



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : DES SCIENCES

DEPARTEMENT : DES SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : SELMATI Rachid

HAKMI Abdallah

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

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : AMELIORATION DES PLANTES

Thème

Essai de germination du genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*) et du genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*) dans la région d'Aflou.

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Adamou Ala-Eddine	Professeur	Président
Zamoum Miyada	MCA	Examineur
Kouidri Mohamed	Professeur	Rapporteur
Amrani Ouarda	MCB	Co-rapporteur

Promotion : Septembre - 2022



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : DES SCIENCES

DEPARTEMENT : DES SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : SELMATI Rachid

HAKMI Abdallah

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

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : AMELIORATION DES PLANTES

Thème

Essai de germination du genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*) et du genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*) dans la région d'Aflou.

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Adamou Ala-Eddine	Professeur	Président
Zamoum Miyada	MCA	Examineur
Kouidri Mohamed	Professeur	Rapporteur
Amrani Ouarda	MCB	Co-rapporteur

Promotion : Septembre - 2022

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier ALLAH le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

Par ailleurs, nous tenons à remercier notre encadreur Mr. Kouidri Mohamed Professeur au Département des Sciences Agronomiques, Université de Laghouat pour avoir dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique, ses conseils et la confiance qui nous a accordée afin de réaliser ce travail.

Nous tenons à remercier Madame Amrani Ouarda, Maitre de Conférence à l'université de Laghouat pour avoir co-encadrer notre travail, qu'elle trouve ici nos vifs remerciements.

Nous remercions également Mr. Adamou Ala-Eddine, Professeur au Département des Sciences Agronomiques, Université de Laghouat pour avoir accepté de présider notre jury malgré ses préoccupations.

Nos remerciements vont également à Madame Zamoum Miyada, Maitre de Conférence à l'université de Laghouat d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Nous avons le plaisir d'adresser nos vifs remerciements à tous nos enseignants, Equipe du laboratoire du Département

Nos sincères remerciements vos aussi aux agents forestiers de Sidi Bouzid, Monsieur Madhi El Allaa et Monsieur Noureddine pour leur aide durant la réalisation de ce travail.

Nous tenons à remercier respectivement tous ceux qui nous ont aidé de près ou de loin, pour la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Nous dédions ce modeste travail d'abord à nos chers parents qui nous ont soutenus durant toute notre scolarité. Nous leur devons beaucoup de reconnaissance et de respect. Nous tenons par la même occasion à dédier ce modeste ouvrage à la mémoire du défunt Hakmi Naceur - Ingénieur agronome - que notre dieu l'accepte dans son vaste paradis pour son apport scientifique dans le domaine des forêts.

Nous remercions également l'ensemble des personnels des forêts d'Aflou et de Sidi Bouzid pour leurs aides et leurs soutiens.

Dédicaces

Nous dédions ce modeste travail d'abord à nos chers parents qui nous ont soutenus durant toute notre scolarité. Nous leur devons beaucoup de reconnaissance et de respect. Nous tenons par la même occasion à dédier ce modeste ouvrage à la mémoire de Monsieur Hakmi Naceur - ingénieur agronome- que notre dieu l'accepte dans son vaste paradis pour son apport scientifique dans le domaine des forêts.

Nous remercions également l'ensemble des personnels des forêts d'Aflou et de Sidi Bouzid pour leurs aides et leurs soutiens.

Résumés

Titre du mémoire : Essai de germination du genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*) et du genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*) dans la région d'Aflou.

Nom: Selmati

Prénom: Rachid

Encadreur: Kouidri Mohamed

Nom: Hakmi

Prénom: Abdallah

Co-Encadreur: Amrani Ouarda

Résumé

Notre étude a été réalisée dans la région d'Aflou durant le printemps 2022 sur deux essences préforestières à savoir *Juniperus oxycedrus* et *Juniperus phoenicea*. Plus de 500 galbules de chaque espèce ont été récoltées et ont subi des mesures biométriques pour caractériser les deux populations.

Par la suite, des essais de germination des galbules et des graines extraites des deux espèces ont été réalisés selon les tests de germination de scarification mécanique, scarification chimique par l'acide sulfurique et l'eau oxygénée, tests de froid à 4°C pendant 30 jours et 45 jours, l'imbibition pendant 4 jours et 8 jours, test à chaud et le lavage à l'alcool à 90° avec un suivi qui a duré 10 semaines, achevé par le calcul du taux de germination pour chaque test. Les résultats obtenus montrent que les mesures biométriques des galbules sont comparables à celles des populations régionales des deux espèces excepter les régions littorales qui sont plus importantes que les notre.

Les tests de germination ont révélé des taux de germination très faibles pour les deux espèces qui varient entre 0 et 6% pour le Phénicie et entre 0 et 5% pour l'oxycèdre.

La scarification par H₂SO₄ a donné le meilleur taux de germination pour le genévrier de Phénicie (6%) et le test à froid de 45 jours a révélé le meilleur taux de germination pour l'oxycèdre (5%).

Les résultats obtenus sont discutés à la lumière des données bibliographiques disponibles.

Mots clés : *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea*, Aflou, Tests de germination, Galbules, Graines, Taux de germination.

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier ALLAH le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

Par ailleurs, nous tenons à remercier notre encadreur Mr. Kouidri Mohamed Professeur au Département des Sciences Agronomiques, Université de Laghouat pour avoir dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique, ses conseils et la confiance qui nous a accordée afin de réaliser ce travail.

Nous tenons à remercier Madame Amrani Ouarda, Maitre de Conférence à l'université de Laghouat pour avoir co-encadrer notre travail, qu'elle trouve ici nos vifs remerciements.

Nous remercions également Mr. Adamou Ala-Eddine, Professeur au Département des Sciences Agronomiques, Université de Laghouat pour avoir accepté de présider notre jury malgré ses préoccupations.

Nos remerciements vont également à Madame Zamoum Miyada, Maitre de Conférence à l'université de Laghouat d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Nous avons le plaisir d'adresser nos vifs remerciements à tous nos enseignants, Equipe du laboratoire du Département

Nous tenons à remercier respectivement tous ceux qui nous ont aidé de près ou de loin, pour la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Nous inclinons devant Dieu Tout-Puissant qui nous ouvert la porte du savoir et nous a aidé à la franchir.

Nous dédions ce travail

A nos très chers parents qui nous soutenus et encouragés durant ce travail et qui nous offert les bonnes conditions pour poursuivre nous études, que Dieu les garde et les protège aussi de leurs dévouements, leurs amours, leurs sacrifices et leurs encouragements.

Rachid et Abdallah

Liste des figures

Figure	Titre	Page
1	Distribution des trois sections de <i>Juniperus</i> dans le monde.....	2
2	Carte de distribution de genévrier de Phénicie dans le monde.....	9
3	Localisation géographique de la région d'Aflou (Extraire de la carte topo. 1973)	20
4	Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la station d'Aflou (2001-2017).....	25
5	Climagramme d'Emberger pour la région d'Aflou (2001-2017).....	26
6	Mesures biométriques sur la galbule.....	27
7	Taux de germination des deux genévriers pour les différents tests de germination.....	33
8	Cinétique de germination des graines « Témoins » des deux genévriers.....	34
9	Cinétique de germination des graines des deux genévriers, sous le test de scarification mécanique.....	34
10	Cinétique de germination des graines des deux genévriers, sous le test de scarification chimique (Eau oxygénée).....	35
11	Cinétique de germination des graines des deux genévriers, sous le test de scarification chimique (acide sulfurique).....	36
12	Cinétique de germination des graines des deux genévriers sous le test de froid de 30 jours.....	37
13	Cinétique de germination des graines des deux genévriers sous le test de froid de 45 jours.....	37

Liste des Photos

Photos	Titre	Page
1	Aspect du genévrier de Phénicie.....	5
2	Feuilles et fruits de <i>J. phoenicea</i>	5
3	Fleurs mâles et galbules mûres.....	6
4	Feuilles de <i>Juniperus oxycedrus</i>	10
5	Arbrisseau de genévrier oxycède.....	11
6	Baies de <i>Juniperus oxycedrus</i>	11

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
1	Espèces cupressacées naturelles des montagnes d'Algérie.....	3
2	Répartition des précipitations moyennes mensuelles de la région d'Aflou (2001-2017).....	23
3	Températures moyennes mensuelles de la région d'Aflou (2001-2017).....	23
4	Répartition de la gelée en jour/an (2001-2017) pour la région d'Aflou	24
5	Valeurs de l'indice d'aridité (I) et bioclimats correspondants.....	27
6	Moyennes des mesures biométriques des galbules des deux genévriers (N=120)	31
7	Moyennes des mesures biométriques des graines des deux genévriers (N=500)	32

Titre	Page
Introduction	1
Synthèse bibliographique	2
Généralités sur le genévrier de Phénicie et le genévrier oxycède	2
1.1. Les Cupressacées	2
1.2. Le genre Juniperus	2
1.3. Systématique et description botanique des espèces étudiées	3
1.3.1. Genévrier de Phénicie	4
1.3.2. Genévrier oxycède	9
La germination des graines	14
2.1. Facteurs affectant la germination et la vigueur des graines	14
2.1.1. Conditions externes	15
2.1.2. Conditions internes	16
2.2. La dormance	16
2.3. La levée de la dormance	17
2.3.1. La scarification	17
2.3.2. La stratification	17
2.3.3. Test de froid	18
2.3.4. L'ornithochorie	18
2.3.5. L'endochorie	19
Chapitre 3 : Matériel et méthodes	20
3.1. Présentation de la région d'étude	20
3.1.1. Situation géographique	20
3.1.2. Nature du sol	20
3.1.3. Géologie	21
3.1.4. Géomorphologie	21
3.1.5. Hydrogéologie	21
3.1.6. Réseau hydrographique	22
3.1.7. Caractéristiques climatiques et bioclimatiques	22
3.1.8. Synthèse climatique	25

3.2. Méthodologie	27
3.3. Analyse statistique	29
Partie II : Analyse des résultats	30
Chapitre 4 : Résultats et discussion	30
4.1. Caractérisation biométrique des galbules et des graines.....	30
4.1.1. Biométrie des galbules.....	30
4.1.2. Biométrie des graines.....	31
4.2. Tests de germination	32
4.2.1. Taux de germination des graines traitées.....	32
4.2.2. Témoins.....	33
4.2.3. Scarification mécanique.....	34
4.2.4. Test de l'eau oxygénée.....	35
4.2.5. Test de scarification chimique (H ₂ SO ₄)	35
4.2.6. Test d'alcool.....	36
4.2.7. Tests d'imbibition	36
4.2.8. Test de froid de 30 jours	36
4.2.9. Test de froid de 45 jours	37
4.2.10. Test d'ébullition	37
Conclusion	40
Références bibliographiques	42

Introduction

Les genévriers méditerranéens (*Juniperus phoenicea* L. et *Juniperus oxycedrus* L.) constituent une des composantes les plus caractéristiques de la végétation des étages méditerranéens (Roques et *al.*, 1984). L'importance forestière et écologique de ces genévriers a été soulignée dans de nombreux travaux (Boudy 1950, Sebastian 1965, Benabid et Fenane 1994). Ils tolèrent dans des conditions thermiques et pluviométriques difficiles dans les zones arides et semi arides. Ainsi, Ils supportent une gamme importante de sols et leurs résistances au vent est très remarquable (Sebastian et Bagnouls, 1965 ; Zine El Abidine et *al.*, 2003). Ces espèces pourraient être choisie pour la fixation des dunes maritimes et les reboisements de montagnes sèches où elles peuvent être plantées jusqu'à 2000 m d'altitude (Boudy 1950).

Malheureusement, les formations forestières de ces genévriers sont menacées de disparaître en raison de faible régénération naturelle (Sebastian 1958 ; Johnsen et Alexander 1974, Young et Young 1992) et de la dégradation de leurs milieux. Mais ces espèces forestières remarquables sont cependant négligées dans les programmes de reboisement, sous prétexte que c'est ce sont des essences secondaires à croissance très lente, à régénération naturelle difficile et que ses graines ne germent pratiquement pas en pépinière.

Très peu de travaux sur la germination de ces deux espèces sont présents dans la bibliographie régionale voire internationale à l'exception de celles de Zine El Abidine et *al.* (1996) ; Zine El Abidine et *al.* (1999) et Zine El Abidine et *al.* (2003) au Maroc, et ceux de Mandin (2010) en France et celui de Houari (2012) en Algérie et dont la quasi-totalité des travaux se penchent sur le Phénicie.

Dans cette étude, nous avons commencé par une caractérisation morphométrique des galbules et des graines des espèces pour caractériser nos populations et nous avons essayé d'identifier la meilleure technique qui permet de faire germer les graines des deux espèces au laboratoire à l'aide des différents tests de germination (Scarification mécanique, scarification chimique, tests à froid, tests à chaud et autres).

Notre document se structure en une partie bibliographique qui regroupe un chapitre sur des généralités sur les deux espèces de genévrier, un autre chapitre sur la germination des graines et levée de dormance et un troisième sur la région et les méthodes utilisées dans notre travail. Une deuxième partie est consacrée à analyser les résultats de l'étude et qui sont discutés à la lumière des données bibliographiques disponibles. L'étude s'achève par une conclusion et des perspectives.

Synthèse
bibliographique

Synthèse bibliographique

1. Généralités sur le genévrier de Phénicie et le genévrier oxycèdre

Les conifères appartiennent au groupe des gymnospermes, c'est-à-dire des plantes produisant des graines nues non enfermées dans un fruit. Ce sont aussi des végétaux vasculaires à graines en cônes, d'où leur nom. Tous sont des plantes ligneuses se présentant surtout sous la forme d'arbres, quelques-unes d'entre elles étant des arbustes (Caron, 2013).

L'ordre des coniférales est le plus important des gymnospermes. Il comprend sept familles (Araucariacées, Pinacées, Taxodiacées, Podocarpacees, Cupressacées, Cephalotaxacées, Taxacées), une centaine de genres et un millier d'espèces qui occupent une place considérable dans la biosphère. La moitié des forêts du globe sont, en effet, constituées totalement ou essentiellement de conifères (Collignon-Trontin, 2000).

1.1. Les Cupressacees

Les cupressacées représentent la famille (Cupressaceae) la plus cosmopolite avec dix genres dans chaque hémisphère, mais la plupart des espèces se trouvent dans l'hémisphère nord (Enright *et al.*, 1996). Par ailleurs, la distribution de cette famille est sous l'influence de facteurs divers : climat, sol, perturbations (catastrophes naturelles, exploitation humaine) (Banks, 2004).

