N° d'ordre…

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

Département des Sciences de l'Environnement

Laboratoire de Biodiversité Végétale : Conservation et Valorisation

THESE DE DOCTORAT

3ème cycle

Présentée par

Mme HAKEMI Zahra

Spécialité : Sciences de l'environnement

Option : Biodiversité et écologie végétales méditerranéennes

Intitulé

Auto-écologie d'*Aristolochia baetica* L. dans les monts de Tessala (Algérie de l'ouest) et physiologie de germination de ses graines

Soutenue le ……

Devant l'honorable jury composé de :

Président :	Pr LATRECHE Ali	**Professeur**	**Université Djillali Liabes S.B.A**
Examinateurs:	Dr BENDIMERED Fatima Zohra	**MC(A)**	**Université Djillali Liabes S.B.A**
	Dr FARAOUN Fatiha	**MC(A)**	**Université Djillali Liabes S.B.A**
	Pr MERZOUK Abdessamad	**Professeur**	**Université de Tlemcen**
Promoteur :	Pr. MEHDADI Zoheir	**Professeur**	**Université Djillali Liabes S.B.A**

Année universitaire 2019 - 2020

Remerciement

Merci au bon Dieu de m'avoir donné le courage, la volonté ainsi que la conscience pour que je puisse terminer mes études et réaliser cette thèse.

J'adressemes plus vifs remerciements à mon encadreur ***Mr. Mehdadi Zoheir****, professeur à la faculté des sciences de la nature et de la vie à l'université Djilali Liabes de Sidi Bel Abbes, pour tous ses efforts, ses précieux conseils, sa grande disponibilité et ses judicieuses orientations, qu'il trouve ici ma profonde reconnaissance et mon immense respect.*

Je tiens à remercier ***Mr. Latreche Ali,*** *professeur à la faculté des sciences de la nature et de la vie à l'université Djilali Liabes de Sidi Bel Abbes, d'avoir accepté de présider le jury et pour son aide et ses conseils tout le long de la réalisation de ce travail ; qu'il trouve dans ces quelques mots l'expression de ma sincère gratitude.*

Sincères remerciements aux membres de jury, ***Mme BENDIMERED Fatima Zohra*** *et* ***Mme FARAOUN Fatiha,*** *maîtres de conférences (A) à la faculté des sciences de la nature et de la vie à l'université Djilali Liabes de Sidi Bel Abbes, et* ***Mr MERZOUK Abdessamad,*** *professeur à l'université de Tlemcen, de m'avoir fait l'honneur d'évaluer mon travail, je tiens à vous exprimer mes sincères reconnaissances.*

Je tiens à remercier ***ma famille, mon mari*** *et ma chère amie* ***Aisset Amel*** *pour le soutien moral, et ses encouragements dans la réalisation de cette thèse.*

Et enfin, un grand merci à tous les membres du laboratoire de recherche « biodiversité végétale : conservation et valorisation » qui ont pu m'aider de près ou de loin afin d'accomplir ce travail.

Dédicace

A l'aide de Dieu qui m'a donné la force et le courage pour terminer mes études, je dédie cette thèse, fruit de mon long chemin d'étude :

Tout d'abord aux joyeux de ma vie, à très et douce mère, Mon très cher père a qui je porte un majestueux respect et qui n'a cessé de m'encourager au cours de mes études.

A mon cher mari : Omar qui n'a cessé jamais de m'encourager pour finaliser ma thèse et mon petit cher fils : Isehak.

A mes très chers frères : Youcef, Houari, Slimane et sa femme et sa petite Amina Asil, Abd El Kader et sa femme et son fils Mohamed.

A mes adorables sœurs : Fatima, Halima, Kheira et son mari et sa petite Abbasia,

A mon encadreur en espérant qu'il trouvera dans ce travail le témoignage de ma profonde gratitude.

A tous les membres du laboratoire de recherche biologie végétale : conservation et valorisation

ZAHRA

ملـخــص

الإيكولوجيا الذاتية لبرستم (*Aristolochiabaetica* L.) في جبل تسالة (غرب الجزائر) وفيزيولوجيا انتاش ذوره

يندرج عملنا في إطار بيولوجيا حفظ نبات برستم (*Aristolochiabaetica*L.)، وهو نوع مستوطن في الجزائر، الموجود في موقع دراستنا (جبل تسالة، غرب الجزائر). يتكون هذا العمل من دراسة الايكولوجيا الذاتية لبرستم (*Aristolochiabaetica*L) وذلك من خلال توصيف موكب الأزهار الخاص بها، الركيزة الترابية والمتابعة الديموغرافية لسكانها من خلال التقييم الكمي بالمكان و الزمان لمتوسط عدد الأزهار المتكونة والمجهضة والفاكهة المشكلة. كما تمت مناقشة انتاش بذور هذا النوع المدروس.

من أجل الايكولوجيا الذاتية لنبات برستم، أجريت أربع وعشرون دراسة استقصائية في علم النبات على ثمانية محطات يوجد فيها هذا النوع. سمح لنا التعداد النباتي بتحديد 68 نوعًا مقسمة إلى 31 عائلة نباتية، 6 أنواع بيولوجية و19 نوعًا جغرافيًا.أظهرت معالجة البيانات للنبات وللتربة عن طريق تحليل المراسلات الوقائعية (AFC) والتصنيف الهرمي الصاعد(CHA) أن *A. baetica* جزء من الموكب الزهري في المناطق المكونة من الشجيرات ويتطور بشكل رئيسي في المحطات على ارتفاعات منخفضة ذات محتوى كلسي، ووسط معتدل، غير مملح وخفيف في الملمس.

أظهرت النتائج التي حصلنا عليها أيضًا أنه عند *A.baetica*، يمثل الإزهار والإثمار تغير كمي على مدار الزمان (خلال ثلاث سنوات من الملاحظة: 2015-2016-2017) والمكان (على ثماني محطات حسب وجودها). يتميز هذا التطور بانخفاض الثمار على الرغم من أهمية عدد الزهور المتكونة.

أجريت دراسة الانتاش لبذور *A. Baetica* في المختبر، في ظل ظروف خاضعة للرقابة، على علب بتري مبطنة بورق التصفية. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن بذور *A. baetica* نائمة وأن المعالجة بحمض الجبريليك (GA_3) ، والنقع المسبق في الماء المقطر والإخضاع للبرودة هي فقط القادرة على إزالة عدم القدرة على الإنتاش. درجة الحرارة المثلى للإنتاش هي ما بين 15 و20 درجة مئوية. بذور *A. baetica* حساسة للغاية للإجهاد المائي، ومستوى تحملها هو - 0.19 بار يتم بعده تثبيط انتاشها. ومع ذلك فهي لا تتحمل الملوحة.

لقد مكنت هذه البيانات من استكمال المعرفة البيولوجية لهذا النوع والتي ستكون بالتأكيد مفيدة في إطار المحافظة عليها.

كلمات مفتاحية: *Aristolochiabaetica*.، ايكولوجيا ذاتية،المحافظة، الإنتاش، جبل تسالة، المراقبة الديمغرافية.

R E S U M E

Auto-écologie de *Aristolochiabaetica* L. dans les monts de Tessala (Algérie de l'ouest) et physiologie de germination de ses graines

Notre travail s'inscrit dans le cadre de la biologie de la conservation de *Aristolochiabaetica*, espèce endémique à l'Algérie, présente dans les monts de Tessala (ouest algérien), site de notre étude. Il s'agit d'étudier son autoécologie par la caractérisation de son cortège floristique, son substrat édaphique et le suivi démographique de ses populations par l'évaluation quantitativespatio-temporelle du nombre moyen de fleurs initiées, avortées et fruits formés. Le comportement germinatif des graines de l'espèce étudiée a été également abordé.

Pour l'autoécologie de *A. baetica*, vingt-quatre relevés phytoécologiques ont été effectués sur huit stations où cette espèce est présente. L'inventaire floristique nous a permis de recenser 68 espèces réparties en 31 familles botaniques, 6 types biologiques et 19 types biogéographiques. Le traitement des données floristiques et édaphiquespar l'analyse factorielle des correspondances (AFC) et la classification hiérarchique ascendante (CHA) a montréque*A. baetica*fait partie du cortège floristique des garrigues et se développe surtout dans des stations à basses altitudes sur substratcalcaire, neutre, non salé et à texture légère.

Les résultats auxquels nous avons aboutis ont montré également que,chez *A. baetica*, la floraison et la fructification présentent une variabilité quantitative dans le temps (durant les trois années d'observation : 2015-2016-2017) et dans l'espace (sur les huit stations où sa présence a été signalée). Cette évolution est marquée par une faible fructification malgré l'importance du nombre de fleurs formées.

L'étude du comportement germinatif des graines de *A. baetica*a été réalisée au laboratoire, dans des conditions contrôlées, sur des boites de pétri tapissées de papier filtre. Les résultats obtenus montrent que les graines de *A. baetica* sont dormantes et que seuls le prétraitement par l'acide gibbérellique (GA_3), le prétrempage dans l'eau distillée et la stratification ont pu lever leur inaptitude à la germination. L'optimum thermique de germination se situe entre 15 et 20 °C. Les graines decette espècesont très sensibles au stress hydrique, leur seuil de tolérance se situe à – 0,19 bar, au-delà duquel leur germination est inhibée. Cependant, elles sont intolérantes à la salinité.

Ces données ont permis de compléter les connaissances biologiques déjà édifiées relativement à cette espèce et serviront certainement dans le cadre de sa conservation.

Mots clés :*Aristolochiabaetica* ; autoécologie ; conservation ; germination ; monts deTessala ; suivi démographique.

A B S T R A C T

Auto-ecology of *Aristolochiabaetica* L. in the Tessala Mountains (western Algeria) and physiology of seed germination

Our work is part of the conservation biology of *Aristolochiabaetica*, endemic species to Algeria, present in the mountains of Tessala (western Algeria), site of our study. It consists to study its autoecology by the characterization of its floristic procession, edaphic substrate and the demographic monitoring of its populations by the spatio-temporal quantitative evaluation of the average number of flowers initiated, aborted and fruit formed. The germination behavior of the seeds of the species studied was also discussed.

For the autoecology of *A. baetica*, twenty-four phytoecological surveys were carried out on eight stations where this species is present. The floristic inventory allowed us to identify 68 species divided into 31 botanical families, 6 biological types and 19 biogeographical types. The assessment of floristic and edaphic data by correspondence factor analysis (CFA) and the hierarchical ascending classification (HAC) showed that *A. baetica* is a member of plant training of scrubland and develops especially in stations at low altitude with a highrate of limestone, neutral, unsalted and light texture.

The results which obtained, showed that, in *A. baetica*, the flowering and fruiting present quantitative variability over time (during the three years of observation: 2015-2016-2017) and in space (over the eight stations where it is present). This evolution is marked by a low fruiting despite the importance of the number of flowers formed.

The study of the germinativebehavior of *A. baetica* seeds was carried out in the laboratory, under controlled conditions, in filter paper-coated petri dishes. The results obtained show that the seeds of *A. baetica* are dormant and that only pretreatment with gibberellic acid (GA_3), soaking in distilled water and stratification have been able to remove their inability to germinate. The optimum thermal germination is between 15 and 20 ° C. The seeds of this species are very sensitive to water stress, their tolerance level is - 0.19 bar, which their germination is inhibited. However, they are intolerant of salinity.

These data made it possible to complete the biological knowledge for this species and will certainly be used of its conservation.

***Keywords*:** *Aristolochiabaetica*; autoecology;conservation; mountainsof Tessala;demographic monitoring.

Liste des figures

Figure 1.Répartition des Aristolochiacées dans le monde……...**05**

Figure 2.*Aristolochiabaetica*……...**07**

Figure 3. Système racinairede *Aristolochiabaetica*……...**08**

Figure 4. Fruits immature de *Aristolochiabaetica*……**10**

Figure 5. Fruits mature de *Aristolochiabaetica* après liberation des graines……...**11**

Figure 6. Les graines de *Aristolochiabaetica*……....**11**

Figure 7.Répartition biogéographiquede *Aristolochiabaetica*dans la péninsule ibérique……..***15***

Figure 8. Catégories de la liste rouge de l'UICN……**20**

Figure 9. Courbe montre les phases de germination……**33**

Figure 10. Les différents facteurs impliqués dans la qualité germinative des semences……...**36**

Figure 11. Influence des conditions environnementales sur le développement, la dormance et la germination de la graine……**41**

Figure 12. Situation géographique de la région du Tessala (carte établie à l'aide du logiciel MapInfo Professional Version 6.5) ……..……**47**

Figure 13. Variation des précipitations moyennes mensuelles des deux périodes [(1913-1938) et (1980-2015)]……**52**

Figure 14. Variation des précipitations moyennes annuelles (1980-2015)……...**53**

Figure 15. Variation des températures moyennes mensuelles minimales et maximales(1913-1938)……**54**

Figure 16. Variation des températures moyennes mensuelles minimales et maximales (1980-2015)……..…**55**

Figure 17. Diagrammes ombrothermiques de la région de Tessala ancienne période **A** (1913-1938) et la nouvelle période **B** (1980-2015)……..……**58**

Figure 18. Climagrammepluviothermique d'Emberger……..…..**60**

Figure 19. Abaque pour le calcul d'indice d'aridité de DeMartonne……..…**61**

Figure 20. Représentation graphique du régime saisonnier……..**62**

Figure 21. Positionnement des stations d'échantillonnage……..…**65**

Figure 22. Graines de *Aristolochiabaetica*……..**74**

Figure 23. Les graines de *Aristolochiabartica*placées dans une boite de Pétri tapissée de papier filtre imbibé d'eau distillée……....**76**

Figure 24. Distribution des espèces inventoriées selon leur fréquence d'apparition……...**79**

Figure 25. Répartition du pourcentage de familles botaniques par station……..…**84**

Figure 26.Répartition du pourcentage de familles botaniques dans les huit stations……..**85**

Figure 27. Spectre biologique des espèces inventoriées par station……..…..**86**

Figure 28. Spectre biologique des espèces inventoriées dans l'ensemble des stations……**86**

Figure 29. Spectre morphologique des espèces inventoriées par stations……**87**

Figure 30. Spectre morphologique des espèces inventoriéesdans l'ensemble des stations.....**88**

Figure 31. Spectre biogéographique des espèces inventoriées…….**89**

Figure 32. Représentation graphique de l'analyse factorielle des correspondances……....**91**

Figure 33. Représentation graphique de la **c**lassification hiérarchique ascendante……..**92**

Figure 34. Evolution du pourcentage moyen defleurs avortées et des fruits formés de *Aristolochiabaetica* durant les trois années d'observation (2015-2016-2017)…….**93**

Figure 35. Evolution du pourcentage moyen defleurs avortées et des fruits formés de *Aristolochiabaetica* sur les 08 stations……..**94**

Figure 36. Evolution de la capacité de germination et coefficient de vélocité des graines de *A. baetica*en fonction des différents traitements……...**98**

Figure 37. Le temps de latence des graines de *A. baetica*en fonction des différents traitements…….**98**

Figure 38. Description de l'évolution de la germination des graines et les premiers stades de croissance de la radicule de *Aristolochiabaetica*……..**99**

Figure 39. Cinétique de la germination des graines d'*A. baetica*en fonction des différentes températures……**100**

Figure40. Evolution de la capacité de germination, coefficient de vélocité et temps de latence des graines de *A. baetica*en fonction des différentes températures…….**101**

Figure 41. Cinétique de la germination des graines d'*A. baetica*sous différentesconcentrations de PEG…….....**102**

Figure 42. Evolution de la capacité de germination, coefficient de vélocité et temps de latence des graines de *A. baetica*en fonction des différentes concentrations de PEG……**103**

Liste des tableaux

Tableau 1. Systématique de *Aristolochiabaetica*……..……**13**

Tableau 2. Situation de la station météorologique de Sidi Bel Abbés…….**51**

Tableau 3. Températuresmoyennes mensuelles(1913-1938)…….**54**

Tableau 4. Températuresmoyennes mensuelles (1980-2015)……**55**

Tableau 5. Moyennes mensuelles de la vitesse des vents en m/s, période 1987-2003……**56**

Tableau 6. Fréquence moyenne mensuelle des gelées (période 1985-2007)……..**56**

Tableau 7. Moyennes mensuelles du taux d'humidité relative (période 1985-2007)……..**57**

Tableau 8. Etages bioclimatiques selon Emberger (1952)……..….**58**

Tableau 9. Sous étages bioclimatiques……..…..**59**

Tableau 10. Echelle d'interprétation de pH…….…**69**

Tableau 11. Echelle d'interprétation de la matière organique…….**70**

Tableau 12. Echelle de la salinité en fonction de la conductivité électrique……...**71**

Tableau 13. Echelle d'interprétation des carbonates……...**72**

Tableau 14. Relevés floristiques ……..…**80**

Tableau 15. Suivi temporel (2015-2016-2017) de la floraison et de la fructification de *A. baetica*……..**93**

Tableau 16. Suivi spatiale de la floraison et de la fructification de *A. baetica*……..…**94**

Tableau 17. Effet des différents prétraitements sur les paramètres de germination des graines de *A. baetica*……..…..**97**

Tableau 18. Capacité de germination, coefficient de vélocité et temps de latence sous l'effet des différentes températures……**100**

Tableau 19. Variation de la capacité de germination, coefficient de vélocité et temps de latence sous l'effet des différentes concentrations de PEG……**103**

Liste des abréviations

ABA : acide abscissique

AFC : analyse factorielle des correspondances

ANOVA : analyse de la variance

APGIII : AngiospermPhylogenetic Group III

CG : Capacité de germination

CHA : Classification hiérarchique ascendante

CV: Coefficient de vélocité

GA_3 : Acide gibbérellique

KNO_3 : Nitrate de potassium

M : Moyenne mensuelle de tous les maxima

m : moyenne mensuelle de tous les minima

MPa : Mégapascal

ONM : office national de météorologie

P : Précipitation moyenne annuelle en mm.

PEG : Polyéthylène glycol

ppm : Partie par million

Q_2 : Valeur du quotient d'Emberger

spp : Sous espèce

T: Température moyenne annuelle en °C.

TL : Temps de latence

UICN: Union international pour la conservation de la nature

Table des matières

Remerciements
Dédicaces
الملخص
Résumé
Abstract
Liste des figures
Liste des tableaux
Liste des abréviations

Introduction ……..…**01**

Partie I :*Synthèse bibliographique*

Chapitre 1 :*Monographie de Aristolochiabaetica.*

I. Aperçu sur la famille des Aristolochiacées ……**04**
II. Aperçu sur le genre *Aristolochia*.……**05**
III. Présentation et caractéristiques botaniques de *Aristolochiabaetica*.……**07**
III.1.Présentation.……..**07**
III.2. Caractéristiques botaniques…..……**07**
III.2.1. Floraison ……...**09**
III.2.2. Fructification ……**10**
III.2.3. Les graines ……...**11**
III.3. Mode de dispersion ……..…**12**
III.4. Mode de pollinisation……...**12**
IV. Systématique……...**13**
V. Ecologie et habitat ……..**14**
VI. Biogéographie et répartition ……..**14**
VII. Intérêts et utilisations traditionnelles ……..…...**15**
VIII. Actions pharmacologiques de *Aristolochiabaetica* ……..**16**
IX. Composition chimique de *Aristolochiabaetica*.……...**17**
X. Toxicité de *Aristolochiabaetica*……**17**

Chapitre 2 :*Biologie de la conservation*

I. Définitionet principes……**18**
II. Les statuts de conservation IUNC ……..……**19**
III. Méthodes de conservation de la biodiversité ……**20**
IV. Rareté d'une espèce……..……**21**
V. Les différentes formes de rareté ……..……**22**
VI. Les mesures de la rareté utilisées en écologie.....**23**
VI.1. Abondance et distribution……...……..**23**
VI.2. Amplitude écologique……...……...**24**
VI.3. Risque d'extinction……...……**25**
VII. La notion d'endémisme……...**26**
VIII. La relation entre la rareté et l'endémisme……...…**26**
IX. La rareté et l'endémisme en région méditerranéenne……**27**
X. La rareté et l'endémisme de la flore algérienne……..……**28**
XI. Relation entre rareté et endémisme en Algérie……..……..**28**
XII. Les suivis démographiques……..……**29**

Chapitre 3 :*Physiologie de la germination*

I. Définition de la germination……...**32**
II. Les phases de la germination……..…**33**
III. Aspects morphologiques de la germination……...**34**
IV. Phénomènes physiologiques de la germination……..**34**
V. Les aspects biochimiques de la germination……...**34**
VI. Les conditions optimales de germination……**34**
VII. Hétérogénéité de la germination ……**37**
VIII. La dormance et sa relation avec la germination……..**38**
IX. Types de dormance……**39**
IX.1. la dormance physiologique……..…**39**
IX.2. la dormance morphologique……**39**
IX.3. la dormance morpho-physiologique……..…**39**
IX.4. la dormance physique……...**39**
IX.5. la dormance physique-physiologique……...**39**
IX.6. la dormance chimique……...**40**
X. La levée de dormance ……**40**
XI. Généralités sur le stress……...**42**
XI.1. Définition de stress……...**42**
XI.2. Le stress hydrique……**42**
XI.3. Le stress salin……**43**
XI.4. Effets du stress hydrique et salin sur les plantes……..….**43**
XI.4.1. Effets du stress hydrique ……**43**
XI.4.2. Effets de la salinité ……..…**44**
XI.5. Le stress thermique……..…**45**
XI.6. Le stress ionique……...**46**
XI.7. Le stress nutritionnel……**46**

Partie II :*Etude expérimentale*

Chapitre 1 :*Présentation du site d'étude*

I. Présentation et localisation de la zone d'étude……....**47**
II. Contexte spatial……...**48**
II.1. La zone montagneuse de Tessala……...**48**
II.2. La zone de piémonts……..…**48**
II.3. La zone de plaine……**48**
III. Principaux types de sols……..**49**
IV. Caractéristiques climatiques……**50**
IV.1. Les précipitations ……....**52**
IV.2. Les températures ……..…**53**
IV.2.1. Températures moyennes mensuelles de la période (1913-1938) ……..…**54**
IV.2.2. Températures moyennes mensuelles de la période (1980-2015) ……..…**55**
IV.3. Les vents ……..…**56**
IV.4. La gelée ……....**56**
IV.5. L'humidité ……...**56**
IV.6. Synthèse climatique ……**57**
IV.6.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen ……....**57**
IV.6.2. Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger……....**58**

IV.6.3. Indice d'aridité de De Martonne ……60
IV.6.4. Répartition saisonnière des pluies ……61
V. La végétation naturelle ……63
VI. Les reboisements……63
VII. Les menaces pesées sur la végétation ……63
VII.1. Influences anthropiques ……63
VII.2. Les incendies des forêts ……64
VII.3. Le surpâturage……64

Chapitre 2 :*Matériel biologique et méthodes d'étude*

I. Caractérisation de l'habitat……65
I.1. Analyse du cortège floristique……65
I.1.1. Coefficient d'abondance – dominance……66
I.1.2. La sociabilité……66
I.1.3. La fréquence d'apparition……67
I.1.4. Types biologiques……67
I.1.5. Types biogéographiques……68
I.2. Analyse du sol……68
I.2.1. Le pH ……69
I.2.2. Le carbone de la matière organique ……69
I.2.3. Analyse granulométrique……70
I.2.4. La conductivité électrique ……70
I.2.5. Dosage du calcaire total $CaCO_3$……71
I.2.6. Le dosage de calcaire actif ……72
I.3. Suivi démographique……72
I.3.1. Techniques d'échantillonnage……72
I.4. Traitement statistiques des données ……73
II. Recherche des conditions optimales de la germination des graines de *A. baetica*……74
II.1. Matériel biologique……74
II.1.1. Récolte et description des graines ……74
II.1.2. Préparation des graines pour les essais de germination……74
II.2. Méthodes d'étude……75
II.2.1. Déroulement des essais de germination……75
II.2.1.1. Essai préliminaires ……75
II.2.1.2. Effets de quelques prétraitements physico-chimiques sur la germination…..75
II.2.1.3. Recherche des conditions optimales thermiques de germination……76
II.2.1.4. Effet du stress salin et du stress hydrique sur la germination……77
II.3. Expression et traitement des données ……77

Chapitre 3 :*Résultats et discussion*

I. Caractérisation de l'habitat……79
I.1. Analyse du cortège floristique……79
I.1.1. Fréquence des espèces……79
I.1.2. Caractérisation des familles botaniques……83
I.1.3. Spectre biologique des espèces recensées……85
I.1.4. Spectre morphologique……86
I.1.5. Spectre biogéographique des espèces recensées……88
I.2. Analyse du sol……89

I.3. Traitement statistiques des données floristiques et édaphiques……..**90**
I.4. Suivi démographique ……..**93**
II. Recherche des conditions optimales de la germination des graines de *A. baetica*…….**96**
II.1. Fiche descriptives de l'espèce étudiée ……..**96**
II.2. Evaluation préliminaires de la germination des graines prétraitées……...**97**
II.3. Influence des conditions thermiques……**100**
II.4. Effet du stress hydrique sur la germination……..…**101**
II.5. Effet de la salinité sur la germination……...…**103**

Conclusion et perspectives……..107

Références bibliographiques……...…109

Annexes

Introduction

La région méditerranéenne forme une entité climatique et biogéographique enrichie par des éléments floristiques et des climats très contrastés (Gamisans, 1991 ; Quézel, 1995). Elle se caractérise par une exceptionnelle biodiversité (Cowling *et al.*, 1996) et une richesse élevée en végétation rare principalement concentrée dans de grandes familles végétales (Dominguez Lozano et Shwartz, 2005) ; elle a été classée parmi l'une des cinq régions du monde où les problèmes environnementaux sont les plus graves (Ramade, 1993 ; Beaulieu et *al.*, 2005) dans la mesure où la flore subit des pressions anthropiques, parfois très fortes. L'influence de l'homme sur la végétation de la région méditerranéenne est très ancienne (Pons et Quézel, 1985), se traduisant par la fragmentation des habitats et la disparition d'espèces et de populations de façon significative (Grenon et Batisse, 1989 ; Ramade, 1990 ; Heywood et Iriondo, 2003).

