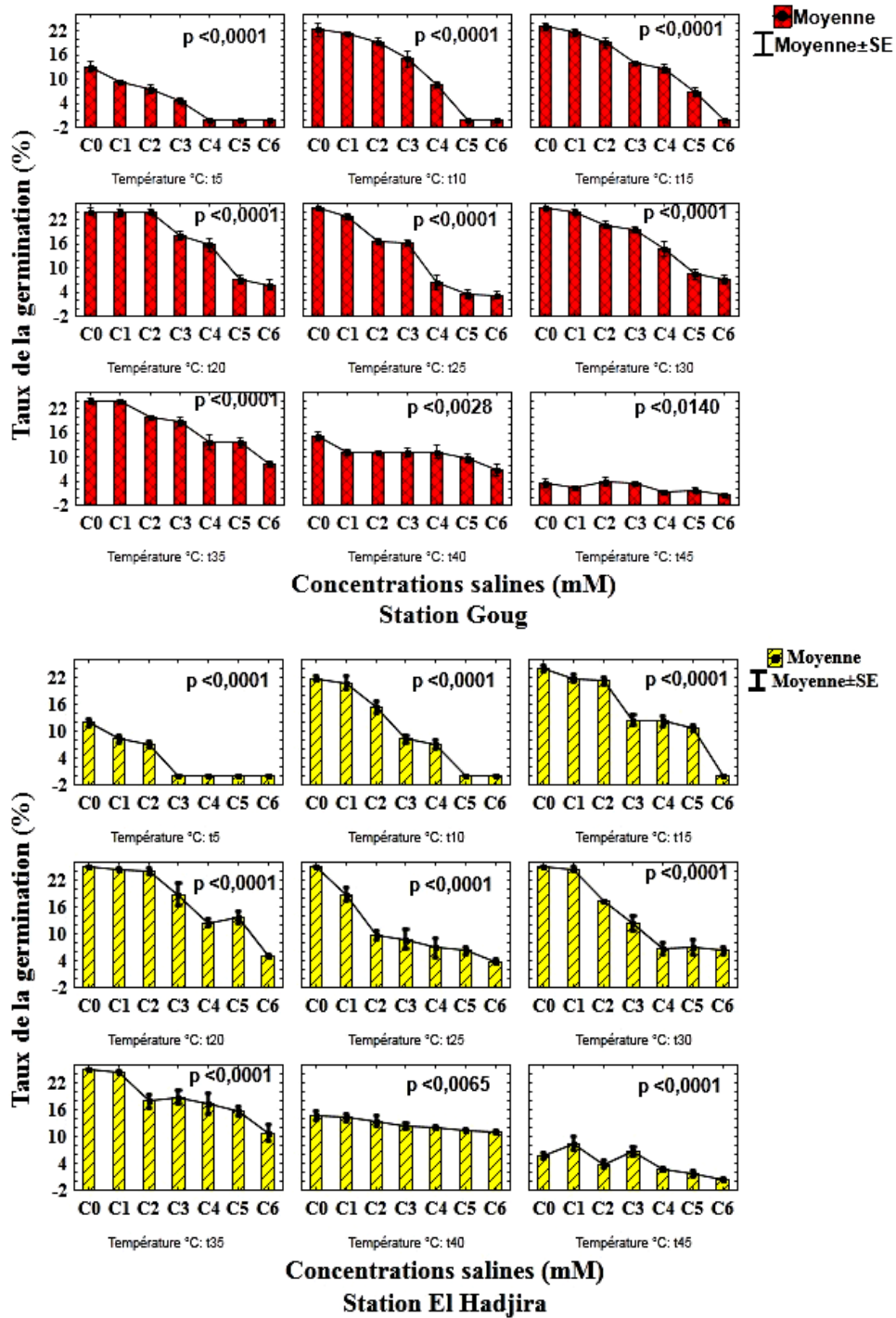


Figure 02: Effet de la salinité et de la température sur le taux final de germination

A partir des résultats illustrés dans la figure 02. On remarque une variation des valeurs de TG pour les différentes concentrations et pour chaque température.

A chaque fois qu'on augmente les concentrations salines on observe une baisse du taux de germination, cette diminution est plus remarquable pour les températures extrêmes (5°C et 45°C) dans les deux stations.

Ainsi, dans les températures (10°,15°,20°,25°,30°,35°C) le taux de germination est maximal au témoin pour les deux stations où la station d'El Hadjira est caractérisée avec un pourcentage de (87 % ; 96 % et, le reste de la température est égal à 100), idem pour la station de Goug avec une moyenne (96 %; 92 %; 96 %; 100 %; 100 %; 96 %) respectivement.

Contrairement aux températures (5°C, 40°C, 45°C) ou on a enregistré au témoin des taux de germination faible concernant les deux stations ou la station de Goug est caractérisée avec un pourcentage de (52 %; 60 %; 14 %) et El Hadjira avec un pourcentage (48 % ; 59 % ; 23 %) respectivement.

Concernant les faibles valeurs de températures (5°C, 10°C, 15°C) le taux de germination diminue graduellement pour devenir nul au niveau des deux stations, par contre on a enregistré une diminution dans les fortes concentrations salines (400, 500,600 mM) pour Goug, contrairement à la station El Hadjira où la diminution commence à partir de la concentration 300 jusqu'à concentrations 600mMol.

Alors que pour les fortes valeurs de températures (20°C, 25°C, 30°C, 35°C) la diminution devient plus légère pour la station de Goug la diminution début à partir de la concentration 300jusqu'à 600 mM, par contre au niveau de la station d'El Hadjira la diminution début à la concentration 200 jusqu'à 600 mM.

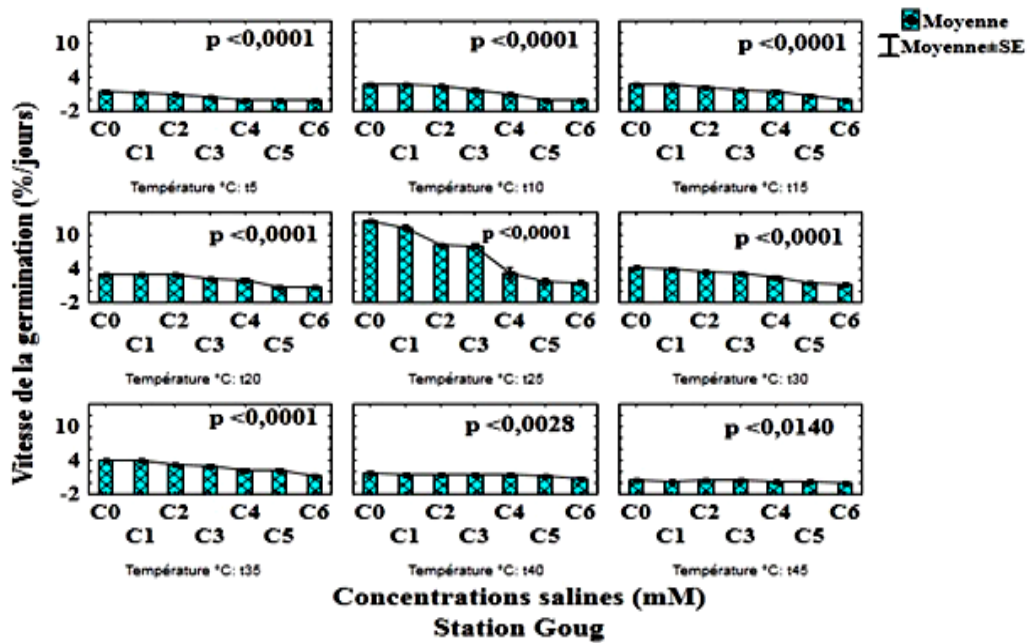
Sauf pour la température 40°C où nous avons enregistré une convergence dans le taux de germination de témoin et les autres traitements dans les deux stations, la station de Goug est caractérisée par un pourcentage de (60 %; 45 %; 45 % ; 45 %; 45 %; 39 % ; 27 %) et la station de Hadjira est caractérisée avec un pourcentage de (59 % ; 57 %; 54 %; 50 %; 48 %; 46 %; 44 %).

Nous avons enregistré pour la température 45°C des faibles taux de germination pour tous les traitements dans les deux stations, la station de Goug est caractérisée par un pourcentage de (14 % ; 9 % ; 15 % ; 14 % ; 5 %; 7 % ; 2 %) et la station de Hadjira est caractérisée avec un pourcentage de (23 %; 34 %; 15 %; 27%; 11 %; 7 % ; 2 %).

L'analyse de la variance (tow way ANOVA) de station Goug indique qu'il y a une différence très hautement significative($P<0,0001$) entre le témoin et les autres concentrations pour les températures (5°,10°,15°,20°,25°,30°,35°C)contrairement aux températures (40°C,45°C) où il y a une différence significative ($P<0.0028$ et $P<0.0140$)mais elle est très faible entre le témoin et les autres concentrations, et Pour L'analyse de la variance de station Hadjira indique qu'il y a une différence très hautement significative($P<0.0001$) entre le témoin et les autres concentrations pour les températures (5°,10°,15°,20°,25°,30°,35°,45°C) contrairement aux températures40°C où il ya une différence significative ($P<0,0065$) mais elle est très faible entre le témoin et les autres concentrations.

II.1.3 L'interaction salinité-température sur la vitesse germination

La figure 03 montre l'effet et l'évolution de la vitesse germination des graines d'*Anabasis articulata* en fonction des différentes concentrations en NaCl pour différentes températures.



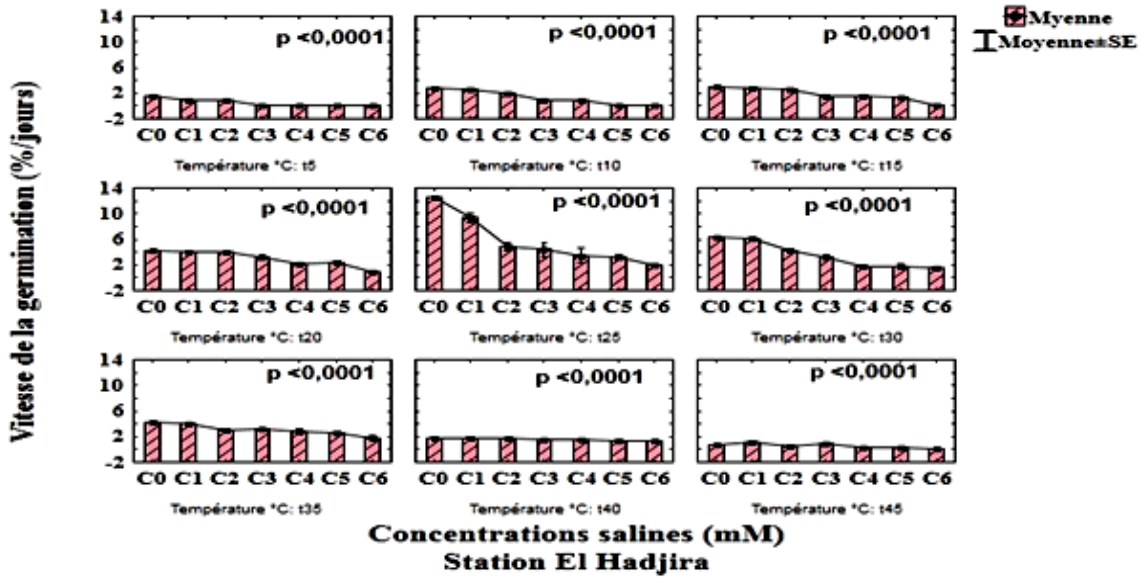


Figure 03: Effet de la salinité et de la température sur la vitesse de germination

Nous avons observé dans les deux stations, une légère diminution de la vitesse de germination dans les températures (5°, 10°, 15°, 20°, 30°, 35°, 40°, 45°C), ce qui signifie que la VG est similaire à toutes les concentrations salines pour ces températures, mais chaque température il y a durée de germination par rapport au taux de germination de témoin, à contrairement au 25° degré qui est considéré comme le degré optimal pour la germination, on note qu'il y a une différence de vitesse de germination entre les concentrations salines, les graines témoins qui ont été imbibées par l'eau distillée, remarque qu'ils germés en deux jours pour la station Goug et El Hadjira la valeur de la vitesse de germination (50 % jour⁻¹), ce qui explique que sa vitesse de germination est la plus rapide comparativement aux traitements salins.