1.2. Le genre *Juniperus*

Le genre *Juniperus* L., de la tribu des *Junipereae* (Koch), sous-famille des *Cupressoideae*, comprend environ 75 espèces (Adams, 2014a). Il représente le genre le plus diversifié de la famille des *Cupressaceae* (Debazac, 1991). Il a la répartition la plus large, par rapport aux autres genres de conifères, mais sa répartition est limitée dans l'hémisphère Nord, seulement en Afrique où certaines espèces traversent l'équateur (Mao *et al.*, 2010 ; Farjon & Filer, 2013).

Les espèces de ce genre se développent dans des situations écologiques extrêmes et occupent une place non négligeable dans la végétation méditerranéenne. Elles constituent généralement des éléments pionniers jouant un rôle prépondérant dans la dynamique des groupements préforestiers (Quézel & Médail, 2003). Le genre *Juniperus* L. est bien représenté en Algérie (Maire, 1952 ; Quézel & Santa, 1962). On compte cinq espèces de ce genre, parmi lesquelles deux d'entre elles sont très rares (*J. thurifera* L. et *J. sabina* L.), une rare (*J. communis* L.) et les deux dernières, dans un état de dégradation intense, localisées dans les régions semi-arides et arides (*J. oxycedrus* L. et *J. phoenicea* L.). Un hybride entre ces deux dernières espèces a été signalé par les populations locales des hauts-plateaux du centre dénommé « *cherkiya* » en arabe

local (qui signifie, associé ou hybride). Il comporte les deux formes de feuillage (des aiguilles et des écailles) sur le même rameau des sujets adultes (Hafsi et *al.*, 2017).

L'abondance du couvert forestier se trouve influencée par plusieurs facteurs (altitude, bioclimat, action anthropique, catastrophes naturelles, etc.) ; ainsi, les groupements forestiers des deux atlas varient d'un secteur à un autre, voire même au sein d'un même secteur c'est-à-dire d'un district à un autre (Meddour, 2010).

Le genévrier constitue une essence forestière dite de protection. Le genévrier de Phénicie occupe les dunes maritimes en Oranie, les montagnes les plus sèches où il constitue des matorrals dans les Aurès et l'Atlas saharien. Par ailleurs, Boudy (1955) a estimé la superficie occupée par *Juniperus phoenicea* et *Juniperus oxycedrus* à 290 000 ha ; alors que dans un autre inventaire (1984), la superficie de ces deux espèces n'est que de 17 504 ha, ce qui confirme les propos de certains auteurs affirmant que certaines espèces de cette essence sont dans un stade ultime de dégradation et que *Juniperus thurifera* représente une espèce rare (Harfouche et *al.*, 2005). En plus, il existe une quatrième espèce qui est le genévrier commun appelé *Juniperus communis* que l'on peut rencontrer avec le *J. thurifera* et *J. phoenicea* dans les monts de Djurdjura (Meddour, 2010)

1.3. Systématique et description botanique des espèces étudiées

Les genévriers représentent des espèces pionnières peu exigeantes sur le plan écologique. Ce sont des arbres ou arbrisseaux très rameux, exploités pour le bois ou le feuillage, voire à des fins industrielles ou médicinales (Quézel, 1962). La floraison est généralement dioïque pour le Genévrier de Phénicie et monoïque pour celui de l'Oxycèdre. Les chatons mâles petits et jaunâtres, tandis que les chatons femelles formés d'écailles verdâtres, qui deviennent charnues et se soudent entre elles pour former des fruits appelés baies ou galbules (Meddour, 2010).

1.3.1. Genévrier de Phénicie

1.3.1.1. Classification

Le genre *Juniperus* est le second genre plus diversifié des conifères, appartient à la famille des Cupressaceae avec environ 75 espèces et 34 variétés (Adams, 2014), En Algérie, ce genre est parmi les plus réparties en comptant 5 espèces, dont deux sont très rares (*J. thurifera* L. et *J. sabina* L.), une rare (*J. communis* L.), et deux espèces des régions arides et semi-arides, soumis à une forte dégradation suite aux facteurs naturels et anthropiques agressifs (*J. oxycedrus* L. et *J. phoenicea* L.) (Quézel et Santa, 1962).

La systématique la plus répondu selon Abbaye 1963, Gaussen 1982 et Quézel et Santa, 1962 est :

Embranchement : Spermaphytes

Sous embranchement : Gymnospermes

Classe : Coniférophytes

Ordre : Coniferales

Sous ordre : Pinoidines

Famille : Cupressacées

Genre : Juniperus

Espèce : *Juniperus phoenicea*

1.3.1.2. Caractéristiques botaniques de Phénicie

- **Port général :** *Juniperus phoenicea* est un arbrisseau touffu ou arbuste dressé de 1 à 8 mètres, pouvant cependant atteindre 10 mètres de hauteur, monoïque, assez rarement dioïque à feuillage persistant et aromatique (Benabid, 2000 ; Huguette, 2008 ; Rameau et *al.*, 2008). Il est de forme pyramidale et d'un port buissonnant arrondi (Photo 1), possédant un tronc ordinairement grêle et court, atteignant 2 mètres de circonférence mais aussi, un système racinaire profond, une écorce d'un brun rougeâtre ou grisâtre épaisse et gerçurée, des rameaux fins et arrondis portant des bourgeons nus et des ramilles cylindriques (Le Floc'h, 1983 ; Ait Youssef, 2006 ; Rameau et *al.*, 2008).



Photo 1 : Aspect du genévrier de Phénicie (Achak, 2006)

- **Feuilles :** Les feuilles sont réduites à des écailles pointues, entourent complètement le rameau comme chez le cyprès. L'espèce est monoïque (Photo 2).



Photo 2 : Feuilles et fruits de *J. phoenicea* (Abdelli, 2017)

- **Fleurs mâles** sont, comme chez toutes les Cupressacées, de petits cônes jaunes qui libèrent un abondant pollen, en mars-avril (Photo 3).
- **Cônes femelles**, portés par un court pédoncule, évoluent en galbules qui sont mûres à l'automne de l'année suivante. Elles sont de la taille d'un pois, rouges à maturité et contiennent de sept à neuf graines (Photo 3).



Photo 3 : Fleurs mâles et galbules mûres

- **Ecorce** d'un brun-rougeâtre est épaisse et gerçurée sur les vieux sujets conifères, résineux et autres (Reille, 2014).

1.3.1.3. Bois de genévrier de Phénicie :

La majorité du bois des résineux (90 %) est constitué par des trachéides axiales ¹ qui remplissent le rôle de conduction de la sève brute et le rôle de soutien mécanique (Trouy, 2015). Le bois du genévrier de Phénicie est homoxylé ² à duraminisation ³ visible. Sa densité est égale à 0.855 kg dm⁻³ (Lavisca et *al.*, 1989).

1.3.1.4. Odeur

Le bois de genévrier de Phénicie est très odorant à cause de la présence d'oléorésine au niveau du parenchyme vertical (Rameau et *al.*, 2008). Cette odeur est prononcée et différente de l'odeur de la résine (Trouy, 2015). Cette propriété organoleptique aide à reconnaître l'essence à laquelle appartiennent des arbres morts.

1.3.1.5. Taux de croissance

En général, les individus longévifs à croissance lente semblent être efficaces dans la mise en place de mécanismes de défense qui limitent les agressions causées par les parasites et les ravageurs. Ces arbres ont développé une barrière chimique par allocation d'une partie de leurs ressources à la production de métabolites secondaires tels que les substances inhibitrices ou toxiques pour les pathogènes (Merrill, 1992).

L'odeur puissante et la présence de taches foncées sur les sections transversales de tronc de genévrier de Phénicie témoignent de ces composés dont certains ont été mis en évidence par Runeberg (1960). Le faible taux de croissance peut également contribuer au développement d'une barrière physique en augmentant la dureté du bois (Venet et Keller, 1987).

1.3.1.6. Exigences écologiques

Exigences Climatiques

¹ Trachéides axiales : cellules du bois les plus longues chez les gymnospermes. En coupe transversale, elles sont disposées en files radiales

² Homoxylé : bois constitué de cellules axiales homogènes, c'est à dire uniquement des trachéides et des cellules de parenchyme.

³ Duraminisation : processus de formation du duramen (Site web 1).

Dans le pourtour méditerranéen qui est considéré comme la région à haute diversité des genévriers, les espèces du genre *Juniperus* peuvent s'installer dans les régions à climat dur, et qui se caractérisent par des fluctuations climatiques et des conditions de sécheresse extrême, (Piotto et Di Noi, 2003 ; Adams, 2014), elles sont présentes en régions à bioclimat notamment arides et semi-aride, dans un régime plus continental, dans les zones à précipitations allant le plus fréquemment de 200 à 400 mm/an (Quézel et Gast, 1998), Le genévrier de Phénicie se trouve également sur les dunes stables des zones côtières, ainsi que sur les falaises intérieures et les zones montagneuses, c'est une espèce exigeante en matière de lumière, sur les falaises côtières, cette espèce est exposée aux fortes humidités et le vent marin ainsi que des tempêtes pendant l'hiver et été sec, ce qui met cette espèce dans l'obligation de se développer comme un arbuste court et façonné par le vent (Quézel, 2004 ; Caudullo et Rigo, 2016).

L'adaptation des genévriers dans les climats arides ne l'empêche pas d'être en danger de dépérissement à cause des périodes de sécheresses longues et répétitives, plusieurs espèces ont connus des taux de mortalité élevés à cause des sécheresses persistantes (Körner *et al.*, 2005 ; Gazol *et al.*, 2017).

Le genévrier de Phénicie forme un système racinaire superficiel, à des horizons moins profonds du sol, où les conditions de sécheresse affectent la réserve en eau de façon directe, le sol se dessèche rapidement en mettant les plantes en risque de mortalité élevée (Hoerling *et al.*, 2012 ; Camarero *et al.*, 2010). Ainsi, pour les plantes xérophiles, l'humidité du sol et les précipitations sont des facteurs limitants qui ont une influence sur la germination des graines (Agami, 1986).

Exigences Edaphiques

De façon générale, le genévrier de Phénicie dans le pourtour méditerranéen s'installe à des altitudes comprises entre 1 m et 2400 m, sur substrat caillouteux, sur des sols peu profonds. Sur les falaises, le Genévrier rouge forme des garrigues sur terrains secs rocheux et sols squelettiques et sur substrat calcaire (Quézel et Gast, 1998).

Il y a une prédominance de calcaire, mais la roche granitique, le grès, la serpentine, la roche volcanique, ainsi que les dunes de sable sont également mentionnées comme substrats. Les sols sont généralement rocheux ou squelettiques et peuvent bien pousser à partir des crevasses du substrat rocheux (Abu-Darwish *et al.*, 2014).

1.3.1.7. Répartition géographique dans le monde et en Algérie

Les espèces du Genévrier ont une répartition très inégale, Il est distribué principalement dans deux régions, dans la région méditerranéenne au niveau de l'Albanie, l'Algérie, Andorre,

Bosnie-Herzégovine, Bulgarie, Croatie, Chypre, Égypte (Sinai), France, Grèce, Italie, Jordanie, Liban, Libye, Maroc, Portugal, Roumanie, Espagne, Arabie saoudite, Tunisie et Turquie (Farjon, 2010) et dans les archipels de Macaronésie : îles de canaries et Madère (Fakhech et *al.*, 2018). Le centre d'occurrence de Genévrier de Phénicie est principalement la partie occidentale de la Méditerranée, au niveau de la péninsule ibérique et le Nord-Ouest de l'Afrique (Farjon, 2005).

En Afrique du Nord, il existe six espèces différentes du Genévrier que l'on peut distinguer facilement par la forme des feuilles, des espèces à feuilles en écailles réduites, et des espèces à feuilles étalées-piquantes, parmi les espèces les plus répandues le Genévrier de Phénicie, le genévrier oxycèdre, le genévrier thurifère, ...etc. l'espèce genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*. L) est l'espèce la plus fortement répandue parmi les genévriers de l'Afrique du Nord, elle se distribue depuis les dunes de littorale jusqu'aux limites sahariennes (Meddour et *al.*, 2010) (Fig. 2).



Figure 2 : Carte de distribution de genévrier de Phénicie dans le monde (Caudullo and de Rigo, 2016).

En Algérie, trois espèces du genévrier occupent les dunes maritimes en Oranie, les montagnes des Aurès et l'Atlas saharien où la sécheresse est accentuée, elles sont présentes sous forme de matorrals, ces espèces sont le genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*), le genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), et genévrier thurifère (*Juniperus thurifera*) (Meddour et *al.*, 2010), l'ensemble des espèces *Juniperus phoenicea* et *oxycedrus* occupent selon Boudy (1955) une superficie de 290 000 ha, en 1984 certaines études d'inventaire ont déclaré une superficie de 17504 ha, ce qui confirme le degré avancé de dégradation que subi

ces espèces au point que le genévrier thurifère est devenue espèce rare (Harfouche et *al.*, 2005). Une quatrième espèce rare appelée genévrier commun (*Juniperus communis*), qui sa présence est habituellement à côté de *Juniperus phoenicea* et *thurifera* au niveau des monts de Djurdjura (Meddour et *al.*, 2010).

1.3.2. Genévrier oxycèdre

Le genévrier cade, ou encore oxycèdre est une plante qui appartient à la famille des Cupressacées. Le nom « oxycedrus » provient de deux mots grec « oxys » et « cedros » signifiant respectivement aigu et cèdre, c'est-à-dire « cèdre à feuille épineuse » (Garnier et *al.*, 1961). Il a été décrit par Linné en 1753 sous le nom de *Juniperus oxycedrus*.

1.3.2.1. Systématique du genévrier oxycèdre :

Embranchement: Spermaphytes

Sous-Embranchement: Gymnospermes

Classe: Conifères

Ordre : Coniférales

Famille: Cupressacées

Genre : *Juniperus*

Espèce : *Juniperus oxycedrus* L. (Quézel et Santa, 1962).

1.3.2.2. Description botanique :

Arbre pouvant atteindre 14 mètres, mais dont les dimensions sont en général beaucoup plus modestes (1 à 2 mètres, parfois moins). Écorce grise ou rougeâtre, plutôt rugueuse.

Feuillage persistant se présentant sous forme d'aiguilles. Ces aiguilles, à pointe fine et piquante, sont disposées en verticilles de 3 sur 6 rangs (Photo 4). Leur face supérieure porte deux bandes blanches, ce qui permet de faire la distinction avec le genévrier commun (aiguilles à une seule bande blanche) (Maire, 1953 ; Barrero et *al.*, 1993).