L'Algérie est un pays possédant d'importantes richesses floristiques et faunistiques méditerranéennes qui restent mal connues, inexploitées et très peu étudiées. Sur la base de la flore de Quézel et Santa (1962), Zeraia (1983) a pu dénombrer 289 espèces assez rares, 647 rares, 675 très rares, 35 rarissimes, 1611 espèces soit environ plus de la moitié de notre flore nationale est rare. Ces espèces rares ont fait l'objet d'études privilégiées par les scientifiques qu'elles intriguaient. Les espèces rares ont donc aussi une grande valeur en terme de conservation, soit pour des raisons patrimoniales, soit pour leur plus grand risque d'extinction (Pimm *et al.*, 1988 ; Gaston, 1994).

La biologie de la conservation est un champ de recherches multidisciplinaires et intégrées qui s'est développé en réponse aux enjeux de préservation des espèces et des écosystèmes (Robertson, 2006). Sur le thème de la conservation, il est important de pouvoir étudier la germination pour différentes raisons (Campo, 1995 ; Herranz *et al*., 2002). Elle permet de : 1) connaître la capacité germinative des lots conservés en banque, et servira à évaluer la méthode de conservation et de son adéquation pour chaque espèce en particulier ; 2) de déterminer si les semences conservées présentent une dormance, de quel type et comment l'ôter, pour savoir comment il faudra procéder pour la germination lorsqu'il y aura l'utilité. Pour les plantes endémiques, rares ou menacées, ces études sont importantes lorsque l'on dispose de suffisamment de semences et que la récolte sur le terrain n'implique pas de menaces pour la population ; 3) de mieux connaître la phénologie et l'écologie d'une espèce. Plusieurs facteurs environnementaux tels que la température, la salinité, la lumière et l'humidité du sol influent simultanément la germination (El-Keblawy et Al Rawai, 2006). Parmi ces différents facteurs de germination, la température est le facteur le plus important de régulation et de développement des plantes (Koger *et al*., 2004).

La région de Tessala, zone montagneuse de l'Ouest algérien, est connue par sa richesse floristique (Bouzidi, 2009 ; Dif, 2015). Si bien que ce secteur a fait récemment l'objet de plusieurs travaux écologiques et phytosociologiques (Charif, 2001 ; Ferka Zazou, 2006 ; Bouzidi, 2009 ; Chérifi, 2009 ; Bouidjra *et al.,*2011 ; Bouterfas, 2011 ; Bouzid, 2012 ; Dif, 2015 ; Saidi *et al.*, 2015 ; Chérifi*et al.*, 2017), son potentiel en ressources génétiques n'a été que partiellement étudié et reste à évaluer.

Parmi les espèces peuplant les monts de Tessala, nous nous sommes intéressés à *Aristolochia baetica*, espèce endémique de l'Algérie occidentale, du Maroc et de la péninsule ibérique (Maire, 1961 ; De Groot *et al.*, 2006). Selon Quézel et Santa (1962), cette espèce est considérée comme assez commune en Algérie. Au niveau de notre site de prélèvement et d'après nos observations personnelles, cette espèce est représentée par quelques populations de faibles effectifs. Cela peut s'expliquer par les conditions climatiques contraignantes, la fragilité des écosystèmes et l'influence de l'homme se traduisant par la fragmentation des habitats et la disparition d'espèces et de populations, mais aussi par manque de données sur la viabilité des graines de cette espèce.

Les caractéristiques de cette espèce font un bon modèle d'une part pour l'étude des traits d'histoire de vie des espèces se développant en petites populations et d'autre part pour comprendre les problèmes de conservation des espèces rares. Ces deux problématiques sont associées en combinant une approche écologique, ce qui est peu fréquent dans les études concernant la conservation des espèces rares (Schemske *et al.*, 1994, Colas *et al.,* 1997).

C'est dans ce contexte que s'inscrit l'objectif de notre travail qui consiste à étudier, d'une part, l'autoécologie de *A. baetica* évoluant dans le mont de Tessala (Algérie nord-occidentale), par la caractérisation de son cortège floristique et son substrat édaphique. Aussi,nous avons abordé une étude portant sur le suivi démographique des fleurs et des fruits de cette espèce durant trois années d'observation, et d'autre part, le comportement germinatif de ses grainesvis-à-vis de la température, de la salinité et du déficit hydrique.

La thèse présentée est subdivisée en deux parties distinctes :

- La première partie est une synthèse bibliographique, comprenant les chapitres suivants:
    - ✓ Monographie de*Aristolochiabaetica*.
    - ✓ Biologie de la conservation.
    - ✓ Physiologie de la germination.

- La seconde partie correspond à l'étude expérimentale ; elle est représentée par les chapitres suivants :

  - ✓ Présentation du site d'étude.
  - ✓ Matériel biologique et méthodes d'étude.
  - ✓ Résultats et discussion.

Ces deux parties sont sanctionnées par une conclusion générale et des perspectives ainsi que par les références bibliographiques.

Partie I : *Synthèse bibliographique*

Chapitre 1:*Monographie de Aristolochia baetica*L.

I. Aperçu sur la famille des Aristolochiacées

*Aristolochiaceae*est une famille de plantesdicotylédones de divergence ancienne (Gonzalez et Stevenson, 2002), elle comprend environ 500 espèceset 7 genres dont les plus représentatifs sont : *Aristolochia* (320spp), *Asarum* (70spp) et *Isotremal* (50spp) (Judd *et al.*,2002). Elle représente la première lignée des angiospermes qui a développé des fleurs àpiégeage (Bolin *etal.*, 2009). Elle est généralement divisée en deux sous-familles :*Asaroideae* et *Aristolochioideae* (Huber, 1993). La sous-famille des *Asaroideae* comprend environ 85 espèces qui se produisent principalement dans les régions du nord tempéré avec une diversité en Asie (Kelly et Gonzalez, 2003), alors que celle des *Aristolochioideae*a une distribution principalement tropicale-subtropicale (Ma, 1990) (Fig. 1). Toutes les formes de croissance sauf annuelle sont représentées chez *Aristolochiaceae*. Certaines espèces sont des lianes de petite à moyenne taille, d'autres sont des géophytes émergeant de porte-greffes ou tubercules épaissis ou des arbustes ou de petits arbres (Neinhuis *et al.*, 2005).

La famille des *Aristolochiaceae* est caractérisée par des feuilles alternes, triangulaires, cordiformes à la base (Quézel et santa, 1962), distiques, pétiolées, ordinairement non stipulées (Maire, 1961). L'inflorescence est en grappe, cyme ou fleur solitaire. Les fleurs sont grandes (Maire, 1961), de couleur jaunes ou brunâtres,en forme de tube plus au moinscontourné,hermaphrodites, à périanthe coloré, irrégulier, tubuleux en languette(Quézel et Santa, 1962), trimère, fortement zygomorphe (Maire, 1961),poilu intérieurement, 6 étamines (Quézel et Santa, 1962) à 12 (Maire, 1961), soudées avec le style, ovaireinfère, style court, à 6 stigmates (Maire, 1961 ; Quézel et santa, 1962), en un gynostème terminé par un stigmate en plateau ou étoilé, anthères ordinairement extrorses. Ovaire uniloculaire ou 4-6 loculaire ; ovules nombreux, anatropes (Maire, 1961). Fruit capsulaire à 6 loges polyspermes,s'ouvrant par 6valves. Graines triangulaires(Quézel et Santa, 1962), avec unpetit embryon riche en albumen (Spichier *et al*., 2004).

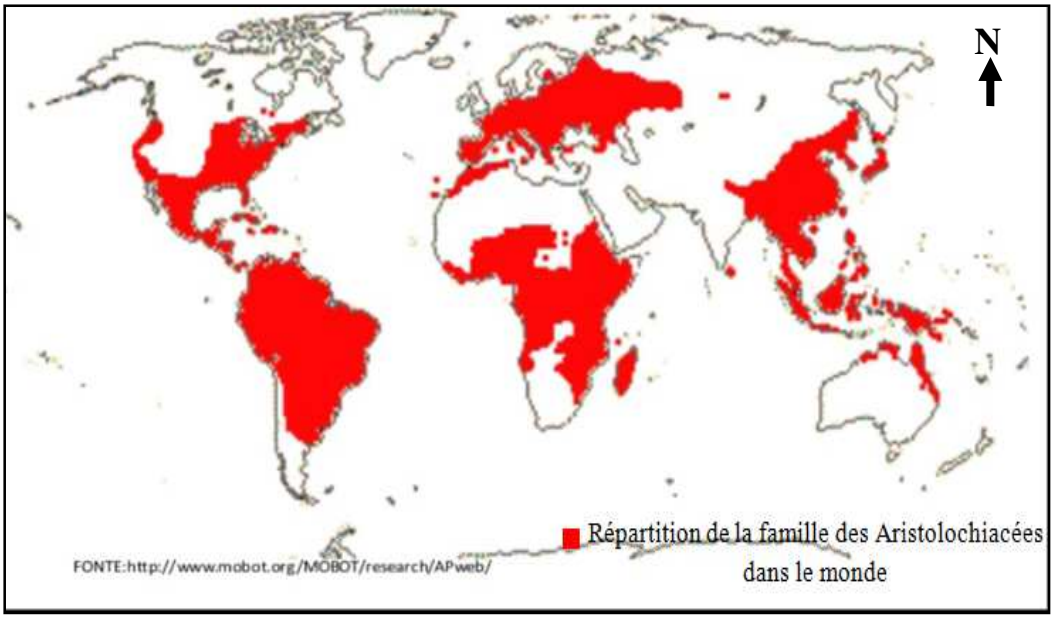


Figure 1.Répartition des Aristolochiacées dans le monde (Webmaster1).

II. Aperçu sur le genre *Aristolochia*

Le genre *Aristolochia* a une diversité limitée dans les zones à climat saisonnier de l'hémisphère nord (Neinhuis *et al.*, 2005, Wanke *et al.*, 2006a). En Amérique du Nord, seules quelques espèces peuvent être trouvées (≈ 5), alors qu'en région méditerranéenne, plusieurs autres espèces ont été signalées. Des phylogénies moléculaires ont montré que les espèces *Aristolochia* méditerranéennes étaient monophylétiques (Neinhuis *et al.,* 2005, DeGroot *et al.,* 2006; Wanke, 2007). Cependant, seulement très peu de membres ont été inclus dans chacune de ces études. *Aristolochia* a été subdivisée en deux lignées basées sur des caractères morphologiques : a) sous-section *Podanthemum* (fleurs unilabiées avec un utricule stipulé), et b) sous-section *Aristolochia* (fleurs unilabiées ou bilabiées avec utricule sessile) (Gonzalez et Stevenson, 2002), chacune récupérée comme monophylétique par des phylogénies à base moléculaire (Ohi-Thoma *et al.,* 2006). En outre, la sous-division *Aristolochia* peut être subdivisée en deux groupes représentant la biogéographie et la morphologiesuivantes : a) les espèces méditerranéennes occidentales montrant principalement une fleur àun tube incurvé en U ou un petit périanthe, et b) les espèces méditerranéennes qui montrent principalement des fleurs à tubes en U ou sigmoïdes et un périanthe plus gros (Mahfoud, 2009).

Aristolochia est le plus grand genre de la famille des *Aristolochiaceae*(Mulder, 2003), est un membre des angiospermes basales, éventuellement ciblant pollinisateurs spécifiques, développés (Sakai, 2002 ; Bolin et *al.*, 2009). Les représentants du genre *Aristolochia* sont

bien connus en raison de leurs fleurs particulières, qui attirent les pollinisateurs par l'odeur (Cammerloher, 1923 ; 1933; Daumann, 1971; Vogel, 1978 ; Burgess *etal.*, 2004 ; Banzigeret Disney, 2006 ; Trujillo et Sérsic, 2006). La plupart des insectes attirés par les fleurs appartiennent à différentes familles de Diptères, entre autres : *Calliphoridae*, *Ceratopogonidae*, *Cypselidae*, *Drosophilidae*, *Heleomyzidae*, *Muscidae*, *Phoridae*, *Sepsidae* et *Ulidiinae*(Lindner, 1928 ; Vogel, 1978 ; Razzak *et al.,* 1992 ; Sakai, 2002 ; Burgess *et al.,*2004 ; Trujillo et Sérsic, 2006 ; Rulik *et al.,* 2008). Les fleurs utilisent un mécanisme complexe qui permet le piégeage d'insectes, la rétention et la libération, pour assurer la pollinisation croisée.

Un certain nombre d'espèces d'*Aristolochia* ont été largement utiliséesdans la phytothérapie dans le monde entier. Au cours des deux dernières décennies, ce genre a suscité beaucoup d'intérêt et a fait l'objet de nombreuses études chimiques et pharmacologiques à cause de sa richesse en acides aristolochiques, qui sont uniques à ce genre, et mêmeentant qu'agent anti-inflammatoire, pour l'arthrite de goutte, le rhumatisme et les maladies inflammatoires chroniques de peau (Bellakhdar, 1997). Quelques espèces ont été employées sous forme de drogues brutes comme anodins, antiphlogistique, antitussives, expectorants, antiasthmatiques et détoxiquant, particulièrement dans la chine (Rybalko-Rosen *et al.*, 2005).

Malgré les effets thérapeutiques de ce genre, l'utilisation de ces espèces dans la phytothérapie n'est plus autorisée dans beaucoup de pays, à cause de la toxicité des constituants qui se sont avérés néphrotoxiques, cancérogènes (Bellakhdar, 1997).

En effet, les Aristoloches *contiennent* des acides aristolochiques dont la néphrotoxicité,au moins aiguë, avait été expérimentalement et cliniquement démontrée dans le passé (Mengs, 1987). Depuis 1993,des cas de néphrotoxicité ont été rapportés en Belgique,France et Royaume-Uni de Grande-Bretagnecomme résultat d'exposition négligente aux espèces d'*Aristolochia* dans la thérapie à base de plantes non autorisées.

L'usage des plantes médicinales reconnues toxiques et en particulier, les espèces appartenant à la famille des aristoloches restent un danger potentiel et permanent pour la santé humaine.

III. Présentation et caractéristiques botaniques de *Aristolochia baetica*

III.1. Présentation

Aristolochia baetica est une liane vivace qui possède un feuillage persistant, sa floraison s'étend de l'hiver jusqu'au printemps (Berjano *et al.,* 2011) (Fig. 2). C'est une plante grimpante qui occupe parfois de grandes surfaces, endémique de la péninsule ibérique, du Maroc et de l'Algérie (Medjahdi *et al.*, 2009).

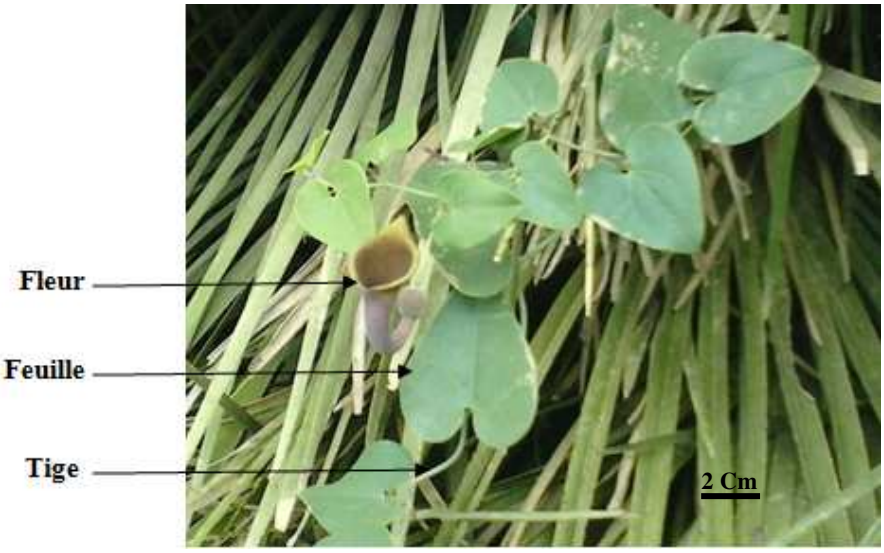


Figure 2.*Aristolochiabaetica*(Cliché Hakemi Zahra, 2015)

Les noms vernaculairesde *A. baetica* sont comme suit :

Arabe: Berreztem, Armdad, Zeround (Bellakhdar, 1997);

Français: Aristoloche (Webmaster 2);

Anglais: The Andalusian Dutchman's pipe(Webmaster 3);

Espagnol: Condilito, Candile, Candillilos, Candelijos, Balsamina (Berjano, 2006);

Portugais: Portugese Hardy Dutchman's pipe (Webmaster 4).

III.2.Caractéristiques botaniques

*Aristolochia baetica*possède un système racinaire fasciculé (Fig. 3), long et menu(Boutaybi, 2013).

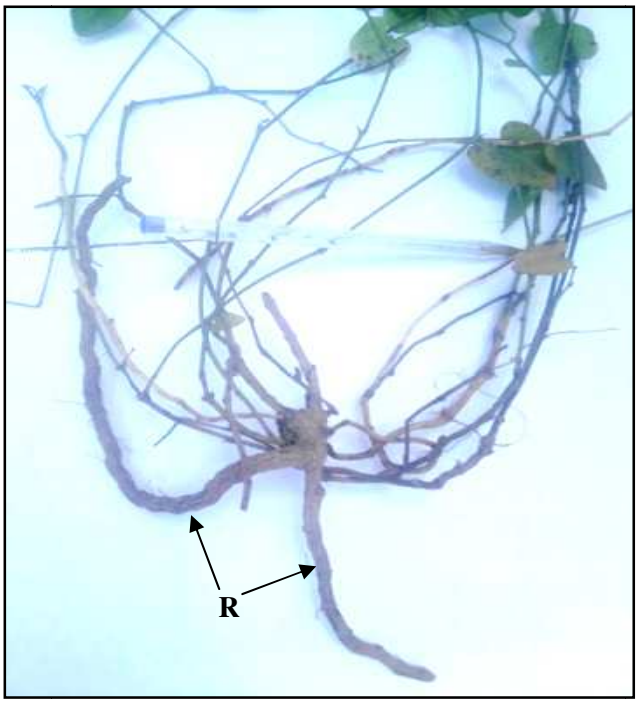


Figure 3. Système racinaire de *Aristolochiabaetica*(Boutaybi, 2013)

(**R** : racines)

Sa tige est aérienne, sarmenteuse, grimpante, volubile,charnueet glabre, n'est pas droite mais se torde et se développe dans n'importe quelle direction ; elle grimpe à travers diverses espèces d'arbustes jusque vers 4 m de hauteur (Fig. 2), grêle,hexagonale, très longtemps verte(Maire, 1961). Les entre-nœuds sont partiellement déformés et irréguliers(De Groote *et al*., 2006).

Les feuilles sont simples, lisses, alternes distiques, pétiolées, cordiformes, ovales-cordées(Maire, 1961 ; Quézel et Santa, 1962) (Fig. 2) ;de couleur verte foncée en dessus, blanchâtres en dessous (Quézel et Santa, 1962), obtuses et un peu mucronées, à sinus basal très ouvert, très finement, brièvement et plus ou moins lâchement pubescentes sur les deux faces, à marge étroitement cartilagineuse, lisse ou portant quelques papilles éparses, vertes en dessus, vertes ou glauques en dessous ; et des nervures palmées basales 5 à 7 ; saillantes en dessous et un peu en dessus. La longueur de la feuille est de 3 à 6 cm et de 2 à 5 cm de largeuravec un pétiole de 0,8-1,6 cm de longueurtrès finement pubérulent (Maire, 1961).

Aristolochia baetica a une inflorescence indéfinie (Boutaybi, 2013). Les fleurs sont grandes, solitaires, axillaires et brièvement pédonculées, avec une forme d'un saxophone, sa longueur est de 2 à 6 cm. Elle est hermaphrodite (Berjano *et al.*, 2010), zygomorphe, le pédoncule floral est filiforme et vert, de 5 à 6 cm de longueur (Fig. 2). Elle dégage une forte odeur.

Ovaire glabre, plus ou moins hexagone. Périanthe simple à 3 cm de longueur (Maire, 1961), brun pourpre clair extérieurement (Maire, 1961 ; Quézel et Santa, 1962), brun pourpre foncé ou jaune verdâtre rayé de brun à l'intérieur, glabre extérieurement, lâchement et longuement poilu intérieurement ; tube arqué, renflé à la base en un utricule subglobuleux, 7 mm de longueur ; limbe oblique, en languette ovale, obtuse, ordinairement plus ou moins mucronée, courte, prolongée sur la face opposée en marge saillante. Gynostème à 6 lobes terminaux, + ou – brusquement atténués au-dessus de leur base, ovoïdes, obtus, incurvés, bruns, entourés d'une couronne verte, entière, couvrant complètement le sommet des étamines (Maire, 1961).*Aristolochia baetica* n'a pas de pétale (apétale), le tube du calice est un peu courbé, formé par un à trois verticilles, et de trois à six sépales soudées (gamosépale). Les follicules externes et internes sont glabres. L'ovaire est épigyne, composé de six carpelles soudés.Androcée à 6 étamines. Ils sont unis avec le style pour former un gynostème.

III.2.1. Floraison

Aristolochiabaetica a une très longue période de floraison qui dure de l'automne (entre octobre et novembre) à la fin du printemps (mai)(Valdés *et al.*, 2002 ; De Groote *et al*., 2006 ; Berjano *et al.*, 2010), avec une durée totale d'environ sept mois. Selon Maire (1961), la floraison s'étend de janvier jusqu'au juin. Cette période de floraison est beaucoup plus longue que celle de la plupart des espèces Méditerranéennes (Arroyo, 1990 ; Ortiz, 1991), bien qu'il existe quelques exceptions (Ortiz, 1991 ; Picó et Retana, 2001 ; Tébar *et al.*, 2004). Cette longue floraison pourrait être un mécanisme pour assurer la pollinisation. Les profils de la phénologie de la floraison sont étroitement associés aux variations des températures saisonnières, les précipitations et la photopériode (Arroyo, 2004). Les hivers méditerranéens, généralement légers, ils n'endommagent généralement pas l'appareil photosynthétique des plantes vivaces (Mooney *et al.*, 1974; Picó et Retana, 2001), bien que dans le cas de *A. baetica*, les basses températures de quelques jours d'hiver ont causé la nécrose de leurs tiges et diminué leur floraison. Il est bien connu que certains facteurs abiotiques, comme la photopériode, la température ou l'humidité peuvent déterminer les modèles de floraison de nombreuses espèces végétales (Rathcke et Lacey, 1985). Certains changements dans les conditions environnementales peuvent modifier la phénologie de la floraison d'une communauté ou de certaines espèces (Peñuelas *et al.*, 2004, Llorens et Peñuelas, 2005). Par conséquent, les différences entre les années observées dans la phénologie de *A. baetica* peut être une réponse aux changements climatiques interannuels.

III.2.2.Fructification

Chez *Aristolochiabaetica*, les insectes pollinisent efficacement plus de la moitié des fleurs et une faible fructification était toujours une conséquence d'une limitation des ressources,peut être causée par une variété de facteurs, tels que la prédation et la limitation des ressources de la pollinisation (Berjano *et al.*, 2003 ; Berjano, 2006 ; Mahfoud, 2009).

Le fruit est une capsule globuleuse à pyriforme (Fennane *et al.*, 1999), ovoïde, un peu mamelonnée, subhexagone, 3-4 cm de longueur, déhiscente en 6 valves (Maire, 1961)et qui se séparent à maturité (la déhiscence). Vert puis d'une couleur noire à maturité, le fruit renferme environ70 graines (Berjano*et al.*, 2009)(Fig. 4).