Dans la station Goug les graines traitées par 100 mM de NaCl, on marque la similarité sur le VG de témoin d'environ 45,5 % jour⁻¹, par contre la station d'El Hadjira enregistré une valeur relativement plus loin de témoin 37,5 % jour⁻¹

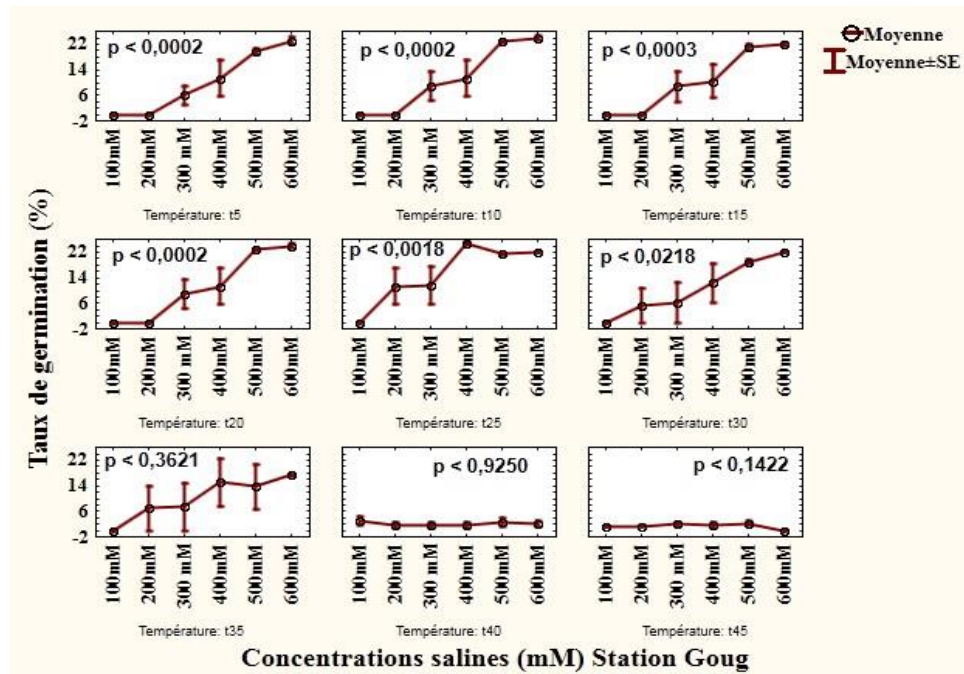
Tandis que les graines de Goug stressées par une concentration de 200 et 300 mM le taux le plus tardif de 33 % jour⁻¹ ; 32,5 % jour⁻¹ et concentration de 400 mM avec un taux 13 % jour⁻¹. Pour ce qui est de C₅ et C₆, nous avons signalé la faible vitesse avec un taux d'environ 7 % jour⁻¹ ; 6,5 % jour⁻¹.

Chez les graines d'El Hadjira stressées dans les concentrations de (200, 300, 400,500 mM) par un taux similaire (19,5 % jour -1 ; 17,5 % jour -1 ; 14 % jour -1 ; 12,5% jour -1) respectivement, et concentration de 600 mM signalé la faible vitesse avec un taux d'environ 1,75 % jour -1

L'analyse de la variance (tow way ANOVA) de station Goug indique qu'il y a une différence très hautement significative($P < 0,0001$) entre le témoin et les autres concentrations pour les températures (5°,10°,15°,20°,25°,30°,35°C)contrairement aux températures (40°C,45°C) où il y a une différence significative ($P < 0,0028$ et $P < 0,0140$)mais elle est très faible entre le témoin et les autres concentrations, et Pour L'analyse de la variance de station Hadjira elle indique qu'il y a une différence très hautement significative($P < 0,0001$) entre le témoin et les autres concentrations pour tous les températures.

II.1.4 Interaction salinité- température sur l'indice de récupération

La figure 04 montre l'effet et l'évolution de L'indice de récupération des graines d'*Anabasis articulata* en fonction des différentes concentrations en NaCl pour différentes températures.



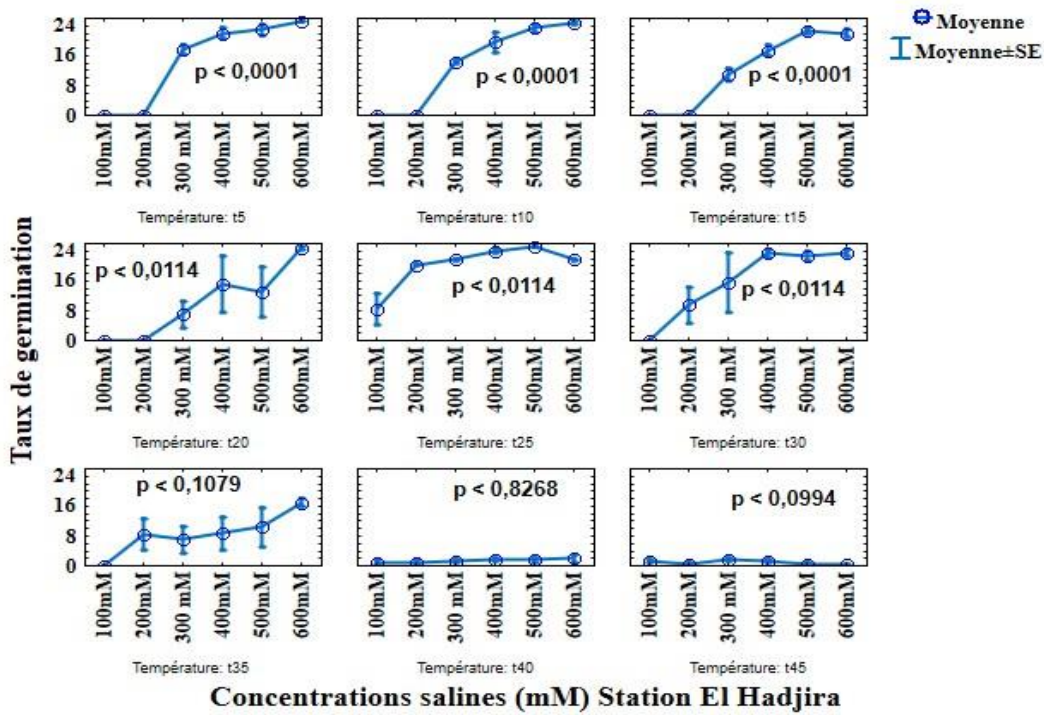


Figure 04: Effet de la salinité et de la température sur la L'indice de récupération de la germination.

Les résultats de test d'indice de récupération montrent que le transfert des graines dans l'eau distillée est suivi d'une reprise de la germination.

Dans les températures (40°C;45°C) des deux stations, Nous avons observée à tous les concentrations un taux de germination faible à cause de stress thermique qui plus limitant la germination des grains et la croissance des plantules, chez les températures (5°;10°;15°;20°C) de station El Hadjira et les températures sont les mêmes à Goug, enregistrée une diminuer de TG dans les concentrations 300 jusqu'à 600 mM par rapport à témoin, donc commence le traitement à partir d'une 300 mM, par contre 100 et 200mMn'a pas été traité car le TG était très proche de témoin, et pour la température 25°C l'indice de récupération de station Goug début à la concentration 200mM et la station d'El Hadjira début à la concentration 100mM, Les températures (30°C;35°C) commencé le traitement de la concentration 300 jusqu'à 600 mM.

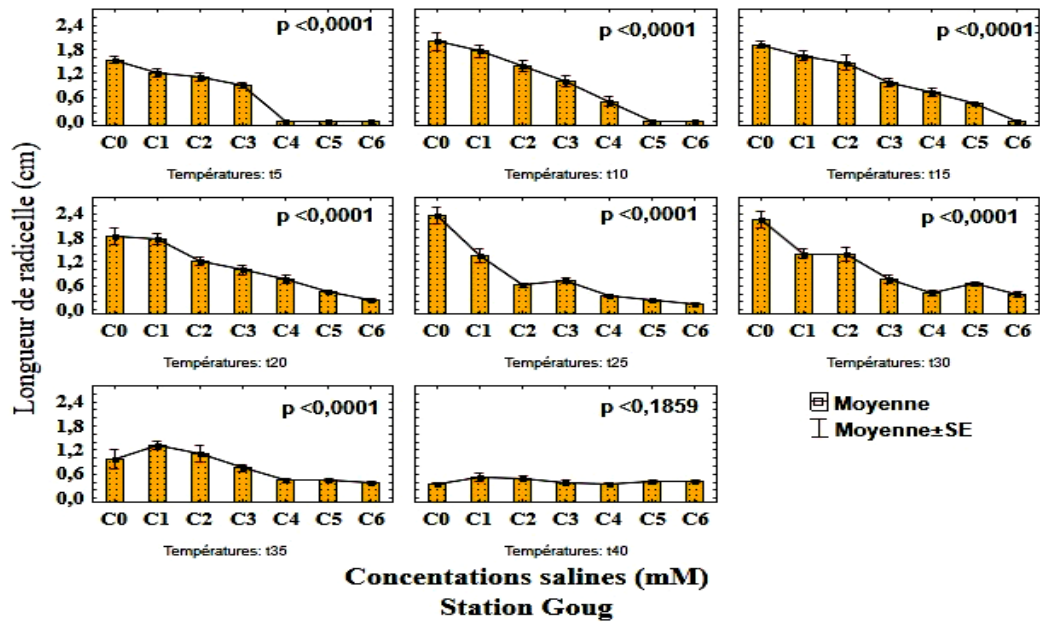
Nous avons remarqué que plus la température est élevée, cela a affecté les graines qui existaient déjà avant dans les concentrations moins saline (100;200mM).

L'analyse de la variance (tow ways ANOVA) de station Goug indique qu'il y a une différence significative($P < 0,0002$; $P < 0,0002$; $P < 0,0003$; $P < 0,0002$; $P < 0,0018$; $P < 0,0218$; $P < 0,3621$; $P < 0,9250$; $P < 0,1422$) mais elle est très faible entre les concentrations dans les température suivent ($5^{\circ}, 10^{\circ}, 15^{\circ}, 20^{\circ}, 25^{\circ}, 30^{\circ}, 35^{\circ}; 40^{\circ}; 45^{\circ}C$), et Pour L'analyse de la variance de station Hadjira indique qu'il y a une différence très hautement significative($P < 0.0001$) entre le témoin et les autres concentrations pour les températures ($5^{\circ}, 10^{\circ}, 15^{\circ}C$) contrairement aux températures($20^{\circ}; 25^{\circ}; 30^{\circ}; 35^{\circ}; 40^{\circ}; 45^{\circ}C$) où il ya une différence significative($P < 0.0114$; $P < 0,0114$; $P < 0,0114$; $P < 0,1079$; $P < 0,8268$; $P < 0,0994$) faible entre le témoin et les autres concentrations

II.2 Effet de stress salin et thermique sur quelques paramètres morphologiques

II.2.1. Interaction salinité- température sur la longueur de radicule des plantules

La figure 05 montre l'effet et l'évolution de la longueur de radicule des plantules d'*Anabasis articulata* en fonction des différentes concentrations en NaCl pour différentes températures.