Photo 4 : Feuilles de *Juniperus oxycedrus* (Reille, 2014)

Le genévrier cade est un arbrisseau dioïque, dont les fleurs mâles et femelles ne poussent pas sur la même plante. Les fleurs mâles et femelles forment des petits cônes (Photo 5).



Photo 5 : Arbrisseau de genévrier oxycèdre (Reille, 2014)

Les fruits de genévrier cade sont des cônes bacciformes arrondis ou piriformes, de 6 à 15 mm de diamètre (taille d'un petit pois) (Photo 6). Les cônes femelles prennent peu à peu l'apparence de baies, les écailles se soudant les unes aux autres. Ces cônes arrivent à maturité au bout de deux ans environ, contenant 2 à 3 graines. Cela forme des baies brillantes, brun rougeâtre ou pourprés (Quézel et Santa, 1962 ; Guerra et *al.*, 1987).



Photo 6 : Baies de *Juniperus oxycedrus* (Saule, 2002)

1.3.2.3. Caractéristiques écologiques

Le genévrier cade est le plus courant des genévriers méditerranéens, on le rencontre dans l'ensemble du bassin, dans les garrigues et les maquis Portugal sur tout type de sol, versants rocailloux et pinèdes. Reconquiert friches et espaces brûlés. Il apprécie les lieux arides, sur calcaire ou sur sols acides, où il est fréquemment associé au Pin d'Alep au chêne vert et au chêne kermès (Quézel et Santa, 1962 ; Lebreton et *al.*,1991).

a. Conditions climatiques

Le genévrier oxycèdre exige beaucoup de lumière et de chaleur, il résiste à la sécheresse et sensible au froid (Riou-Nivert, 2001). Il se développe dans les étages méso et supraméditerranéens, en bioclimat subhumide. Il peut apparaître très localement en bioclimat semiaride où il arrive parfois à former des peuplements presque purs, notamment dans les vallées internes du Haut Atlas. Il colonise également les dunes littorales où il est représenté par un type particulier à gros fruits (*J. macrocarpa*) (Quézel et Gast, 1998).

b. Conditions édaphiques

Peu exigeant pour le sol, il se localise surtout sur les sols calcaires (Quézel et Gast, 1998). Selon Seigue (1985) on le trouve sur tous les sols qui ne sont pas marécageux ; il préfère les sols légers, caillouteux, même argileux et les sables.

c. Altitude

Le genévrier oxycèdre est une espèce typiquement de garrigue méditerranéenne, se trouvant en moyenne altitude plutôt de 500 à 1000 m (Laszlo, 2000).

1.3.2.4. Répartition géographique :

Juniperus oxycedrus est une espèce typique de la région méditerranéenne, sa répartition s'étend dans l'Afrique du nord (Maroc, Algérie et la Tunisie). Il se trouve aussi en Portugal, en Portugal, en Portugal, en Turquie, dans la péninsule Balkanique et aussi dans l'Est du Caucase et au Nord de l'Iran. C'est une espèce qui se développe sur des pentes sèches, mais aussi sur les dunes. Elle apprécie les lieux arides, rocaillieux, sur calcaire ou sur sols acides, où il est fréquemment associé au chêne vert et au chêne kermès (Farjon, 2005).

Cette espèce comprend cinq sous espèces qui diffèrent selon leurs habitats, le diamètre des cônes et la largeur des aiguilles : subsp. *Macrocarpa*, subsp. *Badia*, subsp. *Transtagana* et subsp. *Oxycedrus* (Klimko et al., 2007) et subsp. *Rufesens* (Medini et al., 2009).

En Algérie, Quézel et al. (1962) ont mentionné que le *Juniperus oxycedrus* est très répandu. Il est commun dans le secteur des hauts-plateaux (Oranais, Algerois et Constantinois) et aussi dans le secteur de l'Atlas Saharien.

Cette espèce est très répandue en Algérie. Son bois homogène et à grain fin est employé en ébénisterie et pour la fabrication des crayons. Il est assez apprécié pour le chauffage et donne un charbon de bonne qualité. On en extrait, par distillation, l'huile de Cade, produit pharmaceutique (Quézel et Santa, 1963).

1.3.2.5. Utilisation :

Le bois du genévrier est dur et résistant à la rupture, il est très apprécié des indigènes en raison de la rectitude de ses perches qu'ils utilisent en grande quantités pour leurs habitations.

Il donne un bon combustible et fournit un goudron végétal : l'huile de cade utilisée en médecine est extraite par distillation du bois des vieux arbres, mais surtout des racines (Boudy, 1950).

L'huile de cade, par ses propriétés antiseptiques, antiparasitaires et acaricides, fut employée en médecine vétérinaire. Jusqu'au dix-neuvième siècle, l'huile de cade était employée contre la gale, les teignes, et l'eczéma des animaux (Porte, 1994). Lorsque des animaux présentaient des symptômes de gale, l'huile de cade était appliquée sur les zones touchées par les acariens (Demodex ou Sarcoptes scabiei).

A côté de la médecine vétérinaire, l'huile de cade fut largement employée en médecine humaine. Son champ d'application était large car elle pouvait être prescrite aussi bien dans le

traitement de maladies pulmonaires que pour des douleurs dentaires ou certaines maladies oculaires (Chuyen, 1985).

2. La germination des graines

La germination d'une graine est définie comme étant la somme des événements qui commencent avec l'imbibition et se termine par l'émergence d'une partie de l'embryon, généralement la radicule, à travers les tissus qui l'entourent (Bewley, 1997).

La germination correspond à l'étape par laquelle une semence en vie ralentie « se réveille » et donne naissance à une plantule. Ce passage met en jeu des mécanismes physiologique complexes qui sont assez bien identifiés aujourd'hui. Evenari (1957) propose la définition suivante : la germination est un processus dont les limites sont le début de l'hybridation de la semence et le tout début de la croissance de la radicule. D'autres auteurs comme (Harrington, (1962) ; Istambouli, (1976) ; Douay, (1980) et Aissa, (1981) *in* Bouallem, 2015) considèrent qu'il y aura une germination quand la pointe de la radicule s'allonge et devient visible à l'œil nu, elle est légèrement recourbée vers le bas manifestant son géotropisme positif. Ensuite, quand la racine a pris un développement suffisant, la jeune plante s'alimente dans le sol comme un végétale adulte (Cuisance, 1987).

La germination se distingue par quatre phases :

- Une phase d'imbibition (gonflement de la graine) ;
- Une phase d'activation (augmentation de la respiration) ;
- Une phase de mitose ;
- Une phase finale marquée par l'élongation de la radicule.

Ces deux dernières phases correspondent à la phase de l'augmentation de la taille et la division des cellules qui provoquent l'apparition de la radicule (Audinet, 1993).

2.1. Facteurs affectant la germination et la vigueur des graines

La qualité germinative d'une semence est fonction de son génome mais aussi de multiples facteurs regroupés en quatre catégories : les facteurs avant la récolte, (les facteurs après la récolte et les facteurs de la germination). L'espèce, la taille ou le poids des semences sont quelques-uns des facteurs génétiques qui peuvent avoir une influence sur la qualité germinative des semences les facteurs avant récolte correspondent au climat (température, pluie et lumière). Concernant les facteurs de la récolte, c'est certainement le stade de maturité des semences au moment de leur récolte qui intervient principalement dans la germination (Bradford, 1995).

D'après Come (1970), les facteurs de la germination, c'est-à-dire ceux qui interviennent au moment de la germination, sont nombreux. En fait, c'est l'influence combinée de ces différents facteurs qui rend possible ou non la germination. La germination de la graine dépend (Bradford, 1995).

*Des conditions externes liées aux facteurs de l'environnement.

*Des conditions internes liées à l'état physiologique et à la caractéristique de la graine.

2.1.1. Conditions externes

a. La température : Une température convenable est nécessaire à la germination, pour chaque espèce végétale. Il existe une température optimum, minimum, en –dessous et au de seuil (minimum, et maximum), la germination n'est plus possible (celle du Pistachier d'Atlas) (Come, 1970 ; Kadik, 1987 ; Aoudinet, 1993).

b. L'oxygène : nécessaire à la respiration (Bassington, 1959 *in* Mazliak, 1982).

c. La lumière : la quantité de la lumière reçue par une graine dépend de sa position dans le sol, des caractéristiques de l'enveloppe de la graine et de toutes les autres structures de sol se comportent différemment des graines enterrées à différentes profondeurs dans le sol (Atwell et *al.*, 1999).

d. L'eau : Nécessaire à l'hydratation de la graine et à la reprise des activités métaboliques (trop d'eau empêche cependant la germination : asphyxie). La première étape de la germination est la phase d'absorption de l'eau par la graine. Une semence ne pourra germer que si l'embryon a la possibilité de s'imbiber, c'est l'eau qui lui provient à travers les enveloppes similaires. La présence d'un épiderme non mouillant ou de couches cellulaires imperméable s'opposent parfois à la pénétration de l'eau dans les enveloppes ; cette semence est dite dure comme le cas de nos deux espèces (Come, 1975).

e. Effet d'inhibiteurs

Les inhibiteurs de germination sont essentiellement des acides organiques à court chaînes, des acides aromatiques et des huiles essentielles (Come, 1970). Les inhibiteurs de la germination ont un rôle physiologique mais surtout écologique, ils permettraient l'étalement de la germination, toutes les semences libérés ne germent pas en même temps, la survie de l'espace serait ainsi assurée si les conditions climatiques défavorables risquent de tuer les jeunes plantules (Come, 1970).

2.1.2. Conditions internes

a. Taille des graines

La croissance et le rendement de plantes sont affectés par la taille de la graine. Les graines de grande taille donnent la meilleure capacité et vitesse de germination (Moles et Westoby, 2006). Les espèces qui ont des petites graines germent généralement dans une gamme étroite de température (Bell et *al.*, 1995). La taille des semences influence aussi leur capacité germinative (Come, 1970).

b. Age des graines

La vigueur de la graine diminue pendant le stockage (Lovato et Balboni, 2002). Le vieillissement des graines retarde l'apparition de la radicule, la croissance des jeunes plantes et augmente le développement de jeunes plante anormales (Veselova et *al.*, 2003). La vigueur de la graine peut diminuer ou disparaître par le vieillissement (Zeng et *al.*, 1998). Les températures élevées pendant le stockage peut entraîner le développement des maladies cryptogamiques qui vont détériorer les graines (Turnbull et Doran, 1987).

c. Origine géographique

En foresterie, la notion de provenance (Race géographique, écotype) s'applique à la population d'arbre dans un lieu donné. D'origine, elle désigne la population différenciée à l'intérieur de l'espèce (Colaham, 1964 ; Lacaze, 1993). Le choix des provenances les plus adaptées est l'un des facteurs qui influent sur l'établissement et la production d'une plantation (Calaham, 1964).

2.2. La dormance

Lorsque des graines arrivées à maturité sont placées dans des conditions optimales de température, d'humidité et d'oxygénation pour leur croissance et qu'elles ne germent pas, plusieurs types de causes sont à envisager : la dormance (Mazliak, 1982).

On définit la dormance d'une semence comme une inaptitude à germer correctement lorsque toutes les conditions de l'environnement sont apparemment favorables : présence d'eau, bonne oxygénation, température excellente (Mazliak, 1982).

La majorité des auteurs l'emploient indifféremment pour désigner l'état physiologique dans lequel se trouve une semence ou un embryon, soit qu'ils sont placés dans des conditions favorables à leur germination ou non (Come, 1975). Deux groupes de dormances sont

classiquement admis, à savoir l'inhibition tégumentaire et la dormance embryonnaire. Dans le premier cas, les embryons isolés (séparés des téguments) germent très bien dans des conditions de germination où les semences ne germent pas ; il s'agit alors d'une action inhibitrice des enveloppes séminales, qui empêchent le passage de l'eau ou de l'oxygéné. Dans le second cas, même isolés, les embryons ne germent pas ; il s'agit alors d'une incapacité des embryons à germer, qualifiée de dormance embryonnaire (Boualem, 2015).

Il existe deux sortes de dormances :

- 1- La dormance exogène ou tégumentaire (imperméabilité à l'eau, présence d'inhibitrice résistance à la croissance de l'embryon du péricarpe ou des téguments).
- 2- La dormance endogène ou embryonnaire développement incomplète de l'embryon, germination bloquée par des facteurs internes (Suska et *al.*, 1994).

2.3. La levée de la dormance

Dans les conditions naturelles l'exposition au froid peut lever la dormance des graines. Artificiellement, elle peut être levée par des traitements physiques (stratification et scarification) ou hormonales (régulateurs de croissance) (Suska et *al.*, 1994).

2.3.1. La scarification

On appelle « scarification » tout procédé qui consiste à érafler, altérer mécaniquement ou amincir les téguments afin de faciliter les échanges entre l'embryon (siège de la gémation) et l'environnement (Hartmann et *al.*, 1997).

Les différents tissus entourant l'embryon peuvent, en effet, avoir un effet inhibiteur sur la germination des graines à différents niveaux : en interférant avec l'absorption d'eau et les échanges gazeux ; en exerçant une contrainte mécanique à la croissance physique de l'embryon ; empêchant la disparition des inhibiteurs embryonnaires (Ren et Kermodé, 1999). Trois types de traitements sont généralement employés pour scarifier les graines : la scarification mécanique, incluant souvent l'utilisation de papiers sablés, chimique à l'aide de l'acide sulfurique et thermique à l'eau bouillante (Hartmann et *al.*, 1997).

2.3.2. La stratification

La stratification est une technique employée principalement pour lever la dormance primaire morphologique physiologique et morpho-physiologique (Geneve, 2003).

Le processus de la stratification consiste à incuber les graines en conditions humides et à température basse (0-10 °C). La température optimale est de 4°C pour beaucoup d'espèces.

L'efficacité de la stratification est variable selon l'espèce (Andersson et Milberg, 1998 ; Vincent et Roberts, 1977). La stratification joue un rôle dans la transformation de réserve nutritives à la forme soluble, la promotion de la synthèse de GA, (Moore et *al.*, 1994). L'augmentation de la perméabilité du tégument et la maturité de l'embryon (Hennion et Walton, 1997) et la promotion de l'émergence de la radicule par l'affaiblissement des structures environnantes (Downie et *al.*, 1997).