Les fruits de *Aristolochiabaetica* s'ouvrent à la base et restent comme un panier, contenant les grainesqui restent joints par le placenta (Fig. 5). Ces graines sont libérées dans une très longue période de temps, plus d'un an dans certains cas. Les fourmis, principalement *Crematogasterauberti*,s'introduisent dans les fruits pour libérer les graines. Après une longue période, les fruits finissent par se détacher.Certains de ces fruits contiennent encore suffisamment de graines au moment de leur chute, ce quiconditionne l'émergence subséquente de semis groupés (Berjano *et al.*, 2003)



Figure4. Fruitimmature de *Aristolochiabaetica*(Cliché Hakemi Zahra, 2015)

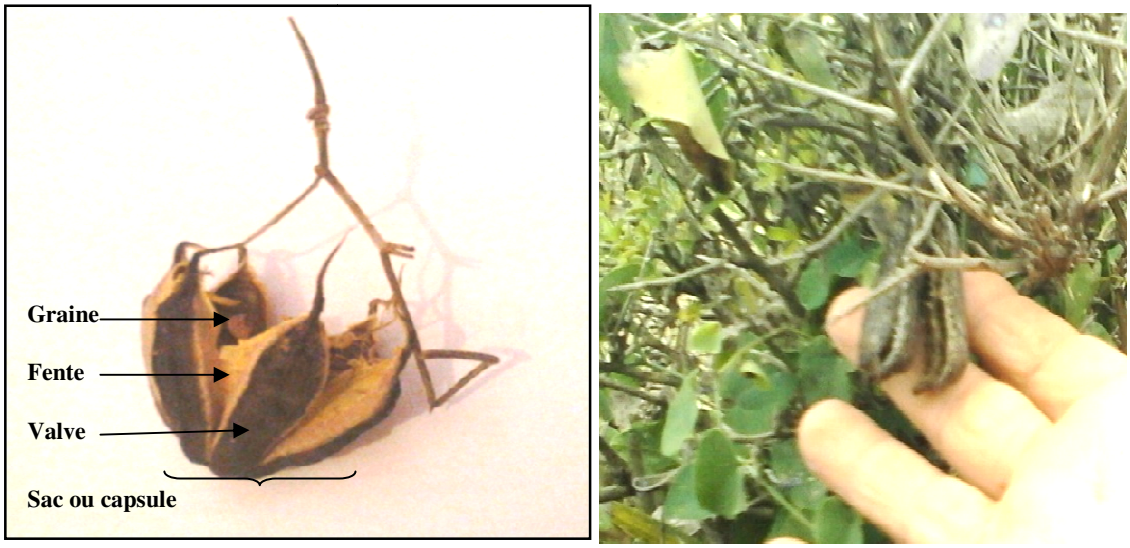


Figure5. Fruits mature de *Aristolochiabaetica*après liberation des graines (Cliché Hakemi Zahra, 2015)

III.2.3. Les graines

Les graines sont cordiformes,triangulaires, aplaties, 6-7 x 5-6 mm,à face raphéale concave, à face opposée au raphé plane ou un peu convexe, verruqueuse (Maire, 1961), d'une couleur blanche au début, et marron lorsqu'ellesdeviennent mûres (Fig. 6). A maturité, on observe la déhiscence des capsules, les graines deviennent libres et sous l'action des vents tombent sur le sol. Ces graines riches en nutriments, sont susceptibles d'attirer les fourmis ainsi que d'autres animaux (Berjano *et al.*, 2003).

Les graines de *Aristolochia baetica*ont une latence morphophysiologique, car leurs embryons sont incomplètement développés (Berjano, 2006).

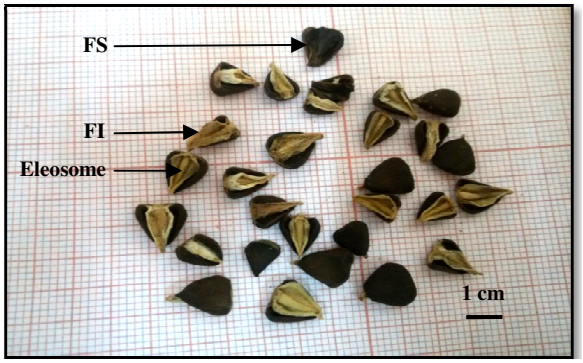


Figure 6. Les graines de*Aristolochiabaetica* (Cliché Hakemi Zahra, 2015)

FS : Face supérieure ; **FI :** Face inferieure

III.3.Mode de dispersion

La dispersion des graines de *Aristolochiabaetica* estmyrmécochorique(dispersion par les fourmis). Lecaractère dispersif des différentes espèces de fourmis est conditionné par leurs taille etstratégie de recherche de nourriture(Berjano *et al.*, 2003). *Aphaenogaster senilis*est le principal dispersant des graines de *A. baetica*. Petites fourmis telles que *Crematogaster auberti*, *Pheidolepallidula* et *Camponotus lateralis* ont consommé les éléosomeset n'ont déplacé que rarement les graines de quelques centimètres (Berjano *et al.*, 2003).La souris (*Apodemussylvaticus*) contraint la disponibilité des semences, qui peut influer sur la dispersion des graines. La dispersion des graines par les fourmis est limitée par la prédation des rongeurs. Ainsi, les variations de la population des souris en densité, et la disponibilité de ressources alternatives ou des conditions environnementales pourraient influer sur la prédation des graines et la dispersion des graines en fin de compte (Berjano*et al.*, 2003).

III.4.Mode de pollinisation

La pollinisation des *Aristolochia* implique le confinement temporaire des visiteurs à l'intérieur de la fleur. La littérature a montré que certaines espèces sont visitées par un ou quelques familles de diptères, tandis que d'autres sont visitées par une plus grande variété de diptères, mais seulement certains d'entre eux sont des pollinisateurs efficaces (Berjano*et al.*,2009).Le mécanisme de pollinisation chez*Aristolochia* peut être subdivisé en quatre étapes : attraction des insectes, le piégeage, la rétention et libération.

Aristolochiabaetica a des fleurs protogynes avec un périanthehautement modifié et adapté à la capture d'insectes qui agissent comme pollinisateurs ainsi que l'angle du tube dupérianthe augmente également en facilitant lasortie des pollinisateurs. Les parties femelles de la fleur arrivent à échéance avant les mâles. Plus tard, il s'agit d'une stratégie visant à éviter l'autopollinisation, parce que quand les anthères produisent du pollen, la stigmatisation a cessé de fonctionner et ne répond pas, empêchant ainsi la fleur d'être fécondée par son propre pollen (Sakai, 2002). Ce mécanisme permet, dès l'ouverture de la fleur, la fécondation des ovules par le pollen d'autres plantes apportées par les insectes. Lorsque la réception du pollen cesse, les anthères commencent à produire du pollen qui colle aux insectes (Daumann, 1959), et qui l'affecte à d'autres fleurs. Pour notre espèce, les principaux pollinisateurs appartiennent à la famille des *Drosophilidae* et en deuxième lieu*Phoridae* (Berjano *et al.,*2003).

De petites mouchesdiptèresdu genre*Megaselia*(*Phoridae*) sontreconnuescommepollinisateursde la Méditerranéeétroitement liésà l'espèce*Aristolochiapallida*(Rulik*et al.*,2008), maisont été également enregistrées en tant que visiteurs pour*A.baetica*(Berjano*et al.*, 2009).Il y a peu d'informations sur la reproduction avec succès des espèces d'*Aristolochia* (Sakai, 2002). L'importance des autres facteurs affectant la mise à fruit, comme la prédation ou de la disponibilité des ressources est pratiquement inconnue (Berjano *et al.*, 2006).

IV. Systématique

Aristolochia baetica L. a été décrite en 1735 par Carl Von Linné. Sur le tableau 1 est représentée sa classification classique selon Arthur Cronquist (1981), et sa classification phylogénétique (APG III2009).

Tableau 1. Systématique de *Aristolochia baetica*

Classique, Cronquist (1981)	**Phylogénétique APG III (2009)**
Règne: Plantae	**Règne**: Plantae
S/règne:Tracheobinta (plantes vasculaires)	**S/règne**: Tracheobionta
Emb. : Spermaphytes (plantes à graines)	**Emb.**: Spermaphytes
S/**Emb.** : Magnoliophyta (Angiospermes)	S/**Emb.** : Magnoliophyta (Eu Angiospermes)
Classe : Magnoliopsida (Dicotylédones),	**Classe**: Dicotylédones mono-aperturées archiques
S/ classe: Apétales(monochlamydeae)Takhtajan-Cronquist	**S/ classe**: Magnoliidae (Magnoliidées)
Série: Apétales hermaphrodites	**Ordre** : Piperales
Ordre: Aristolochiales	**Famille**: *Aristolochiaceae*
Famille: *Aristolochiaceae*	**S/ famille:** *Aristolioideae*
S/ famille: *Aristolioideae*	**Genre** : *Aristolochia*
Genre: *Aristolochia*	**Espèce**: *Aristolochiabaetica* L. 1753
Espèce: *Aristolochiabaetica* L. 1753	

V. Ecologie et habitat

Aristolochia baetica est une plante typique du sous-étage des matorrals, des forêts claires, de broussailles, des mauvaises herbes et des lieux rocheux, depuis le littoral jusque vers 1800 m (Maire, 1961). Elle évolue sous un bioclimat de type : semi-aride, subhumide et humide (Maire, 1961 ; Fennane *et al.*, 1999 ; Orch *et al.*, 2013). Elle se débarrasse des ombres grâce à ses caractéristiques de plante grimpante. Elle est indifférente aux types de sol (Maire, 1961), mais on la trouve souvent sur les sols calcaires dans les gorges, sur les pentes rocheuses, près des rues et sur les champs irrigués. Elle croit sur des sols pierreux et sablonneux (Fennane *et al.*, 1999). On la rencontre généralement dans les plainesbasses et moyennes et les montagnes(Fennane *et al.*, 1999 ; Orch *et al.*, 2013) avec des altitudes allant de 50 à 1000 m (De Groote *et al*., 2006).

Dans son habitat, elle est accompagnée par des nanophanérophytes pré-forestièrsdominés par *Pistachia lentiscus* avec *Daphne gnidium, Quercus coccifera, Myrtus communis*. Une strate herbacée avec*Asphodelus ramosus, Phlomis purpurea, Teucrium fruticans* et *Vinca difformis* avec des lianes comme *Bryonia dioica, Smilax altissima, clematis cirrhosa, Tamus communis* (Benabid 1984 ; Rivas-Martinez 1987 ; Pérez Latorre *et al.,* 1993 ; Galàn de Mera, 1993).

VI. Biogéographie et répartition

*Aristolochia baetica*est une plante endémique de la péninsule ibérique(Maire, 1961 ; Quézel et Santa, 1962 ; Tutin *et al.,* 1964 ; Castroviejo, 1986 ; Muñoz, 1987 ; De Groot *et al.*, 2006 ; Berjano *et al.*, 2011)(Fig. 7).Elle est presque exclusivement présente en Andalousie, àl'exception de quelques groupements isolés dans la province de Murcie et de l'Algarveportugais.En Andalousie, c'est une plante très commune sur la côte méditerranéenne, particulièrementabondante dans les provinces de Grenade, Malaga, Cadix et dans la dépression de la rivièreGuadalquivir et beaucoup moins sur la côte atlantique (Rivas-Martinez *et al*., 2002). On la retrouve aussi comme espèce commune au Maroc (Maire, 1961 ; Quézel et Santa, 1962 ; Tutin *et al.*, 1964 ; De Groot *et al.*, 2006) et assez commune en Algérie (Quézel et Santa, 1962).



Figure 7. Répartition biogéographique de *Aristolochiabaetica* dans la péninsule ibérique (Mahfoud, 2009)

VII. Intérêts et utilisations traditionnelles

Malgré que les plantes du genre *Aristolochia*sont classées parmi les plantes dangereuses pour la santé humaine puisqu'elles renferment les acides aristolochiques qui sont avérés cancérigènes, néphrotoxiques et hépatotoxiques, elles sont encore utilisées de nos jours dans la médecine traditionnelle de certaines régions de la Turquie, Chine,Inde, Argentine (Rybalko-Rosen *et al.*, 2005)et du Maroc (Bellakhdar, 1997).

*Aristolochia baetica*L. estune plante potentiellement toxique, elle est utilisée dans la médecine traditionnelle:

- Pour les palpitations de l'aorte abdominale et les maladies digestives ;
- Comme antipoison (Bellakhdar, 1997) ;
- Pour faciliter l'accouchement en stimulant les contractions de l'utérus ou rappel en tant que moyen emménagogue (Mizuno *et al.*,1991 ; Bellakhdar, 1997 ; Wu *et al.*, 2004) et action fébrifuge (Font Quer, 1999) ;
- Comme antidote contre les morsures de serpents (Rosenmund et Reichstein, 1943), des piqûres de scorpions, pour le traitement de malaria, les douleurs abdominales.
- Pour les vermifuges puissants (anti-helminthes et anti-vers) en provoquant leur expulsion à l'extérieur (Heinrich *et al.*, 2009) ou dans les cas d'empoisonnement alimentaires (Chen et Zhu, 1987 ; Desai *et al.*, 1988 ;Omar *et al.*, 1992) ;

- Au Maroc, les racines sont utilisées pour le traitement de Bûmezwi (palpitation de l'aorte abdominale), de la constipation et des affections intestinales (Bellakhdar, 1997) ;
- Le rhizome en poudre mélangé avec du miel ou du ''Smen'' est utilisé en cas de cancers (une cuillère par jour pendant 2 à 3 mois). Il est aussi indiqué en cas de diabète et d'asthme ;
- Une décoction est utilisée comme stimulante de l'appétit (Salhi *et al.*, 2010) ;
- Un mélange de poudre de rhizome d'*Aristolochia* avec du beurre salé « Smen » pour le traitement des infections de peau (Charnot, 1945 ; Bellakhdar, 1997 ; Merzouki *et al*., 1997).

VIII. Actions pharmacologiques de *Aristolochia baetica*

Plusieurs études ont prouvé les actions et les propriétés *de Aristolochiabaetica*, parmi lesquelles :

- *Aristolochiabaetica* inhibe la prolifération des cellules (MCF-7 cells) en cas du cancer du sein (Wu *et al.*, 2004 ; Chaouki *et al.*,2010) ;
- Des propriétés antivirales (Hinou *et al.*, 1990), analgésiques, expectorantes, antiasthmatiques (Chiang*et al.*, 1998);
- L'extrait méthanolique des graines de *Aristolochia baetica* a montré une forte activité antipaludique contre les différentes souches de *Plasmodiumfalciparum* (Jbilou*et al.*, 2006) ;
- L'extrait méthanolique de la plante est utilisé comme un insecticidepour les ravageur (ex : *Tribolium castaneum* (Herbst)) (Jbilou*et al.*, 2006). La croissance des larves a été significativement inhibée quand ils ont été nourris avec des extraits incorporés dans l'alimentation. Bonne activité insecticide contre les larves de *T.castaneum* a été réalisée avec l'extrait méthanolique de la partie aérienne de *A.baetica* en provoquant la mort de 32% des adultes. Cet extrait a perturbé le cycle de développement de l'insecte, inhibé la production de descendance, et même pourrait être utiles pour la gestion des populations de *T.castaneum* (Jbilou*et al.*, 2006) ;
- Action emménagogue et fébrifuge (Font Quer, 1999).

IX. Composition chimique de *Aristolochiabaetica*

Dans les racines de *Aristolochiabaetica*, on trouve :l'acide aristolochique (AA) ($C_{17}H_{11}NO_7$) et ses dérivés. Ils appartiennent au noyau phénanthrène avec une fonction carboxyle et un groupe nitré.

On y rencontre aussi des alcaloïdes, principalement des bases quaternaires : magnoflorine ($C_{20}H_{24}NO_4$), une huile essentielle à sesquiterpènes : aristolone ($C_{15}H_{22}O$), 9-aristolène($C_{15}H_{24}$), débilone ($C_{15}H_{22}O_2$), aristoloctone et duβsétostérol, des acides syringique, palmitique p-coumarique et parfois l'allantoine ($C_4H_6N_4O_3$)(Paris et Moyse, 1976-1981 ; Tang et Eisenbrand, 1992 ; Bellakhdar, 1997).

X. Toxicité de *Aristolochia baetica*

Charnot (1945) a décrit l'intoxication humaine par desaristoloches : l'utilisation de la plante sur une certaine durée de temps provoque des irritations rénales irréversibles allant jusqu'à la nécrose des éléments épithéliaux, hématuries et paralysie des membres inférieurs (Bellakhdar, 1997 ; Salhi *et al.*, 2010). L'agent toxique est l'AA (l'acide aristolochique) qui provoque des effets néphrotoxique et carcinogène(Bellakhdar, 1997). L'administration chronique du méthyle ester de l'AA aux doses de 60 mg/kg/j pendant 5 jours par semaine durant 4 semaines provoque la dégradation du foie et du rein. Ainsi, l'administration de l'extrait aqueux des racines de *Aristolochia baetica* chez les souris pendant une durée de 12 semaines montre bien une toxicité et révèle des altérations aussi bien au niveau sérologique qu'histologique ce qui signifie que la plante est potentiellement toxique et devra être utilisée avec beaucoup de prudence (Yamani et Elachouri, 2013).

Chapitre 2 : *Biologie de la conservation*

I. Définition et principes

La biologie de la conservation est une discipline traitant des questions deperte, maintien ou restauration de biodiversité.Robert Barbault (1997), la présentecomme une discipline de gestion de crise ; elle vise à identifier les populations en déclinet les espèces en danger, pour en déterminer les causes de leur déclin, proposer, tester et valider des moyens de remédier à ce déclin (éventuellement provisoirement *ex situ*). Selon Soulé (1986), la biologie de conservation c'est une réponse de communauté scientifique aux changements environnementaux que menacent la biodiversité, son objectif est de comprendre le phénomène d'extinction actuelle et fournir des outils intellectuels et technologiques qui puissent anticiper, minimiser ou corriger les dégâts écologiques, suivre la dynamique etla génétique des populations.

Le but de l'étude de la biologie de la conservation d'une espèce est d'établir son statut de conservation et de définir une stratégie de conservation (Faucon, 2008), évaluer les répercussions humaines sur la diversité biologique et développer des approches pratiques pour empêcher l'extinction d'espèces (Soulé, 1986 ; Wilson, 1992).

Le biologiste de la conservation doit souvent trouver des réponses et des méthodes de gestion à des problèmes de conservation dont il n'a pas toutes les données, puisque les outils et principes théoriques sont encore en cours d'élaboration, et que ne dispose pas de toutes lesinformations sur la biologie des espèces à gérer(Soulé, 1985). Elle vise, donc, à répondre à ce problème en associant des écologues et des gestionnaires sur le terrain pour au moins répondre àquatre problèmes majeurs :

1.Changements climatiques,

2.Disparition des milieux sauvagesde grande superficie (perte d'intégrité écologique ou destructiondes habitats),

3.Fragmentation écologique croissante des habitats et des paysages,

4.Résilience écologique dégradée.

La biologie de la conservation peut être appliquée à de multiples échelles spatio-temporelles, en fonction de l'objet visé par le programme de conservation :

- protéger une espèce rare, ce qui implique la protection ou la restauration de ses conditions de vie ou de survie,
- protéger une population d'individus menacés,
- protéger un complexe d'habitats naturels.

Cette protection peut être appliquée :

- à la conservation de la diversité génétique, grâce à :
  - une protection *in situ* dans le milieu naturel (ex : dans une réserve naturelle) ;
  - une protection *ex situ* (ex : en jardin conservatoire, en élevage conservatoire), avec éventuellementculture *in vitro* ou conservation dansune banque de graines ou de gènes.

La conservation peut s'envisager à différentes échelles (population, métapopulation,communauté, écosystème et paysage) mais l'objet commun est l'espèce. La population est unregroupement d'individus d'une même espèce et la métapopulation est l'assemblage depopulations qui sont liées par des phénomènes de migration. Travailler sur les communautésconsiste à travailler sur un assemblage d'espèces. Préserver un écosystème, c'est maintenir sarichesse spécifique mais également préserver les relations fonctionnelles entre ces espèces. Lepaysage représente un niveau d'intégration supérieur et se définit comme un assemblage decommunautés d'espèces. C'est un espace de plusieurs kilomètres carrés, caractérisé par unecombinaison particulière d'écosystèmes interactifs (Florence, 2003).

II. Les statuts de conservation UICN

D'après le livre rouge des espèces en danger de l'UICN (union internationale pour la conservation de la nature), à peine 4% de la flore mondiale aurait été décrite et le statut de conservation de seulement 4% de ces espèces aurait été évalué.

L'IUCN propose un système semi-quantitatif du risque et de la menace d'extinction des taxons, structuré en 8 catégories (Fig.8) : éteint (EX), éteint à l'état sauvage (EW), en danger critique d'extinction (CR), en danger (EN), vulnérable (VU), quasi menacé (NT), préoccupation mineure (LC), données insuffisantes (DD) (IUCN, 2001). Ces catégories sont structurées à partir des critères IUCN tels que la taille des populations, l'évolution de leurs effectifs dans le temps, la répartition géographique actuelle des populations, une évaluation de l'intensité de l'anthropisation. La première étape pour l'établissement du statut de conservation d'une espèce est de compiler les connaissances disponibles dans la littérature sur la taxonomie, la distribution et l'habitat de l'espèce (Faucon, 2008).

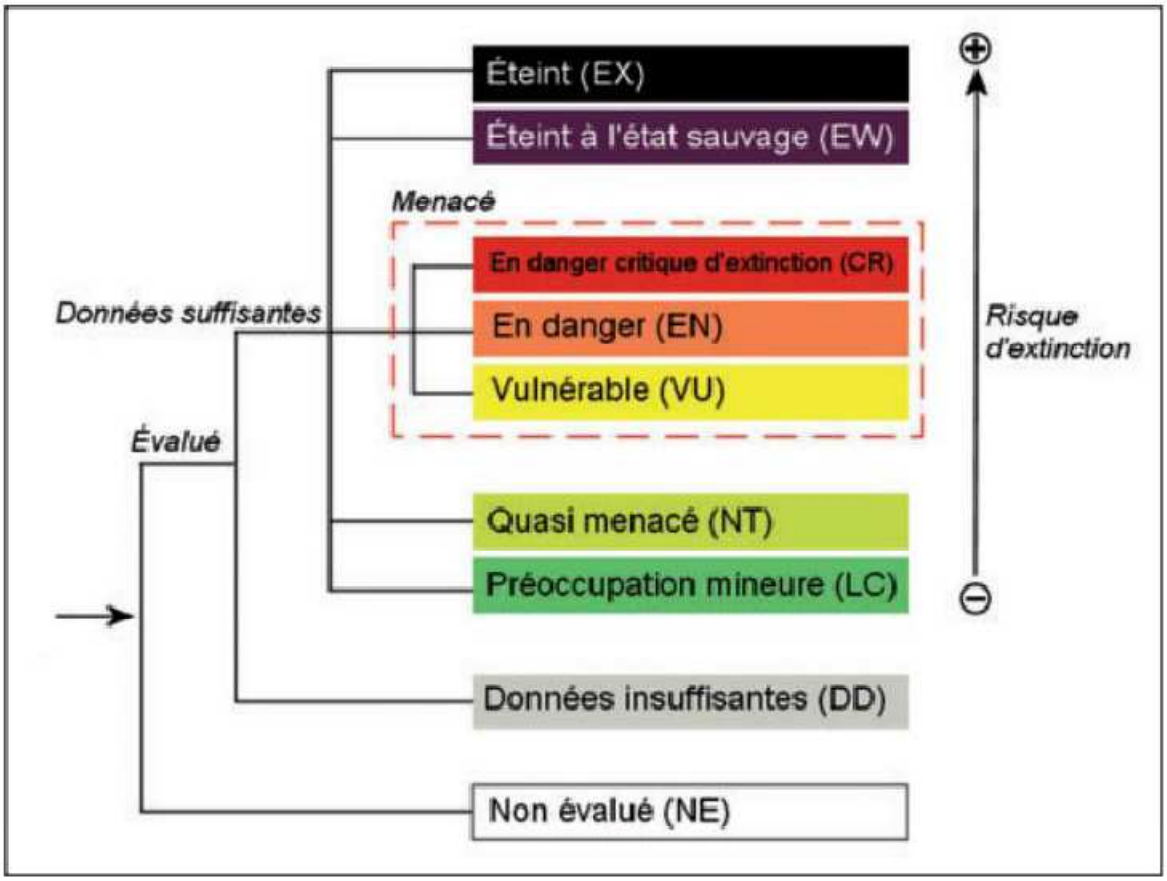


Figure8. Catégories de la liste rouge de l'UICN

III. Méthodes de conservation de la biodiversité

Les études de biologie de la conservation aboutissent à l'établissement d'un programme de conservation.