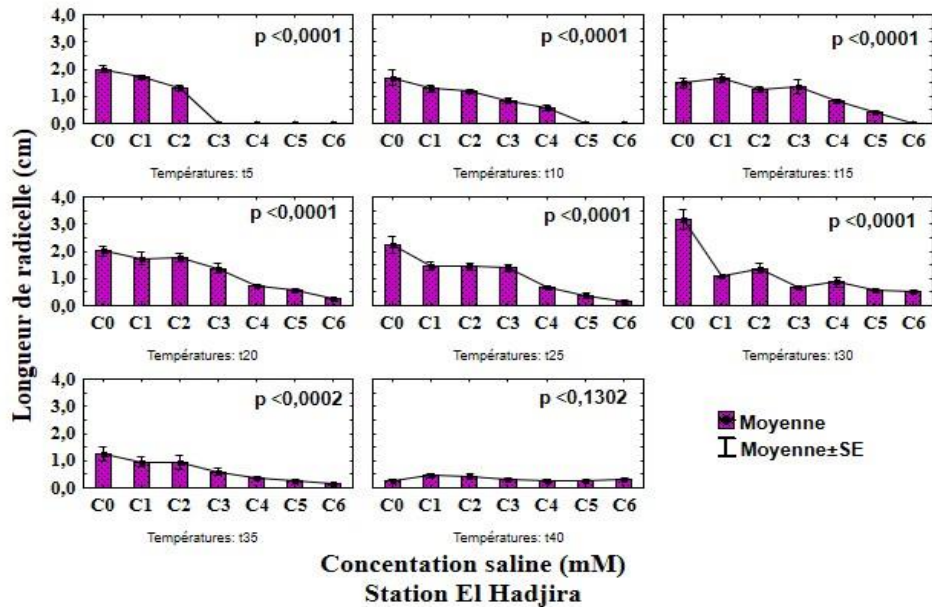


Figure 05: Effet de la salinité et de la température sur la longueur de racicelle des plantules

Les résultats obtenus dans les deux stations en ce qui concerne l'effet de la salinité et la température sur la longueur des racicules des plantules d'*Anabasis articulata*, montrent un effet négatif sur l'élongation de partie radiculaire en fonction de l'augmentation des concentrations salines dans des fortes doses et dans les températures élevées et chaudes.

chez le témoin de la station de Goug nous avons remarqué le maximale longueur dans les température (5°;10°;15°;20°;25°;30°C) avec un valeur enregistrée (1,54 cm; 2 cm; 1,92 cm; 1,84 cm; 2,36 cm; 2,24 cm) respectivement , au contraire dans les température (35°C;40°C) le témoin n'a pas obtenu la valeur la plus élevée par a pour les notre concentrations (0,98 cm; 0,36 cm).mies au station de El Hadjira la valeur maximal on enregistrée dans la température(5°;10°;20°;25°;30°C)avec une moyenne(2 cm;1,68 cm; 2 cm; 2,24 cm; 3,16 cm)respectivement ,et pour les autre températures (15°;35°;40°C) le moyenne de témoin il est bas (1,5 cm; 1,24 cm; 0,28 cm).

chez les deux station à cette températures (5°;10°;15°C) en observe une diminution de la longueur de la racicelle jusqu'à 0cm dans les concentrations plus salin (400;500;600mM),D'autre

part les températures (20°;25°;30°;35°C) enregistrons une baisse progressive de la longueur de la radicule.

A une température 40° la longueur de radicule est Presque le même entre toutes les concentrations ou la station de Goug est égale (0,36 cm; 0,52 cm; 0,5 cm; 0,4 cm; 0,36 cm; 0,42 cm; 0,42 cm) et la station de El Hadjira est égale (0,28 cm; 0,46 cm; 0,44 cm; 0,3 cm; 0,28 cm; 0,28 cm; 0,3 cm).

Quant à la température 45°C, qui est considérée comme le degré le plus chaud, on ne peut pas mesurer la longueur de la radicule à cause de sa très petite taille et très flétrie

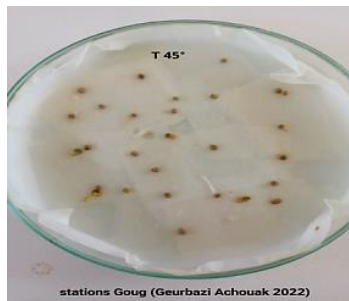


Photo 04 :Graines germées sous 45°C

L'analyse de la variance (two ways ANOVA) de station Goug indique qu'il y a une différence très hautement significative ($P < 0,0001$) entre le témoin et les autres concentrations pour les températures (5°, 10°, 15°, 20°, 25°, 30°, 35°C) contrairement aux températures 40°C où il y a une différence significative $P < 0,1859$ mais elle est très faible entre le témoin et les autres concentrations, et Pour L'analyse de la variance de station Hadjira indique qu'il y a une différence très hautement significative ($P < 0,0001$) entre le témoin et les autres concentrations pour les températures (5°, 10°, 15°, 20°, 25°, 30°C) contrairement aux températures (35° et 40°C) où il y a une différence significative ($P < 0,0002$ et $P < 0,0065$) mais elle est très faible entre le témoin et les autres concentrations.

II.2.2. Interactions salinité-température sur la longueur de tige des plantules

La figure 06 montre l'effet et l'évolution de la longueur de tige des plantules d'*Anabasis articulata* en fonction des différentes concentrations en NaCl pour différentes températures.

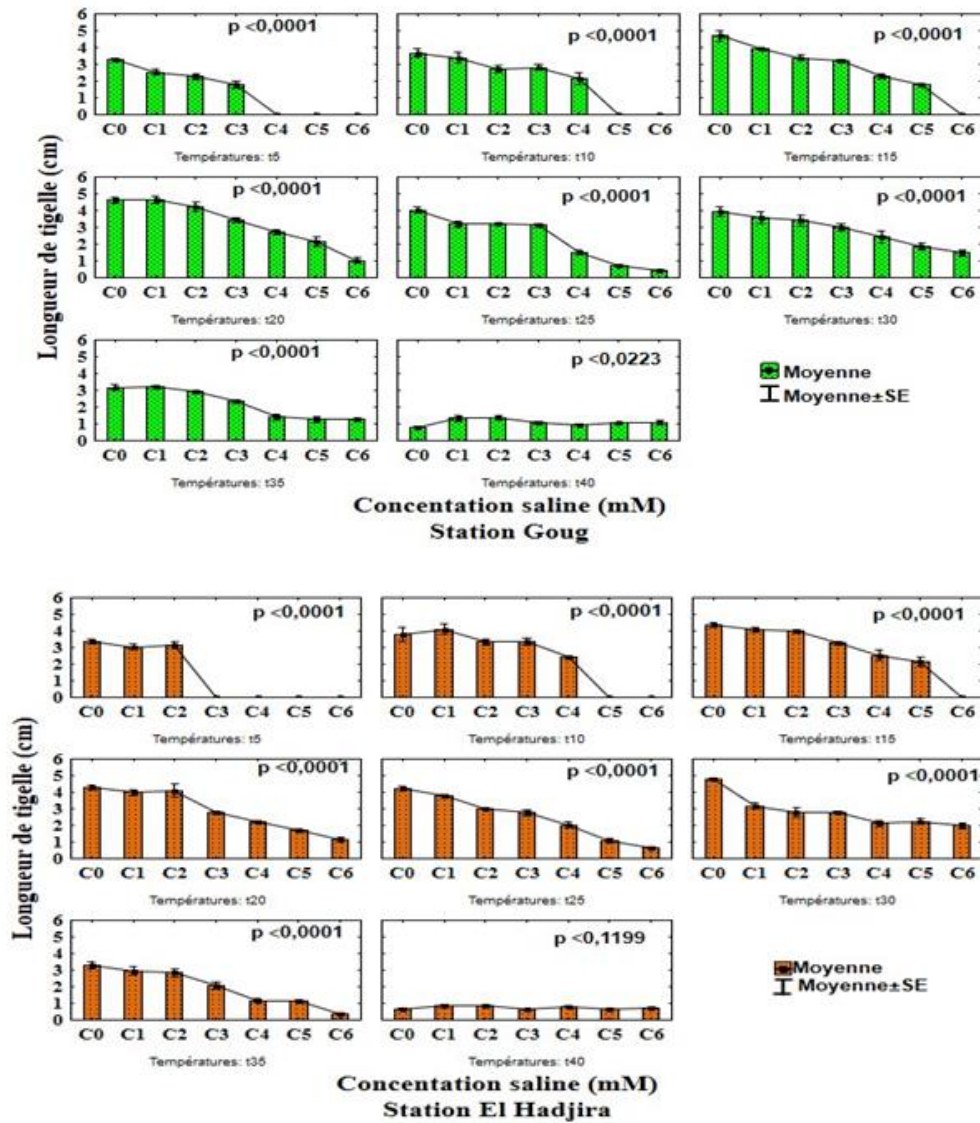


Figure 06: Effet de la salinité et de la température sur la longueur de tige des plantules

Selon la figure 06 dans les deux stations les résultats obtenus l'effet d'une Interaction entre la concentration saline et la température sur la longueur de tige des plantules *d'Anabasis articulata*.

La concentration saline et la température la plus élevée on remarque un effet négatif sur l'élongation, et observé diminution sur la longueur de tige.

Nous notons de la longueur de tige maximale au témoin dans les deux stations chez les températures (5°,10°,15°,20°,25°,30°,35°C) une valeur enregistrée Goug (3,28 cm; 3,68cm; 4,70 cm; 4,62 cm; 4,04 cm; 3,94 cm; 3,18 cm)respectivement, et El Hadjira (3,34 cm; 3,80 cm; 4,38 cm; 4,26 cm; 4,22 cm; 4,78 cm; 3,32 cm)respectivement.

Les températures (5°,10°,15°C) observé dans Goug la diminution de la longueur de tige à partir de concentration 400 jusqu'à 600 mM et El Hadjira la diminution à partir de 300 jusqu'à 600 mM, par ce que les graines traités par les solutions salées au dose élevée.

Pour les températures (20°,25°,30°,35°C) enregistrons une baisse progressive de la longueur de tige.

Tandis que la température 40°C de la longueur de tige presque identique au témoin et l'autre concentration ou station Goug est égale (0,76cm; 1,34 cm; 1,36 cm; 1,08 cm; 0,96 cm; 1,06 cm; 1,06 cm) et la station et El Hadjira est égale (0,66 cm; 0,84 cm; 0,84 cm; 0,62 cm; 0,82 cm; 0,64 cm; 0,70 cm).

Quant à la température 45°C qui est considérée dans la deux station comme le degré la plus chaud, on ne peut pas mesurer la longueur de la racine à cause de sa très petite taille et très flétrie.

L'analyse de la variance (two ways ANOVA) dans les deux stations Goug et El Hadjira indique qu'il y a une différence très hautement significative ($P < 0,0001$) entre le témoin et les autres concentrations pour les températures ($5^{\circ}, 10^{\circ}, 15^{\circ}, 20^{\circ}, 25^{\circ}, 30^{\circ}, 35^{\circ}C$) contrairement aux températures 40° de la station Goug où il y a une différence significative ($P < 0,0223$) et pour la station Hadjira ($P < 0,1199$), elle est très faible entre le témoin et les autres concentrations.