2.3.3. Test de froid

Boualle. (2014) montre que les essences tempérées manifestent rarement une dormance morphologique, il arrive beaucoup plus souvent que leurs semences, pourtant parfaitement développées au moment de la dispersion ou de la récolte, ne puissent pas germer immédiatement pour des raisons physiologiques. Le prétraitement le plus indiqué pour lever cette dormance physiologique consiste à reproduire les conditions d'hivernage auxquelles les graines sont soumises dans la nature, c'est-à-dire stratification au froid. Outre qu'elle contribue à lever la dormance physiologique, la stratification au froid diminue la sensibilité des graines dormantes à l'égard des conditions optimales d'éclairement et de température, ce qui a pour effet d'augmenter et d'uniformiser la germination pour un grand nombre de conditions.

2.3.4. L'ornithochorie

Les baies des espèces du genre *Juniperus* L. sont très riches en résine et en huiles essentielles (Adams, 1998), elles fournissent pour les oiseaux biodisséminateurs (grives, merles, etc.) l'énergie nécessaire à la migration printanière (Ryallcamp; Briggs, 2006 ; Rumeu et *al.*, 2009). Par conséquent, des hybridations des sous-espèces peuvent très bien se produire dans ces zones de contact. Cependant, dans les plantes fructifères charnues, les frugivores jouent un rôle important dans l'efficacité de la dispersion des graines sur des micro bioclimats disponibles (Schupp, 1993). Cette dispersion augmente le flux de gènes et affecte certainement la structure génétique intra et inter populations (Ouborg et *al.*, 1999). Les oiseaux représentent le premier vecteur de la dispersion des graines pour de nombreuses espèces végétales, ce qui contribue à leur migration sur de longues distances (Whittaker & Fernández-Palacios, 2007).

En outre, de nombreux travaux (Herrera, 1982 ; Debussche, 1988 ; Debusschecamp; Isenmann, 1989 ; Compton et *al.*, 1996 ; Trécacamp; Tamba, 1997) ont montré que les

caractéristiques physiques des fruits charnus (taille, coloration, nombre des graines, etc.) s'expliquent par les pressions sélectives des vertébrés disséminateurs, notamment les oiseaux. D'ailleurs, pour les espèces du genre *Juniperus* L., Grant (1980) a signalé l'effet de la bonne dispersion des graines par ornithochorie sur la variabilité des populations de *Juniperus* en contraste avec celles de *Cupressus*. En Algérie, le travail de Milla et *al.* (2013) a démontré le comportement trophique des oiseaux sur la diversité des fruits charnus du Sahel algérois incluant le *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* (Guss.) Arcang., selon la couleur, le volume et le nombre de graines.

2.3.5. L'endochorie

Les graines récoltées dans des excréments des animaux possèdent un taux de germination supérieur à celui obtenu après scarification manuelle. Il est très possible que les animaux sélectionnent les meilleures galbules, c'est-à-dire ceux qui sont bien développés et ne sont pas parasités. Ce mécanisme a été mis en évidence par Garcia et *al.* (1999) sur le genévrier commun (*Juniperus communis*) en Espagne. Le merle à plastron et la grive draine évitent les fruits verts, avortés ou infestés par un insecte consommant la pulpe. Ils recrachent les fruits attaqués par un insecte consommant la graine. De plus, le passage des graines par le tube digestif des animaux améliore la germinabilité des graines (Traverset, 1998 ; Traverset et *al.*, 2001).

*Matériel et
méthodes*

3. Matériel et méthodes

3.1. Présentation de la région d'étude

3.1.1. Situation géographique

La région d'Aflou est située dans une vallée au cœur du massif du djebel Amour, au nord-ouest culmine Djebel Sidi Okba à 1609 mètres. Bâtie à 1400 m d'altitude, elle fait partie des villes les plus élevées d'Algérie. La ville d'Aflou se trouve à 406 Km d'Alger et à 110 Km à l'ouest de Laghouat. La commune d'Aflou est limitée au Nord par Sidi Bouzid, au sud par Tbouda, à l'est par Oued Morra et Oued M'zi et au Sud-ouest par El Ghicha et Sebgag (C.D.F., 1998) (Fig. 3).

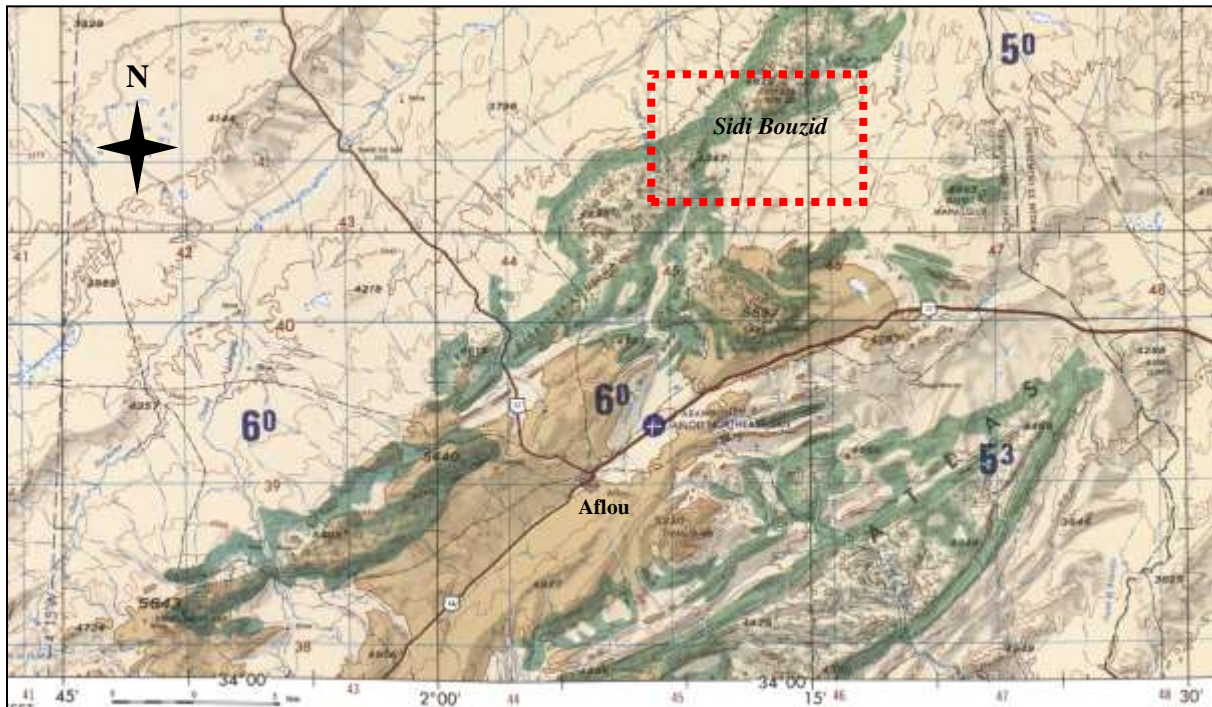


Figure 3 : Localisation géographique de la région d'Aflou (Extraire de la carte topo. 1973)

3.1.2. Nature du sol

Les sols de la région d'Aflou sont un peu humifères : les uns sont riches mais la plupart en sont dépourvus des sols (en équilibre) ou des sols (insaturés) en fait des terres sableuses, légères et pauvres non seulement en calcaires mais aussi en acide phosphorique. Dans le sud de la région les formations sableuses du tertiaire continental représentent un aquifère intérieur lorsqu'elles atteignent une épaisseur importante (Stamboul, 2006).

2. 1.3. Géologie

La région se caractérise par formation litho-stratigraphiques dont les formations du secondaire sont celles qui affleurent dans cette région : le jurassique et le créacé (Stamboul, 2004).

3.1.4. Géomorphologie

Les zones arides manifeste une ressemblance géomorphologique qui peut être considérée comme une expression synthétique de l'interaction entre les facteurs climatiques et géologique c'est le cas des steppes Sud Algéroise qui comptent ma zone d'étude (Aidoud, 1984).

Les formes géomorphologiques rencontrées sont les suivantes :

a) Reliefs

C'est l'ensemble des inégalités de la structure terrestre, liées à la tectonique et sculptées par l'action combinée de l'eau, du gel et du vent (Aidoud, 1984). Ces reliefs sont l'endroit le plus colonisé par les deux espèces d'étude; le genévrier de Phénicie et l'oxycèdre (Quézel et *al.*, 1962 ; Quézel et Gast, 1998).

b) Surfaces plus au moins planes

Les glacis : surface d'érosion en pente douce, développées dans les régions semi-aride au pied des reliefs (Pouget ,1980).

Les Terraces : ce sont des formes alluviales, localisées dans les bas fonds et constituent des terrains agricoles, elles peuvent être aménagées vu la profondeur du sol et les eaux qu'elles reçoivent par ruissellement (Pouget, 1980).

3. 1.5. Hydrogéologie

Au niveau du synclinal d'Aflou, toutes les études réalisées ont confirmé la présence d'un aquifère très important dans les formations gréseuses du Continental Intercalaire (Stamboul, 1983). Cet aquifère multicouche (aptien -albien – barrémien) forme la principale source d'eau potable dans la région d'Aflou (Rahmani, 1999). Cependant la région de Laghouat se caractérise par un faible potentiel en eau ; on distingue trois systèmes aquifères, à savoir : la nappe phréatique du quaternaire, le complexe terminal et le continental intercalaire (Khadraoui, 2004).

3. 1.6. Réseau hydrographique

D'après Dahmani (2017) il y a :

a) Oued Sebgag

À 20 km à l'ouest d'Aflou, il existe un certain nombre de source pérennes donnant naissance à l'Oued Sebgag qui reçoit en aval plusieurs affluents pour former l'Oued Touil, puis l'Oued Cheliff. Son parcours est de 10 km et son bassin versant recouvre une superficie 1265km².

b) Oued Seklafa

Situé au sud-est d'Aflou, il constitue l'affluent le plus important de l'Oued M'Zi (d'une longueur de 40 km, il draine un bassin de 775.6 km².c'est un niveau des grés du Barrémien-aptien-albien et des calcaires du jurassique que jaillissent a débit très faible et variable les sources de l'Oued Morra dont la plus importante est l'Ain Arar (environ 4 l/s).

c) Oued Sidi Naceur

L'Oued Sidi Naceur prend naissance au niveau de la terminaison Nord occidentale du Djebel Amour (dans la région d'El-Bayad). Plusieurs émergences contribuent à son alimentation, en particulier les sources d'Hadj Mecheri et Sidi Naceur. L'écoulement s'effectue du Sud-ouest vers le nord-est avec un parcours de 120 km. Le bassin versant limité au Nord par celui du chott chergui couvre une superficie de 1972 km².

3.1.7. Caractéristiques climatiques et bioclimatiques

D'après Djebaili (1984) le climat est l'un des facteurs les plus déterminants du milieu naturel, notamment dans le développement du couvert végétal.

3.1.7.1. Pluviosité

Pour le végétal, l'eau utile est celle disponible durant son cycle de développement. Autrement dit, la répartition des pluies est plus importante que la qualité annuelle des précipitations (Djebaili, 1984).

Les mois les plus pluvieux sont : novembre (34,91 mm) et septembre (31,61 mm). Les précipitations annuelles sont de l'ordre de 286,32 mm (Tab.2)

Selon Quézel et Gast (1998), cette précipitation est favorable pour l'installation des deux espèces de genévriers dans la région.

Tableau 2 : Répartition des précipitations moyennes mensuelles de la région d’Aflou (2001-2017) Office national de météorologie (2018).

Année 2001-2014													
Mois	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D	Moy
P(mm)	29,54	28,94	26,25	31,42	24,49	12,05	12,18	8,37	31,61	22,99	34,91	23,59	286,32

3.1.7.2. Température

La température est un facteur limitant d’une grande importance car elle conditionne l’ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés dans la biosphère (Ramade, 1984).

La température moyenne annuelle est de 14,86 °C avec un maximum en juillet (26,4°C) et un minimum en janvier (5,05°C) pour notre région (Tab. 3).

Tableau 3 : Températures moyennes mensuelles de la région d’Aflou (2001-2017) Office national de météorologie (2018).

Mois	Jan	Fév.	Ma	Av	My	Jun	Juil	Ao	Sep	Oct	No	De	Annuel
m °C	0,3	1,3	4,05	5,6	10,7	16,9	18,4	18,5	14	9,9	4,5	1,6	
M°C	9,8	11,8	15,9	17,2	24,3	30,5	34,4	33,2	26,8	21,6	14,5	10,8	
Temp. Moy.	5,05	6,55	9,98	11,4	17,5	23,7	26,4	25,85	20,4	15,75	9,5	6,2	14,86

Le genévrier de Phénicie se développe dans des conditions thermiques de -12 °C jusqu’à 45°C dans les zone arides (Sebastian et Bagnouls, 1965).

3.1.7.3. Neige

La neige joue un rôle important dans la constitution des réserves hydriques souterraines (infiltration lente). Elle est caractéristique des zones nord de la wilaya, en particulier les hauteurs des monts de djebel Amour, le nombre de jours de neige diminue naturellement du Nord vers le sud (Seltzer, 1946).

3.1.7.4. Gelée blanche

En raison de l'altitude élevée qui dépasse les 1400m, les gelées blanches peuvent apparaître dès le mois d'Octobre disparaissent à la mi-avril (Tab. 4).

Tableau 4 : Répartition de la gelée en jour/an (2001-2017) pour la région d'Aflou

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jui.	Jul.	Août.	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Total
Nbr de jours	16,5	12,7	9	4,15	0	0	0	0	0	2,25	12.5	14.5	69,8

Dans la région, il gèle en moyenne 69,8 j/an. Le mois de décembre et janvier sont les plus agressifs avec une fréquence de 14,5 et 16,5 jours / mois respectivement.

La topographie influe considérablement sur la fréquence et l'intensité des gelées. Elles sont beaucoup plus observées dans les bas-fonds que sur les sommets des versants, en raison de la forte ventilation qui s'y produit et qui permet le renouvellement en permanence de la couche d'air au contact avec le sol.

3.1.7.5. Vent

Les vents dominants en période hivernale sont de secteur Ouest à Nord-ouest ce qui favorise le déplacement des nuages venant du nord, en période estivale ce sont les vents chauds et desséchants d'Est et Sud-est qui sont dominants. La vitesse des vents est en moyenne annuelle de 4.93/s à Aflou (Seltzer, 1936). D'après Sebastian et Bagnouls (1965), la résistance des génévriers au vent est très remarquable.