La conservation *in situ* impliquant la protection des écosystèmes, assure la conservation de la diversité globale à l'échelle du gène, des populations, des espèces, des communautés et des processus écologiques ; elle consiste à maintenir les organismes vivants dans leurs milieux naturels. Elle nécessite l'établissement d'un réseau d'aires protégéesreprésentatif de la diversité biologique qui reste difficile à mettre en œuvre face aux enjeux économiques de l'exploitation intensive des ressources naturelles. A l'heure actuelle, on estime qu'il y aurait plus de 100000 sites protégés dans le monde. Hors de ces zones protégées, la conservation *in situ* nécessite une gestion durable de l'exploitation des ressources naturelles afin de réduire les pressions anthropozogènes sur les populations naturelles. Par exemple, par l'adoption d'un guide de bonnes pratiques (études d'impacts sur la biodiversité, gestion écosystémique des milieux exploités…) ou par la mise en place de micro-réserves au sein des zones exploitées, de corridors biologiques dans le cas où l'habitat

aurait été fragmenté, ou encore par la mise en culture des populations des espèces indigènes exploitées…

Cette conservation *in situ* doit, chaque fois que possible, être accompagnée de la**conservation *ex situ*** des ressources génétiques des espèces (Cohen *et al.,*1991 ; Maunder et Byers, 2005). Cette conservation *ex situ* est établie dans les jardins botaniques par la mise en culture des espèces menacées d'extinction, par la création de banques de germoplasmes, de graines, de pollen, de plantules, de culture de tissus, de gènes... (Guerrant *et al.,* 2004). Néanmoins, elle reste une solution complémentaire à la conservation *in situ* ou pour une sauvegarde d'urgence (Guerrant *et al.,* 2004). En effet, conserver la biodiversité, ce n'est pas seulement, la conserver en tant que telle et dans sa composition actuelle, mais c'est surtout conserver son potentiel d'évolution.

L'**écologie de la restauration** est une nouvelle stratégie pour la conservation de la biodiversité (Bradshaw, 1993 ; Clewell, 1993 ; Dobson *et al.,* 1997). Auparavant, elle se distinguait de la biologie de la conservation puisqu'elle consistait uniquement à initier ou favoriser le rétablissement d'un écosystème dégradé ou détruit.

Actuellement, l'écologie de la restauration comprend aussi la réintroduction ou l'introduction d'espèces, la restauration des communautés végétales et fongiques (Suding *et al.,* 2003). La restauration d'espèces en danger et d'habitats dégradés reste cependant un procédé extrêmement difficile. De nombreux projets de restauration ont échoué dans leur mise en œuvre (Gobster et Hull, 2000). L'écologie de la restauration ne constitue pas un alibi à la destruction d'espaces naturels au détriment des opérations de conservation et de gestion de la biodiversité.

IV. Rareté d'une espèce

Depuis que l'homme s'intéresse à la nature, il s'est tourné vers, les espèces, plus faciles à étudier de manière générale que les écosystèmes. Il a dressé des listes d'espèces disparues, en voie d'extinction, ou à protéger (Lévêque et Mounolou, 2008). Ainsi, de tous temps, les espèces naturellement rares ont été un objet d'étude privilégié pour les scientifiques qu'elles intriguaient. De nombreuses théories se sont succédées pour tenter de définir, d'expliquer la rareté naturelle, de la comprendre, faisant intervenir l'âge des espèces, leur histoire évolutive, leur diversité génétique ou encore la spécificité de leur habitat. Pour mettre en évidence des différences de biologie entre espèces rares et communes, il est donc nécessaire d'utiliser des définitions précises de la rareté et de prendre en compte les biais inhérents à ces définitions (lavergne, 2003).

Le terme de rareté provient du latin*raritas,* et désigne la qualitéde ce qui peu commun, peu abondant. Plusieurs définitions de rareté tiennent compte de la répartition géographique des espèces (Gaston, 1991) ou de son abondance, sont donc à la fois ensemble (Rabinowitz, 1981 ; Rabinowitz *et al.,* 1986).

Selon Gégout (1995), la rareté d'une espèce peut être due à trois raisons : elle caractériseun autre milieu que celui étudié et y est donc par accident ; elle est « naturellement » rare, sa fréquence est très faible dans toutes les conditions écologiques ; elle a une écologie très étroite.

Une espèce rare c'est une espèce difficile à trouver, peu fréquente, représentée par un petit nombre d'individus. Mais si on l'observe d'un peu plus près, la rareté nous réserve des surprises : une espèce rare à l'échelle d'un pays peut apparaître localement abondante dans une région particulière. L'espèce est à la fois rare par endroits et commune ailleurs : la rareté semble *dépendre du lieu*. Par ailleurs, la rareté semble être intimement *associée à un type de milieu* : une espèce caractéristique des tourbières ou des hautes montagnes est introuvable ailleurs. La caractérisation de la rareté apparaît donc déjà comme multiple et ne se résume pas à une simple définition.

En écologie : « la rareté est simplement le statut actuel d'un organisme existant qui, par une combinaison de facteurs biologiques et physiques, est réduit soit en effectif, soit en distribution à un niveau manifestement plus faible que la majorité des autres organismes d'entité taxonomique comparable »(Gaston et Kunin, 1997).

Pour l'œil des taxonomistes, les espèces rares sont précieuses du seul fait de leur rareté qui les fait apparaître comme une richesse de la nature. Les scientifiques qui décrivent de nouvelles espèces ont parfois la fâcheuse tendance de définir de manière abusive une nouvelle espèce rare, que d'autres voient plutôt comme un écotype ou une sous-espèce d'une espèce plus commune. Seul le statut d'espèce rare à part entière peut permettre d'engager d'éventuelles mesures de protection.

Les espèces rares ont donc aussi une grande valeur en terme de conservation, soit pour des raisons patrimoniales, soit pour leur plus grand risque d'extinction (Pimm *et al.,*1988 ; Gaston,1994).

V. Les différentes formes de rareté

Différents types de rareté ont été mis en évidence sur la base de critères écogéographiques et démographiques tels que la taille de l'aire de répartition de l'espèce étudiée, l'amplitude de son habitat et la taille des populations qui la composent (Faucon,

2008). Les principales formes de rareté diffèrent selon les types d'espèces, les zones géographiques et selon le type de menaces qui s'exercent sur les espèces rares (Rabinowitz *et al.,* 1986 ; Lavergne, 2004 ; Lavergne *et al.,* 2005).

VI. Les mesures de la rareté utilisées en écologie

La définition de rareté est loin d'être opérationnelle et ne permet pas de rendre compte des multiples perceptions de la rareté. Un problème inhérent à l'étude de la rareté réside donc dans la difficulté d'utiliser une définition générale et opérationnelle, permettant des comparaisons entre espèces ainsi qu'entre diverses régions. Pour cette raison, le concept de rareté a connu un grand nombre d'applications et de significations dans la littérature en écologie (Harper, 1981; Gaston, 1994). Le premier niveau de perception de la rareté d'une espèce est souvent lié à sa valeur patrimoniale et symbolique, ou à son originalité taxinomique. Cependant, les études de biologie de la conservation quantifient principalement la rareté des espèces par des mesures de leur abondance et de leur distribution, de leur amplitude écologique, ou de leur risque d'extinction.

VI.1.Abondance et distribution

En écologie, la rareté peut désigner une espèce à faible abondance locale comme une espèce à distribution géographique restreinte. La rareté d'une espèce peut donc être mesurée à l'aide de diverses variables, à diverses échelles spatiales (locale, régionale ou globale) et peut aussi varier selon ces échelles (Murray *et al.,* 2002).

A l'échelle locale, c'est-à-dire à l'échelle d'une population, l'abondance d'une espèce est généralement mesurée par son nombre total d'individus (toutes cohortes confondues (Routley *et al.,* 1999), par sa densité en individus (nombre d'individus par unité de surface ou distance moyenne entre individus (Bosch et Waser, 1999), ou encore par la « pureté » de sa population (abondance ou densité relative de l'espèce dans la communauté (Kunin, 1997b). Ces trois mesures permettent de décrire de nombreux patrons spatiaux d'abondance à l'échelle des populations, mais interagissent de manière importante avec la taille des individus. Ainsi, les comparaisons d'abondances ou de densités locales entre espèces auront peu de sens si les espèces comparées ont des tailles d'individus très différentes et/ou si elles n'ont pas le même recours à la reproduction végétative. Chez les plantes, ces biais peuvent être pris en compte en mesurant sur une surface donnée, la biomasse totale des individus de l'espèce, le recouvrement au sol de l'espèce ou le nombre total de fleurs de l'espèce (Sih et Baltus, 1987).

Des études se sont intéressées aux patrons de rareté des espèces à l'échelle régionale, c'est-à-dire dans une région floristique bien délimitée. A plus grande échelle, les études de

biogéographie mesurent généralement la rareté des espèces en quantifiant leur distribution géographique, et ce, à l'aide de méthodes très variées (Gaston et Kunin, 1997), visant à estimer :

- l'aire de distribution des espèces : nombre total d'occurrences dans une grille régulière, nombre de zones géographiques ou administratives de tailles semblables occupées ;
- l'amplitude de distribution des espèces : distance séparant les deux occurrences les plus éloignées.

Ces deux types de mesures de distribution sont généralement corrélés, mais la mesure de l'aire de distribution, en particulier à l'aide du nombre total d'occurrences de l'espèce, sera utilisée en priorité pour quantifier la distribution géographique d'une espèce (Gaston, 1991). Il est aussi possible de décrire qualitativement la distribution géographique des espèces, en utilisant les listes de régions ou de pays d'occurrences que fournissent certaines flores (Tutin*et al.,* 1964; Greuter*et al.,* 1984-1989). Ce type de données apparemment sommaires permet de différencier facilement des espèces ayant des aires de distribution très contrastées.

VI.2.Amplitude écologique

L'échelle d'étude régionale inclut généralement une matrice d'habitats contrastés, mais la grande majorité des espèces présentes ne sont pas restreintes à l'aire d'étude. De ce fait, un paramètre biologique commun à de nombreuses définitions de la rareté à cette échelle est la distribution des espèces entre les différents habitats, c'est-à-dire leur amplitude écologique réalisée dans la région d'étude (Rabinowitz, 1981; Pitman*et al.,* 1999 ; Rey Benayas*et al.,* 1999). L'amplitude écologique d'une espèce est souvent mesurée par le nombre d'habitats dans lequel cette espèce est présente (Médail et Verlaque, 1997; Thompson *et al.,* 1999 ; Debussche et Thompson, 2003), ou en différenciant les espèces inféodées à un habitat particulier des espèces plus généralistes (Quintana-Ascencio et Menges, 1996; Dupré et Ehrlén, 2002).

Cependant, l'utilisation de l'amplitude écologique comme mesure de rareté d'une espèce comporte un problème. Cette caractéristique écologique serait un facteur de rareté plutôt qu'une mesure (Gaston et Kunin, 1997). D'ailleurs, toutes les espèces rares n'ont pas nécessairement une niche écologique restreinte. Par exemple, des espèces à distribution géographique peu dense ne montrent pas nécessairement de différence d'amplitude écologique avec des espèces plus ubiquistes (Burgman, 1989).

VI.3. Risque d'extinction

Le risque d'extinction n'est pas obligatoirement lié à la rareté. Pourtant, les deux notions ont été fréquemment confondues, notamment dans l'élaboration de Liste Rouges d'espèces menacées. Par exemple, la première classification publiée par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (IUCN) comportait les catégories suivantes : espèce éteinte, en danger, vulnérable, *rare*, hors de danger et insuffisamment connue (Palmer *et al.,* 1997).

Cependant, il est nécessaire de traiter séparément les deux notions de rareté et de risque d'extinction : toutes les espèces rares n'ont pas le même risque d'extinction, par exemple en fonction de leurs traits d'histoire de vie. Certaines espèces rares semblent pouvoir persister sur un très long terme (Lawton, 1995). Des variables différentes doivent donc être employées pour mesurer l'abondance d'une espèce à une date donnée, et pour estimer son risque d'extinction à plus ou moins long terme (Mace et Kershaw, 1997). Ceci est la philosophie des nouvelles classifications de l'IUCN qui se basent sur une estimation directe de la probabilité d'extinction sur une durée déterminée (Mace et Lande, 1991).

De nombreuses Listes Rouges d'espèces menacées ont été ainsi établies, dans de nombreuses régions du globe, et pour de nombreux groupes d'espèces (Mammifères, Oiseaux, Plantes, Champignons). Quelques études ont utilisé ces Listes Rouges pour modéliser le risque d'extinction des espèces en fonction de leurs traits d'histoire de vie (Gustafsson, 2000; Rydin*et al.,* 1997; Murray *et al.,* 2002), ou pour modéliser la distribution géographique des espèces en danger en fonction de variables environnementales et humaines, à l'échelle nationale ou continentale (Lahti *et al.,* 1991; Dobson*et al.,* 1997 ; Dobson*et al.,* 2001).

Comme l'élaboration et l'utilisation de ces Listes Rouges sont encore controversées (Burgman, 2002; Possingham*et al.,* 2002), le risque d'extinction doit aussi être étudié de manière empirique pour améliorer notre compréhension du rôle des facteurs humains, écologiques et biologiques dans les mécanismes d'extinction et de persistance des espèces rares. Cela nécessite de mesurer directement la probabilité d'extinction sur une échelle de temps écologique (Pitman et Lauchli,2002), ce qui a été aussi réalisé sur une échelle de temps géologique (Jablonski, 1995). Par exemple, on peut comparer, sur une zone géographique délimitée, des données de présence ou d'abondance d'espèces à deux dates séparées d'une ou plusieurs dizaines d'années, ce qui a été très rarement réalisé pour les espèces végétales (Fischer et Stöcklin, 1997; Duncan et Young, 2000).

La rareté des espèces peut donc être mesurée avec de nombreuses variables, qui doivent être choisies en fonction des objectifs de l'étude et des données disponibles.

VII. La notion d'endémisme

La richesse spécifique et l'endémisme sont deux symboles représentatifs de ladiversité biologique généralement pris en compte en biologie de la conservation car ilsreflètent la complexité et la particularité d'une communauté végétale (Caldecott *et al.*, 1996).

Les espèces endémiques sont donc des espèces dont l'aire de répartition est restreinte à un territoire spécifié, le plus souvent peu étendu. Les endémiques sont des espèces endémiques confinées à des zones bien délimitées (Zeraia, 1983). Ce terme d'espèces endémiques regroupe en fait des espèces « d'âges » très différents (Favarger et Contandriopoulos, 1961). En raison même de leur aire de répartition très restreinte, les endémiques ont un risque d'extinction élevé, notamment selon les critères de l'IUCN (Rodrigues *et al.,*2006). Il peut cependant s'agir d'espèces naturellement rares dont les populations sont parfois stables (Lavergne *et al.,*2005).

Les origines de l'endémisme sont très diverses. Cependant, il semblerait que la plupart des endémiques montrent des adaptations particulières à certains substrats.

VIII. Larelation entre la rareté et l'endémisme

La rareté et l'endémisme ont depuis longtemps intrigué les naturalistes qui s'interrogeaient sur les raisons du confinement de certaines espèces à des aires limitées ou à des milieux très particuliers. Dès 1820, De Candolle trouvait déjà curieux ce phénomène inexpliqué et introduisait le terme « endémique » pour désigner certains genres, certaines familles ou encore certaines espèces qui n'apparaissaient que dans un certain lieu, et nulle part ailleurs. Le lieu considéré pouvait être d'aire variable, et De Candolle ne réduisait pas sa définition aux espèces n'occupant qu'une aire minuscule, comme cela a pu être le cas par la suite (De Candolle, d'après Anderson (1994)). Bien que rareté et endémisme soient des termes souvent associés, voire pris l'un pour l'autre, ils ne sont pas équivalents, même s'ils concernent le même registre. Que l'on parle d'une espèce *rare* ou d'une espèce *endémique*, l'idée de fragilité, de valeur, de danger latent qui pèse sur l'espèce est toujours sous-jacente. Les différences entre les deux qualificatifs sont assez subtiles.

Le terme « **rare** » qualifie en général des espèces qui vérifient au moins une des deux caractéristiques suivantes :

- de faibles effectifs ;
- une aire de distribution relativement restreinte.

Le terme « **endémique** », fait référence à l'habitat de l'espèce, qui présente au moins une des deux spécificités suivantes :

- habitat très localisé (un seul endroit du globe) ;
- habitat caractérisé par des conditions environnementales particulières, spécifiques d'un type de milieu.

On peut tout de suite s'apercevoir qu'une espèce endémique n'est pas nécessairement considérée comme rare : il suffit que son milieu de prédilection soit largement représenté sur terre, ou de grande taille. Par exemple une plante spécialiste (donc endémique) des substrats sableux n'est pas « rare » à proprement parler, vu la quantité de tels milieux sur terre.

La rareté est un processus complexe et dynamique, qui se présente sous différentes formes et fait intervenir des processus variés.

Si l'on parle d'une espèce endémique spécialiste d'un habitat très particulier (endémique stricte), d'une espèce endémique restreinte à une aire minuscule (endémique locale), ou encore d'une espèce à large distribution géographique mais présente uniquement sous la forme de petits patches clairsemés à faible densité d'individus, les processus à l'œuvre pour la mise en place et le maintien de ces patterns de rareté sont très différents. Les interactions trophiques et la compétition, la spécificité du milieu où vit l'espèce, son fond génétique ainsi que son histoire évolutive interagissent de manière complexe pour créer les patrons de rareté observés à l'heure actuelle. On ne peut donc pas donner de définition unique de la notion de rareté et il reste encore beaucoup à comprendre quant aux mécanismes sous-jacents.

IX. La rareté et l'endémisme en région méditerranéenne

Les régions à climat méditerranéen se caractérisent par une exceptionnelle biodiversité (Cowling *et al.,*1996), et une richesse élevée en végétation rares principalement concentrées dans de grande familles végétales (Dominguez Lozano et Shwartz, 2005). Cette biodiversité est la conséquence des conditions climatiques particulières de la région, de l'hétérogénéité de l'habitat (géologie très diversifiée) et des différentes origines de cette flore (Quèzel, 1995).En effet les facteurs paléogéographiques et historiques (reliée à la présence de l'homme) ont participé à la création des divers environnements rencontrés, favorisant tant la spéciation que la conservation d'espèces relictuelles (Pons et Quèzel, 1985, Verlaque *et al.,* 1997, Thompson, 1999).Le taux rapide et élevé de spéciation a favorisé l'émergence de taxons rares

à aires de distribution restreintes, particulièrement sur les substrats drastiques, pauvre en nutriments (Wisheu et *al., 2*000 ;Richardson et *al.,* 2000) et dans les secteurs stables sur le plan de l'histoire climatique (Cowling *et al*.,2005).

Le taux d'endémisme dans la flore du bassin méditerranéen est très élevé, variant selon les estimations de 50% (Quézel, 1985) à 59% (Greuter, 1991) et constitue l'une des régions les plus riches du monde (Heywood et Iriondo, 2003).

En méditerranée occidentale, les secteurs à fort endémisme coïncident avec les blocs issus de la fragmentation du sud-est de la plaque Ibérique depuis l'éocène inférieur, à savoir les îles Baléares, la corse, la Sardaigne et la Sicile ainsi que trois régions continentales mais restées longtemps isolées : la zone bético-rifaine, les massifs Kabyles et la Calabre (verlaque *et al.,* 1997).

X. La rareté et l'endémisme de la flore algérienne

La flore algérienne reste mal connue, inexploitée, très peu étudiée en plus du danger qu'elle encourt (Benbelkacem*et al.*, 2013). Cette flore compte 3139 espèces (5402taxons) en comptant les sous-espèces et les variétés, réparties dans près de 150 familles parmi lesquelles 653 sont endémiques, soit un taux de 12.6% d'endémisme (Kazi Tani*et al.,*2010).

Ozenda (1977) note que pour la flore du Sahara, il y'a 162 espèces endémiques spécifiques. Le nombre total des espèces de ces régions (Sahara central et septentrional) n'étant pas vraisemblablement supérieur à 650, l'endémisme spécifique atteint au Sahara 25% environ.

En Algérie, Faurel (1959) et Mathez *et al.*(1985) ont déjà attiré l'attention sur la raréfaction voire la disparition d'une dizaine d'espèce, c'est surtout dans les milieux humides que la raréfaction ou la disparition sont très nombreuses.

Sur la base de la flore de Quézel et Santa(1962), Zeraia (1983) dénombre 289 espèces assez rares**,** 647 rares, 675 très rares, 35 rarissime, 168 endémiques. Presque la moitié de notre flore nationale est rare.Parmi les espèces inventoriées, 226 sont menacées d'extinction. Elles bénéficient d'une protection conformément au décret n°93 285 du 23 novembre 1993.

XI. Relation entre rareté et endémisme en Algérie

Dans l'ensemble, dans le Nord de l'Algérie, 11,8%de la flore est composée de taxons endémiques ou sub-endémiques. Chez les taxons très rares à plus ou moins rares, le pourcentage d'endémisme avoisine 20%(respectivement 19,6% et 19,4%), tandis que chez les

taxons plus ou moins communs, il n'est que de 5%.L'indice de rareté des endémiques d'Algérie au sens large est élevé. Plus de trois quart (77,9%) des taxons endémiques stricts d'Algérie ou sub-endémiques sont des plantes plus ou moins rares en Algérie, les endémiques plus ou moins communes représentant moins du quart du total. Ce phénomène est encore plus marqué chez les endémiques strictes d'Algérie (81,7%), et un peu atténué chez les sub-endémiques partagées avec les territoires limitrophes (en moyenne 73,2%, tous types confondus). Parmi ces endémiques plus ou moins rares, près du tiers (30,2%) sont très rares à rarissimes, voire déjà disparues. Là encore, le phénomène est accentué chez les endémiques strictes (35,3%) par rapport aux sub-endémiques (en moyenne 23,6%, tous types confondus). Dans les deux cas, le niveau de rareté est le plus faible du côté des sub-endémiques algéro-tunisiennes (62,1% de taxons plus ou moins rares, dont 17,2% de très rares), tandis que chez les sub-endémiques algéro-marocaines (respectivement 78,2% et 26,6%) il reste proche du taux atteint par les endémiques algériennes strictes (respectivement 81,7% et 35,3%). Les endémiques les plus rares sont surtout observées dans le secteur algérien strict (notamment les endémiques restreints des sommets de Grande Kabylie, des forêts de Petite Kabylie, des collines oranaises, etc.). L'endémisme frontalier avec le Maroc, et plus encore celui avec la Tunisie, correspondent moins à des zones d'hyperendémisme spécialisé (excepté la région de Ghar-Rouban, entre Oujda et Tlemcen) qu'à de vastes zones biogéographiques où les espèces endémiques sont localement peu rares, voire abondantes (Véla et Benhouhou, 2007).

XII. Les suivis démographiques

La connaissance des paramètres démographiques comme le taux de fécondation et la capacité de dispersion est très importante (Schemske *et al.* 1994). En effet, l'échange de gènes est un des mécanismes pouvant réduire le déclin des petites populations (Wright, 1931 ; Levins, 1970 ; Slatkin, 1987 ; Ellstrand, 1992). Les quelques études démographiques s'intéressant aux espèces méditerranéennes rares ont montré que certains paramètres démographiques, comme la dispersion, sont en cause dans le phénomène de rareté (Affre *et al.,* 1995, Colas *et al.,* 1997). D'autre part, l'existence d'une banque de graines par exemple peut contribuer à diminuer les risques d'extinction (Ellstrand et Elam, 1993). Dans un but de conservation et de gestion, le suivi démographique permet d'identifier le cycle de vie pour la survie d'une espèce, d'un point de vue écologique ou génétique (Schemske *et al.* 1994). Ainsi, la connaissance de ces différents paramètres pourra éclairer les méthodes à appliquer quant à la conservation des populations *in situ* (renforcements de populations, réintroduction et transplantations d'individus) et *ex situ* (conservation de banques de graines).

La difficulté méthodologique est de savoir comment suivre l'état de conservation d'une espèce et quel paramètre mesurer pour suivre l'évolution de la taille des populations. De nombreuses méthodes basées sur l'évaluation des effectifs sont couramment employées pour estimer la taille d'une population. Dans la grande majorité des cas, le comptage exhaustif de tous les individus d'une population est impossible, soit parce que ce nombre est trop grand, soit parce qu'il est difficile ou impossible de trouver tous les individus.

La survie d'une population est liée à deux grands types de facteurs. Les facteurs évolutifs (variabilité génétique, structure génétique des populations, sélection) agissent sur la probabilité de survie sur une échelle des temps évolutifs, sur plusieurs générations. Les facteurs écologiques impliquant principalement les caractéristiques démographiques de la population (taux de croissance, taux de migration) opèrent à l'échelle des temps écologiques et agissent sur la probabilité de survie.Au début des années 80, plusieurs travaux ont souligné l'importance théorique desprocessus génétiques et écologiques sur la viabilité des populations (Soulé, 1986, 1987). D'autres auteurs ont relégué au second plan les facteurs évolutifs (comme la perte de diversité génétique), considérant que la plupart des menaces se produisent à des échelles temporelles écologiques et donc que seuls les processus démographiques sont décisifs pour la conservation (Lande, 1988 ; Pimm *et al.*, 1988). Schemske *et al.* (1994) indiquaient en 1994 que 95% des études empiriques sur des plantes rares ont utilisé soit une approche génétique (35%) soit une approche écologique (60%). Oostermeijer *et al.* (2003) confirment le faible nombre d'études combinant des approches démographiques, génétiques et abordant les performances reproductives de plantes, malgré une augmentation considérable du nombre de travaux sur la biologie de la conservation des plantes rares depuis le début des années 90. Ainsi, les suivis démographiques sur le long terme constituent la base de l'étude de ces processus (Lande, 1988).Différentes variables sont utilisées par les gestionnaires pour appréhender cesvariations spatio-temporelles. Utilisé couramment, le dénombrement des tiges fleuries, ou bien le nombre des fleurs et des fruits,constitue un bon indice de l'effectif et de la dynamique d'une espèce.