Discussion

II.1 Effet de stress salin et thermique sur quelques paramètres physiologiques de germination

II.1.1 Effet de stress saline et thermique sur la cinétique de germination

La cinétique de germination révèle un retard du processus de germination en fonction du stress salin et thermique. Dans notre étude concernant la cinétique de germination d'*Anabasis articulata* qui relatives aux taux de germination des graines stressées qui diminuées au fur et à mesure que la concentration en sel augmente et la température élevée ou basse. Ce qui montre que les différentes concentrations en sel (100, 200, 300, 400 et 500, 600mM) et différentes températures ($5^{\circ}, 10^{\circ}, 15^{\circ}, 20^{\circ}, 25^{\circ}, 30^{\circ}, 35^{\circ}, 40^{\circ}, 45^{\circ}C$) engendre un ralentissement et diverse de taux de germination.

En effet, BENYAHIA (2020) et BERRAGHDA (2021) ont montré que sur le plan physiologique, l'augmentation de la concentration en sel retarde la vitesse, le taux de germination final et ralentit la cinétique de germination chez l'espèce d'*Anabasis articulata* proviennent de Oued N'sa (Ouargla) et de Goug (Touggourt) respectivement. La même remarque a été signalée chez d'autres espèces spontanées du Sahara étudiée par les travaux de Trabelsi et KHERRAZE (2020), qui ont montré que l'augmentation de la concentration en sel, retarde le taux et ralentisse la cinétique de germination chez les deux halophytes *Zygophyllum album* et *Peganum harmala* (Zygophyllaceae).

L'étude de la cinétique de germination montre que le délai de germination est varié selon les températures ainsi que les concentrations salines. Qu'une concentration croissante en sel engendre un retard de la germination. D'après (BEN MILED et al, 1986), ce retard peut être expliqué par le temps nécessaire à la graine pour mettre en place des mécanismes lui permettant

d'ajuster sa pression osmotique interne. Alors que (GHRIB *et al.*, 2011), ont expliqué que ce retard pourrait être dû à l'altération des enzymes et des hormones qui se trouvent dans la graine.

II.1.2 L'interaction salinité-température sur le Taux final de germination

Nous avons enregistré l'effet dépressif de la température et la concentration saline sur les graines traitées, La diminution dans le taux de germination sur des conditions thermiques et saline est très hautement significative.

Observé que des températures plus élevées, l'évaporation augmente et l'effet néfaste de la salinité augmentait pendant la germination, et pour (MILTON, 1995) a indiqué que beaucoup de graines des plantes des zones arides germent après les pluies d'automne et le début de l'hiver lorsque les températures diminuent, La température optimal de germination est comprise entre 20°et 25°C (ESECHIE, 1993).

Le comportement germinatif des graines de nos espèces au sel peut être considéré comme une stratégie adaptative aux conditions salines. En effet, de nombreuses études ont montré que l'application d'un stress salin dans l'étape de la germination est un test fiable pour évaluer la résistance de nombreuses plantes (GORAI *et al.*, 2011).

Il y a une différence du taux de germination entre les graines, D'après (SAEIDNEJAD *et al.*, 2012) ont indiqué que ces différences pourraient être dues à la variabilité génétique des semences utilisées ou à des différences de la station à laquelle les accessions des graines sont collectées, il ressort des travaux de (PEREZ-GARCIA *et al.*, 2003), qu'en plus du facteur température, l'origine géographique peut avoir un effet important sur la germination des graines.

Chez les graines existant dans les concentrations salines élevées, caractérisées par un allongement de la période de germination. Ce retard pourrait être dû à l'altération des enzymes et des hormones qui se trouvent dans la graine (BOTIA *et al.*, 1998).

L'influence de la salinité au cours de la germination est une réponse directe de l'embryon au stress. Elle est directement liée à une sélectivité efficace du plasmalemmes à l'égard de l'ion sodium (GROOME *et al.*, 1991), Na⁺ et Cl⁻ sont potentiellement toxiques et leur entrée dans la graine à des concentrations élevées aura un effet néfaste sur la viabilité de l'embryon, réduisant ainsi la capacité germination (ESECHIE, 1993).

Chez les halophytes, les résultats de BOUDA et HADDIOUI (2010) montrent clairement que les graines des espèces d'*Atriplex* germent mieux en absence du sel ou dans un milieu à faible concentration de NaCl (5 g/L) et lorsque la concentration en sel augmente, une diminution des taux de graines germées se produit sous la concentration de 10 g/L de NaCl, alors qu'une forte dose de sel (15 g/L NaCl) produit une forte diminution du nombre de graines germées.

Généralement l'effet de la salinité sur la germination est attribué aux effets osmotiques dus diminution du potentiel soluté du sol ou des effets de toxicité dus l'absorption et/ou à l'accumulation à certaines ions sous forme de sodium et de chlorure (ANSLI, 2019).

II.1.3 L'interaction salinité-température sur la vitesse germination

Les résultats obtenus permettent de déterminer l'effet du la température et la concentration saline sur les graines d'*Anabasis articulata* traitées qui ont provoqué et réduit la vitesse et capacité de germination et prolongation du période de germination allant de 2 à 8ème jours.

La présence du chlorure de sodium entraîne une augmentation de la durée de processus de la germination et retarde, par conséquent, la post-germination.

La germination des halophytes spontanés est régie par divers facteurs environnementaux, notamment la température, la salinité et la lumière. La salinité et la température interagissent dans le contrôle de la germination des graines de telle sorte que les limites de tolérance à la salinité peuvent varier d'une température à l'autre (GUL et WEBER, 1999).

Selon (TRABELSI et KHERRAZE, 2020) la salinité de l'environnement induit la dormance des graines de *Oudneya africana* et *Helianthemum lippii* et *Genista saharae* et *Retama raetam* et *Peganum harmala* et *Zygophyllum album*. et augmente la sensibilité au sel à des températures élevées. Ces résultats coïncident avec ceux de notre expérience avec les de *d'Anabasis articulata* : des augmentations de salinité à différentes températures, notamment au-dessus de 30°C, réduisent le taux de germination et retardent la germination.

Beaucoup d'auteurs admettent que le stress salin peut affecter la germination de deux façons, soit par la diminution de la vitesse d'entrée et la quantité d'eau absorbée par les grains, soit par l'augmentation de la pénétration d'ions qui peuvent s'accumule dans les grains à des doses qui deviennent toxique.

Dans la lignée des études menées par GULZAR *et al.* (2001), WEI *et al.* (2008), EBRAHIMI et ESLAMI (2011) and GIMENEZ *et al.* (2013), qui ont observé qu'une augmentation de la salinité entraîne une diminution du taux et de la vitesse de germination, voire une inhibition complète lorsque la limite de tolérance au sel de l'espèce est dépassée, nous pouvons confirmer que la germination d'*Anabasis articulata* est affectée par une augmentation en salinité.

Il peut expliquer aussi par le temps nécessaire à la graine de mettre en place d'ajuster sa pression osmotique interne (BLISS *et al.*, 1986). Alors que GHRIB *et al.*, (2011), ont expliqué que ce retard pourrait être dû à l'altération des enzymes et des hormones qui se trouvent dans la graine. Il pourrait s'agir également d'une difficulté d'hydratation des graines suite à un potentiel osmotique élevé entraînant une certaine inhibition des mécanismes aboutissant à la sortie de la radicule hors des téguments et par conséquent un retard de germination des graines (GILL *et al.*, 2003).

L'inhibition de la germination des espèces en milieu salé est provoquée soit par la toxicité spécifique des ions soit par l'effet osmotique du sel. Les effets osmotiques se traduisent par l'inaptitude des graines à absorber les quantités suffisantes en eau pour les ramener à leur seuil critique d'hydratation nécessaire au déclenchement du processus de germination. Ils conduisent à une diminution de la vitesse de germination (REJILI *et al.*, 2006).

II.1.4 L'interaction salinité-température sur L'indice de récupération

Les résultats de notre étude indiquent que le niveau de salinité et la période thermique interagissent de manière significative et affectent la réponse de germination. L'exposition à la salinité pourrait entraîner une perte de viabilité et, par conséquent, une mauvaise réponse de récupération, cependant même si une salinité élevée réduisait également la germination à basse température, probablement en raison d'un effet osmotique réversible qui induisait la dormance, il a été constaté qu'une forte proportion de graines restait viable et avait la capacité de germer lorsque le stress de salinité était atténué.

De plus, lorsque les graines non germées exposées à la salinité étaient transférées dans de l'eau distillée, la germination était extrêmement rapide en quelques heures, comme décrit pour les graines de *Haloxylon stocksii* (Boiss.) Benth et Hook et *H. salicornicum* (Moq.) Bunge ex Boiss. (SHARMA et SEN, 1989).

L'indice de récupération est un paramètre qui peut aider à déterminer l'origine de l'effet dépressif de la salinité sur la germination soit osmotique (ionique) ou toxique. Les effets osmotiques du sel se traduisent par l'inaptitude des graines à absorber des quantités suffisantes en eau pour les ramener à leur seuil critique d'hydratation, nécessaire au déclenchement du processus de germination. Donc, on peut dire que l'inhibition est d'ordre osmotique, vu qu'il y a une reprise significative de germination. Nos résultats corroborent ceux de BENYAHIA (2020).

L'indice de récupération de germination a été démontrée dans plusieurs travaux et chez plusieurs espèces telle que KEIFFER et UNGAR (1995) qui ont exposé des graines de 5 halophytes (*Atriplex prostrata*, *Hordeum jubatum*, *Suaeda maritima*, *Spergularia marina* et *Suaeda frutescens*) à des traitements de salinité pendant 2 ans et ont déterminé leurs réponses de récupération lorsqu'elles sont transférées dans de l'eau distillée.

Ce phénomène constitue une stratégie écophysiological adaptative pour profiter de conditions favorables, disponibles pendant une courte période, pendant la phase de germination (KHAN et QAISER, 2006).

Les exigences de germination doivent être prises en compte lors de la planification des dates de semis. Selon nos résultats, la plantation est recommandée à la fin de l'automne et au début de l'hiver, lorsque les stress de salinité et de température diminuent après les premières pluies de la saison.

II.2 Effet de stress salin et thermique sur quelques paramètres morphologique

II.2.1. Interactions salinité- température sur la longueur de radicule et sur la longueur de tige des plantules

Le résultat obtenu montre une différence très hautement significative ($p < 0.0001$) entre le témoin et les plantules traitées en NaCl pour chaque température, l'ensemble des paramètres de croissance étudiée présente une diminution de la longueur de la tige et la radicule en fonction de l'augmentation de la température et de la concentration en NaCl.

Les températures optimales de germination des graines et de croissance des plantes diffèrent d'une espèce à une autre (COCHRANE *et al.*, 2011), par exemple dans notre travail la température optimale de la croissance de tige et de radicule est de (20°C; 25°C; 30°C) dans les deux stations.

C'est l'effet le plus commun des stress abiotiques sur la physiologie des plantes. La réduction de la croissance est une capacité adaptative nécessaire à la survie d'une plante exposée à un stress abiotique. En effet, ce retard de développement permet à la plante d'accumuler de l'énergie et des ressources pour combattre le stress avant que le déséquilibre entre à l'intérieur de l'organisme en augmentant jusqu'à un seuil ou les dommages seront irréversibles. La croissance est inversement corrélée à la résistance au stress salin d'une espèce ou d'une variété (BOIS, 2005).