3.1.7.6. Sirocco et vent de sable

Le Sirocco est un vent chaud et sec, d'origine saharien et se dirige vers le sud-ouest ; il crée une atmosphère lourde et sèche qui peut provoquer de nombreux dégâts aux cultures (B.N.E.D.E.R, 2006), les vents de sable qui impliquent une érosion éolienne, sont fréquents dans la région et soufflent pratiquement tout le long de l'année, ils sont beaucoup plus fréquents au mois de mai et au mois de Septembre. Donc les vents des sables au printemps et le sirocco en été constituent une contrainte et peuvent causer des dégâts aux cultures (B.N.E.D.E.R, 2006). Le vent est l'un des aspects climatiques les plus importants dans l'étude des régions arides par son action d'érosion et de déplacement de sable.

3.1.8. Synthèse climatique

3.1.8. 1. Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

Il permet de comparer l'évolution des valeurs des températures et précipitation. Ce diagramme permet aussi de visualiser la durée du déficit pluviométrique ou la période sèche. La période sèche pour la région d'Aflou s'étale sur presque six mois, du début du mois de mai jusqu'au début d'octobre (Fig. 4). Cette période est considérée comme la période difficile pour les végétaux qui rentrent en état de stress (Bagnouls et Gaussen, 1953).

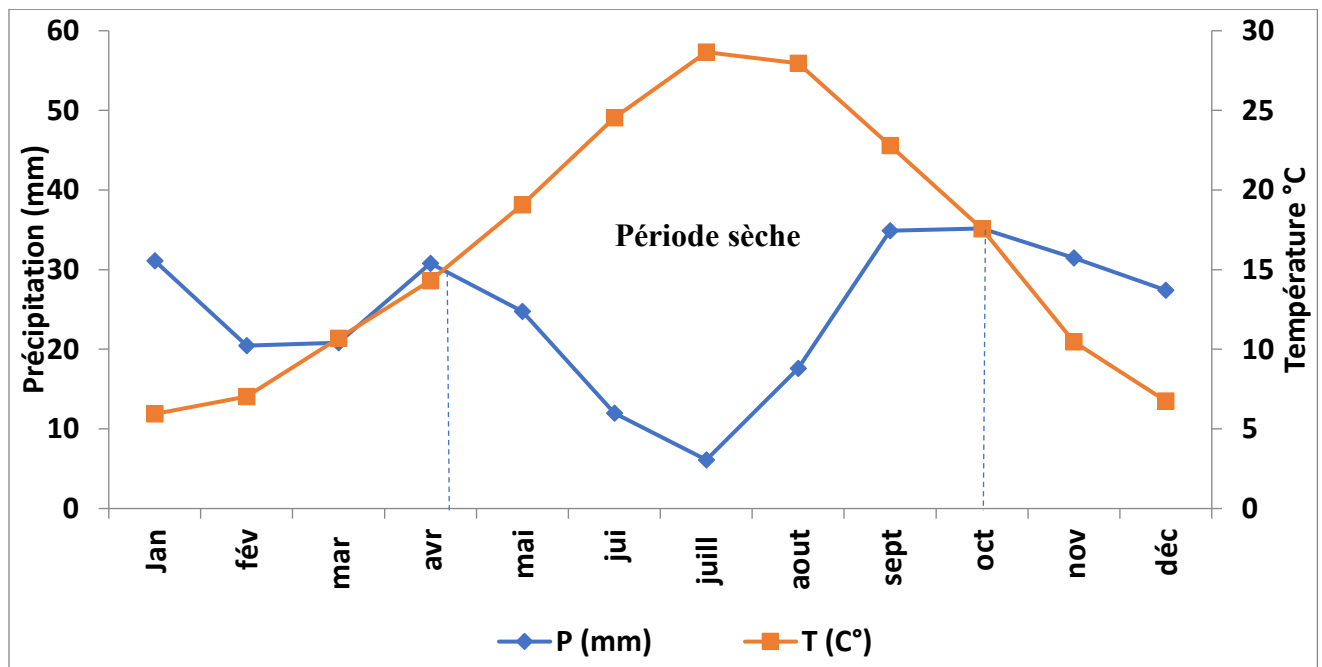


Figure 4 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la station d'Aflou (2001-2017)

3.1.8. 2. Climagramme d'Emberger :

Selon Emberger (1950), l'indice d'Emberger se fonde sur le critère lié à la précipitation annuelle moyenne (P en mm), à la moyenne des minima des températures du mois le plus froid de l'année (m) et à la moyenne des maximal du mois le plus chaud (M), selon la formule de Stewart (1969) suivante :

$$Q_3 = 3,43. P/M-m$$

Q₃ : quotient pluviométrique.

P : précipitation moyennes annuelles (mm). Pmm= 286,32mm.

M : température moyenne maximale du mois le plus chaud (°C). (M= 34,4°C)

m : température moyenne minimale du mois le plus froid (°C). (m=0,3°C)

La valeur quotient pluviométrique d’Emberger de la région d’Aflou $Q_3=28,80$ et une variante thermique (m) de $0,3^\circ\text{C}$. Donc on peut classer Aflou dans l’étage semi-aride avec un hiver frais (Fig. 5).

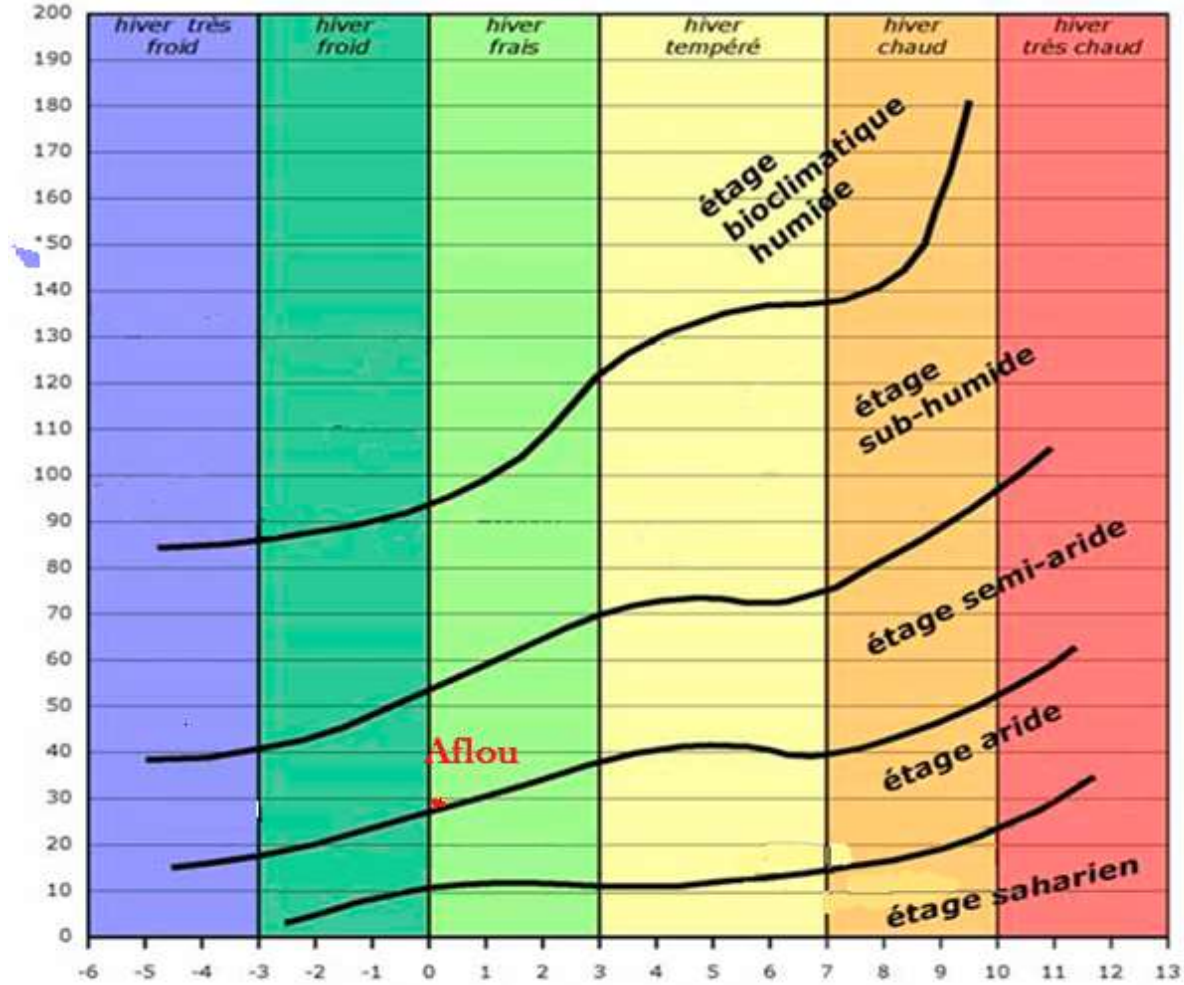


Figure 5 : Climagramme d’Emberger pour la région d’Aflou (2001-2017).

3.1.8.3. Indice d’aridité de De Martonne

Cet indice prend en considération les précipitations et les températures annuelles. L’indice d’aridité annuel de De Martonne s’exprime par la formule : $Id=P/(T+ 10)$ dans laquelle P est la hauteur annuelle des précipitations (en mm) et T, la température moyenne annuelle (en °C) (Prévost, 1999).

Le calcul de l’indice d’aridité de De Martonne ($Id= 11,51$) a permis de classer la région d’étude sous un climat Semi-aride (Tab. 5).

Tableau 5 : Valeurs de l'indice d'aridité (I) et bioclimats correspondants

Valeur de l'indice	Type de bioclimat
$0 < I < 5$	Hyperaride (HA)
$5 < I < 10$	Aride (A)
$10 < I < 20$	Semi-aride (SA)
$20 < I < 30$	Subhumide (SH)
$30 < I < 55$	Humide (H)
$I > 55$	Perhumide (PH)

3.2. Méthodologie

Afin de réaliser les essais de germination, nous avons utilisé des galbules des deux espèces issues de la région de Sidi Bouzid (Nord d'Aflou). Les graines ont été extraites de ces galbules récoltées au hasard en février 2022. Un nombre de 500 galbules pour chaque espèce a été utilisé, dans un premier temps pour caractériser la biométrie des deux espèces. Nous avons aussi compté le nombre de graines contenues dans chaque galbule des deux espèces.

Les mesures biométriques ont concerné à la fois les galbules par mesure de leur hauteur entre le pédoncule et la base et de leur largeur à l'aide d'un pied à coulisse électronique de précision (0,01mm), ainsi de leur poids à l'aide d'une balance de précision (0,001g) (Fig. 6). Les mêmes mesures ont été réalisées sur les graines extraites des galbules pour chacune des deux espèces.

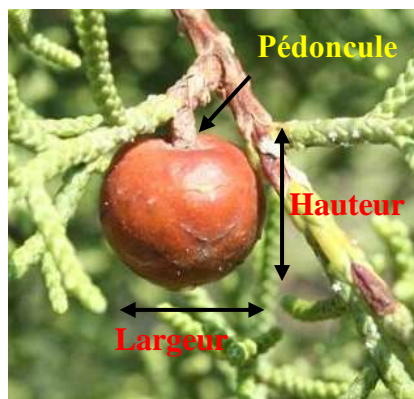


Figure 6 : Mesures biométriques sur la galbule

Les graines vides ont été éliminées par flottation dans l'eau (quelques minutes) de façon à ne garder que des graines pleines. Ensuite, les graines ont été séparées en plusieurs lots auxquels divers traitements ont été appliqués afin de lever leur dormance (Come, 1970).

Les graines traitées sont mises à germer dans des boîtes pétries en plastique avec un papier absorbant imbibé par de l'eau distillée, à raison de 1000 graines extraites des galbules de chaque espèce.

Les tests de germination ont commencé d'abord avec les galbules (150 galbules de chaque espèce) réparties entre 60 boîtes de pétries pour l'ensemble des tests à raison de trois répétitions pour chaque test.

Après extraction des graines de l'intérieur de chaque galbule, elles ont été stérilisées en utilisant un bain d'eau de javel 10 % durant 5 minutes puis rincées plusieurs fois à l'eau distillée. Les mêmes tests ont été appliqués sur ces dernières. Les principaux tests réalisés sont :

- **Témoin** : Graines ne subissant aucun traitement jouant la fonction de témoin (Zine El Abidine et *al.*, 2003).
- **Traitements mécaniques** : scarification légère au papier verre afin d'user leur tégument (Mandin, 2020).
- **Traitements chimiques** :
 1. **Eau oxygénée** : mettre les graines dans un petit bécher contenant l'eau oxygénée à 30 volume pendant 5 minutes (Mandin, 2020).
 2. **Acide sulfurique** : L'acide sulfurique concentré (96%) est le produit chimique le plus fréquemment employé pour lever la dormance tégumentaire. Ce test est pour certaine essence, plus efficace que le traitement à l'eau chaude (Kemp, 1975). Les graines ont été trempées dans l'acide sulfurique (H_2SO_4) durant 15 minutes puis, elles sont rincées par l'eau distillée, trois fois pendant 5 minutes.
 3. **Lavage à l'alcool** : à 90° avec agitation magnétique pendant 5 minutes (Mandin, 2020).
- **Imbibition** : Tremper les graines dans l'eau. Ce traitement par voie humide permet de combiner les effets du ramollissement des téguments durs et du lessivage des inhibiteurs chimiques (Boualem, 2014).
 - Deux temps d'imbibition ont été réalisés :
 1. Imbibés dans l'eau pendant 4 jours.
 2. Imbibés dans l'eau pendant 8 jours.

- **Test de froid**

La stratification au froid diminue la sensibilité des graines dormantes et non dormantes à l'égard des conditions optimales d'éclairement et de température, ce qui a pour effet d'augmenter et d'uniformiser la germination pour un grand nombre de conditions et de lever la dormance physiologique (Bouallem, 2014).

Les graines ont été mises à une température de 4 °C dans une chambre humide pendant deux temps de stratification à froid :

1. Pendant 30 jours (4 semaines).
2. Pendant 45 jours (6 semaines).

- **Test d'ébullition** : Traitements thermiques à l'eau bouillante, immersion des graines dans l'eau bouillante pendant 5 minutes (Kemp, 1975).

- **Taux de germination (TG)**

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

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

3.3. Analyse statistique

L'analyse statistique descriptive a concerné l'ensemble des paramètres mesurés, les moyennes, l'écart type et les extrêmes ont été signalés (moyenne ± Ecart type (min –max). Ces statistiques sont obtenus par l'utilisation du logiciel Statistix 8 sous Windows et aussi par l'Excel 2007.