Lors des suivis, il est intéressant de mesurer des traits reproducteurs(nombre de fleurs, taille d'inflorescence). Il peut être aussi utile de compter le nombre degraines produit par plante pour le comparer entre populations et pour obtenir une estimationde la fécondité.

Les intérêts de cette approche sont :

- Une meilleure connaissance de l'espèce, de son fonctionnement, de son cycle de vie;
- La mise en évidence du statut des populations, validée scientifiquement par une approche quantitative (estimation du taux de croissance observé, et avec l'utilisation

de modèles matriciels, estimation des probabilités d'extinction et des temps moyens d'extinction) ;

- L'identification des causes de déclin ou d'expansion ;
- La possibilité de proposer des mesures de gestion évaluées par des simulations.

Les espèces susceptibles d'être concernées sont celles dont le fonctionnement esttrès mal connu, qui sont rares et menacées ou celles pour lesquelles on cherche à identifier lescauses de régression ou des moyens de gestion efficaces. Pour les espèces annuelles, il sembleque des approches en métapopulation soient plus judicieuses (estimation de la taille despopulations et de la dynamique des populations par extinction/colonisation). Pour les espècespatrimoniales qui ne sont pas menacées, un contrôle régulier de l'effectif total des populationspeut suffire (Pimm *et al.*, 1988 ; Schemske *et al.*, 1994).

Chapitre 3 : *physiologie de la germination*

Le développement des plantes est un processus cyclique. Pour déterminer le commencement d'un cycle, chez les plantes il est pratique de partir de la germination de la graine (Hopkins, 2003). L'œuf fécondé à l'intérieur de l'ovule se développera pour former un embryon en utilisant les nutriments transformés à partir de l'albumen par le suspenseur. L'embryon est formé d'un méristème apical radiculaire, un méristème apical caulinaire et une ou deux feuilles embryonnaire ou cotylédons. Le développement est stoppé à ce stade et l'ovule contenant l'embryon devient alors une graine adaptée pour se propager et survivre (Bruce *et al.,* 1969).

I. Définition de la germination

Une graine est constituée d'un embryon, de tissus de réserves (albumen ouendosperme) enfermés dans des enveloppes protectrices (téguments) de morphologies différentes selonl'espèce (Fenner, 2000). L'embryon est constitué de trois parties : la radicule, l'hypocotyle etl'épicotyle.

La germination des graines correspond à la transition de la phase de vie latente de la graine à la phase dedéveloppement de la plantule (la vie active)sous l'effet de facteurs favorables (Baskin et Baskin, 2001). Selon Mazliak(1982), c'est un processus physiologique dont les limites sont le début de l'hydratation de la semence et le tout début de la croissance de la radicule. Une semence a germé, lorsque la radicule a percé les enveloppes ou elle est visiblement allongée (Côme, 1970 ; Bewley, 1997).Selon François (2002), elle est le phénomène par lequel lesgraines entrent en vie végétative. Hopkins (2003), définit la germination comme la somme des événements qui conduisent la graine sèche à germer, elle commence par la prise d'eau et se termine par l'allongement de l'axe embryonnaire.

Le processus de la germination dépend des facteurs intrinsèques (âge et état de la plante, évolution physiologique et morphologique de la graine) et extrinsèques (humidité, température, oxygène)

Le processus de germination se déroule de lamanière suivante pour la majorité des angiospermes (Bewley, 1997 ; Nonogaki *et al.*, 2010) :

- l'eau est d'abord absorbée par les ouvertures naturelles de la graine, puis diffusée à traversses tissus (Young et Evans, 1986). Les cellules de la graine deviennent ensuite turgescentes.
- à la suite de l'hydratation, sous l'effet de la dilatation de la graine, les téguments s'ouvrent,et l'embryon subit des changements métaboliques qui réamorcent sa croissance.
- la synthèse de nouvelles molécules donne lieu à une augmentation en taille de l'embryonjusqu'à ce que ce dernier émerge de la graine. Le premier organe à émerger de la

graine estgénéralement la radicule qui constitue la racine embryonnaire. L'émergence de la radicule constituel'un des seuls signes visibles de la germination.

En règle générale, les graines mûrissent, deviennent quiescentes, puis germeront dès que de l'eau, del'oxygène et des conditions de températures adéquates fournies (Srivastava, 2002). Néanmoins, à la fin de la fructification, il n'arrive que chez beaucoup d'espèces, en plus d'être quiescentes, lesgraines ne germeront pas, bien qu'étant dans des conditions environnementales optimales (Baskin et Baskin,2004). Cette caractéristique biologique liée aux graines est appelée la dormance.

II. Les phases de la germination

On entend par germination, l'ensemble des processus qui vont du début de laréhydratation de la graine à la sortie de la radicule (Jeam*et al*., 1998). On distingue troisphases de germination (Heller *et al*., 1990) (Fig.9) :

II.1. phase d'imbibition : correspond à une forte hydratation des tissus, accompagnéed'une évaluation de l'intensité respiratoire ; cette phase est assez brève durant de 6 à 12 hselon les semences.

II.2. phase de germination *sensu stricto* : est caractérisée par une stabilisation del'hydratation et de l'activité respiratoire à un niveau élevé, elle dure 12 à 48 h. La graine peut être réversiblement déshydratée. Cette phase s'achève avec l'émergence de la radicule hors des téguments séminaux.

II.3. phase de croissance : caractérisée par une reprise de l'absorption d'eau et uneélévation de la consommation d'oxygène, correspond en fait à un processus de croissanceaffectant la radicule puis la tigelle.

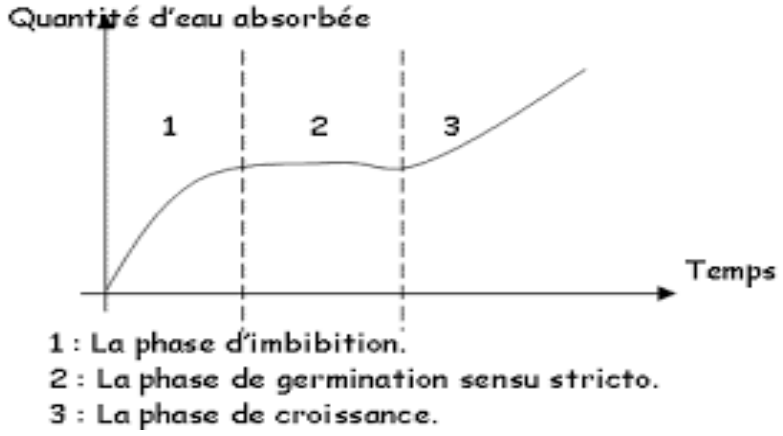


Figure9. Courbe montre les phases de germination **(Heller*et al.*, 1990)**

III. Aspects morphologiques de la germination

La première manifestation visible de la germination est toujours la croissance de la radicule.C'est que dans les jours suivants que les futures parties aériennes de la plante apparaissent.On peut distinguer différent types de germination suivant la structure de la jeune plantule(Champagnat *et al.,* 1969). Chez certaines dicotylédones, l'hypocotyle s'allonge d'abord propulsant les cotylédons et les premières feuilles qui y sont enfermées hors du sol, on dit que la germination est épigée. Chez d'autres dicotylédones et la plupart des monocotylédones, l'hypocotyle reste courte et compact, les cotylédons demeurent dans le sol. Au contraire, l'épicotyle s'allonge fortement et propulse les feuilles hors des sols. Ce type est dit germination est hypogée (Hopkins, 2003 ; Ammari, 2011).

IV. Phénomènes physiologiques de la germination

Au cours de la germination, la jeune plante mène une vie hétérotrophe grâce auxréserves de la graine. La dégradation des réserves, notamment par le jeu des diastaseshydrolysant et la synthèse des constituants de la jeune plante. Le catabolisme estbeaucoup plus actif que l'anabolisme et il résulte une chute du poids sec. L'intensitérespiratoire des graines s'élève progressivement au cours des premiers jours.

V. Les aspects biochimiques de la germination

Les phénomènes enzymatiques ont une très grande importance : les grainescontiennent de nombreuses diastases, dont la nature est en relation avec celle des réservesmais dont la localisation est variable, ainsi des substances de croissance interviennentprécocement (Champagnat *et al.,* 1969).

VI. Les conditions optimales de germination

Durant les tests de germination en laboratoire, il est envisageable que lors de la levée d'un type de dormance, une autre apparaisse. Par ailleurs, les graines ne passent pas de l'état dormant à celui de "prêt à germer" de façon brutale. On pense plutôt que, progressivement, les graines d'une population deviennent davantage réceptives à la gamme de conditions environnementales auxquelles elles sont capables de germer et de moins en moins sensibles à la gamme de conditions qui entravent leur germination(Li et Foley, 1997). L'ensemble des facteurs qui interviennent au moment de la germination mais aussi tout au long de la vie d'une semence, depuis sa création sur la plante mère jusqu'à sa reprise d'activité, exerce une influence sur le comportement de cette semence lorsqu'elle est mise à germer. Ainsi, la qualité

germinative d'une semence est fonction de son génome mais aussi de multiples facteurs que **Côme (1993)** regroupe en quatre catégories : les facteurs avant la récolte, les facteurs de la récolte, les facteurs après la récolte et les facteurs de la germination(Fig. 10).

(i) 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.

(ii) Les **facteurs avant récolte** correspondent, entre autres :

- au climat (température, pluie et lumière) ;
- à la position des semences sur la plante mère ;
- à l'âge de la plante mère.

(iii)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 ; la date de récolte est donc importante.

(iv)s'agissant des **facteurs après récolte**, tous les traitements auxquels les semences sont soumises après leur récolte peuvent avoir une incidence sur leurs propriétés germinatives (Côme, 1993). Par exemple, le séchage, le nettoyage et le triage peuvent intervenir. Pour de nombreuses espèces (céréales, tournesol), il est clairement établi que la durée et les conditions de conservation des semences jouent un grand rôle (Baskin & Baskin 1998). L'âge des semences peut aussi modifier les conditions nécessaires à leur germination, notamment les conditions thermiques (Barton, 1936).

(v)les **facteurs de la germination**, c'est à dire ceux qui interviennent au moment de la germination, sont nombreux. Les plus couramment étudiés sont la température, l'oxygène et la lumière. En fait, c'est l'influence combinée de ces différents facteurs qui rend possible ou non la germination. Ainsi, la présence d'eau est obligatoire, mais pas suffisante car il faut aussi que la température soit convenable et que l'embryon soit correctement oxygéné. Les inhibiteurs de germination, le substrat (profondeur du semis et granulométrie) et les conditions des tests au laboratoire (pH du milieu, densité de semences) sont aussi des facteurs qui peuvent influencer la qualité germinative des semences.

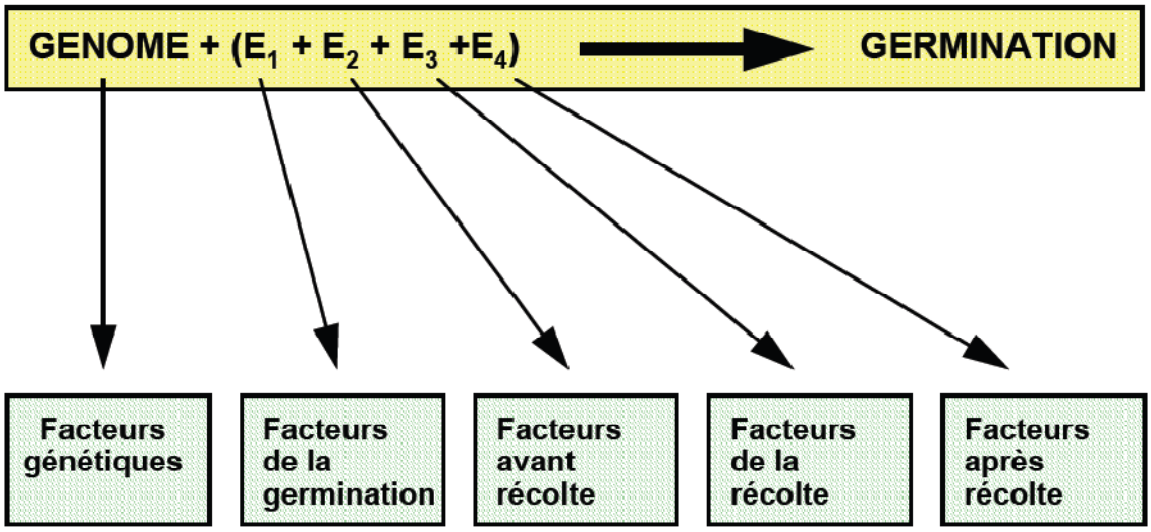


Figure10. Les différents facteurs impliqués dans la qualité germinative des semences (Côme, 1993).

Toute semence mise en terre ne peut germer que si deux sortes de conditions sont réunies :

- **conditions internes**

La graine doit être capable de germer (Dominique, 2005), elle doit être vivante, mûre, apte à germer (non dormante) et saine (Jeam *et al.*, 1998) :

- **maturation des semences**

Une semence est dite mûre lorsqu'elle atteint sa déshydratation naturellemaximale qui permet sa récolte, mais il ne s'agit que de sa maturation morphologique.Une telle semence peut ne pas être capable de germer. Elle peut ne pas êtrephysiologiquement mûre (Côme, 1975).

- **longévité des semences**

C'est la période où la semence peut garder son pouvoir germinatif et restevivante. Elle dépend beaucoup des conditions de conservation (Heller, 1978). Elle varie beaucoup et semble en rapport avec la nature chimique des réserves (Ozenda, 1995).

- **conditions externes**

La graine germe en réponse aux modifications de son environnement à savoir l'eau,l'oxygène, la température et la lumière (Soltner, 2007) :

l'eau, elleest indispensable et doit être disponible dans le milieu extérieur en quantitésuffisante pour que la graine puisse l'absorber (Heller *et al.,* 1990). L'eau doit être apportée à l'état liquide (Chaussat et Ledeunef, 1975).En son absence, la graine reste sèche et

peut être conservée longtemps sans changer d'état. La première phase de la germination est un gonflement qui est dû à l'imbibition de la graine.

l'oxygène, la germination exige obligatoirement l'oxygène (Marinaga, 1926, Soltner, 2007). L'embryon ne peut utiliser que l'oxygène dissous. Dans la germination, beaucoup des semences germent parfaitement dans des atmosphères appauvries en oxygène (Mazliak, 1982).On constate que les graines qui étaient en vie ralentie, se remettent à respirer. Si l'on met trop d'eau dans le récipient, les graines ne germent pas. C'est en fait que la pellicule d'eau empêche l'oxygène, peu soluble de parvenir à la graine.

la température, la vitesse de germination est en fonction de la température.Elle doit être compatible à la germination, elle s'inscrit dans une gamme assezlarge (sous réserve que la semence ne soit pas dormante) qui va d'un minimum assez bas,et d'un maximum assezélevé en passant par un optimum assez étalé. L'optimum est variable selon les plantes.

La température à deux actions : soit directe par l'augmentation de la vitesse des réactions biochimiques, c'est la raison pour la quelle il suffit d'élever la température de quelques degrés pour stimuler la germination (Mazliak, 1982), soit indirectepar l'effet sur la solubilité de l'oxygène dans l'embryon (Chaussat et Ledeunef, 1975).

Ces facteurs,eau, oxygène, température apparaissent comme des agents du métabolisme général(Heller *et al.,* 1990).

la lumière, son action est nécessaire ou nuisible selon les espèces, mais sous des énergies très faibles(Heller *et al.*, 1990).

La lumière est favorable à la germination de la plupart des semences qui sont alors dites àphotosensibilité positive ; d'autres ne germent qu'à l'obscurité, elles sont à photosensibiliténégative (Mazliak, 1982).

VII. Hétérogénéité de la germination

Le pouvoir germinatif des graines dépend en grande partie des conditions dans lesquelles on les place.Les causes de la variabilité des propriétés germinatives sont multiples et mal connues (Côme, 1970).Elles dépendent surtout du patrimoine héréditaire. Mais les facteurs de l'environnement peuvent modifier l'expression de ces propriétés d'origine génétique.

Cette hétérogénéité est due, selon Mazliak (1982), à trois catégories de facteurs :

-conditions de développement des semences sur la plante (température, ensoleillement, pluviosité, nature du sol, etc.).L'origine géographique des semences est donc très importante.

-conditions de conservation (méthodes, température, humidité...)

-conditions de germination : plus ces conditions sont défavorables et plus le lot semble être hétérogène. C'est d'ailleurs une méthode très utilisée pour mettre en évidence l'hétérogénéité d'un lot de semences ou des différences d'états physiologiques entre plusieurs lots.

Les résultats des essais de germination varient donc selon l'origine des semences, les traitements qu'elles ont subis et les conditions de germination.

VIII. La dormance et sa relation avec la germination

Dans un certain nombre de cas, des graines mises en conditions favorables ne germent pas.Il existe alors divers types d'inhibitions qui empêchent la germination à un moment donné. Des facteurs externes peuvent lever ces inhibitions et permettre, plus tard, la germination. Ces processus permettent à la plante de s'adapter à des variations aléatoires des conditions extérieures dans les climats à saisons bien tranchées.

La dormance des graines peut être considérée comme un « blocage » au bon déroulement de la germinationd'une graine viable dans des conditions favorables (Li et Foley, 1997).Ce blocage à la germination a évoluédifféremment selon les espèces par le biais d'adaptation à l'environnement en lien avec la diversité declimats et d'habitats (Fenner et Thompson, 2005).Selonl'espèce et les conditions abiotiques du milieu, les différents types de dormance peuventégalement se succéder (Jayasuriya *et al.*, 2008).

La dormance peut être liée à la présence d'inhibiteurs, la présence de protéines photosensibles ou chromoprotéines. L'imperméabilité des enveloppes à l'eau ou à l'oxygène, et ou à la résistance mécanique des enveloppes. C'est une propriété innée qui est définie par des facteurs génétiques et environnementaux pendant le développement de la graine.

La dormance correspond à une inaptitude pour la graine de germer même dans des conditions favorables (Bewley, 1997). La dormance est acquise en fin de maturation de la graine.

IX. Types de dormance

En 2004,Baskin et Baskin ont proposé une classification des dormances des graines qui inclue cinq formes de dormances :

IX.1. la dormance physiologique (DPg)est la forme la plus abondante et se retrouve dans les graines de la majorité des angiospermes. Elle met en cause un ou plusieurs mécanismes physiologiques qui proviennent de l'embryon et qui inhibent l'émergence de la radicule (Baskin et Baskin, 1998). Toutefois, les structures qui entourent l'embryon, tels l'albumen ou les téguments, ne sont pas à négliger comme cause potentielle de ce type de dormance. Alors que la dormance morphologique est rattachée à un embryon immature qualifié de rudimentaire ou linéaire, la dormance physiologique n'est liée à aucun critère morphologique et peut se présenter chez n'importe quel type de graines (Nivot, 2005).

IX.2. la dormance morphologique (DM)est due à la présence d'un embryon sous développé en termes de taille (Finch-Savage et Leubner-Metzger, 2006) au moment de la dissémination des graines (Baskin et Baskin, 1998). La germination ne peut avoir lieu tant que l'embryon n'est pas arrivé au terme de sa croissance.

> D'autre part, la dormance de l'embryon, impliquerait selon d'autres auteurs essentiellement d'autres facteurs les cotylédons, ainsi que les inhibiteurs de germination, dont surtout l'acide abscissiqque (ABA) (Bewley et Black, 1994).

IX.3. la dormance morpho-physiologique (DMPg)qui combine la dormance morphologique et physiologique (Baskin et Baskin, 2004).

IX.4. la dormance physiquequi est liée à une imperméabilité des graines (Baskin et Baskin, 2004) ou des fruits (Li et Foley, 1997) à l'eau causée par la présence du péricarpe et de l'endocarpe (Li et Foley, 1997).

Les téguments assurent normalement la protection des graines mais dans de nombreux cas ils peuvent empêcher la germination en jouant un rôle de :

barrière physique : résistance mécanique, imperméabilité à l'eau.

barrière chimique : piégeage de l'oxygène par des composés phénoliques, présence d'inhibiteurs de germination dans les téguments.

IX.5. la dormance physique-physiologique (DPqPg)qui associe dormance tégumentaire et dormance physiologique (Nikolaeva, 1977 ; Baskin et Baskin 2001,2004). La germination ne peut se produire que si les deux types de dormance sont levés à la fois. Pour certaines espèces

la dormance physique est levée avant la dormance physiologique et réciproquement pour d'autres (Finch-Savage et Leubner-Metzger 2006).

IX.6. la dormance chimique (DC)(non incluse dans la classification de Baskin et Baskin 2004, qui est provoquée par la présence dans le péricarpe d'inhibiteurs de la croissance de l'embryon. Le principal inhibiteur est l'acide abscissique (ABA) (Wang *et al.,*2003 ; Li et Foley, 1997).

La dormance est régulée de façon complexe par des signaux endogènes à la graine mais également par des facteurs environnementaux. Au sein de la graine, la balance hormonale Acide Abscissique (ABA)/ Acide Gibbérellique (GA) va être un régulateur majeur de la dormance, l'ABA favorisant la dormance, le GA l'inhibant (Matilla et Matilla-Vazquez, 2008).

X. La levée de dormance

Le levé de dormance, est accompli par divers mécanismes incluant des interactions complexes entre l'environnement et les facteurs internes (Finkelstein *et al.*, 2008). Elle est caractérisée par une augmentation de la biosynthèse des GA et une dégradation de l'ABA (Finch-Savage et Leubner-Metzger, 2006).

Plusieurs techniques variant selon l'espèce et la nature de la dormance sont prescrites pour lever la dormance avant le semis ou les tests de germination. La stratification froide (vernalisation) ou chaude (estivation), la scarification (mécanique, chimique ou physique), l'élimination des téguments et l'élimination des substances inhibitrices sont des procédés proposés (Bacchetta *et al.*, 2006).

L'induction et la levée de dormance (primaire ou secondaire) sont contrôlées par divers mécanismes qui incluent les interactions complexes entre l'environnement et deux principales phytohormones : l'acide abscissique (ABA) et les Gibbérillines telles que l'acide gibbérellique (GA_3) (Fig. 11).

L'ABA favorise l'induction et le maintien de la dormance pendant la maturation embryonnaire. Cette hormone peut inhiber la germination et son accumulation est corrélée avec le début de la dormance (Hilhorst et Koornneef, 2007). Les gibbérellines par contre, sont connues pour favoriser le processus de levée de dormance et de germination (Finkelstein *et al.*, 2008) chez plusieurs espèces de plantes.

Ce groupe d'hormones stimulent la germination en induisant les enzymes hydrolytiques qui affaiblissent les barrières des tissus tels que les endospermes où les téguments, en induisant la mobilisationdes réserves de stockage des graines, et en stimulant l'expansion de l'embryon.

Des études ont formulé la théorie de l'équilibre hormonale selon laquelle la dormance et la germination des graines dépendent de l'accumulation de l'ABA et de GA.Les signaux environnementaux régulent cet équilibre en modifiant l'expression des enzymes cataboliques et biosynthètiques (Finkelstein *et al.*, 2008).