Pour l'influence de sel NaCl se traduit généralement par un enrichissement des tissus en sodium (Na^+) et une diminution du potassium (K^+) et de calcium (Ca^{++}), Le sodium, qui s'accumule fortement dans la vacuole est antagoniste vis à vis des autres cations. Le potassium et le sodium se présentent comme des ions antagonistes ou inhibiteurs mutuels. Il s'agit d'une restriction de l'entrée du potassium dans le secteur métabolique actif, cette séquestration est considéré comme étant un mécanisme fonctionnel de tolérance au sel. L'analyse des teneurs en sodium montre qu'il s'accumule préférentiellement dans la partie aérienne, et affect négativement la production de matière sèche aérienne et racinaire au-delà d'un certain niveau d'accumulation (BADACHE, 2005).

(ALL RAWAHY et *al.*, 1992) indique que le sodium s'accumule en premier lieu au niveau des racines, en suite il migre vers les feuilles. Le passage du sodium des racines vers les feuilles est un mécanisme de résistance à la salinité.

Dans le même sens, selon YEO et FLOWERS (1982), en présence de forte concentration saline, les glycophytes et les halophytes absorbent autant du sodium, mais les espèces halophytes transportent plus rapidement et plus intensément le sodium vers l'appareil aérien.

Chez le résultat de (BADACHE, 2005) montrent clairement tous les effets des sels (NaCl ou Na_2SO_4) ont pu être constaté, après leur absorption par les vitro plants d'*Atriplex halimus*. Autrement dit, la taille réduite des plants au niveau des traitements salins est due essentiellement aux déséquilibres ioniques entre les éléments, entraînant un ralentissement de la croissance des plantules.

Conclusion

Conclusion

Notre travail a pour objectif d'étudier l'effet de l'interaction entre deux types de stress abiotiques, à savoir stress salin et stress thermique, durant le stade de germination et post-germination de l'espèce l'*Anabasis articulata* issue de deux provenances : Goug et El Hadjira

D'après les résultats obtenus, il ressort que :

Il y'a un effet de salinité et des variations de température sur la germination de l'espèce étudiée :

Sur le plan physiologique, l'étude de la cinétique de germination des graines d'*Anabasis articulata* montre que le délai de germination est de 2 jours à 25°C pour les deux provenances.

L'étude de l'effet des fortes doses du NaCl et des différentes températures provoque une réduction de la capacité germinative, et de la vitesse de germination par rapport au témoin.

L'espèce *Anabasis articulata* tolère la salinité lorsque la concentration (300 mM de NaCl) et devient sensible proportionnellement avec l'augmentation de NaCl, et résiste des températures de 20° à 35° C.

L'effet négatif de la température élevée (45°C) a été plus remarquable pour toutes les concentrations et pour la température basse (5°C) à partir de 400 mM concernant la station de Goug et 300 mM pour El Hadjira.

L'étude de l'indice de récupération des graines montre une reprise de germination provenance, concentration et T°C qui révèle que l'inhibition est d'ordre osmotique et toxique pour provenance, et concentration.

Sur le plan morphologique, L'enrichissement des milieux de germination en sel avec l'effet de la température s'accompagne d'une réduction proportionnelle de l'élongation des parties végétatives (radicelles et tigelles) à partir de 300 mM de NaCl, et à partir de la température le plus basse (5° ; 10° ; 15° C) et pour la température plus élevée (35°; 40° ; 45° C) pour les deux provenances.

Le sol de la région aride et semi-aride est salin. Les hivers sont relativement courts, tandis que les étés sont longs et chauds. Par conséquent, il semble que la période idéale pour l'établissement d'*Anabasis articulata* dans cette région se situe autour de mars à début avril lorsque les températures du sol = 20-25°C. Après cette période, les températures du sol augmentent rapidement en raison de la chaleur estivale, ce qui accentue l'effet néfaste de la salinité.

Enfin, notre résultat n'est qu'un point de départ en ce qui concerne les mécanismes d'adaptation de l'espèce *Anabasis articulata*, pour cela cette étude doit être complétée par d'autres travaux portant sur :

- Etudier l'effet du stress hydrique sur l'établissement de l'espèce étudiée.
- Etudier l'effet du stress salin en changeant le type de sel (Na_2SO_4 , CaSO_4 , CaSO_2).
- Etudier la réponse à la salinité par d'autres populations de l'*Anabasis articulata*.
- Poursuivre les études sur la germination et sur la croissance en utilisant d'autres paramètres d'ordre anatomiques et biochimiques pour mieux comprendre les réponses de cette plante face aux contraintes environnementales.

Références bibliographiques

1. **Ahoton L.E., Adjakpa J.B., M'po Ifonti M et Akpo E.L., 2009**-Effet des prétraitements des semences sur la germination de *Prosopis africana* (Guill., Perrot. et Rich.) Taub., (Césalpiniciées). *Tropicultura*. n° (4), 233-238p.
2. **All-Rawahy S.A., Strehlein J.L. and Pessaraki M., 1992**-Dry-matter yield and nitrogen-15, Na+, Cl- and K+ content of tomatoes under sodium chloride stress. *Plant. Nutrition*, n° (3), 341- 358p.
3. **Al-Shalmani S et Abdellatif A., 2013**- Antioxydant and quantitative estimation of phenolic and flavonoids of three halophytic plants growing in Libya. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, n°(2), 89-94p.
4. **Anslı R., 2019**- Effet de stress salin sur la germination et croissance de l'espèce *oudneya africana*. Mémoire Master, Univ Kasdi Merbah-Ouargla. 32p.
5. **Badache A.H., 2005**-Etude expérimentale de l'influence des sels solubles sur le comportement de *Atriplex halimus*. Thèse de Magister. Institut National Agronomique El Harrach-Alger. 87p.
6. **Baji M., Kinet J.M., Lutts S., 1998**-Salt stress effects on roots and leaves of *Atriplex halimus* L. and their corresponding callus culture. *Plant Science*. n°(11), 131-142P.
7. **Belkhouja M., Bidai Y., 2004**- Réponse des graines de *Atriplex halimus* L. à la salinité au stade de la germination. *Sécheresse*. n°(4), 331-334p.
8. **Ben Miled D., Bousaid M., Adblkeffi A., 1986**- Tolérance au sel d'espèces annuelles du genre *Medicago* au cours de la germination. Séminaire international sur les végétaux en milieu aride. Fac. Sci. De Tunis ept. ACCTT. 586p.
9. **Benyahia A., 2020**-Effet de stress salin sur la germination et la croissance de l'espèce *Anabasis articulata* (Fors) Moq. Mémoire de Master. Univ Kasdi Merbah. Ourgla. 23p.
10. **Berraghda N., 2021**-Effet de stress salin sur la germination et la croissance de l'espèce *Anabasis articulata* (Fors) Moq. Mémoire de Master. Univ Kasdi Merbah. Ourgla. 23p.
11. **Bliss R.D., Platt-Aloria K.A et Thomson W.W., 1986**-Osmotic sensitivity in relation to sensitivity in germination barley seeds. *Plant Cell and Env.* n°(9), 721-725p.
12. **Bois G., 2005**-Ecophysiologie de semis de confères ecto-mycorhizés en milieu salin et sodique. Thèse de Doctorat. Univ de Merséille-France. 187p.
13. **Bonner F.T., 2008**-Chapter 1: Seed biology. dans: the woody plant seed manual. usda, forest service, Agriculture hand book n°(27), 3-37p.
14. **Botia P., Carvajal M., Cerda A., Martinez V., 1998**- Response of eight Cucumismelo cultivars to salinity during germination and early vegetative growth. *Agronomie* n°(18), 503-513p.
15. **Bouda S., Haddioui A., 2010**- Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre *Atriplex*. *Nature et technologie* n°(5), 72-79p.
16. **Bouderbali N., 2017**-Étude de l'activité antioxydante des extraits des alcaloïdes des rameaux de *Anabasis articulata* de la région de Béchar. Mémoire de Master. Univ Abou Bekr Belkaid-Tlemcen. 66p.
17. **Boutayeb C.R., Derbale A., 2021**- Evaluation des activités biologiques de la plante *Anabasis articulata* Moq. (Forsk). Mémoire de Maste. Univ Belhadj Bouchaib-Ain Temouchent. 34p.
18. **Chapman V.J., 1960**-Salt marshes and salt Deserts of the world, Leonard Hill books Ltd., London. 392 p.

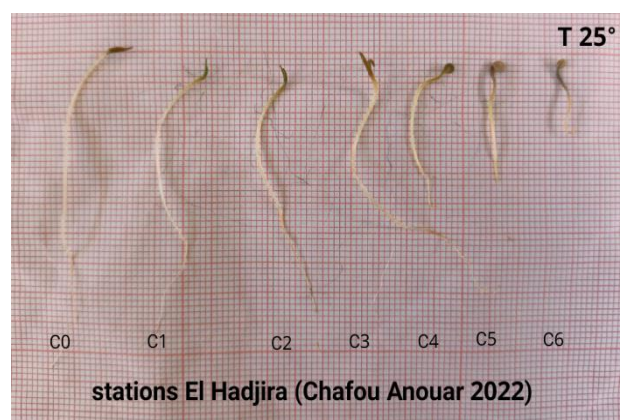
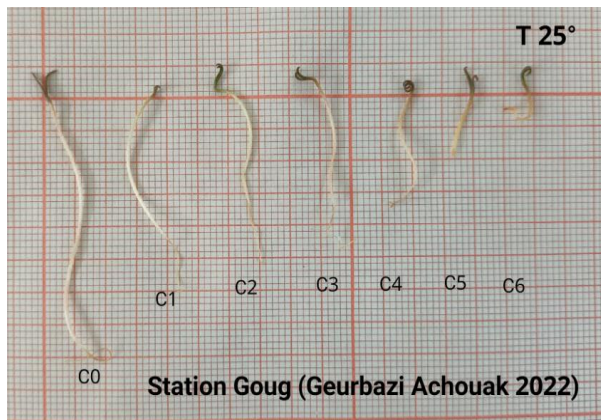
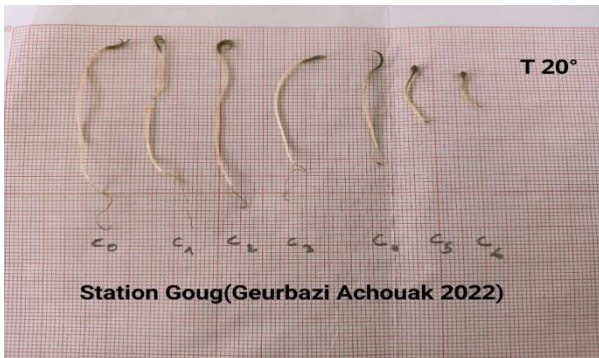
19. **Chehma A., 2006-** Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional Algérienne. Ed Dar El Houda ,146p.
20. **Chopra I.C., 1956-** Glossary of Indian medical plants. Concl of scientific industrial research.New Delhi. 219p.
21. **Cochrane A., DawsM.Iet Hay F.R., 2011-** Seed-based approach for identifying flora at risk from climate warming.Australecology n°(8), 923-935p.
22. **Colas F., 2011-**Effets de la température sur la germination desgraines en pépinière forestière.Colloquedetransfertdeconnaissancesetdesavoirfaire. Carrefour forêt innovations,Québec (Canada). 13-16p.
23. **Cuénou P., Savolainen V., Chatrou L. W., Powell M., Grayer R. J et Chase M. W., 2002-** Molecular phylogenetics of caryophyllalesbased on nuclear 18S rDNA and plastid rbcL, atpB, and matK DNA sequences. American journal of botany.n°(1), 132-144p.
24. **Debez A., Chaibi W et Bouzid S., 2001-** Effet du NaCl et de régulateurs de croissance sur la germinationd'*Atriplexhalimus L.* Cahiers d'études et de recherches francophones/agricultures.n°(2),135-138p.
25. **EbrahimiEetEslami S.V., 2011-** Effect of environmental factors on seed germination and seedling emergence of invasive *Ceratocarpusarenarius*. Weed res.n°(52), 50-59p.
26. **El-Keblawy A., Arvind B., 2015-** Aerial seed bank affects germination in small-seeded halophytes in Arab Gulf desert Ed University of Sharjah, United Arab Emiratesb Gulf Organization for Research & Development, P.O. Box 210162, Doha, Qatar .
27. **Endris S., Mohammed M.J., 2007-**Nutrient acquisition and yield response of Barley exposed to salt stress under different levels of potassium nutrition. Int.j.environ. n° (3), 323-330p.
28. **Esechie H., 1993-** Interaction of salinity and temperature on the germination of *alfalfa*.Agronomie, EDP sciences. n° (4),301-306p.
29. **Ghrib C.D., Kchaou R., Gharbi F., Rejeb S., Khoudja L et NejibrejebM., 2011-**Tolérance à la salinité de trois espèces d'Eucalyptus aux stades germinatif et plantule.European.Journal of scientificresearch. n°(2), 208-217p.
30. **Gill P.K., SHARMA A.D., Singh P et Bhullar S.S., 2003-**Changes in germination, growth and soluble sugar contents of *Sorghum bicolor*(L.) Moench seeds under various abiotic stresses. Plant growth regulation. n°(2), 157-162.
31. **Gorai M., Gasmi H etNeffati M., 2011-** Factors influencing seed germination of medicinal plant *Salvia aegyptiaca*L. (*Lamiaceae*). Saudi journal of biological sciences n°(18), 255-260p.
32. **Groome M.C., Axler S.R etGifford D.J., 1991-** Hydrolysis of lipid and protein reserves in loblolly pine seeds in relation to protein electrophoretic patterns following imbibition. Physiol. Plant. n°(83), 99-106p.
33. **Gul B., Weber D.J.,1999-**Effect of salinity, light and temperature on germination in *Allenrolfeaoccidentalis*. Can.j. bot.n°(77),240-246p.
34. **Gulzar S., Khan M.A et UngarI.A., 2001-** Effect of salinity and temperature on the germination of *Urochondrasetulosa*,(Trin.) C.E. Hubbard. Seed sci. technol.n° (29), 21-29p.