Résultats et discussion

4. Résultats et discussion

4.1. Caractérisation biométrique des galbules et des graines

4.1.1. Biométrie des galbules

Les mesures effectuées sur les galbules des deux espèces montrent les résultats mentionnés sur le tableau 6.

La hauteur moyenne des galbules de Phénicie est de $10,57 \pm 0,64$ mm, elle oscille entre 8,72 et 12,53mm. Cependant, celle de l'oxycèdre est de $10,68 \pm 0,65$ mm, elle varie entre 9,22 et 12,53mm. Cette dernière est comparable avec celle des galbules de plusieurs régions littorales et d'intérieur en Algérie ($10,92 \pm 2,16$ mm) (Hafsi et al., 2017), mais avec une différence par rapport aux localités littorales (Zine El Abidine et al., 2003). Les deux hauteurs de galbules dans nos résultats, présentent des coefficients de variation très faibles, simultanément de 5,96% et 6,09% pour le Phénicie et l'oxycèdre (Tab. 6) ce qui témoigne de l'homogénéité des deux échantillons.

Cependant, la largeur moyenne des galbules de Phénicie est de $11,20 \pm 0,66$ mm, elle varie entre 9,67 et 12,87mm, elle est relativement plus importante que celle citée par Mazur et al. (2014) en Europe méditerranéenne ($8,77 \pm 0,96$ mm). Celle de l'oxycèdre est de $10,77 \pm 0,86$ mm, elle varie entre 8,77 et 12,77mm. Nos résultats sont comparables à ceux mentionnés par Hafsi et al. (2017) pour sept populations algériennes ($10,97 \pm 2,01$ mm). Les largeurs des deux espèces étudiées, montrent des coefficients de variation très faibles, simultanément de 5,92% et 7,96% pour le Phénicie et l'oxycèdre (Tab. 6) ce qui témoigne aussi de l'homogénéité des deux échantillons.

Dans l'étude de Hafsi et al. (2017), il a été signalé que les populations du littoral (Taref) montrent des hauteurs et des largeurs nettement plus importantes que celles des régions d'intérieur (Constantine et Sétif) et celles des régions semi arides (Djelfa et Msila).

Le poids de chaque galbule des deux espèces présente un coefficient de variation de 17% pour le Phénicie et 20,18% pour l'oxycèdre. La masse moyenne de la galbule du Phénicie est de $0,62 \pm 0,11$ g et varie entre 0,27 et 0,87g. Elle présente cependant, une moyenne de $0,47 \pm 0,09$ g pour l'oxycèdre et elle varie entre 0,26- 0,76g (Fig. 5). Cette dernière (oxycèdre) est plus importante que celle de la population de la France (0,28g) (Lebreton et al., 1991), celles de la Turquie (0,19g) et du Chypre (0,16g) (Lebreton et al., 1998).

Cependant, en Algérie, Hafsi et al. (2017) rapportent que le poids d'une galbule du littoral

(1,28g) est clairement supérieur à ceux des autres régions du pays qui présentent des masses moyenne de 0,47g.

Tableau 6 : Moyennes des mesures biométriques des galbules des deux genévriers (N=120)

	Paramètre	Moyenne	Ecart type	Min-max	CV%
G. Phénicie	Hauteur (mm)	10,57	0,64	8,72-12,53	5,96
	Largeur (mm)	11,20	0,66	9,67- 12,87	5,92
	Masse (g)	0,62	0,11	0,27- 0,87	17
G. oxycèdre	Hauteur (mm)	10,68	0,65	9,22- 12,53	6,09
	Largeur (mm)	10,77	0,86	8,77- 12,77	7,96
	Masse (g)	0,47	0,09	0,26- 0,76	20,18

Le nombre de graines par galbule chez le Phénicie varie entre 5 et 9 graines. Mazur et *al.* (2014) ont signalé ($7,77 \pm 2,02$) graines par galbule en Europe et Roques et *al.* (1984) mentionnent que le nombre de graines par galbule s'établit à 7,7 en moyenne et citent que : Guyot (1942) le fixe entre 5 et 9, alors que Gaussen (1968) signale une moyenne de 4 à 5 (variation de 3 à 12) et Lemoine-Sebastian (1968) fixe la moyenne à 7,0 graines par galbule dans différentes régions françaises.

Pour l'oxycèdre, le nombre de graines par galbule chez le Phénicie varie entre 3 et 5 graines. Roques et *al.* (1984) rapportent que les galbules d'oxycèdre présentent un nombre moyen de graines de 2,8 oscillant entre 2,0 et 4,4. Ce chiffre concorde avec ceux que citent Lemoine-Sebastian (1968) de 1 à 3 par galbule et Gaussen (1968) de 1 à 4 par galbule.

Quézel et Médail (2003), signalent un nombre de 3 à 4 graines par galbule pour l'oxycèdre.

4.1.2. Biométrie des graines

La mesure morphométrique des graines des deux genévriers a révélé les résultats mentionnés dans le tableau (7).

La longueur moyenne des graines du Phénicie est de $6,34 \pm 0,63$ mm, elle varie entre 3,34 et 7,43mm et est comparable à celle rapportée par Mazur et *al.* (2014) pour quelques populations européennes. Le CV% est faible avec 10,09%. Cependant, la longueur moyenne des graines de l'oxycèdre est de $7,21 \pm 0,57$ mm et varie entre 6,12 et 8,94mm avec un CV% de 7,93%.

La largeur des graines du Phénicie atteint $3,71 \pm 0,64$ mm et oscille entre 3,08 et 6,72 mm avec un CV% de 17,36%. Elles sont plus larges que les graines de quelques populations de Phénicie européen (Mazur *et al.*, 2014 ; $2,58 \pm 0,41$ mm). En revanche, celles de l'oxycèdre présentent une largeur moyenne de $4,55 \pm 0,67$ mm et varie entre 3,56 et 6,36 mm avec un CV% de 14,82%.

La masse moyenne de 100 graines du Phénicie est de $3,02 \pm 0,11$ g, elle varie entre 2,90 et 3,20 g avec un CV% de 3,63%. Celle de l'oxycèdre présente une moyenne de $6,69 \pm 0,29$ g et oscille entre 6,16 et 7 g avec un CV% égale 4,34%.

Tableau 7 : Moyennes des mesures biométriques des graines des deux genévriers (N=500)

	Paramètre	Moyenne	Ecart type	Min-max	CV%
G. Phénicie	Longueur (mm)	6,34	0,63	3,34-7,43	10,09
	Largeur (mm)	3,71	0,64	3,08-6,72	17,36
	Masse de 100 graines (g)	3,02	0,11	2,90-3,20	3,63
G. oxycèdre	Longueur (mm)	7,21	0,57	6,12- 8,94	7,93
	Largeur (mm)	4,55	0,67	3,56- 6,36	14,82
	Masse de 100 graines (g)	6,69	0,29	6,16-7	4,34

Le poids de 100 graines de Phénicie est semblable à celui de plusieurs populations étudiées au Maroc par Zine El Abidine *et al.* (2003).

4.2. Tests de germination

Les tests de germination des galbules des deux espèces de genévriers n'ont donné aucun résultat durant les semaines de suivi.

4.2.1. Taux de germination des graines traitées

L'analyse de la figure (7), illustre que les taux de germination chez les deux espèces est très faible et qui ne dépasse pas dans les meilleurs cas les 6%. Par ailleurs, quatre tests de germination n'ont abouti à aucune germination pour les deux espèces, il s'agit des tests à chaud (ébullition), test à alcool et les deux tests d'imbibition (Fig. 7).

Pour le genévrier rouge, la Scarification mécanique donne le taux le plus important avec 6%, suivi par celle de l'acide sulfurique et de la stratification de 30 jours à 4°C par 4% chacune.

En revanche, la stratification à 45 jours a donné le taux de germination le plus important pour l'oxycèdre par 5%, suivi par celle de la stratification à 30 jours par 4%.

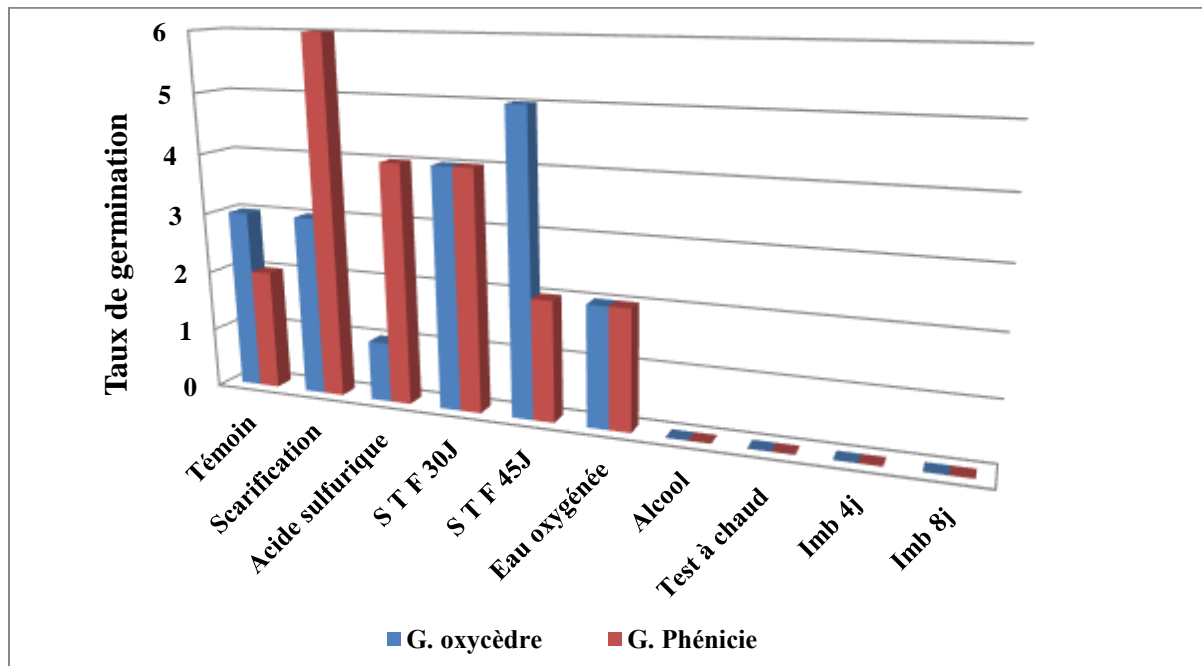


Figure 7 : Taux de germination des deux genévriers pour les différents tests de germination

4.2.2 Témoins

Le suivi des témoins pour les deux espèces a montré une germination de deux graines du Phénicie pendant la troisième semaine et s'y arrêté, et de trois graines de l'oxycèdre durant la huitième semaine de suivi (Fig. 8). Le taux de germination de l'oxycèdre est de 3% et celui du Phénicie est de 2%. A ce moment, plusieurs auteurs ont signalé la difficulté de la germination naturelles des genévriers (Barton, 1951 ; Sebastien, 1958 ; Johnsen et Alexander, 1974, Young et Young, 1992 ; García et *al.*, 2000 ; Muñoz-Reinoso, 2003 ; Mandin, 2010 ; Douaihy et *al.*, 2013) à cause de l'existence d'un tégument coriace, imperméable et résineux, et parfois à cause d'une immaturité embryonnaire et des phénomènes de dormance (Sebastian, 1958, Zine El Abidine et *al.*, 1996).

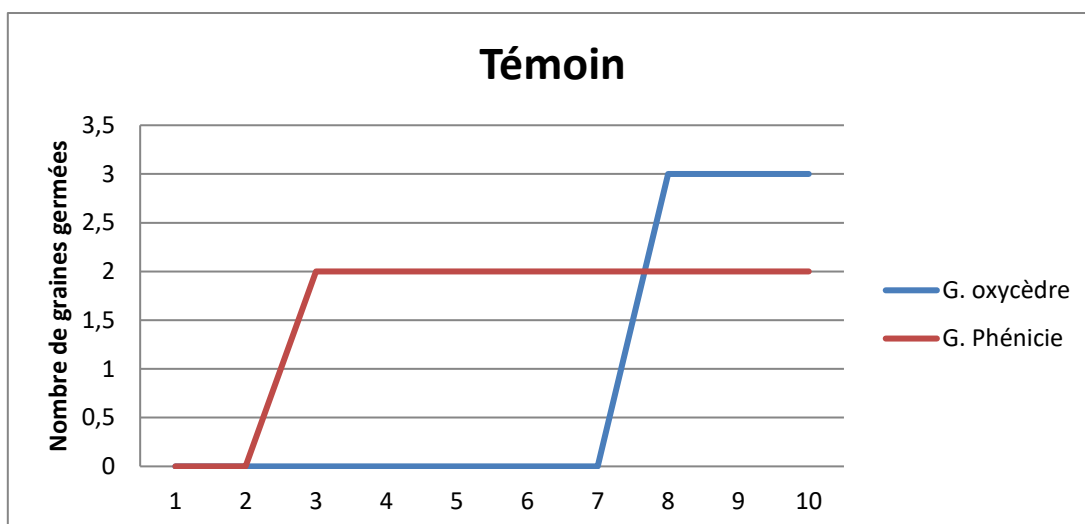


Figure 8 : Cinétique de germination des graines « Témoins » des deux genévriers

4.2.3. Scarification mécanique

La scarification mécanique a permis la germination des graines des deux espèces à partir de la cinquième semaine ; l'oxycèdre a commencé par la germination de trois graines et le Phénicie par deux graines (Fig. 9). Les graines d'oxycèdre ont arrêté la germination dans la même semaine avec un taux de germination de 3%, alors que les graines du Phénicie ont continué leur germination jusqu'à la sixième semaine par six graines avec un taux de germination de 6% (Fig. 9).

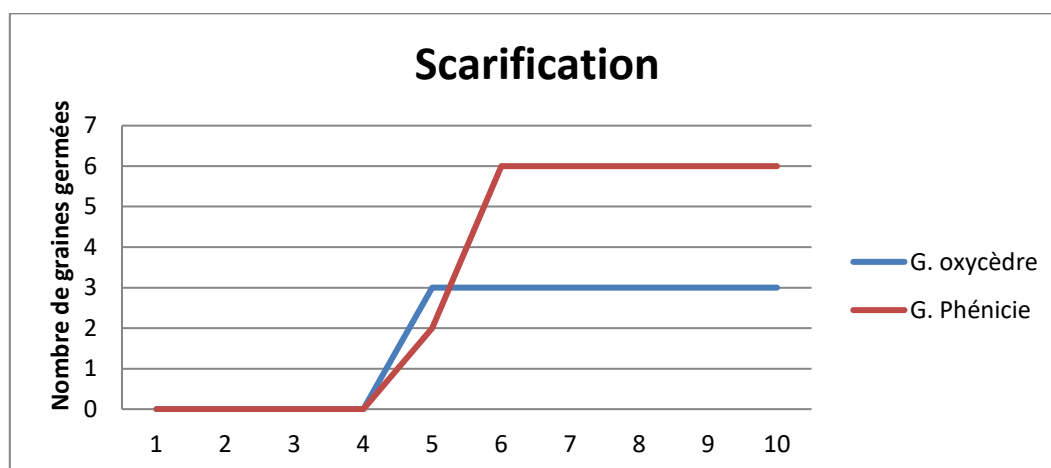


Figure 9 : Cinétique de germination des graines des deux genévriers, sous le test de scarification mécanique.