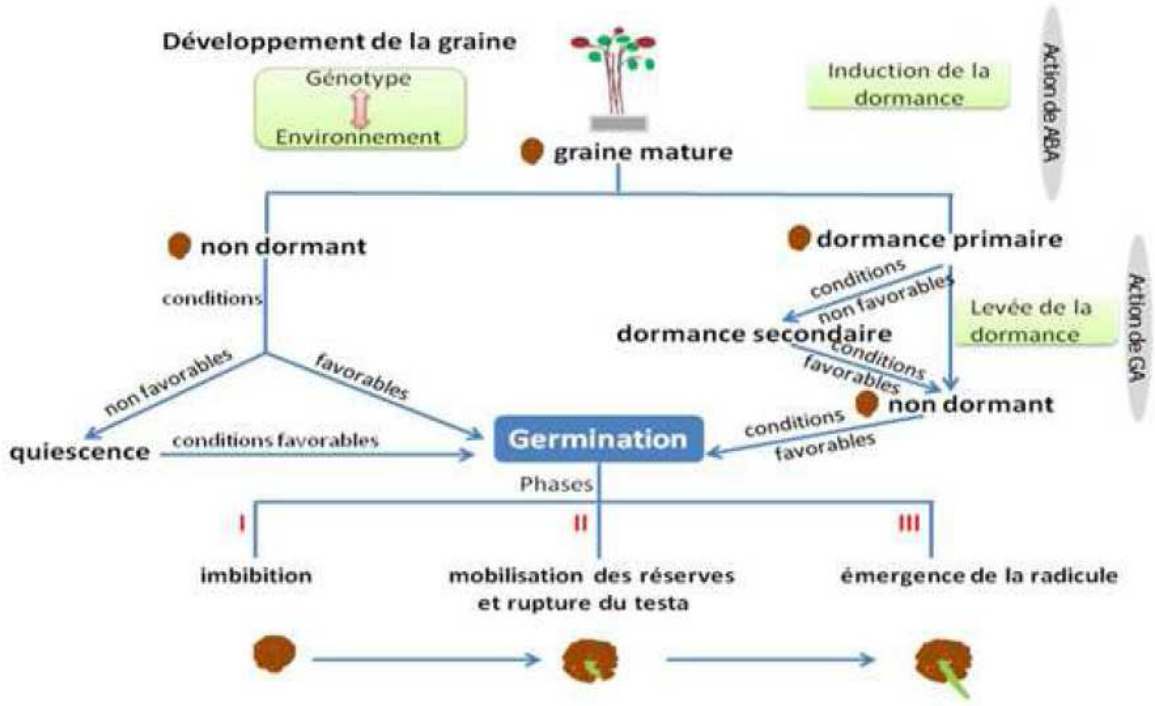


Figure11. Influence des conditions environnementales sur le développement, la dormance et la germination de la graine (Ndri*et al.*, 2011).

XI. Généralités sur le stress

XI.1. Définition de stress

Le stress du latin (stringer : porter atteinte à l'équilibre) est une déviation significative desconditions optimales pour la vie. Il implique des réponses à tous les niveaux de l'organisme.Selon Levitt (1980), le stress est une contrainte qui peut se résumer à une ou plusieurs forcesde déformation appliquées à un corps. Cette contrainte modifie les dimensions et la forme ducorps.

Maarouf et Raynaud (2007)définissent le stress comme l'ensemble des perturbations physiologiques ou pathologiques provoquées dans un organisme par des agents biotiques (parasites, pathogènes) ou abiotiques (salinité, sécheresse, température, pollution, etc.).

Les plantes sont généralement soumises à des stress qui se traduisent par des changements morphologiques, physiologiques, biochimiques et moléculaires qui affectent négativement la croissance de la plante et de sa productivité (Araus *et al.*, 2002).

Au niveau cellulaire, un stress est causé par la variation d'un paramètre environnementale qui entraine la mise en place des mécanismes de régulation de l'homéostasie. Les organismes sont généralement soumis à deux types de stress :les stress biotiques (dus à une agression par un autre organisme) et abiotiques (principalement à des facteurs environnementaux) (Vincent, 2006).

XI.2. Le stress hydrique

Le stress hydrique occupe une place particulière du fait de sa fréquence et de la place quel'eau occupe dans les phénomènes métaboliques. De part son rôle dans la photosynthèse, letransport et l'accumulation, ainsi que dans la multiplication et le grandissement cellulaire,l'eau à un rôle essentiel dans la croissance et le développement des plantes (Heller *et al.,* 1990 ; Mazliak et Laval-Martin, 1995).

Une forte concentration saline dans le sol est tout d'abord perçue par laplante comme une forte diminution de la disponibilité en eau. Cela nécessite un ajustementosmotique.D'après Xiong*etal.*(2002), le stress osmotique dans les racines se produit quand ily a une forte pression osmotique de la solution autour des racines, en menant à une baisse dupotentiel hydrique externe, dans ce cas , l'effet du stress hydrique résultant est attribuable auxfortes concentrations de sel à l'extérieur de la plante plutôt que dans la plante elle-même, quipeut inhiber l'alimentation en eau ou même, en causant la déshydratation de la plante etfinalement une réduction de la turgescence et la croissance. Donc, la limitation de ladisponibilité de l'eau cause la réduction du niveau photosynthétique.

XI.3. Le stress salin

La salinité constitue l'un des principaux stress abiotiques limitant la croissance des plantes (Munns et Tester, 2008). Cette salinité peut être naturelle ou induite par les activités agricoles comme l'irrigation (avec de l'eau de faible qualité) ou l'utilisation de certains types d'engrais (Rubio *et al.*, 1995).

Le stress salin est un excès d'ions, en particulier, mais pas exclusivement, aux ions Na^+ et Cl^- (Hopkins, 2003). Le stress salin est dû à la présence de quantités importantes de sels. Il réduit fortement la disponibilité de l'eau pour les plantes, on parle alors de milieu « physiologiquement sec » (Trembun., 2000). La quantité de sels dans le sol que les plantes peuvent supporter sans grand dommage pour leur culture, varie avec les familles, les genres et les espèces, mais aussi les variétés considérées (Levigneron *et al*., 1995).

XI.4. Effets du stress hydrique et salin sur les plantes

XI.4.1. Effets du stress hydrique

Les risques du manque d'eau sont et deviendront de plus en plus fréquents et persistants, àl'avenir, par suite des changements climatiques causés par l'effet de serre (Witcombre *et al.,2009)*. Passioura (2004) définit le déficit hydrique comme étant les circonstances danslesquelles les plantes accusent une réduction de germination, de croissance et de production suite à unealimentation hydrique insuffisante.En absence d'humidité suffisante, la graine même si elle est correctement placée dans le sol, elle n'évolue pas, retardant ainsi la levée et en cas de persistance de sécheresse, la situation peut se traduit par une absence de germination (Feliachi *et al*., 2001). La sécheresse est l'un des principaux facteurs environnementaux qui affecte grandement la germination des espèces et réduit leur survie au cours des stades précoces de développement. Au cours de cette phase, c'est le métabolisme des carbohydrates qui se trouve fortement affecté (Ingram et *al.*, 1996), à travers la perturbation du fonctionnement enzymatique impliqué dans ce processus. Il a été démontré que le glyceraldéhyde-3-déshydrogénase cytologiques est fortement induite par le déficit hydrique ce qui est l'origine d'un changement de l'acuité de la glycose (Velasco et *al.*, 1994).

De nombreux gènes contrôlant le métabolisme des sucres simples sont régulés en amont par les variations de l'hydratation cellulaire. Quoi que l'hydrolyse de l'amidon et la libération des sucres réducteurs énergétiques constituent une étape incontournable dans le déroulement de la germination, mais indirectement la disponibilité des carbohydrates pendant cette phase assure un rôle de protection contre le déficit hydrique. Ils constituent les

principaux osmolytes impliqués dans l'ajustement osmotique, assurent une protection des macromolécules essentiellement membranaires (Bray et Ziegler, 1989).

Tardieu *et al.* (2005) mentionnent que le statut hydrique de la plante passe progressivementpar trois principales phases, selon le développement du stress hydrique :

- **la phase initiale,** la transpiration et l'assimilation se déroulent comme si la plante dispose de l'eau à volonté.

  Cette phase se poursuit jusqu'au moment où le niveau d'absorption racinaire ne peut plussatisfaire la demande climatique que subit le feuillage. La réserve utile du sol est alors épuiséeà 50 %. Après ce seuil, la plante entre dans la seconde phase.
- **la seconde phase,** au cours de cette phase, la transpiration et l'assimilation sont réduites relativement aupotentiel.La plante réagit de façon dynamique au cours de cette phase, pour rétablir l'équilibre entre lademande climatique et l'offre du sol, faisant intervenir des mécanismes qui lui sont propresdont le développement du système racinaire.
- **la troisième phase,** la régulation stomatique et/ou l'ajustement osmotique. Quand le déficit hydrique devient plusintense, alors la plante entre dans la troisième et dernière phase au cours de laquelle lesstomates se ferment complètement, annulant toutes activités photosynthétiques. Toutes lespertes hydriques de la plante se font alors à travers les voies non stomatiques (cuticule). Il n'ya plus de gain de matière sèche, la respiration consomme les hydrates de carbone stockés et laplante passe au stade de survie. La période de survie dépend du rythme de la transpirationrésiduelle et de la tolérance à la dessiccation des tissus vivant restants. Selon Kameli et Losel(1996), la croissance s'arrête avant qu'aucun abaissement notable ne soit perceptible dans lecontenu relatif en eau. Le premier effet du déficit hydrique est de réduire la vitesse decroissance des cellules de la tige (Chenafi *et al*., 2006).

XI.4.2. Effets de la salinité

La salinité du sol ou de l'eau est causée par la présence d'une quantité excessive de sels.Généralement un taux élevé de Na^+ et Cl^- cause le stress salin.

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

La salinité provoque le plus souvent un retard dans le développement (la hauteur, le diamètredes tiges des différentes espèces, ainsi que la grosseur des fruits diminuent d'une façonimportante avec l'augmentation de la salinité) (Elmekkaoui, 1990 ; Boukachabia, 1993). D'une façon générale, la tolérance au sel n'est pas constante pour une même espèce ouvariété. Elle peut changer en fonction de l'espèce, du génotype, de l'âge et de l'étatphysiologique de l'organe.

La germination est considérée comme une étape critique dans le cycle dedéveloppement de la plante. En effet, elle conditionne l'installation de la plantule, sonbranchement sur le milieu, et probablement sa productivité ultérieure. La salinité diminue lavitesse de germination et réduit le pouvoir germinatif.Cet effet dépend de la nature del'espèce, de l'intensité du stress salin. La réduction du pouvoir germinatif est due àl'augmentation de la pression osmotique de la solution du sol, qui ralentit l'imbibition etlimite l'absorption de l'eau nécessaire au déclenchement des processus métaboliquesimpliqués dans la germination (Hajlaoui *et al.*, 2007).

Le stade de germination est souvent limité par la salinité du sol et se montre le plussensible que les autres stades (Bouda et Haddioui,2011).La germination devient un facteurdéterminant pour la réussite de la croissance des plantes dans les milieux salés. Bien que leshalophytes possèdent une teneur très élevée en sel dans leurs tissus au stade adulte, leursgraines ne sont pas aussi tolérantes au sel au stade germination (Belkhodja et Bidai,2004).
La germination des semences qu'elles soient halophytes ou glycophytes, est affectée par la salinité. Elles répondent de la même manière au stress salin, en réduisant le nombre total des graines germées et en accusant un retard dans l'initiation du processus de la germination (Ismail, 1990 ; Askri, 2007 ; Wentao *et al.*, 2009). Parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence de sel, la variation de l'équilibre hormonal a été évoquée (Ungar, 1978 ; kabar, 1987 ; Debez *et al.*, 2001).

XI.5. Le stress thermique

Le seuil mis en cause dans le cas du stress des hautes températures est variable en fonction dustage végétatif de la plante et de l'interaction avec le stress hydrique. Rawson *et al.*(1993)montrent que l'effet pénalisant de l'élévation de la température est surtout dû au fait que laplante n'arrive pas à absorber les éléments nutritifs et l'eau, et les utiliser, au rythme imposépar le stress thermique. On note une réduction du nombre de plantes levées par unité desurface, suite aux effets des hautes températures lors de la période du semis. L'effet

deshautes températures au semis se matérialise par une réduction de la longueur du coléoptile.La plante ne peut, alors, s'ancrer en profondeur et devient sensible aux effets du stressthermique. Hauchinal *et al.* (1993) mentionnent que l'effet pénalisant du stress thermique sematérialise par une accélération du développement et une réduction des dimensions desorganes constitutifs de la plante. La résultante est un effet négatif sur la productivité globalede la plante. L'élévation de la température, tard au cours du cycle de développement de laplante et particulièrement après l'anthèse, est une contrainte à l'augmentation des rendementsen zone semi-aride. L'effet se manifeste par une accélération de la sénescence foliaire etl'arrêt de la croissance du gain (Hadad, 2010).

XI.6. Le stress ionique

En dépit d'un ajustement osmotique correct, la toxicité ionique survientlorsque l'accumulation de sels dans les tissus perturbe l'activité métabolique (Parida etDas, 2005).

XI.7. Le stress nutritionnel

Des concentrations salines trop fortes dans le milieu provoquent unealtération de la nutrition minérale. En particulier, vis-à-vis des transporteurs ioniquescellulaires, le Sodium entre en compétition avec le Potassium et le Calcium, les chloruresavec les nitrates, les phosphates et les sulfates(Parida et Das, 2005).

Partie II : *Etude expérimentale*

Chapitre 1 : *Présentation du site d'étude*

I. Présentation et localisation de la zone d'étude

La commune de Tessala fait partie d'un ensemble de communes montagneuses, située entre trois wilayas: Sidi Bel Abbés, Oran et Ain Témouchent. Elle couvre une superficie de 11.824ha (Chérifi *et al.,* 2011 ; 2014).

La commune de Tessala (Fig. 12) s'éloigne du chef-lieu de la wilaya de Sidi Bel Abbes d'environ 10 Km et est traversée par l'axe routier RN°95 reliant Sidi Bel Abbés- Ain Témouchent. Elle s'inscrit entre les coordonnées géographiques suivantes : X1= 35°17'20.34'', Y1= 0°51'54.67'' ; X2= 35°20'31.04'', Y2= 0°42'54.96''. Elle est délimitée :

- au Nord, par les communes de Sidi Boumediene et Oued Sebbah (wilaya d'Ain T'émouchent) ;
- à l'Ouest par la commune de Sehala ;
- à l'Est, par la commune d'Ain Trid ;
- au Sud, par la commune de Sidi Lahcen.

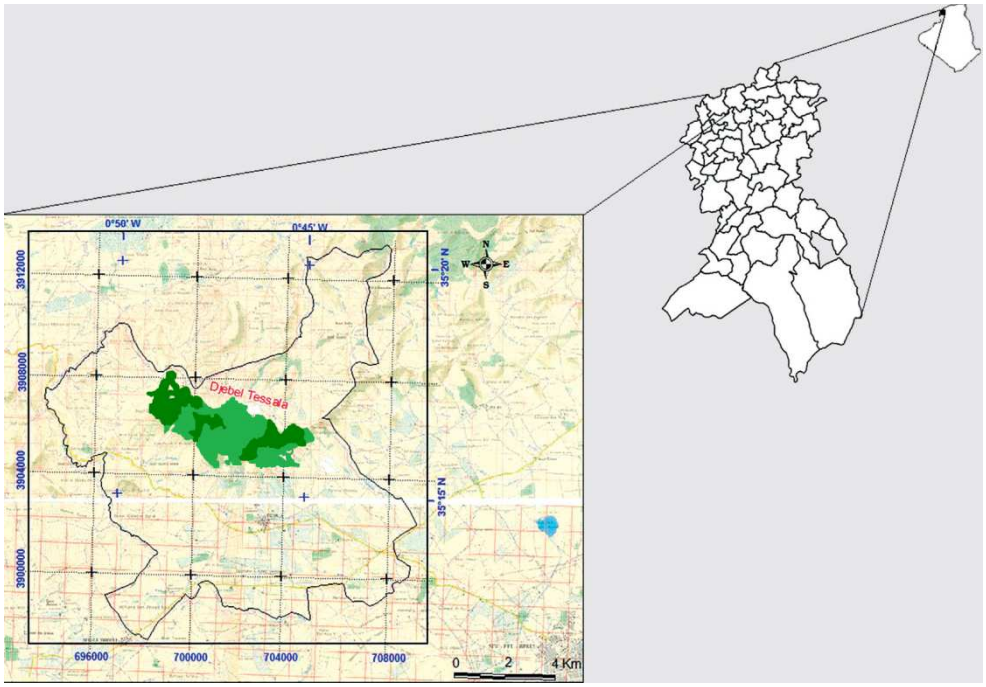


Figure12. Situation géographique de la région de Tessala (carte établie à l'aide du logiciel MapInfo Professional Version 6.5).

II. Contexte spatial

Les unités topographiques de la commune de Tessalaappartiennent à de grands ensembles naturels du Tell Oranais (Ouest Algérien).

II.1. La zone montagneuse de Tessala

Elle présente un secteur de grande diversité biologique par sa localisation géographique et orographique. Il est limité au nord par la plaine de la Mleta et la sebkha d'Oran, à l'Est par les monts des Béni Chougrane, à l'Ouest par les monts de Sebaa Chioukh et au sud par la plaine de Sidi Bel Abbés (Fig. 2)(Chérifi *et al.*, 2011 ; Bouterfas *et al.,* 2013 ; Benchiha *et al.,* 2014 ; Chérifi *et al.,* 2014). Lachaîne montagneuse de Tessala est orientée du SW-NE. Elle est caractérisée par des sommets qui atteignent des altitudes moyennes de 600 mètres.Les monts de Tessala sont l'unedes plus importantes chaînes de l'Atlas Tellien d'Algérie, allongés sur un 100 kilomètre du sud-ouest au nordà l'est (Bouterfas *et al.,* 2013 ; Benchiha *et al.,* 2014 ; Chérifi *et al.,* 2014). L'altitude varie largement, elle a des valeurs maximales dans les parties Sud-Ouest et son point culminant se trouve à 1061 m d'altitude (Pouquet, 1952 ; Kikken, 1962 ; Chérifi *et al.,* 2011 ; Bouterfas *et al.,* 2013 ; Benchiha *et al.,* 2014 ; Chérifi *et al.,*2014 ; Saidi *et al.,* 2014 ; 2015). Au Sud et au Sud-Est,les monts de Tessala s'étendentde la plaine de Sidi Bel Abbés dont les altitudes varient de 400 à 500m, elle est caractérisée par un relief très peu accidenté.Le paysage y dessine une morphologie accidentée avec des pentes fortes accentuées par un ravinement très marqué. En effet, ces versants sont disséqués par un nombre important d'oueds et affluents qui transportent des matériaux fins et caillouteux pour les déposer en aval au niveau de la plaine de Sidi Bel Abbés (Bouklikha, 2001).

II.2. La zone de piémonts

C'est un ensemble de collines fortement érodées avec des altitudes variant entre450et 560 m (Fig. 2), elles sont traversées par un réseau hydrographique important (ravine, talwegs). Les pentes sont faibles à moyennes 3-12%. Cette zone fait l'objet d'une exploitation agricole associant vigne, céréaliculture et arboriculture. C'est également un milieu fortement habité(Bouklikha, 2001).

II.3. La zone de plaine

Seule la frange sud de la commune fait partie de la plaine de Sidi Bel Abbés. Les altitudes varient entre 400 et 600 m avec des dépressions de 250 m. Les éléments physiques de cette plaine ne sont pas particulièrement contraignants. Les pentes générales et les petites

collines ne marquent pas de grands accidents dans la topographie, elles ne font que marquer le relief assez monotone par quelques monticules matérialisés souvent par des Kouba de Marabouts. La commune de Tessala est une zone où s'épousent les paysages montagneux très escarpés, abrupts à fortes pentes et les paysages de collines et de plaines. Une vue panoramique extraordinaire peut être contemplée du sommet de djebel Tessala.

III. Principaux types de sols

Les types de sols d'Algérie sont multiples et variés. Certains travaux menés par Durand (1954) ; Pouget (1980) et Halitim (1988) ont permis de déterminer les différents types de sols, leurs caractéristiques essentielles et de situer leur importance dans la zone algérienne méditerranéenne.

Les principaux types de sols qui découlent des formations géologiques superficielles (roche mère) se caractérisent par des sols lourds et peu évolués des versants médians et des bas versants aux pentes fortes, généralement soumis à des phénomènes d'érosions assez intenses. Tous les espaces tant naturels que productifs restent relativement menacés parl'érosion. Les sols de type bruns rouges, bruns calcaires, régosols et lithosols sont affectés par le ruissellement diffus et linéaire (Benyahia *et al*., 2001).
Dans la commune de Tessala, les sols revêtent un caractère important puisque la zone est de prévalence agricole. Les différents types de sols de la zone d'étude sont :

- **Les sols à sesquioxydes de fer :** ce sont des sols rouges ou bruns rouges, leur profondeur varie de 50 à 80 cm. Leur texture est en générale équilibrée et leur structure grumeleuse. Ces sols sont occupés par une grande partie de céréales, fourrages, ils peuvent représentés une grande valeur agricole.

- **Les sols bruns calcaires :** leur profondeur est inférieure à 50 cm, de texture lourde et de structure polyédrique. Les pierres de surface y sont nombreuses. Ces sols portent des céréales, jachères. Cependant les pratiques culturales, surtout sur forte pente ont tendance à aggraver les phénomènes d'érosion.

- **Les vertisols :** ce sont des sols lourds à couleur noirâtre ou brun foncé, leur texture limono argileuse est de structure généralement grumeleuse. Leur profondeur varie entre 30 et 50 cm parfois ils dépassent les 50 cm. Ils sont localisés aux bas versants et sont colonisés par les céréales, des fourrages et de la jachère, tandis que l'arboriculture et la vigne s'étendent à des surfaces réduites.

- **Les lithosols et les régosols :** sols se localisant sur les versants à forte pente avec une profondeur ne dépassant qu'exceptionnellement les 30 cm.

- **Etagement des sols**

Selon **Kiekken (1962)**, l'étagement des sols des monts de Tessala est comme suit;

- **Les hauts versants :** on trouve les lithosols et les régosols et quelques rendzines. Les sols bruns sont peu représentés ainsi que les sols minéraux bruts dans les zones les plus touchées par l'érosion.

- **Les versants médians :** présence de relief élevé, avec une texture très argileuse et une roche mère marno-calcaire.

- **Les bas versants et les collines :** les sols calcaires dominent en parallèle avec les sols bruns rouges et se localisent surtout dans les collines ou dans la plaine et remontent en quelques endroits jusqu'au sommet des monts de Tessala.

En générale la répartition des sols est intimement liée aux conditions orographiques et lithologiques dans la zone d'étude.

IV. Caractéristiques climatiques

Le climat de la région de Tessala est pratiquement du type méditerranéen à hiver frais (Bouzidi *et al.,* 2009 ; Chérifi *et al.,* 2011 ; Bouterfas *et al.,* 2013; Benchiha *et al.,* 2014)comme tout l'ouest du nord algérien caractérisé par :

- la concentration de pluies pendant la période froide (automne et hiver),
- une sécheresse apparente pendant les mois les plus chauds (l'été).

La durée de la saison sèche est en moyenne de 6 mois, elle couvre la dernière semaine du mois d'avril jusqu'au début de la deuxième décade du mois d'octobre(Bouzidi *et al.,* 2009 ; Saidi *et al.,* 2014). L'indice d'aridité de la région est estimé à 12.73 et détermine un régime semi-aride (Bouzidi*et al.,* 2012 ; Dif *et al.,* 2014 ; Saidi *et al.,* 2015).

L'utilisation du quotient pluvio-thermique d'EMBERGER dont l'application est propre aux régions méditerranéennes permet de classer la commune de Tessala dans l'étage bioclimatique semi-aride inférieur à hiver frais. Cette classification repose sur une moyenne de 21 ans, condition de temps nécessaire et suffisante pour une caractérisation fiable du climat de la région.

Les variations des apports pluviométriques que connaît depuis prés de deux décennies l'ouest algérien plus particulièrement la région de Sidi Bel Abbés, résultantes de l'évolution naturelle du climat, constituent une contrainte majeure qui limite le développement de l'espace forestier de la zone d'étude (Cherifi, 2013).

Cependant, les données de longues périodes d'observation de la station de Tessala demeurent incomplètes voire inexistantes, sauf pour la pluviométrie. De ce fait, nous nous contenterons des données disponibles à la station météorologique de Sidi Bel Abbés dont les caractéristiques majeures sont reportées dans le tableau 2.

Tableau 2. Situation de la station météorologique de Sidi Bel Abbés (Cherifi, 2013).

Altitude	Latitude	Longitude
486 m	35˚11' Nord	00˚38' Ouest

La récolte des données climatiques et la vérification de leur authenticité et de leur fiabilité restent des opérations délicates et difficiles à vérifier. Dans le but de mettre en évidence les changements climatiques dans la zone d'étude, une étude comparative du climat de l'ancienne période (Seltzer, 1946) et la période récente (O.N.M., 2016) a été entreprise.

Les caractéristiques des principales variables climatiques (précipitations, températures) ont été analysées sur une période allant de 1980 jusqu'à 2015 (O.N.M., 2016).Des corrections par rapport à l'altitude ont été effectuées sur les températures et les précipitations, selon la méthode suivante :

Correction des données :

Nous savons que la pluviométrie augmente en altitude de 40 mm tous les 100 m, et les températures diminuent de 0.7 °C pour M (moyenne mensuelle de tous les maxima), et de 0.4 °C pour m (moyenne mensuelle de tous les minima).

La station de Sidi-Bel-Abbès se situe à 486 m d'altitude, et la station de Tessala à 585m d'altitude. La différence d'altitude entre la station de Sidi-Bel-Abbès et la station de Tessala est de : 585 - 486 = 99 m

Les précipitations ont été corrigées comme suit :

40 mm x 99 /100 = 39.6 mm

Ainsi, *les températures* ont été corrigées comme suit :

Pour **M** : 99 x 0,7 / 100 = 0,69 °C ;

Pour **m** : 99 x 0,4 / 100 = 0,39 °C.