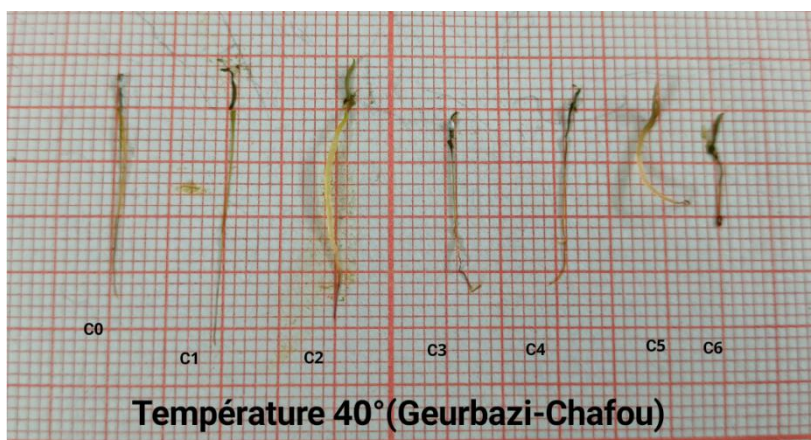
35. **Hamdy A., 1999-** Saline irrigation and management for a sustainable use. In: advanced short course on saline irrigation proceeding, agadir. 152-227p.
36. **Hamliche V., Maiza K., 2006-** Traditional medicine in central sahara pharmacopoeia of tassiliN'ajjer. Ethnoph. n°(05) 358-367p.
37. **Hopkins W.G., 2003-** Traduction de la 2ed.américaine parserg rambour révision scientifique de Charles-Marie Evradr Boeck univ-Bruxelles. 61-476p.
38. **Houari E. K. D.I., Chehma A. et Labadi., 2013-** Stratégies d'adaptation anatomique de quelques Amarantaceae vivaces spontanées du sud-est algérien, Revue des Bio ressources n°(1)15-21
39. **Ismail A.M.A., 1990-** Germination ecophysiology in populations of *Zygophyllumqatarense*. hadidi from contrasting habitats. Effect of temperature, salinity and growth regulators with special reference to fuscococcin. Journal of arid environments. n° (18), 185-194p.
40. **jean b., Irwina.u., 1978-** halophilie et résistance au sel dans le genre *suaeda* forsk, bulletin de la société botanique de france. actualités botaniques. n°(3-4), 23-35p.
41. **Kadereit G., Borsch T., Weising K et Freitag H., 2003-** phylogeny of amaranthaceae and chenopodiaceae and the evolution of C₄ photosynthesis, Univchicago. 959-982p.
42. **Keiffer C.w., Andla U., 1995-** Germination responses of halophyte seeds exposed to prolonged hypersaline conditions. in M.A. Khan and L.A. Unga; editors. Biology of salt tolerant plants. Univ Karachi, Pakistan. 43-50p.
43. **Khan M. A., Ungar I. A., 1984-** The effect of salinity and temperature on the germination of polymorphic seeds and growth of *Atriplex triangularis* Willd. American journal of botany. n°(71), 481-489p.
44. **Khan M.A., Qaiser M., 2006-** Halophytes of Pakistan: characteristics, distribution and potential economic usages. West and Central Asia. In: Khan, M.A., Bo`er, B., Kust, G.S., Barth, H.J. (Eds.), Sabkha Ecosystems, vol. II. Springer, Netherlands. n° 129-153p.
45. **Lachiheb K., Neffati M., Zid E., 2004-** Aptitudes germinatives de certaines graminées halophytes spontanées de la Tunisie méridionale. Zaragoza: CIHEAM, cahiers options méditerranéennes. n°(62), 89-93p.
46. **Maillard J., 2001-** le point sur l'irrigation et la salinité des sols en zone sahélienne. Risques et recommandations. Handicap International, 34 p.
47. **Manchanda G., Garg N., 2008-** Salinity and its effects on the functional biology of legumes. actaphysiol. Plant n°(30), 595-595p.
48. **Mathieu C., Pieltain F., Jeanroy E., 2003-** Analyse des sols: méthodes choisies. Ed- TEC&Doc, Paris, 385p.
49. **Milton S.J., 1995-** Spatial and temporal patterns in the emergence and survival of seedlings in arid Karoo shrubland. Journal of tropical ecology. n°(7), 145-156.
50. **Ozenda P., 1977-** Flore du Sahara, 2ème édition, Edition du centre national de recherche scientifique. 309p.
51. **Ozenda P., 2004-** Flore et végétation du Sahara. 3ème édition, CNRS Editions, Paris. 680p.
52. **Quezel P., Santa S., (1962-1963)-** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome I, Ed. CNRS, Paris.

53. **Rejili M., Vadel A.M et Neffati M., 2006-** Comportements germinatifs de deux populations de (*Lotus creticus*L.) en présence du NaCl. Institut de Régions Arides. Tunisie. response to salinity stress, in Plants in Saline Environments. Ecological Studies. 78p.
54. **Saeidnejad A.H., Kafi M., Pessaraki M., 2012-**Evaluation of cardinal temperatures and germination responses of four ecotypes of *Bunium persicum* under different thermal conditions. International journal of agriculture and crop science. n°(17), 1266-1271p.
55. **Safiallah S., Hamdi S. M. M., Grigore M. N et Jalili S., 2017-** Micromorphology and leaf ecological anatomy of *Bassia* halophyte species (Amaranthaceae) from Iran. Acta Biologica Szegediensis. n°(1). 85-93p.
56. **Sharma S.K., Sen D.N., 1989-** A new report of abnormally fast germinating seeds of *Haloxylon* spp. -an ecological adaptation to saline habitat. Current science n°(58), 382-385p.
57. **Tilyabaev Z., Abduvachabov A.A., 1998-** Alkaloids of *Anabasis aphylla* and their cholinergic activities. Chemnat compd. n°(3), 295-297p.
58. **TRABELSI H., KHERRAZE M.H., 2020-** Effects of Abiotic Stress on Seed Germination of Some Algerian Sahara Psammo halophyte Species. Dans Grigore M.N. (eds) Manuel des halophytes. Springer, Cham. 20p.
59. **Wei Y., M. Dong, Z. Huang and D. Tan. 2008-** Factors influencing seed germination of *Salsola affinis* L. (Chenopodiaceae), a dominant annual halophyte inhabiting the deserts of Xinjiang, China. *Flora*, n°(3): 134-140.
60. **Yassine N., Ramzi H., Hichem K., Sakina Met Etayeb B., 2021-** Diversity, Ecology and Therapeutic Properties of the Medicinal Plants in Ziban Region (Algeria). Journal of bioresource management, n°(8), 29-39p.
61. **Yeo A.R., Flowers T.J., 1982-** Accumulation and localization of sodium ion within the shoot of rice (*Oryza sativa*) varieties differing in salinity resistance. *Plant. Physiol.* 36-37p.

Annexes

Annexe: 01 Effet de la température et de la salinité sur la germination et post germination de l'espèce étudiée







Effet du stress abiotique (salin et thermique) sur la germination et la post-germination des graines d'*Anabasis articulata* (Forssk) Moq. (Amaranthaceae)

Résumé: le but de notre étude est de mettre en évidence l'effet combiné du stress salin et thermique sur le comportement physiologique et morphologique de l'espèce *Anabasis articulata* (halophyte spontanée du Sahara) au stade de germination et de post-germination. Pour cela, nous avons placé les graines dans des solutions salines plus ou moins concentrées en NaCl (0 ;100 ;200 ;300 ;400 ;500 ;600 mM) sous des températures croissantes (5° ;10° ;15° ;20° ;25° ;30° ;35° ;40° ;45°C) à l'obscurité. Les résultats obtenus ont montré que la température, la salinité et l'interaction entre les deux ont tous eu un effet significatif sur le taux final et la vitesse de germination ($P < 0,0001$). Le taux final de germination et la vitesse de germination diminuaient à mesure que la salinité augmentait, dans les salinités inférieures (0 à 200 mM de NaCl), la germination était similaire, significativement plus élevée que dans les salinités supérieures (500 à 600mM). La germination totale à 5°;10°;15°;20°;25°;30°;35°C était très hautement significative ($P < 0,0001$), alors que pour les températures élevées (40°;45°C) était significative. Dans des salinités de (0 à 600 mM) de NaCl, la germination totale était plus élevée de 20° à 35 °C. L'étude d'indice de récupération montre un effet osmotique de sel sur les graines d'*Anabasis articulata*, bien que sur le stade morphologique, nous avons enregistré une diminution proportionnelle des parties végétatives (radicules et tiges) avec l'augmentation de la salinité.

Mots clés : Sahara, Salinité, Sécheresse, Germination, Post-germination, *Anabasis articulata*

Effect of abiotic stress (salt and thermal) on germination and post-germination of *Anabasis articulata* (Forssk) Moq seeds

Abstract: the aim of our study is to highlight the combined effect of salt and thermal stress on the physiological and morphological behavior of the species *Anabasis articulata* (spontaneous halophyte from the Sahara) at the germination and post-germination stage. For this, we placed the seeds in saline solutions more or less concentrated in sodium chlorine (0;100;200;300;400;500;600 mM) under increasing temperatures (5°;10°;15°; 20°;25°;30°;35°;40°;45°C). The results obtained showed temperature, salinity and the interaction between the two all had a significant effect on the final germination rate and germination rate ($P < 0.0001$). Final germination rate and germination rate decreased as salinity increased, in lower salinities (0-200 mM NaCl) germination was similar, significantly higher than in higher salinities (500-600 mM)" Total germination at (5°;10°;15°;20°;25°;30°;35°C) was very highly significant ($P < 0.0001$), even for temperatures (40°;45° C) was significantly. In salinities of e (0 to 600 mM) of NaCl, the total germination was higher from 20° to 35° C. The recovery index study shows an osmotic effect of salt on the seeds of *Anabasis articulata*, although on the morphological stage, we recorded a proportional decrease in the vegetative parts (radicles and stems) with the increase in salinity.