Comparablement à nos résultats, Mandin (2010) rapporte que la scarification des graines de Phénicie donne un taux de germination entre 0 et 8,5 % en France.

4.2.4. Test de l'eau oxygénée

Le trempage des graines des deux espèces dans l'eau oxygénée pendant 5 minutes a montré une absence totale de la germination des graines de l'oxycèdre durant les dix semaines de suivi. En revanche, celles du Phénicie ont commencé à germer à partir de la deuxième semaine par une seule graine et ont poursuivi la germination jusqu'à la quatrième semaine avec deux graines (Fig. 10). Le taux de germination est nul pour l'oxycèdre et est de 2% pour le Phénicie. Pour cette dernière espèce, Houari (2012) a mentionné un taux de 26,66% dans une région littorale de l'ouest algérien.

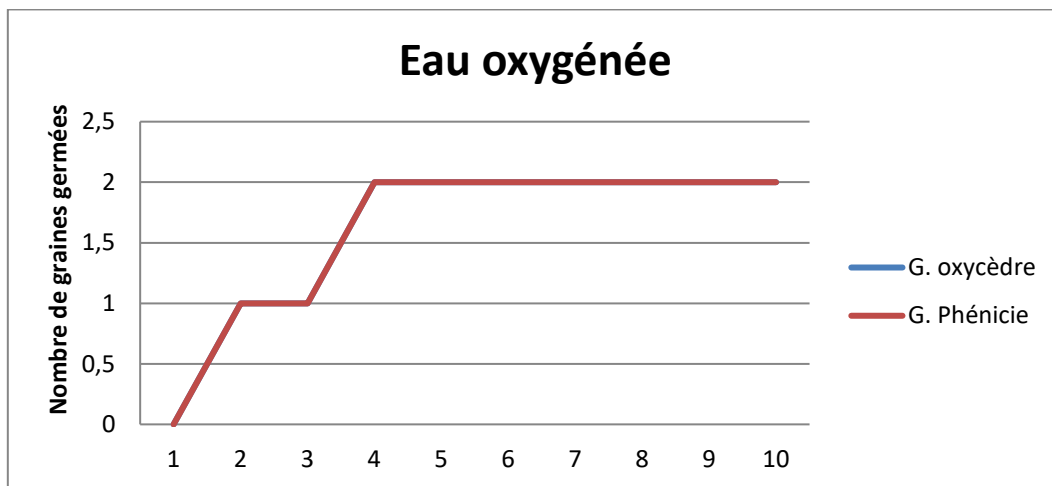


Figure 10 : Cinétique de germination des graines des deux genévriers, sous le test de scarification chimique (Eau oxygénée).

4.2.5. Test de scarification chimique (H₂SO₄)

Le test par l'acide sulfurique a révélé la germination d'une seule graine de G. oxycèdre durant la deuxième semaine avec un taux de 1 % seulement. Cependant, pour le G. de Phénicie, la germination a commencé bien après, dès la cinquième semaine par trois graines et a évolué dans la sixième semaine par quatre graines avec un taux de germination de 4% (Fig. 11).

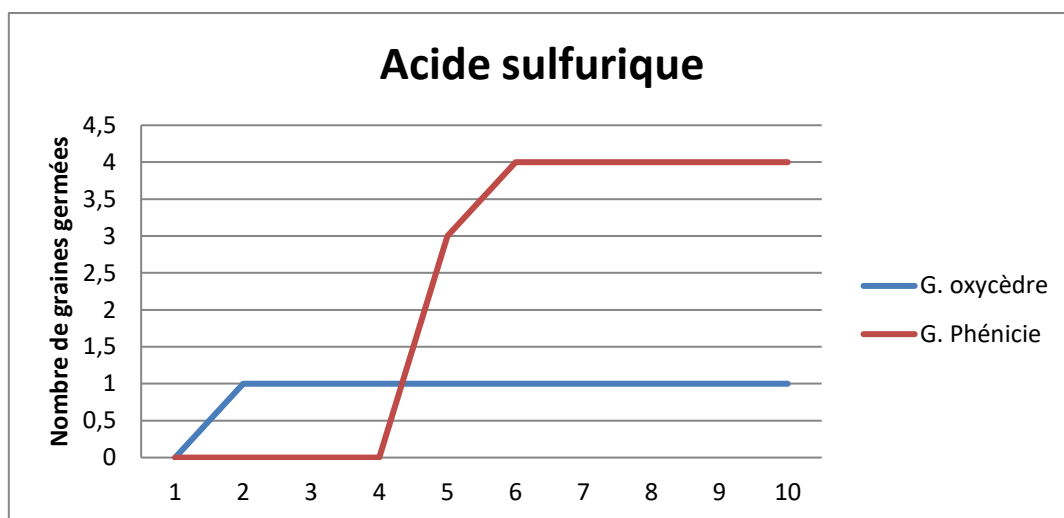


Figure 11 : Cinétique de germination des graines des deux genévriers, sous le test de scarification chimique (acide sulfurique).

Un résultat presque similaire a été signalé par Houari (2012) par 5% de germination du Phénicie dans la région d'Ain Témouchent.

4.2.6. Test d'alcool

Le test de trempage des graines dans l'alcool pendant 5 minutes, n'a donnée aucune germination de graines des deux espèces durant les dix semaines d'observation.

4.2.7. Tests d'imbibition

Les tests d'imbibition avec deux différentes durées (4 jours et 8 jours), n'ont donné aucune germination de graines des deux espèces durant les dix semaines d'observation.

4.2.8. Test de froid de 30 jours

L'application du test de froid de 4°C pendant 30 jours sur les graines des deux espèces ont débuté la germination dans la même semaine (7^{ème} semaine) et a révélé une germination de quatre graines d'oxycèdre et trois graines de Phénicie. Cette dernière a continué sa germination durant la huitième semaine avec quatrième graine par un total de quatre graines pour les deux espèces (Fig. 12) et un taux de germination de 4% chacune.

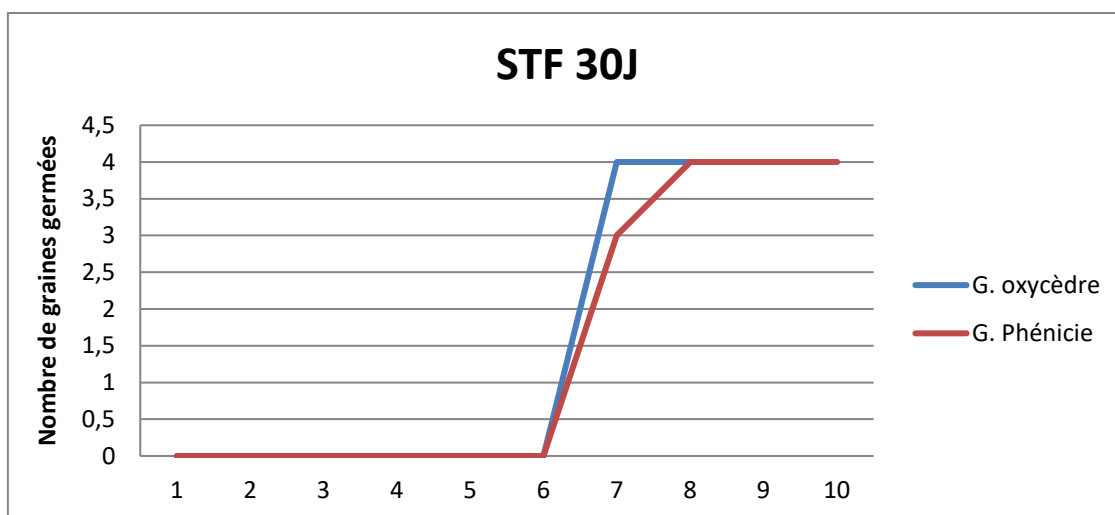


Figure 12 : Cinétique de germination des graines des deux genévriers sous le test de froid de 30 jours

4.2.9. Test de froid de 45 jours

L'application du test de froid de 4°C pendant 45 jours sur les graines des deux espèces a montré que les graines des deux espèces commencent à germer à partir de la sixième semaine, par cinq graines germées pour l'oxycèdre et deux graines germées pour le Phénicie (Fig. 13). Le taux de germination pour l'oxycèdre est de 5% et celui du Phénicie est de 2% seulement. La germination s'arrête après la sixième semaine pour les deux espèces.

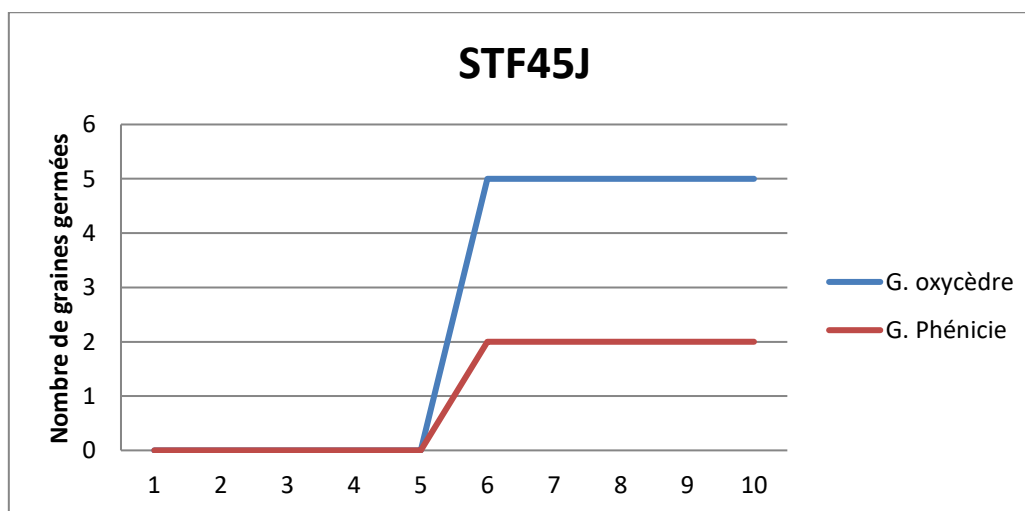


Figure 13 : Cinétique de germination des graines des deux genévriers sous le test de froid de 45 jours

4.2.10. Tests d'ébullition

Le test à chaud n'a donné aucune germination pour les deux espèces de Genévrier durant toute la période de suivi.

L'analyse de la période de déclenchement de la germination et des taux de germination, nous a permis de tirer plusieurs remarques pour les deux espèces étudiées :

Pour le genévrier oxycèdre, le trempage des graines dans l'acide sulfurique permet de réduire le temps de la dormance tégumentaire de trois semaines par rapport à la scarification mécanique, qui commence la germination durant la cinquième semaine et de six semaines par rapport au témoin (dans la huitième). D'ailleurs, ces deux tests permettent d'éliminer les inhibiteurs de germination qui sont essentiellement des acides organiques à courtes chaînes, des acides aromatiques et des huiles essentielles (Come, 1970).

L'exposition au froid semble plus bénéfique selon la durée d'exposition ; la stratification pendant 45 jours est le troisième test qui favorise la germination (sixième semaine), une semaine avant l'exposition de 30 jours de froid (septième semaine) avec en plus, un taux de germination plus important avec la durée d'exposition au froid.

Pour le Phénicie, les graines traitées par l'eau oxygénée germent une semaine bien avant les graines témoins. Les tests semblent avoir un effet similaire pour les tests de de scarification chimique et mécanique.

La scarification mécanique agit mieux pour le Phénicie que l'oxycèdre. Les graines de genévrier oxycèdre réagissent mieux avec la stratification à 4°C pendant 45 jours que celles de genévrier de Phénicie. Par contre, la stratification à 4°C pendant 30 jours donne un taux de germination similaire pour les deux genévriers.

Le faible taux de germination des graines de deux espèces, serait due à un état de dormance prolongée difficile à lever. D'autres hypothèses ont été émises dont celles liées à la présence de parasites ou encore par le fait que la graine doit transiter par le tube digestif d'un oiseau (Lathuillière, 1994 ; Houari, 2012).

La lecture des très rares études sur la germination des genévriers en particulier le Phénicie (Sebastian, 1958, Zine El Abidine et *al.*, 2003 ; Houari, 2012 et Mandin, 2020), nous amène à constater que la germination naturelle est très difficile et prend un temps très considérable qui dure d'habitude plusieurs années, et les essais de germination au laboratoire, donne une chance de germination par combinaison de plusieurs tests à la fois avec une durée de suivi dépassant une année.

L'espèce, la variété, la taille ou le poids des semences sont quelques-uns des facteurs génétiques qui peuvent avoir une influence sur la qualité germinative des semences. Toutefois,

Mandak (1997) et Zine El Abidine et *al.* (1999) ont pu révéler que, parmi les causes de la variabilité des propriétés germinatives des semences d'une espèce donnée, sont les différences génétiques. La dormance et la germination des graines sont contrôlées par l'action combinée de plusieurs gènes et de deux hormones principales. L'acide abscissique (ABA) induit et maintient la dormance tandis que l'acide gibbéréllique (GA) favorise la levée de dormance et la germination (Finkelstein et *al.*, 2008).

En effet, le pourcentage de graines vides est élevé selon les espèces de genévrier et les localités, Adams et *al.* (2014) ont observé qu'en plus de l'effet de localisation de la population, l'année pouvait également jouer un rôle dans la qualité de la graine. Par exemple, le pourcentage de graines remplies de *J. osteosperma* dans la population de Sedona (États-Unis) a été évalué à 79% en 2010 et à seulement 7,2% en 2011.

La lecture des très rares études sur la germination des genévriers en particulier le Phénicie (Sebastian, 1958, Zine El Abidine et *al.*, 2003 ; Houari, 2012 et Mandin, 2020), nous amène à constater que la germination naturelle est très difficile et prend un temps très considérable qui dure d'habitude plusieurs années, et les essais de germination au laboratoire, donne une chance de germination seulement s'il y a une combinaison de plusieurs tests à la fois avec une durée de suivi dépassant une année.