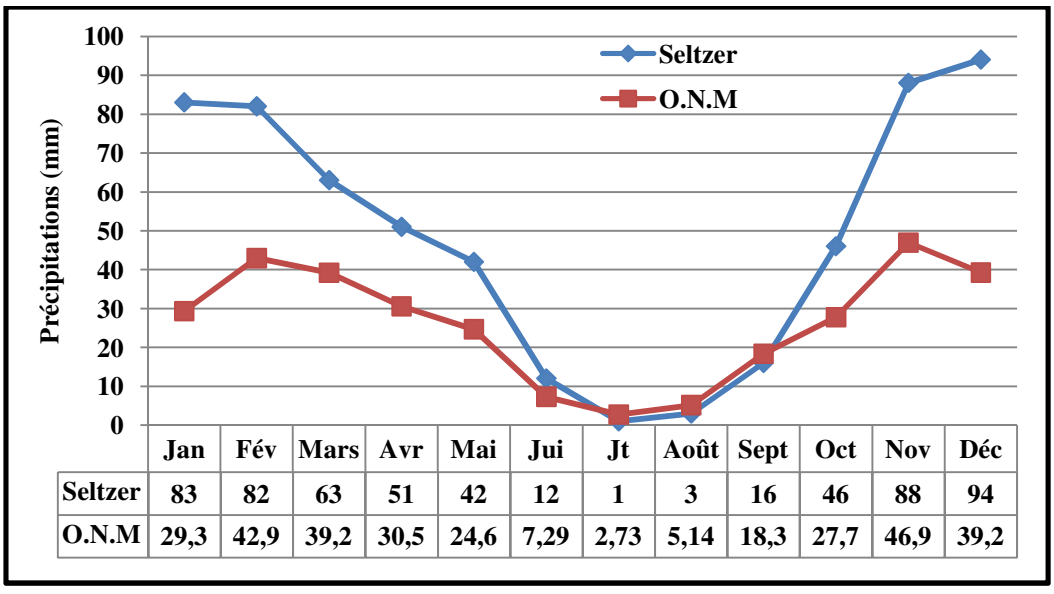
Ainsi toutes les données pluviométriques et thermiques sont rectifiées (Cherifi, 2013).

IV.1. Les précipitations

Les précipitations sont évaluées en millimètre (mm) par jour,par mois, par saison ou par an, et constituent un facteur discriminant en matière de compréhension de la dynamique des biocénoses dans leur ensemble.

La pluviométrie varie en fonction de l'éloignement de la mer et de l'exposition des versants par rapport aux vents humides (Djebaili, 1984). Cette dernière agit d'une manière directe sur la répartition de la végétation naturelle et sur l'occupation du sol. Le régime pluviométrique contribue dans une proportion importante au maintien et à la répartition du couvert végétal.

Connaissant la fluctuation des précipitations, une étude diachronique comparée entre l'ancienne période (1913-1938)en se référant aux données de Seltzer (1946), et la période actuelle (1980-2015) en se référant aux données de l'O.N.M. (2016)permet, comme nous l'avons mentionné ci-dessus, de confirmer ou d'infirmer l'évolution des facteurs climatiques (Fig. 13).



	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jui	Jt	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Seltzer	83	82	63	51	42	12	1	3	16	46	88	94
O.N.M	29,3	42,9	39,2	30,5	24,6	7,29	2,73	5,14	18,3	27,7	46,9	39,2

Figure 13. Variation des précipitations moyennes mensuelles des deux périodes [(1913-1938) et (1980-2015)]

La figure 05montre les variations moyennes mensuelles des pluies et révèle un maximum en novembre et en décembre. Le minimum correspond aux mois de juillet et août. C'est une caractéristique de l'étage bioclimatique semi-aride auquel la région de Tessala est soumise. La comparaison de la courbe de variation des précipitations moyennes mensuelles de Seltzer,

avec la période 1980-2015, illustre une diminution conséquente de l'intensité des précipitations et qui a des répercussions sur la distribution de la végétation.

Dans la région de Tessala, la pluviométrie est relativement assez faible. Elle n'excède qu'exceptionnellement les 400 mm par an, selon l'analyse des relevés réalisés sur 35 ans (1980-2015). La moyenne interannuelle des pluies enregistrées depuis 1980 à 2015 est de 316,19 mm ; cependant, l'analyse quantitative des apports pluviométriques annuels relevés sur cette même période indique une évolution irrégulière des précipitations d'une année à l'autre et met en relief une variation régressive dans son ensemble avec le temps. Cette variabilité des précipitations annuelles (Fig. 14) met en évidence un contraste climatique majeur par l'exercice de toutes ses fluctuations, des perturbations certaines sur le fonctionnement et le développement du tapis végétal dans la zone d'étude (Cherifi, 2013).

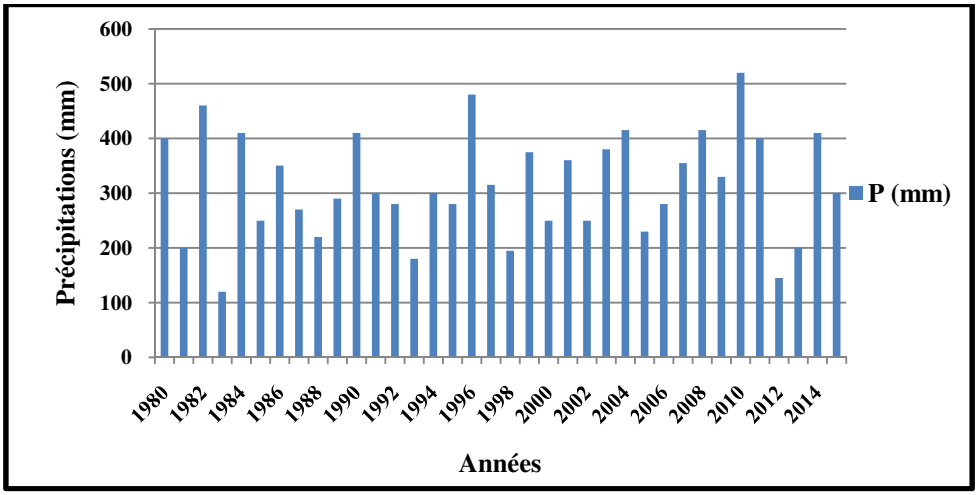


Figure 14. Variation des précipitations moyennes annuelles (1980-2015) (O.N.M., 2016)

IV.2. Les températures

La température est également un élément écologique fondamental en tant que facteur climatique vital et déterminant dans la vie des végétaux. Elle conditionne en effet la durée de la période de végétation, ainsi que la répartition géographique des espèces. C'est la température de l'air et du sol qui est importante. Elle dépend de la latitude, l'altitude, des masses d'air, de la couverture végétale, de la nébulosité et aussi du type de sol (Ozenda, 1977).

Les deux facteurs essentiels à considérer pour la croissance et le développement végétal se rapportent : à l'intensité de la durée du froid hivernal et à la sécheresse estivale (Pouget, 1980), s'ajoute l'effet de l'exposition qui se traduit par la différence entre le versant Nord et le versant Sud des montagnes. Le versant Sud reçoit plus de radiations et d'énergie que celui

exposé au Nord et de ce fait, la température est plus élevée en exposition Sud et l'air est plus sec. L'exposition agit ainsi sur la répartition des espèces végétales (Ozenda, 1982).

La caractérisation de la température en un lieu donné se fait généralement à partir de la connaissance des variables suivantes :

- les températures moyennes mensuelles ;
- les températures maximales ;
- les températures minimales.

IV.2.1. Températures moyennes mensuelles de la période (1913-1938)

Les températures maximales, minimales et moyennes mensuelles sur une période de 25 ans (1913-1938) à une altitude de 620 m de la station de Tessala sont présentées sur le tableau 3 et illustrées dans la figure 15.

Tableau 3. Températuresmoyennes mensuelles (1913-1938)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jui	Jt	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Moy.
T°C (M)	13	16	17	20	23	28	32	28	22	17	14	13	20,25
T°C (m)	2	3	4	6	9	12	15	13	13	9	6	3	07,91
T°C (M+m)/2	7,5	9,5	10,5	13	16	20	23,5	20,5	17,5	13	10	8	14,03

M : températures moyennes mensuelles maximales, **m** : températures moyennes mensuelles minimales, **M+m/2 :** Moyenne mensuelle, **Moy.** : Moyenne annuelle.

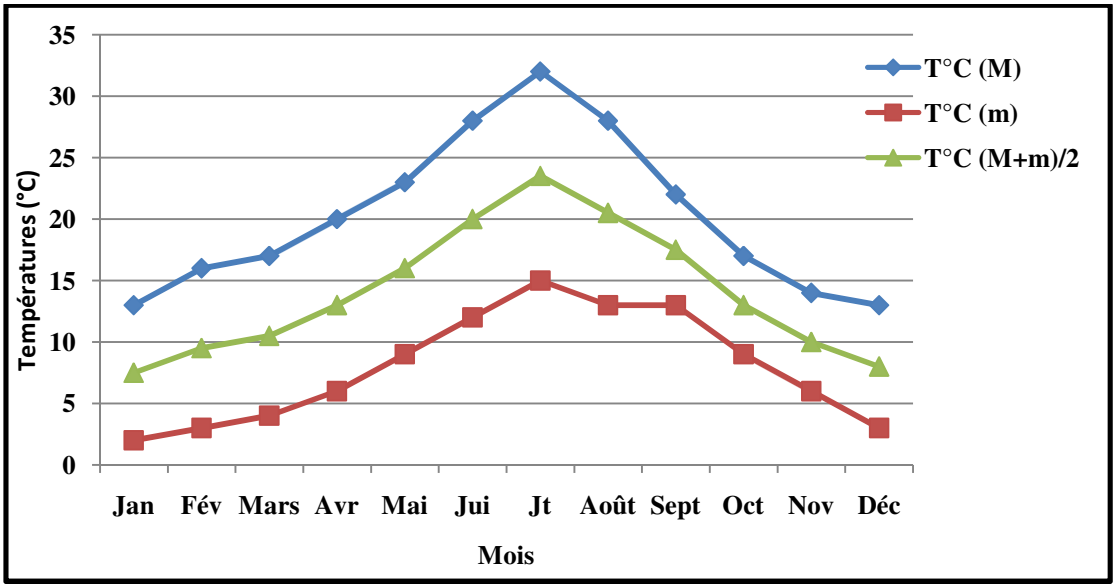


Figure 15. Variation des températures moyennes mensuelles minimales et maximales (1913-1938)(Seltzer,1946).

IV.2.2. Températures moyennes mensuelles de la période (1980-2015)

Les températures moyennes minimales et maximales enregistrées durant la nouvelle période (1980-2015) (Tab. 4) montrent des maximas respectifs de 35,9 °C au mois de juillet et 35,5 °Cau mois d'août et des minimas respectifs de 2,5 °C au mois de janvier et 3,3 °C au mois de décembre. Quant aux températures moyennes, elles augmentent avec un maximum en juillet, soit 26,6 °C et un minimum en janvier avec 9,1°C (Fig. 16).

La comparaison des données des températures moyennes mensuelles de la nouvelle période 1980-2015 à cellede 1913-1938fait ressortir une importante différence. Pour les précipitations, nous avons enregistré une diminution, la température atteste une augmentation entre les deux périodes. La courbe des températures moyennes mensuelles sur les 35 ans prend une allure semblable, mais supérieure à celle de la période de 1913-1938.

Tableau 4. Températuresmoyennes mensuelles (1980-2015)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Jui	Jt	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Moy.
T°C (M)	15,7	17	19	21	26	32	35,9	35,5	30	26	20	16	24,51
T°C (m)	2,5	4	5	7	10	14	17,3	17,5	15	11	6	3,3	9,38
T°C (M+m)/2	9,1	10,5	12	14	18	23	26,6	26,5	22,5	18,5	13	9,6	16,94

M : températures moyennes mensuelles maximales, **m** : températures moyennes mensuelles minimales, **M+m/2 :** Moyenne mensuelle, **Moy.** : Moyenne annuelle.

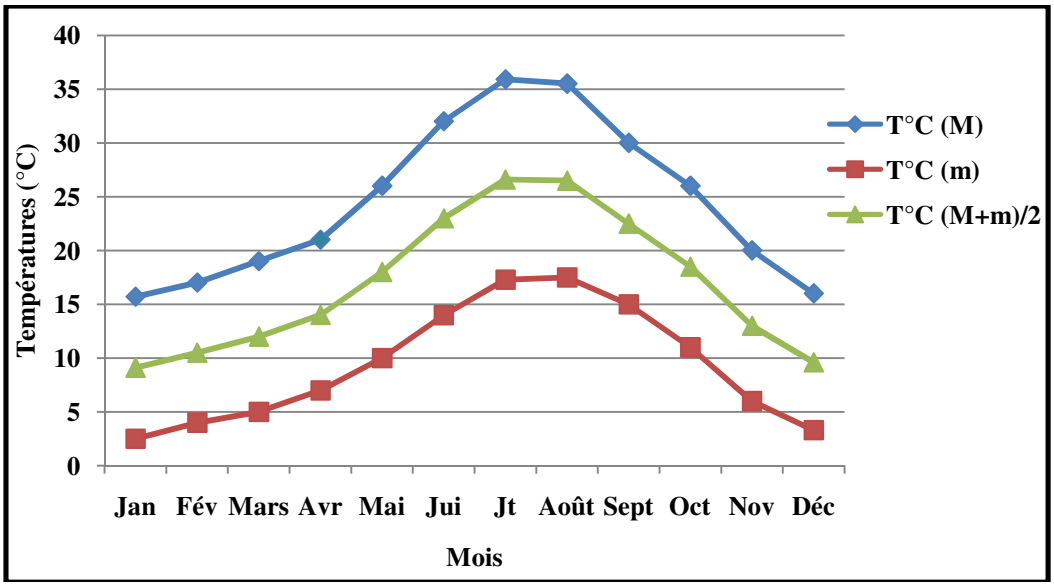


Figure 16. Variation des températures moyennes mensuelles minimales et maximales (1980-2015)

IV.3. Les vents

Les vents soufflent fréquemment dans des directions instables et à différentes intensités en fonction des saisons. Les vents les plus fréquents de novembre à avril sont les vents du Nord-Ouest secs et froids. Les vents du Sud-Ouest sont secs et chauds ayant un effet desséchant néfaste sur le sol et sur les plantes car il intervient dans l'augmentation de la transpiration entraînant un dessèchement sensible des plantes (Cherifi, 2013)(Tab. 5).

Tableau 5. Moyennes mensuelles de la vitesse des vents en m/s, période 1987-2003 (O.N.M, 2004).

Mois	J	F	M	A	Ma	Ju	Jt	At	S	O	N	D
Moy.mensuelles	2,5	2,27	2,48	2,95	2,71	2,63	2,34	2,26	2,15	2,04	2,43	2,45

IV.4. La gelée

La période critique se situe du mois de décembre au mois de février, elle se distingue par une fréquence inquiétante en période printanière au moment où la végétation est en période de floraison. Elle devient ainsi nocive pour le développement des plantes et perturbe leur cycle végétatif en causant souvent des dégâts importants. La fréquence mensuelle moyenne des gelées est représentée sur le tableau 6.

Tableau 6. Fréquence moyenne mensuelle des gelées (période 1985-2007) (O.N.M., 2008)

Mois	**J**	**F**	**M**	**A**	**Ma**	**Ju**	**Jt**	**At**	**S**	**O**	**N**	**D**
Moy.Mensuelles (Jours)	20	10	5	0	0	0	0	0	0	0	6	12,5

IV.5. L'humidité

L'humidité est supérieure à 70 % sur les 6 mois de l'année à partir du mois d'octobre. Le maximum est enregistré en saison hivernale (80 %) alors que le minimum (50 %) est observé en été (Tab. 7).

Tableau 7. Moyennes mensuelles du taux d'humidité relative (période 1985-2007) (O.N.M, 2008)

Mois	J	F	M	A	Ma	Ju	Jt	At	S	O	N	D
Moy.Mensuelles	78	77	70	68	65	56	50	52	63	70	73	80

IV.6. Synthèse climatique

Pour la synthèse bioclimatique, nous avons retenu les indices les plus utilisés en région méditerranéenne :

- le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen ;
- le quotient pluviothermique d'Emberger ;
- l'indice d'aridité de De Martonne.

IV.6.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

Selon Bagnouls et Gaussen (1957), un mois est considéré comme sec lorsque le total des précipitations P, exprimé en mm, est égal ou inférieur au double de la température moyenne T du mois, exprimée en degré Celsius. Partant de ce principe, la durée et l'importance de la période sèche peuvent être déterminées par le diagramme ombrothermique proposé par ces deux auteurs. Ce diagramme est obtenu par un graphique où les mois de l'année sont en abscisse, les précipitations moyennes mensuelles (P en mm) en ordonnée de gauche, les températures (T en degrés Celsius) en ordonnée de droite avec une échelle double P = 2t.

La période sèche s'individualise lorsque la courbe des précipitations passe sous celle des températures, c'est à dire lorsque les précipitations sont inférieures ou égal à 2T.

La figure 17 représente les courbes ombrothermiques de la région de Tessala (ancienne et nouvelle périodes), station pour laquelle nous disposons de données thermiques et pluviométriques. Ce digramme permet de fixer le début et la fin d'une période sèche qui dure environ 4 mois par an pour l'ancienne période (1913-1938) (Cherifi, 2013 ; Dadache, 2016) et qui est passée à 6 mois (de mai à octobre) environ par an pour la nouvelle période (1980-2015). Cette période sèche agit énormément sur l'évolution et la distribution de la végétation.

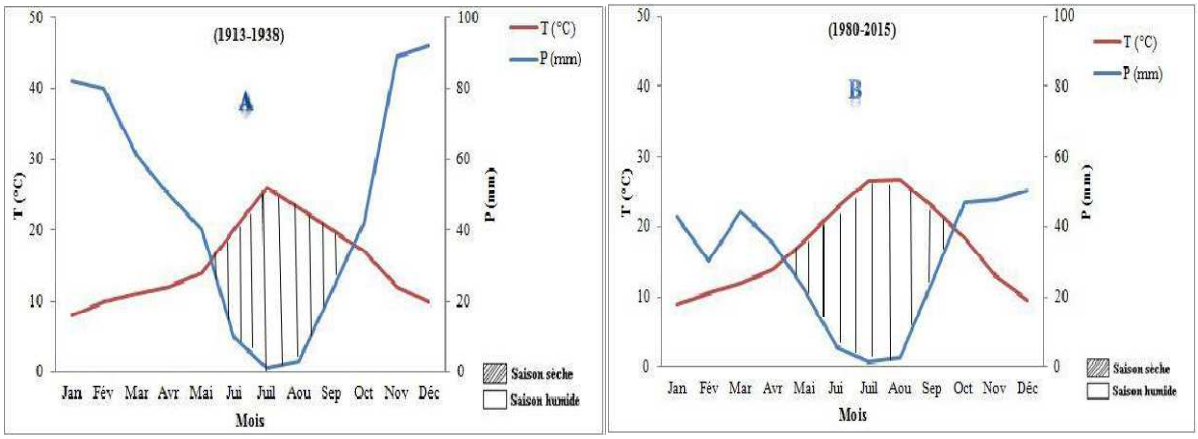


Figure 17. Diagrammes ombrothermiques de la région de Tessala ancienne période [**A]** (1913-1938)et la nouvelle période [**B]** (1980-2015).

IV.6.2. Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger

Pour établir une correspondance entre les types de climats méditerranéens et la végétation, Emberger (1930, 1936, 1955)a mis au point le quotient pluviothermique qui s'exprime actuellement par la formule : $\mathbf{Q_2 = 1000\ P / (M - m)\ (M + m) / 2 = 2000\ P / (M^2 - m^2)}$

Où "P" représente la moyenne des précipitations annuelles en mm, "M" la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud et "m" la moyenne des minimas du mois le plus froid. Les températures étant exprimées en degré Kelvin. Selon cet auteur, 'M'et 'm'représentent les seuils entre lesquels, dans un endroit donné, se déroule la vie végétale. Le facteur (M+m) /2 exprime la moyenne ; (M-m) traduit l'amplitude thermique.

L'indice Q_2 n'est pas utilisé seul. Emberger (1930, 1936) a combiné sur un climagramme en abscisse m et le quotient pluviothermique en ordonnée pour définir les étages bioclimatiques (ou ambiances bioclimatiques). Le tableau 8 résume l'ensemble des étages définis pour la région méditerranéenne.

Tableau 8. Etages bioclimatiques selon Emberger (1952).

Etages bioclimatiques	Q_2	P mm
Per-humide	Q_2>150	P>130
Humide	90> Q_2>150	900<P<1300
Sub-humide	50> Q_2>90	600<P<900
Semi-aride	30> Q_2>50	300<P<600
Aride	20> Q_2>30	100<P<300
Saharien	Q_2<20	P<100

Selon les valeurs du m, ces zones bioclimatiques sont subdivisées en variantes thermiques. Dans le tableau 9, nous reprenons les différents sous étages bioclimatiques retenus par Daget et David (1982).

Tableau 9. Sous étages bioclimatiques(Daget et David, 1982).

Variantes à hiver	**Valeur de m en °C**	**Variantes à hiver**	**Valeur de m en °C**
Glacial	m < -10	Frais	0 < m < +3
Extrêmement froid	-10 < m < -7	Tempéré	+ 3 < m < +4,5
Très froid	-7 < m < -3	Doux	+4,5 < m < +10
Froid	-3 < m < 0	Chaud	+7 < m < +10
Frais	0 < m < +3	Très chaud	m > +10

En nous basant sur les valeurs des précipitations et des températures obtenues par extrapolation, nous avons estimé la valeur du quotient d'Emberger, Q2 = 45,94, qui permet de situer la région de Tessala dans un étage bioclimatique semi-aride à hiver frais (Fig. 18) selon les données actuelles de 1980 à 2015.

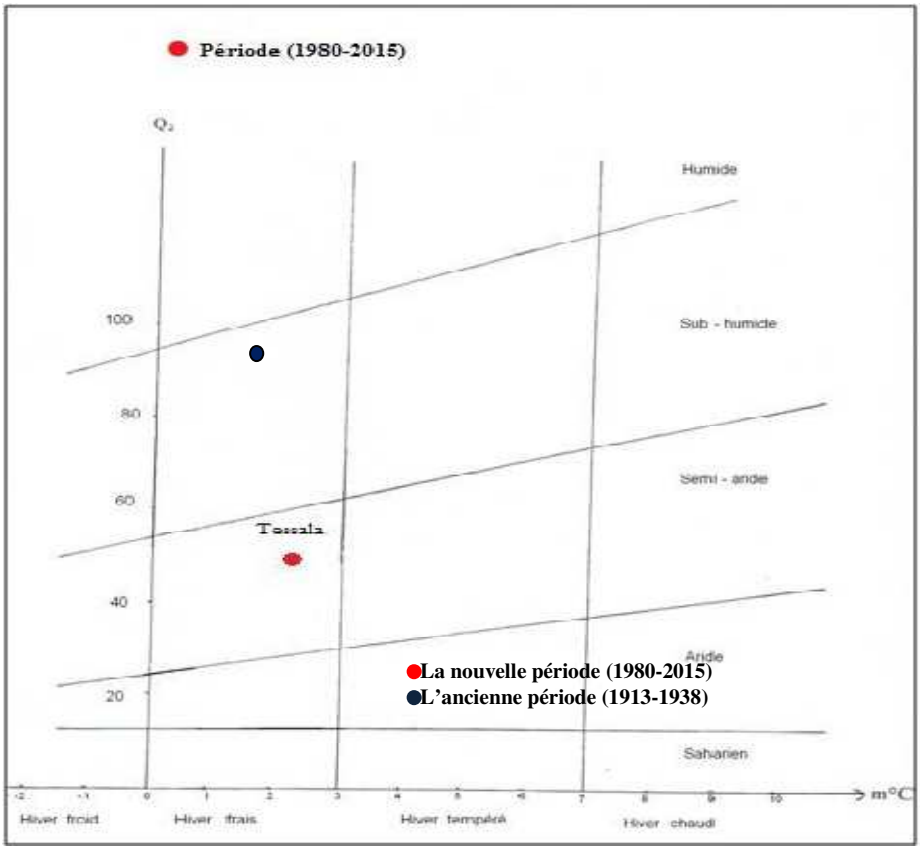


Figure 18. Climagramme pluviothermique d'Emberger

IV.6.3. Indice d'aridité de De Martonne

Cet indice caractérise l'aridité du climat d'une région donnée. Il s'exprime comme suit :

Im = P / T °C+ 10(Pouget, 1980).

P : Précipitation moyenne annuelle en mm.

T : Température moyenne annuelle en °C.