Keywords: Sahara, Salinity, Temperature, Germination, post-germination, *Anabasis articulata*

تأثير الإجهاد اللاأحيائي (الملحي و الحراري) على إنبات و بذور نبات الباقل (*Anabasis articulata*)

الهدف من دراستنا هو تسليط الضوء على التأثير المشترك للملح والضغط الحراري على السلوك الفسيولوجي والمورفولوجي للأنواع: الملخص الباقل (نبات ملحي عفوي من الصحراء) في مرحلتي الإنبات وما بعد الإنبات. لهذا، وضعنا البذور في محاليل ملحية مركزة بشكل أو بآخر في كلور 5° ; 10° ; 15° ; 20° ; 25° ; 30° ; 35° ; 40° ; 45° ; 50° ; 60° ; 70° ; 80° ; 90° ; 100° ; 110° ; 120° ; 130° ; 140° ; 150° ; 160° ; 170° ; 180° ; 190° ; 200° ; 210° ; 220° ; 230° ; 240° ; 250° ; 260° ; 270° ; 280° ; 290° ; 300° ; 310° ; 320° ; 330° ; 340° ; 350° ; 360° ; 370° ; 380° ; 390° ; 400° ; 410° ; 420° ; 430° ; 440° ; 450° ; 460° ; 470° ; 480° ; 490° ; 500° ; 510° ; 520° ; 530° ; 540° ; 550° ; 560° ; 570° ; 580° ; 590° ; 600° ; 610° ; 620° ; 630° ; 640° ; 650° ; 660° ; 670° ; 680° ; 690° ; 700° ; 710° ; 720° ; 730° ; 740° ; 750° ; 760° ; 770° ; 780° ; 790° ; 800° ; 810° ; 820° ; 830° ; 840° ; 850° ; 860° ; 870° ; 880° ; 890° ; 900° ; 910° ; 920° ; 930° ; 940° ; 950° ; 960° ; 970° ; 980° ; 990° ; 1000° ; 1010° ; 1020° ; 1030° ; 1040° ; 1050° ; 1060° ; 1070° ; 1080° ; 1090° ; 1100° ; 1110° ; 1120° ; 1130° ; 1140° ; 1150° ; 1160° ; 1170° ; 1180° ; 1190° ; 1200° ; 1210° ; 1220° ; 1230° ; 1240° ; 1250° ; 1260° ; 1270° ; 1280° ; 1290° ; 1300° ; 1310° ; 1320° ; 1330° ; 1340° ; 1350° ; 1360° ; 1370° ; 1380° ; 1390° ; 1400° ; 1410° ; 1420° ; 1430° ; 1440° ; 1450° ; 1460° ; 1470° ; 1480° ; 1490° ; 1500° ; 1510° ; 1520° ; 1530° ; 1540° ; 1550° ; 1560° ; 1570° ; 1580° ; 1590° ; 1600° ; 1610° ; 1620° ; 1630° ; 1640° ; 1650° ; 1660° ; 1670° ; 1680° ; 1690° ; 1700° ; 1710° ; 1720° ; 1730° ; 1740° ; 1750° ; 1760° ; 1770° ; 1780° ; 1790° ; 1800° ; 1810° ; 1820° ; 1830° ; 1840° ; 1850° ; 1860° ; 1870° ; 1880° ; 1890° ; 1900° ; 1910° ; 1920° ; 1930° ; 1940° ; 1950° ; 1960° ; 1970° ; 1980° ; 1990° ; 2000° ; 2010° ; 2020° ; 2030° ; 2040° ; 2050° ; 2060° ; 2070° ; 2080° ; 2090° ; 2100° ; 2110° ; 2120° ; 2130° ; 2140° ; 2150° ; 2160° ; 2170° ; 2180° ; 2190° ; 2200° ; 2210° ; 2220° ; 2230° ; 2240° ; 2250° ; 2260° ; 2270° ; 2280° ; 2290° ; 2300° ; 2310° ; 2320° ; 2330° ; 2340° ; 2350° ; 2360° ; 2370° ; 2380° ; 2390° ; 2400° ; 2410° ; 2420° ; 2430° ; 2440° ; 2450° ; 2460° ; 2470° ; 2480° ; 2490° ; 2500° ; 2510° ; 2520° ; 2530° ; 2540° ; 2550° ; 2560° ; 2570° ; 2580° ; 2590° ; 2600° ; 2610° ; 2620° ; 2630° ; 2640° ; 2650° ; 2660° ; 2670° ; 2680° ; 2690° ; 2700° ; 2710° ; 2720° ; 2730° ; 2740° ; 2750° ; 2760° ; 2770° ; 2780° ; 2790° ; 2800° ; 2810° ; 2820° ; 2830° ; 2840° ; 2850° ; 2860° ; 2870° ; 2880° ; 2890° ; 2900° ; 2910° ; 2920° ; 2930° ; 2940° ; 2950° ; 2960° ; 2970° ; 2980° ; 2990° ; 3000° ; 3010° ; 3020° ; 3030° ; 3040° ; 3050° ; 3060° ; 3070° ; 3080° ; 3090° ; 3100° ; 3110° ; 3120° ; 3130° ; 3140° ; 3150° ; 3160° ; 3170° ; 3180° ; 3190° ; 3200° ; 3210° ; 3220° ; 3230° ; 3240° ; 3250° ; 3260° ; 3270° ; 3280° ; 3290° ; 3300° ; 3310° ; 3320° ; 3330° ; 3340° ; 3350° ; 3360° ; 3370° ; 3380° ; 3390° ; 3400° ; 3410° ; 3420° ; 3430° ; 3440° ; 3450° ; 3460° ; 3470° ; 3480° ; 3490° ; 3500° ; 3510° ; 3520° ; 3530° ; 3540° ; 3550° ; 3560° ; 3570° ; 3580° ; 3590° ; 3600° ; 3610° ; 3620° ; 3630° ; 3640° ; 3650° ; 3660° ; 3670° ; 3680° ; 3690° ; 3700° ; 3710° ; 3720° ; 3730° ; 3740° ; 3750° ; 3760° ; 3770° ; 3780° ; 3790° ; 3800° ; 3810° ; 3820° ; 3830° ; 3840° ; 3850° ; 3860° ; 3870° ; 3880° ; 3890° ; 3900° ; 3910° ; 3920° ; 3930° ; 3940° ; 3950° ; 3960° ; 3970° ; 3980° ; 3990° ; 4000° ; 4010° ; 4020° ; 4030° ; 4040° ; 4050° ; 4060° ; 4070° ; 4080° ; 4090° ; 4100° ; 4110° ; 4120° ; 4130° ; 4140° ; 4150° ; 4160° ; 4170° ; 4180° ; 4190° ; 4200° ; 4210° ; 4220° ; 4230° ; 4240° ; 4250° ; 4260° ; 4270° ; 4280° ; 4290° ; 4300° ; 4310° ; 4320° ; 4330° ; 4340° ; 4350° ; 4360° ; 4370° ; 4380° ; 4390° ; 4400° ; 4410° ; 4420° ; 4430° ; 4440° ; 4450° ; 4460° ; 4470° ; 4480° ; 4490° ; 4500° ; 4510° ; 4520° ; 4530° ; 4540° ; 4550° ; 4560° ; 4570° ; 4580° ; 4590° ; 4600° ; 4610° ; 4620° ; 4630° ; 4640° ; 4650° ; 4660° ; 4670° ; 4680° ; 4690° ; 4700° ; 4710° ; 4720° ; 4730° ; 4740° ; 4750° ; 4760° ; 4770° ; 4780° ; 4790° ; 4800° ; 4810° ; 4820° ; 4830° ; 4840° ; 4850° ; 4860° ; 4870° ; 4880° ; 4890° ; 4900° ; 4910° ; 4920° ; 4930° ; 4940° ; 4950° ; 4960° ; 4970° ; 4980° ; 4990° ; 5000° ; 5010° ; 5020° ; 5030° ; 5040° ; 5050° ; 5060° ; 5070° ; 5080° ; 5090° ; 5100° ; 5110° ; 5120° ; 5130° ; 5140° ; 5150° ; 5160° ; 5170° ; 5180° ; 5190° ; 5200° ; 5210° ; 5220° ; 5230° ; 5240° ; 5250° ; 5260° ; 5270° ; 5280° ; 5290° ; 5300° ; 5310° ; 5320° ; 5330° ; 5340° ; 5350° ; 5360° ; 5370° ; 5380° ; 5390° ; 5400° ; 5410° ; 5420° ; 5430° ; 5440° ; 5450° ; 5460° ; 5470° ; 5480° ; 5490° ; 5500° ; 5510° ; 5520° ; 5530° ; 5540° ; 5550° ; 5560° ; 5570° ; 5580° ; 5590° ; 5600° ; 5610° ; 5620° ; 5630° ; 5640° ; 5650° ; 5660° ; 5670° ; 5680° ; 5690° ; 5700° ; 5710° ; 5720° ; 5730° ; 5740° ; 5750° ; 5760° ; 5770° ; 5780° ; 5790° ; 5800° ; 5810° ; 5820° ; 5830° ; 5840° ; 5850° ; 5860° ; 5870° ; 5880° ; 5890° ; 5900° ; 5910° ; 5920° ; 5930° ; 5940° ; 5950° ; 5960° ; 5970° ; 5980° ; 5990° ; 6000° ; 6010° ; 6020° ; 6030° ; 6040° ; 6050° ; 6060° ; 6070° ; 6080° ; 6090° ; 6100° ; 6110° ; 6120° ; 6130° ; 6140° ; 6150° ; 6160° ; 6170° ; 6180° ; 6190° ; 6200° ; 6210° ; 6220° ; 6230° ; 6240° ; 6250° ; 6260° ; 6270° ; 6280° ; 6290° ; 6300° ; 6310° ; 6320° ; 6330° ; 6340° ; 6350° ; 6360° ; 6370° ; 6380° ; 6390° ; 6400° ; 6410° ; 6420° ; 6430° ; 6440° ; 6450° ; 6460° ; 6470° ; 6480° ; 6490° ; 6500° ; 6510° ; 6520° ; 6530° ; 6540° ; 6550° ; 6560° ; 6570° ; 6580° ; 6590° ; 6600° ; 6610° ; 6620° ; 6630° ; 6640° ; 6650° ; 6660° ; 6670° ; 6680° ; 6690° ; 6700° ; 6710° ; 6720° ; 6730° ; 6740° ; 6750° ; 6760° ; 6770° ; 6780° ; 6790° ; 6800° ; 6810° ; 6820° ; 6830° ; 6840° ; 6850° ; 6860° ; 6870° ; 6880° ; 6890° ; 6900° ; 6910° ; 6920° ; 6930° ; 6940° ; 6950° ; 6960° ; 6970° ; 6980° ; 6990° ; 7000° ; 7010° ; 7020° ; 7030° ; 7040° ; 7050° ; 7060° ; 7070° ; 7080° ; 7090° ; 7100° ; 7110° ; 7120° ; 7130° ; 7140° ; 7150° ; 7160° ; 7170° ; 7180° ; 7190° ; 7200° ; 7210° ; 7220° ; 7230° ; 7240° ; 7250° ; 7260° ; 7270° ; 7280° ; 7290° ; 7300° ; 7310° ; 7320° ; 7330° ; 7340° ; 7350° ; 7360° ; 7370° ; 7380° ; 7390° ; 7400° ; 7410° ; 7420° ; 7430° ; 7440° ; 7450° ; 7460° ; 7470° ; 7480° ; 7490° ; 7500° ; 7510° ; 7520° ; 7530° ; 7540° ; 7550° ; 7560° ; 7570° ; 7580° ; 7590° ; 7600° ; 7610° ; 