Alternativement à la reproduction sexuée, la multiplication végétative a été rapportée dans ce genre (Wesche et *al.*, 2005). Cette capacité est très avantageuse pour la survie des espèces, en particulier lorsque la reproduction sexuée n'est pas très efficace dans certains cas, plus particulièrement dans les environnements extrêmes et difficiles, où de nombreux problèmes de méiose se produisent.

Conclusion

L'étude de la germination des graines du genévrier de Phénicie et du genévrier oxycède qui sont des essences pré-forestières de la région d'Aflou, durant l'année en cours nous a permis de caractériser de point de vue morphométrique les populations de ces deux espèces. Ainsi, l'application des tests de germination sur les galbules et les graines a visé l'augmentation du pouvoir germinatif des deux espèces qui souffrent actuellement d'une difficulté de germination dans leurs milieux naturels. A cet égard, les mesures biométriques et les tests nous ont permis de tirer les observations suivantes :

La hauteur des galbules de Phénicie varie entre 8,72 et 12,53mm. Cependant, celle de l'oxycède varie entre 9,22 et 12,53mm. Cependant, la largeur des galbules de Phénicie oscille entre 9,67 et 12,87mm et celle de l'oxycède varie entre 8,77 et 12,77mm. La masse de la galbule du Phénicie varie entre 0,27 et 0,87g et celle de l'oxycède varie entre 0,26- 0,76g .

Le nombre de graines par galbule chez le Phénicie varie entre 5 et 9 graines et celui de l'oxycède entre 3 et 5 graines par galbules.

La biométrie des galbules et des graines de la région d'étude présente des similitudes aux populations méditerranéennes continentales, mais avec des différences remarquables avec celles des régions littorales, justifiant l'influence des facteurs abiotiques sur la biométrie et par conséquent sur le pouvoir germinatif.

D'une manière générale, le taux de germination chez les deux espèces est très faible ; le plus élevé chez le Phénicie est de 6% et chez l'oxycède est de 5%.

La scarification mécanique agit mieux pour le Phénicie que l'oxycède (taux de 6%), alors que les graines de l'oxycède réagissent mieux avec la stratification à 4°C pendant 45 jours avec un taux de germination de 5%.

Le trempage des graines de genévrier de Phénicie dans l'acide sulfurique pendant 15 minutes présente un taux supplémentaire de germination pour cette espèce.

Par contre, les tests d'imbibition dans l'eau, d'ébullition et le lavage à l'alcool, n'ont abouti à aucune germination chez les deux espèces.

En perspectives, Il faut signaler que des études antérieures ont constaté qu'il est nécessaire de combiner entre plusieurs techniques de germination avec une période de suivi plus étendue (une année) pour pouvoir atteindre un taux de germination acceptable chez les deux espèces de genévriers.

Enfin, ces tests restent non viables et très coûteux pour un programme de régénération de ces deux espèces, une multiplication végétative serait un moyen pour créer de nouvelles générations.

*Références
bibliographiques*

- Abu-Darwish, M. S., Cabral, C., & Salgueiro, L. (2014).** *Juniperus phoenicea* from Jordan. *Medicinal and Aromatic Plants of the Middle-East*, 241-252.
- Adams, R. P. (1998).** The leaf essential oils and chemotaxonomy of *Juniperus* sect. *Juniperus*. *Biochemical Systematics and ecology*, 26(6), 637-645.
- Adams, R. P. (2014).** *Junipers of the world: the genus Juniperus*. Trafford Publishing.
- Agami, M. (1986).** The effects of different soil water potentials, temperature and salinity on germination of seeds of the desert shrub *Zygophyllum dumosum*. *Physiologia Plantarum*, 67(2), 305-309.
- Atwell, B. J., Kriedemann, P. E., & Turnbull, C. G. (Eds.). (1999).** *Plants in action: adaptation in nature, performance in cultivation*. Macmillan Education AU.
- Barrero, A. F., Oltra, J. E., Altarejos, J., Barragán, A., Lara, A., & Laurent, R. (1993).** Minor components in the essential oil of *Juniperus oxycedrus* L. wood. *Flavour and fragrance journal*, 8(4), 185-189.
- Bell, D. T., Rokich, D. P., McChesney, C. J., & Plummer, J. A. (1995).** Effects of temperature, light and gibberellic acid on the germination of seeds of 43 species native to Western Australia. *Journal of Vegetation science*, 6(6), 797-806.
- BOUALEM, S. A. (2015).** Contribution à l'amélioration des techniques de stratification et de greffage de quelques espèces du genre *Pistacia*.
- Boudy, P. (1955).** -Économie Nord-Africaine. T. IV, *Description forestière de l'Algérie et la Tunisie*. Ed, Larousse, Paris, 1-481.
- Breakford, K.J. (1995).** Water relations in seed germination .in : seed development and germination. Kigel j., Galili G., Marcel Dekker , pp :351-396.
- Bruneton, J. (2009).** **Pharmacognosie** : phytochimie, plantes médicinales. 4^e Ed :Lavoisier ; Paris. P.1269.
- Calaham, R.Z. (1964).** La recherche sur les provenances unasylyva. *Revue international des forets et des produits forestiers* .Vol.18(23) n°73-74.Pp.40-49.
- Camarero, J. J., Olano, J. M., & Parras, A. (2010).** Plastic bimodal xylogenesis in conifers from continental Mediterranean climates. *New Phytologist*, 185(2), 471-480.

- Caudullo, G., & de Rigo, D. (2016).** Juniperus phoenicea in Europe: distribution, habitat, usage and threats. *European Atlas of Forest Tree Species*, 106, e012f63.
- Come, D. (1970).** Les obstacles à la germination. Ed. Masson et Cie, Paris VI.162 p.
- Come, D. (1975).** Rôle de l'eau, de l'oxygène, et de la température dans la germination. Paris, p27-44. Ed : sang de la terre, Paris. p 190.edition. Michigan, USA, 643p.et Larose. P 216.
- Evenari, M. (1957).** Les problèmes physiologiques de la germination. Bulletin de la Société française de physiologie végétale, 3, 105-124.
- Fakhech, A., Ouahmane, L., & Hafidi, M. (2019).** Seasonality of mycorrhizal attributes, soil phosphorus and nitrogen of Juniperus phoenicea and Retama monosperma boiss. in an Atlantic sand dunes forest. *Journal of Sustainable Forestry*, 38(1), 1-17.
- Farjon, A. (2005).** *Monograph of Cupressaceae and sciadopitys*. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Farjon, A. (2010).** *A Handbook of the World's Conifers (2 vols.)* (Vol. 1). Brill.
- Garnier, G., Bézanger-Beauquesne, L., et Debraux, G. (1961).** Ressources médicinales de la flore française. Tome 1. Vigot Frères. Éditeurs, Paris, 124-133.
- Gazol, A., Sangüesa-Barreda, G., Granda, E., & Camarero, J. J. (2017).** Tracking the impact of drought on functionally different woody plants in a Mediterranean scrubland ecosystem. *Plant Ecology*, 218(8), 1009-1020
- Gazol, A., Sangüesa-Barreda, G., Granda, E., & Camarero, J. J. (2017).** Tracking the impact of drought on functionally different woody plants in a Mediterranean scrubland ecosystem. *Plant Ecology*, 218(8), 1009-1020.
- Guerra, H. E., Carmen, L. M., & Garcia, V. R. (1987).** Determination by gas.
- Hafsi, Z., Belhadj, S., Derridj, A., Mevy, J. P., Notonnier, R., Tonetto, A., & Gauquelin, T. (2017).** Étude de la variabilité morphologique (aiguilles, galbules) du complexe spécifique Juniperus oxycedrus L., le Genévrier oxycèdre, au sein de sept populations d'Algérie. *Revue d'Ecologie, Terre et Vie*, 72(4), 353-373.
- Harfouche, A., Nedjahi, A., Ellatifi, M., & Daly-Hassen, H. (2005).** Les Ressources génétiques forestières nord-africaines et leur conservation. *Revue forestière française*, 57(1), 15-32.

- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., & Geneve, R. L. (1997).** *Plant propagation: principles and practices* (No. Ed. 6). Prentice-Hall Inc..
- Hoerling, M., Eischeid, J., Perlwitz, J., Quan, X., Zhang, T., & Pegion, P. (2012).** On the increased frequency of Mediterranean drought. *Journal of climate*, 25(6), 2146-2161.
- Hoerling, M., Eischeid, J., Perlwitz, J., Quan, X., Zhang, T., & Pegion, P. (2012).** On the increased frequency of Mediterranean drought. *Journal of climate*, 25(6), 2146-2161.
- Kadik, B. (1987).** Contribution l'étude du pin d'Alp (*Pinus Halepensis* Mill.) en Algérie : Ecologie, Dendrométrie, Morphologie. OPU.580P.
- Klimko, M., Boratyńska, K., Montserrat, J. M., Didukh, Y., Romo, A., Gómez, D., ... & Boratyński, A. (2007).** Morphological variation of *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus* (Cupressaceae) in the Mediterranean region. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 202(2), 133-147.
- Korner, C., Asshoff, R., Bignucolo, O., Hattenschwiler, S., Keel, S. G., Peláez-Riedl, S., ... & Zotz, G. (2005).** Carbon flux and growth in mature deciduous forest trees exposed to elevated CO₂. *Science*, 309(5739), 1360-1362.
- Lacaze, J.f. (1993).** Quelques réflexions sur l'amélioration des arbres forestiers. Bulltin. Techniques n° 14. Office National des forets .pp3.10 .
- Laszlo, P. (2000).** Le savoir des plantes. Ed. Ellipses. 125p.
- Lavisci, P., Janin, G., & Uzielli, L. (1989).** Qualité du bois de six essences du maquis méditerranéen. *Forêt Méditerranéenne*, 11(1), 69-78.
- Bayet, C., Muracciole, M., & Lebreton, P. (1991).** Le statut systématique du Genévrier oxycède *Juniperus oxycedrus* L.(Cupressacées): une contribution d'ordre biochimique et biométrique. *Lazaroa*, (12), 21-42.
- Lebreton, P., Pérez de Paz, P. L., & Barbero, M. (1998).** Etude systématique du sous-genre *Oxycedrus* (section *oxycedroides*) du genre *Juniperus* (Cupressaceae). *Ecologia mediterranea*, 24(1), 53-61.
- Lovato, A. and Balboni, N. (2002).** vigour in maize (*Zea mays* L.) :Two year laboratory and field test compared . *Italian journal of Agronomy*, 1 :1-6.
- Mazliak, P. (1982).** Phtisiologie végétale, croissance et développement, Nouvelle Edition paris ,459 P.

- Meddour, R., Mellal, H., Meddour-Sahar, O., & Derridj, A. (2010).** La flore médicinale et ses usages actuels en Kabylie (wilaya de Tizi Ouzou, Algérie): quelques résultats d'une étude ethnobotanique. *Rev. Régions Arides*.
- Medini, H., Elaissi, A., Chraief, I., Bannour, F., Farhat, F., Ben Salah, M., ... & Chemli, R. (2007).** Composition and variability of the essential oils of the leaves from *Juniperus phoenicea* L. from Tunisia. *Revue des régions arides*, 185-189.
- Medini, H., Marzouki, H., Chemli, R., Khouja, M. L., Marongiu, B., Piras, A., ... & Tuveri, E. (2009).** Comparison of the antimicrobial activity and the essential oil composition of *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa* and *J. oxycedrus* subsp. *rufescens* obtained by hydrodistillation and supercritical carbon dioxide extraction methods. *Chemistry of Natural Compounds*, 45(5), 739-741.
- Merrill, W. (1992).** Mechanisms of resistance to fungi in woody plants: a historical perspective. In *Defense Mechanisms of Woody Plants against Fungi* (pp. 1-12). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Moles, A. T., & Westoby, M. (2006).** Seed size and plant strategy across the whole life cycle. *Oikos*, 113(1), 91-105.
- Piotto, B., & Di Noi, A. (2003).** Seed propagation of Mediterranean trees and shrubs.
- Quézel, P. (2004).** Large-Scale Post-Glacial Distribution of Vegetation Structures in the Mediterranean Region. *Recent dynamics of the Mediterranean vegetation and landscape*, 1-12.
- Quezel, P. et Gast, M. (1998).** Genévrier, Encyclopédie berbère, Edition sud, (Vol. 20), 3016-3023p.
- Quézel, P. et Santa, S. (1962).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. éd. CNRS, Paris, vol. 1, 1-565.
- Rameau, J. C., Mansion, D., Dumé, G., & Gauberville, C. (2008).** *Flore forestière française tome 3, région méditerranéenne: Guide écologique illustré* (Vol. 3). CNPF-IDF.
- Rezzi, S., Cavaleiro, C., Bighelli, A., Salgueiro, L., da Cunha, A. P., & Casanova, J. (2001).** Intraspecific chemical variability of the leaf essential oil of *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* from Corsica. *Biochemical Systematics and Ecology*, 29(2), 179-188.
- Riou-Nivert, P. (2001).** Les résineux, connaissance et reconnaissance, tome I, 2ème édition, 256p.

Runeberg, J. (1960). The chemistry of the Order Cupressales. 31. Heartwood constituents of *Juniperus phoenicea* L.. Acta Chemica Scandinavica 14, 1995-1998.

Saule, M. (2002). La grande flore illustrée des pyrenées. Ed RANDO / MILAN.

Seigue, A. (1985). La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. Edition Maisonneuve et Larose, Paris, 503 p.

Suszk, B., Muller, C. et Bonnet-Masimbert, M. (1994). Graines des feuilles forestières. De la récolte au semis. Ed. INRA 292P.

Trouy, M.-C. (2015). Anatomie du bois : formation, fonctions et identification. Éditions Quae.

Turnbull, J. and Doran, J. (1987). Seed development and germination in the myrtaceae. In : Germination of Australian native plant seed .Langkamp p., 1987. Inkata press, Membroorne ,pp :46-57.

Veselova, T.V., Vesloviskii, V.A., Usmanov, P.D., Usmanova, O.V. and Kozar, V.L. (2003). Hypoxia and imbibition injuries to aging seeds. Russian journal of plant physiology ,50 :835-842.

Zeng, X.Y., Chen, R.z., Fu, J.R., Zhang, X.W. (1998). The effects of water content during Storage on physiological activity of cucumber seeds. Seed science research, 8 :1-7.