7620° ; 7630° ; 7640° ; 7650° ; 7660° ; 7670° ; 7680° ; 7690° ; 7700° ; 7710° ; 7720° ; 7730° ; 7740° ; 7750° ; 7760° ; 7770° ; 7780° ; 7790° ; 7800° ; 7810° ; 7820° ; 7830° ; 7840° ; 7850° ; 7860° ; 7870° ; 7880° ; 7890° ; 7900° ; 7910° ; 7920° ; 7930° ; 7940° ; 7950° ; 7960° ; 7970° ; 7980° ; 7990° ; 8000° ; 8010° ; 8020° ; 8030° ; 8040° ; 8050° ; 8060° ; 8070° ; 8080° ; 8090° ; 8100° ; 8110° ; 8120° ; 8130° ; 8140° ; 8150° ; 8160° ; 8170° ; 8180° ; 8190° ; 8200° ; 8210° ; 8220° ; 8230° ; 8240° ; 8250° ; 8260° ; 8270° ; 8280° ; 8290° ; 8300° ; 8310° ; 8320° ; 8330° ; 8340° ; 8350° ; 8360° ; 8370° ; 8380° ; 8390° ; 8400° ; 8410° ; 8420° ; 8430° ; 8440° ; 8450° ; 8460° ; 8470° ; 8480° ; 8490° ; 8500° ; 8510° ; 8520° ; 8530° ; 8540° ; 8550° ; 8560° ; 8570° ; 8580° ; 8590° ; 8600° ; 8610° ; 8620° ; 8630° ; 8640° ; 8650° ; 8660° ; 8670° ; 8680° ; 8690° ; 8700° ; 8710° ; 8720° ; 8730° ; 8740° ; 8750° ; 8760° ; 8770° ; 8780° ; 8790° ; 8800° ; 8810° ; 8820° ; 8830° ; 8840° ; 8850° ; 8860° ; 8870° ; 8880° ; 8890° ; 8900° ; 8910° ; 8920° ; 8930° ; 8940° ; 8950° ; 8960° ; 8970° ; 8980° ; 8990° ; 9000° ; 9010° ; 9020° ; 9030° ; 9040° ; 9050° ; 9060° ; 9070° ; 9080° ; 9090° ; 9100° ; 9110° ; 9120° ; 9130° ; 9140° ; 9150° ; 9160° ; 9170° ; 9180° ; 9190° ; 9200° ; 9210° ; 9220° ; 9230° ; 9240° ; 9250° ; 9260° ; 9270° ; 9280° ; 9290° ; 9300° ; 9310° ; 9320° ; 9330° ; 9340° ; 9350° ; 9360° ; 9370° ; 9380° ; 9390° ; 9400° ; 9410° ; 9420° ; 9430° ; 9440° ; 9450° ; 9460° ; 9470° ; 9480° ; 9490° ; 9500° ; 9510° ; 9520° ; 9530° ; 9540° ; 9550° ; 9560° ; 9570° ; 9580° ; 9590° ; 9600° ; 9610° ; 9620° ; 9630° ; 9640° ; 9650° ; 9660° ; 9670° ; 9680° ; 9690° ; 9700° ; 9710° ; 9720° ; 9730° ; 9740° ; 9750° ; 9760° ; 9770° ; 9780° ; 9790° ; 9800° ; 9810° ; 9820° ; 9830° ; 9840° ; 9850° ; 9860° ; 9870° ; 9880° ; 9890° ; 9900° ; 9910° ; 9920° ; 9930° ; 9940° ; 9950° ; 9960° ; 9970° ; 9980° ; 9990° ; 10000° ; 10010° ; 10020° ; 10030° ; 10040° ; 10050° ; 10060° ; 10070° ; 10080° ; 10090° ; 10100° ; 10110° ; 10120° ; 10130° ; 10140° ; 10150° ; 10160° ; 10170° ; 10180° ; 10190° ; 10200° ; 10210° ; 10220° ; 10230° ; 10240° ; 10250° ; 10260° ; 10270° ; 10280° ; 10290° ; 10300° ; 10310° ; 10320° ; 10330° ; 10340° ; 10350° ; 10360° ; 10370° ; 10380° ; 10390° ; 10400° ; 10410° ; 10420° ; 10430° ; 10440° ; 10450° ; 10460° ; 10470° ; 10480° ; 10490° ; 10500° ; 10510° ; 10520° ; 10530° ; 10540° ; 10550° ; 10560° ; 10570° ; 10580° ; 10590° ; 10600° ; 10610° ; 10620° ; 10630° ; 10640° ; 10650° ; 10660° ; 10670° ; 10680° ; 10690° ; 10700° ; 10710° ; 10720° ; 10730° ; 10740° ; 10750° ; 10760° ; 10770° ; 10780° ; 10790° ; 10800° ; 10810° ; 10820° ; 10830° ; 10840° ; 10850° ; 10860° ; 10870° ; 10880° ; 10890° ; 10900° ; 10910° ; 10920° ; 10930° ; 10940° ; 10950° ; 10960° ; 10970° ; 10980° ; 10990° ; 11000° ; 11010° ; 11020° ; 11030° ; 11040° ; 11050° ; 11060° ; 11070° ; 11080° ; 11090° ; 11100° ; 11110° ; 11120° ; 11130° ; 11140° ; 11150° ; 11160° ; 11170° ; 11180° ; 11190° ; 11200° ; 11210° ; 11220° ; 11230° ; 11240° ; 11250° ; 11260° ; 11270° ; 11280° ; 11290° ; 11300° ; 11310° ; 11320° ; 11330° ; 11340° ; 11350° ; 11360° ; 11370° ; 11380° ; 11390° ; 11400° ; 11410° ; 11420° ; 11430° ; 11440° ; 11450° ; 11460° ; 11470° ; 11480° ; 11490° ; 11500° ; 11510° ; 11520° ; 11530° ; 11540° ; 11550° ; 11560° ; 11570° ; 11580° ; 11590° ; 11600° ; 11610° ; 11620° ; 11630° ; 11640° ; 11650° ; 11660° ; 11670° ; 11680° ; 11690° ; 11700° ; 11710° ; 11720° ; 11730° ; 11740° ; 11750° ; 11760° ; 11770° ; 11780° ; 11790° ; 11800° ; 11810° ; 11820° ; 11830° ; 11840° ; 11850° ; 11860° ; 11870° ; 11880° ; 11890° ; 11900° ; 11910° ; 11920° ; 11930° ; 11940° ; 11950° ; 11960° ; 11970° ; 11980° ; 11990° ; 12000° ; 12010° ; 12020° ; 12030° ; 12040° ; 12050° ; 12060° ; 12070° ; 12080° ; 12090° ; 12100° ; 12110° ; 12120° ; 12130° ; 12140° ; 12150° ; 12160° ; 12170° ; 12180° ; 12190° ; 12200° ; 12210° ; 12220° ; 12230° ; 12240° ; 12250° ; 12260° ; 12270° ; 12280° ; 12290° ; 12300° ; 12310° ; 12320° ; 12330° ; 12340° ; 12350° ; 12360° ; 12370° ; 12380° ; 12390° ; 12400° ; 12410° ; 12420° ; 12430° ; 12440° ; 12450° ; 12460° ; 12470° ; 12480° ; 12490° ; 12500° ; 12510° ; 12520° ; 12530° ; 12540° ; 12550° ; 12560° ; 12570° ; 12580° ; 12590° ; 12600° ; 12610° ; 12620° ; 12630° ; 12640° ; 12650° ; 12660° ; 12670° ; 12680° ; 12690° ; 12700° ; 12710° ; 12720° ; 12730° ; 12740° ; 12750° ; 12760° ; 12770° ; 12780° ; 12790° ; 12800° ; 12810° ; 12820° ; 12830° ; 12840° ; 12850° ; 12860° ; 12870° ; 12880° ; 12890° ; 12900° ; 12910° ; 12920° ; 12930° ; 12940° ; 12950° ; 12960° ; 12970° ; 12980° ; 12990° ; 13000° ; 13010° ; 13020° ; 13030° ; 13040° ; 13050° ; 13060° ; 13070° ; 13080° ; 13090° ; 13100° ; 13110° ; 13120° ; 13130° ; 13140° ; 13150° ; 13160° ; 13170° ; 13180° ; 13190° ; 13200° ; 13210° ; 13220° ; 13230° ; 13240° ; 13250° ; 13260° ; 13270° ; 13280° ; 13290° ; 13300° ; 13310° ; 13320° ; 13330° ; 13340° ; 13350° ; 13360° ; 13370° ; 13380° ; 13390° ; 13400° ; 13410° ; 13420° ; 13430° ; 13440° ; 13450° ; 13460° ; 13470° ; 13480° ; 13490° ; 13500° ; 13510° ; 13520° ; 13530° ; 13540° ; 13550° ; 13560° ; 13570° ; 13580° ; 13590° ; 13600° ; 13610° ; 13620° ; 13630° ; 13640° ; 13650° ; 13660° ; 13670° ; 13680° ; 13690° ; 13700° ; 13710° ; 13720° ; 13730° ; 13740° ; 13750° ; 13760° ; 13770° ; 13780° ; 13790° ; 13800° ; 13810° ; 13820° ; 13830° ; 13840° ; 13850° ; 13860° ; 13870° ; 13880° ; 13890° ; 13900° ; 13910° ; 13920° ; 13930° ; 13940° ; 13950° ; 13960° ; 13970° ; 13980° ; 13990° ; 14000° ; 14010° ; 14020° ; 14030° ; 14040° ; 14050° ; 14060° ; 14070° ; 14080° ; 14090° ; 14100° ; 14110° ; 14120° ; 14130° ; 14140° ; 14150° ; 14160° ; 14170° ; 14180° ; 14190° ; 14200° ; 14210° ; 14220° ; 14230° ; 14240° ; 14250° ; 14260° ; 14270° ; 14280° ; 14290° ; 14300° ; 14310° ; 14320° ; 14330° ; 14340° ; 14350° ; 14360° ; 14370° ; 14380° ; 14390° ; 14400° ; 14410° ; 14420° ; 14430° ; 14440° ; 14450° ; 14460° ; 14470° ; 14480° ; 14490° ; 14500° ; 14510° ; 14520° ; 14530° ; 14540° ; 14550° ; 14560° ; 14570° ; 14580° ; 14590° ; 14600° ; 14610° ; 14620° ; 14630° ; 14640° ; 14650° ; 14660° ; 14670° ; 14680° ; 14690° ; 14700° ; 14710° ; 14720° ; 14730° ; 14740° ; 14750° ; 14760° ; 14770° ; 14780° ; 14790° ; 14800° ; 14810° ; 14820° ; 14830° ; 14840° ; 14850° ; 14860° ; 14870° ; 14880° ; 14890° ; 14900° ; 14910° ; 14920° ; 14930° ; 14940° ; 14950° ; 14960° ; 14970° ; 14980° ; 14990° ; 15000° ; 15010° ; 15020° ; 15030° ; 15040° ; 15050° ; 1