Im =316,19/(16,88+10) = 11,76

Pour :

- 20 < Im < 30 : Climat tempéré ;
- 10 < Im <20 : Climat semi-aride ;
- 7.5 <Im<10 : Climat steppique ;
- 5 < Im < 7.5 : Climat désertique ;
- Im < 5 : Climat hyper - aride.

La valeur trouvée de l'indice d'aridité (Im) pour la région de Tessala traduit un climat semi-aride à écoulement éxoréique(Fig.19).

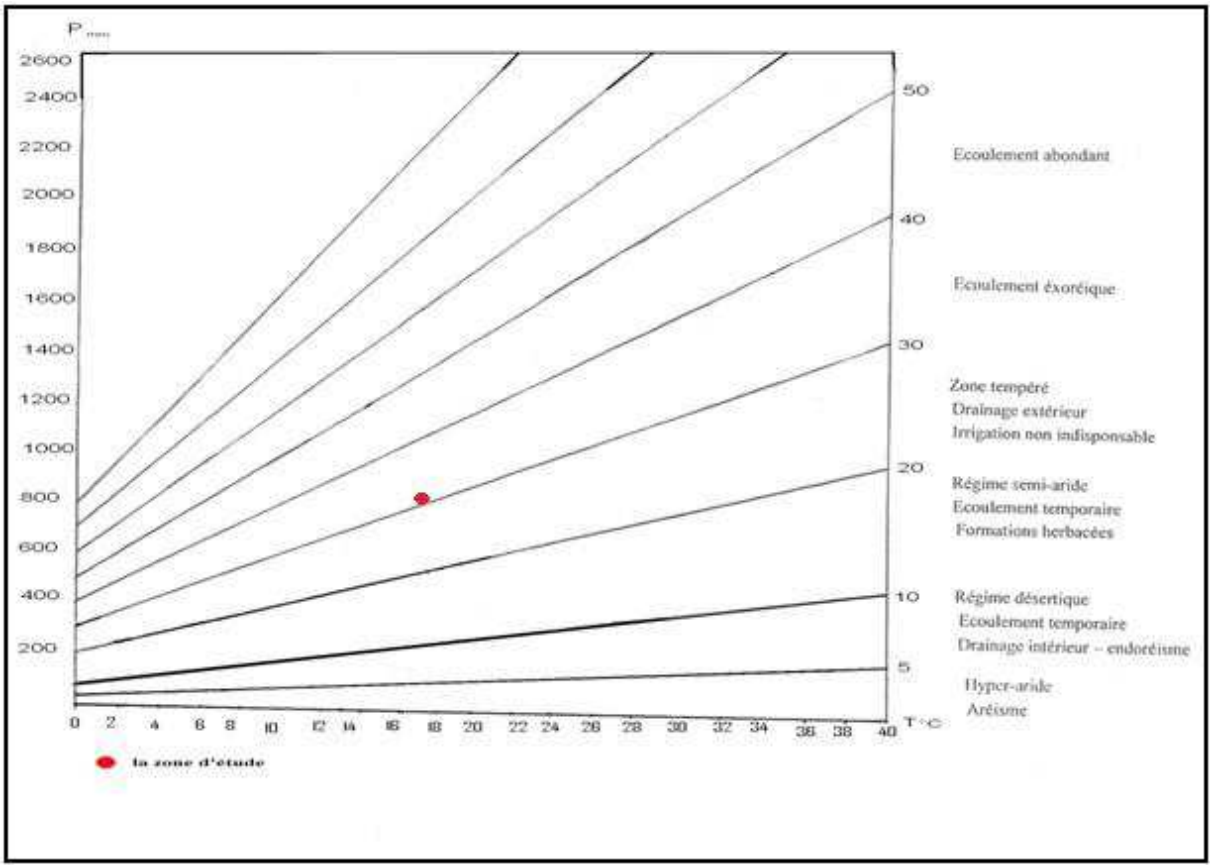


Figure 19. Abaque pour le calcul d'indice d'aridité de De Martonne

IV.6.4. Répartition saisonnière des pluies

Dans la région de Tessala, cette répartition met en relief un rapport très marqué entre le régime thermique et le volume des pluies. Le pourcentage de la répartition saisonnière de la pluviométrie par rapport au volume annuel s'établit de la manière suivante(Cherifi, 2013):

- **l'automne** : 33,60 %
- **l'hiver** : 35,50 %
- **le printemps** : 30,10 %
- **l'été** : 1,80 %.

Cette répartition détermine pour la région un indicatif saisonnier (indicatif de Musset) de type HAPE (Fig. 20).

Du point de vue bioclimatique, la période récente (1980-2015) (O.N.M, 2016) varie nettement par rapport à l'ancienne période (1913-1938) (Seltzer, 1946), avec une diminution des précipitations et augmentation des températures qui se traduit par une tendance vers un cycle de sécheresse (de la fin avril à la mi-octobre).Ce type de climat se dégrade en effet peu à peu dans le sens d'une aridité croissante rendant de plus en plus difficiles les conditions de vie et

de survie des plantes avec un bilan hydrique devenant de plus en plus déficitaire (Pouget, 1980).

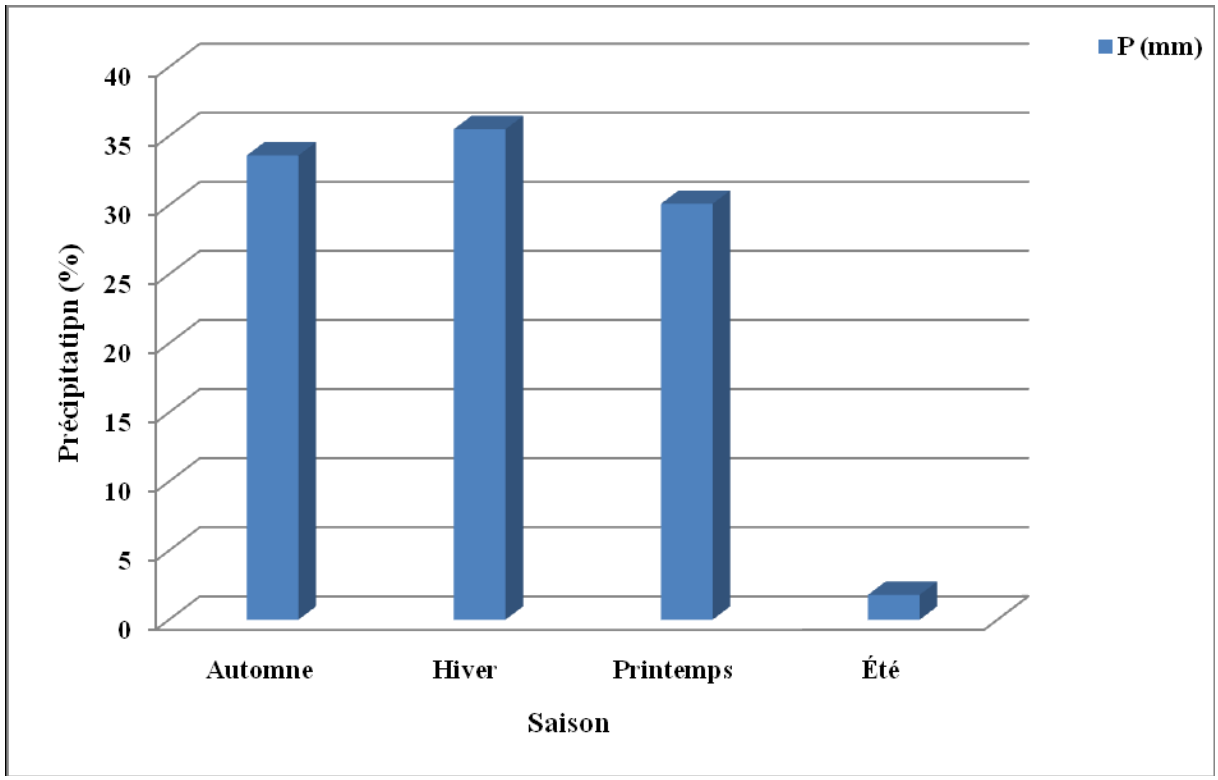


Figure 20. Représentation graphique du régime saisonnier

En conclusion, le climat des monts de Tessala est caractérisé par :

- une pluviométrie faible et irrégulière (400 mm/an) ;
- une période sèche assez longue de la fin avril à la mi-octobre ;
- des températures fortes en saison estivale et basses en saison hivernale (entre 9,4 ° C et 26,6 ° C), la température minimale moyennedu mois le plus froid se situe entre 2,5 °C et 3,3 °Cet les maxima moyens du mois les plus chauds dépassent rarement(30 °C) (Benyahia *et al.*, 2001 ; Bouzidi *et al.,* 2009 ; O.N.M., 2010 ; Chérifi *et al.,* 2011 ; Bouterfas *et al.,* 2013 ; Benchiha *et al.,* 2014 ; Chérifi *et al.,* 2014).
- Des gelées couvrant une période allant de décembre à février (Cherifi, 2013 ; O.N.M, 2014).

Ces facteurs agissent sur le développement des sols et des végétaux d'où la nécessité d'une connaissance particulière de ces données.

V. La végétation naturelle

La végétation constitue un élément important du milieu physique. L'Algérie est un pays possédant d'importantes richesses floristiques et faunistiques méditerranéennes qui restent mal connues, inexploitées et très peu étudiées.

Du point de vue floristique, les monts de Tessala présentent une diversité appréciable. Parmi les formations végétales qui s'y trouvent, nous distinguonsselon Cherifi *et al.* (2013) et Ouici (2019)des formations pré-forestières à base de *Pinus halepensis, Quercus coccifera, Pistacia terebinthus, Quercus ilex, Pistacia lentiscus, Olea europea, Phillyrea angustifolia, Crateagus oxyacantha*, en plus de ces espèces on peut citer le caroubier (*Ceratonia siliqua*), l'Acacia (*Acacia pycnanta* et *cyanopphylla*, le Tamarix (*Tamarixgallica*), et plusieurs variétés d'Eucalyptus qui sont localisés dans le versant Sud. Des matorrals occupés essentiellement par des formations basses de chêne vert regroupant les espèces suivantes : Q*uercus ilex, Pistacia lentiscus, Quercus coccifera, Crateagus oxyacantha, Daphne gnidium, Cistus salvifolius, Calycotome villosa, Calycotome spinosa, Ampelodesma mauritanica* et accessoirement l'alfa (*Stipa tenacissima*).

Des formations basses représentées essentiellement par :*Calycotome Spinosa, Ampelodesma mauritanica, Asparagus acutifolius, Asphodelus microcarpus, Chamaerops humilis, Stipa tenacissima* et *Urginea maritima.*

VI. Les reboisements

Ils s'étendent sur 288 ha et sont constitués essentiellement de pin d'Alep, d'eucalyptus et d'acacia. Leur état confirme un fort délaissement et un manque d'entretien. Ces espèces n'arrivent pas à former des formations végétales équilibrées avecdéveloppement d'un sous-bois et une ambiance forestière si indispensable pourcertains types de sols. De plus les incendies n'ont jamais cessé de les perturber.

VII. Les menaces pesées sur la végétation

VII.1. Influences anthropiques

La région méditerranéenne forme une entité climatique et biogéographique enrichie par des éléments floristiques et des climats très contrastés (Gamisans, 1991 ; Quézel, 1995). Elle se caractérise par une exceptionnelle biodiversité (Cowling *et al.*, 1996) et une richesse élevée en végétation rare principalement concentrées dans de grande familles végétales (Dominguez Lozano et Shwartz, 2005) ; elle a été classée parmi l'une des cinq régions du monde où les problèmes environnementaux sont les plus graves (Ramade, 1993 ; Beaulieu et *al.*, 2005) dans

la mesure où la flore subit des pressions anthropiques, parfois très fortes. L'influence de l'homme sur la végétation de la région méditerranéenne est très ancienne (Pons et Quézel, 1985), se traduisant par la fragmentation des habitats et la disparition d'espèces et de populations de façon significative (Grenon et Batisse, 1989 ; Ramade, 1990 ; Heywood et Iriondo, 2003).De ce fait, leurs qualités phytoécologiques sont perturbées et s'accompagnent toujours de la disparition, de la rareté ou de la vulnérabilité des espèces floristiques.

L'instabilité et la vulnérabilité des formations végétales de la zone d'étude sous l'action de l'homme et de son troupeau pèsent lourdement depuis longtemps sur la biodiversité végétale.

VII.2. Les incendies des forêts

Le facteur de dégradation le plus redoutable de la forêt algérienne et méditerranéenne est sans contexte l'incendie (Madoui, 2002 ; Missoumi *et al.*, 2002). La surface parcourue annuellement par le feu varie entre 20.000 et 30.000 hectares.

Selon Benabdelli (1998), les incendies sont un facteur de dégradation redoutable, qu'aucun effort n'a pu juguler ce phénomène d'autant plus que la composition floristique des forêts algériennes est à dominance de résineux « *Pinus halepensis* ».

Notre zone d'étude est caractérisée par une saison sèche assez longue, surtout les deux mois juillet et août. L'incendie est très fréquent, durant cette période où la température arrive à son maximum et le dessèchement de la strate herbacée est accentué ce qui provoque un déclenchement des feux.

VII.3. Le surpâturage

Depuis longtemps, l'homme a pratiqué l'élevage pour sa nourriture et sa survie, l'un des plus importants facteurs de dégradation de la phytodiversité. Le surpâturage provoque une dégradation des écosystèmes sylvo-pastoraux et de leur biodiversité, surtout dans les régions de forte concentration du cheptel. Il en résulte l'érosion des sols, la dégradation des ressources en eau et la perte de la biodiversité, ce qui donne lieu en cas d'aggravation à un processus de désertification avancé (Bouzidi*et al.,* 2009 ; Cherifi, 2013).

Chapitre 2 : *Matériel biologique et méthodes d'étude*

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la biologie de la conservation de *Aristolochiabaetica,*espèceévoluant dans les monts de Tessala (wilaya de Sidi Bel Abbés), qui consiste àtraiter, d'une part, l'auto-écologie de cette espèce par la caractérisation de son habitat, à savoir son cortège floristique, son substrat édaphique et le suivi démographique de ses populations par l'évaluation quantitative spatio-temporelle du nombre de fleurs formées, avortées et fécondées (transformées en fruits), sur huit stations durant trois annéesd'observation (2015-2016-2017). D'autre part, la viabilité de ses graines par l'étude de leur comportement germinatif vis-à-vis de la température, de la salinité et du déficit hydrique a été également étudiée.

I. Caractérisation de l'habitat

I.1. Analyse du cortège floristique

Suite aux différentes prospections effectuées dans la zone d'étude, huit stations d'échantillonnage ont été retenues en fonction de la présence de *A. baetica* (Fig. 21), dont les coordonnées GPS sont représentées sur le tableau 14.

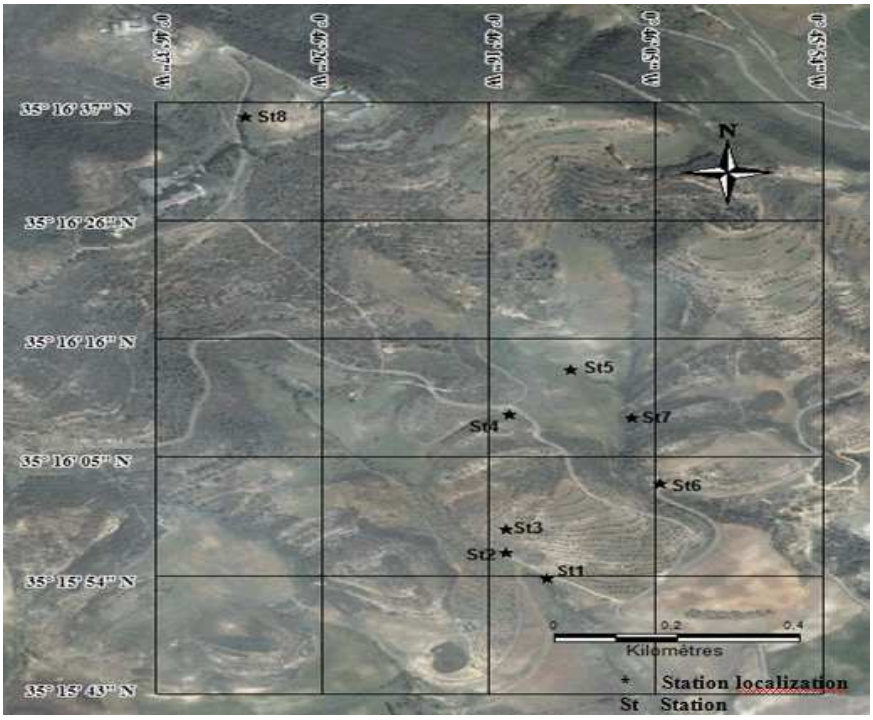


Figure 21. Positionnement des stations d'échantillonnage
(Carte établie par Logiciel MapInfo version 8.0)

Pour l'analyse de la végétation, un total de 24 relevés floristiques a été réalisés sur l'ensemble des stations, à raison de 3 relevés par station. Ces relevés constituent des inventaires qualitatifs et quantitatifs de la végétation, réalisés selon la méthode de Braun-Blanquet (1952). Cette démarche, couramment utilisée en écologie végétale pour

diagnostiquer les différentes communautés végétales, nous a permis l'élaboration du tableau floristique. Pour chaque relevé ayant une superficie de 25 m² (5m x 5m), sont notées la position géographique, l'altitude, l'exposition, la pente ainsi que les espèces présentes par strates (strate arborée - strate arbustive - strate buissonnante et herbacée). L'identification de ces strates se fait suivant l'échelle avancée par Benabdelli (1996) pour la végétation ligneuse de l'Oranie : la strate arborescente (hauteur de 4 m et plus), la strate arbustive (hauteur entre 1,50 m et 4 m), la strate buissonnante (hauteur entre 0,50 m et 1,50 m) et la strate herbacée (hauteurà moins de 0,50 m). Les espèces inventoriées ont étéaffectées des coefficients d'abondance-dominance, de sociabilité et de leur fréquence d'apparition (F) dans les différents relevés réalisés. Les espèces inventoriées ont été également réparties selon leurs familles taxonomiques(Quézel et Santa, 1962), spectres biologiques (Raunkiaer, 1934 ; Ellenberg et Mueller 1968)et biogéographiques(Quézel et Santa 1962 ; Ozenda, 1985 ; Bonnier, 1990).

I.1.1. Coefficient d'abondance – dominance

On appelle abondance, la proportion relative des individus d'une espèce donnée et dominance, la surface couverte par cette espèce. Les deux notions sont très voisines et il a été convenu d'une échelle générale permettant de les apprécier simultanément (Braun Blanquet, 1975).

Coefficient 5 : espèces couvrant plus de 3/4 de la surface
Coefficient 4 : « 3/4 à 1/2 de la surface
Coefficient 3 : « 1/ 2à1/4 de la surface
Coefficient 2 : espèces abondantes mais couvrant – 1/4 de la surface
Coefficient 1 : espèces représentées mais couvrant – de 1/20 de la surface
Coefficient + : espèces présentes mais d'une manière non chiffrable.

I.1.2. La sociabilité

La sociabilité est la faculté des individus d'une espèce donnée à vivre en groupes plus ou moins denses.

Les représentants d'une espèce peuvent être régulièrement répartis ou au contraire regroupés dans certaines parties du relevé. On appelle espèces sociables, espèces dont les individus sont groupés. Cette sociabilité peut être évaluée par une échelle de 1 à 5 :

1 : individus isolés

2 : individus en groupes restreints

3 : individus en groupes étendus

4 : individus en petites colonies

5 : individus en peuplement étendu et dense

I.1.3. La fréquence d'apparition

Les espèces inventoriées sont réparties en cinq classes par rapport à leur fréquence d'apparition (F) dans les relevés floristiques effectués :

– classe I (espèces très rares : 0 < F < 20%) ;

– classe II (espèces rares : 20 < F < 40%) ;

– classe III (espèces fréquentes : 40 < F < 60%) ;

– classe IV (espèces abondantes : 60 < F < 80%) ;

– classe V (espèces constantes : 80 < F < 100%).

I.1.4. Types biologiques

Chaque espèce a été affectée de son type biologique selon la classification de Raunkiaer (1934).Cette classification est basée sur la morphologie de la plante et la position des bourgeons de renouvellement par rapport au sol.On distingue 05 types biologiques :

- **les phanérophytes (Ph)**: arbres, arbustes et végétaux ligneux dont les bourgeons sont à plus de 50 cm du sol. Ils sont subdivisés en :
  - macro-phanérophytes : plus de 30 m ;
  - méso-phanérophytes : de 10 à 30 m ;
  - micro-phanérophytes : de 2 à 10 m ;
  - nano-phanérophytes : de 0.5 à 2 m ;
- **les chaméphytes (Ch)**: végétaux herbacés vivaces dont les bourgeons sont à moins de 25 cm du sol ;
- **les hémicryptophytes (He) :** végétaux herbacés dont les bourgeons sont à la surface du sol, ou dans la couche superficielle du sol, la partie aérienne est herbacée et disparaît à la mauvaise saison ;
- **les cryptophytes ou géophytes (G):**végétaux herbacés vivaces dont les bourgeons se situent dans le sol, à l'apex des organes souterrains de réserve ;
- **les thérophytes (Th) :** végétaux herbacés annuels qui passent la mauvaise saison sous forme de graines.

I.1.5. Types biogéographiques

La phytogéographie est la discipline qui étudie la répartition des végétaux et les causes de cette dernière. Elle est au carrefour de la biologie végétale et de la géographie.La présence d'une espèce végétale en un endroit donné, dépend des liens qui existent entre elle etles conditions environnementales locales.L'étude phytogéographique constitue également un véritable modèle pour interpréter lesphénomènes de régression(Olivier et *al.,* 1995).La connaissance de la répartition générale dans le monde du plus grand nombre d'espècessupérieures est l'un des premiers soucis des géobotanistes.Pour Quézel (1983), la diversitébiogéographique de l'Afrique est due essentiellement aux modifications climatiques que la région a subies depuis le miocène.Pour Molinier (1934), deux points de vue restent attacher à cette répartition :

- **Le premier**:leur connaissance permet de savoir si telle espèce à la chance au succès, si l'on veut l'introduire dans une région autre que son biotope.
- **Le deuxième**: il se préoccupe de connaitre comment une flore s'est développée dans une région au fil des temps, de maîtriser son aire et son comportement vis-à-vis des facteurs écologiques locaux, et vu que lesconditions du milieu qui changent d'une région à une autre à travers les âges, il ya toujours des sous espèces qui apparaissent.

Zohary (1971) a attiré l'attention des phytogéographes sur l'hétérogénéité desorigines de la flore méditerranéenne.Quézel (1983) explique cette importante diversitébiogéographique de l'Afriqueméditerranéenne par les modifications climatiques durement subies dans cette région depuis lemiocène, ce qui a entraîné des migrations d'une flore tropicale.La répartition biogéographique des taxons inventoriés est identifiée à partir de la flore de l'Algérie(Quézel et Santa,1962-1963) et la flore de France (Gaston, 1990).

I.2. Analyse du sol

Pour l'analyse du sol, trois échantillons sont prélevés dans chaque station, de l'horizon superficiel à une profondeur de 10 à 20 cm dont les propriétés sont souvent liées aux perturbations humaines, agricoles ou pastorales (Devineau, 2001 ; Cherifi *et al.*, 2011). Les échantillons de sol sont ensuite mis à sécher à l'air libre pendant 15 jours, puis broyés et tamisés à 2 mm pour séparer la fraction fine de la fraction grossière. L'ensemble des analyses porte sur la fraction inférieure à 2 mm, appelée la terre fine.Une fois les échantillons de sol séchés et tamisés, nous avons procédé à l'analyse des paramètres suivants : le potentiel hydrogène (pH), le taux de matière organique (M.O), la composition granulométrique pour

déterminer la texture, la conductivité électrique(CE), le calcaire total (CT)et le calcaire actif(CA). Les méthodes d'analyse utilisées sont celles exposées par Aubert (1978) dans son manuel d'analyse des sols.

I.2.1. Le pH : le principe consiste à mesurer la force électromotrice d'une solution aqueuse du sol (rapport eau/sol) (Tab. 10) à l'aide d'un pH-mètre.

Tableau 10. Echelle d'interprétation de pH(Aubert, 1978).

Valeur de pH	Classe d'interprétation
<4.5	Extrêmement acide
4.5 -5.0	Très fortement acide
5.1 -5.5	Fortement acide
5.6 -6.0	Moyennement acide
6.1 -6.5	Légèrement acide
6.6 -7.0	Très légèrement acide
7.1 -7.5	Très légèrement alcalin
7.6 -8.0	Légèrement alcalin
8.1-8.5	Moyennement alcalin
>8.5	Très fortement alcalin

I.2.2. Le carbone de la matière organique : Il est oxydé par le bichromate de potassium en présence d'acide sulfurique. En connaissant la quantité de bichromate nécessaire pour cette oxydation, on peut calculer le pourcentage de carbone organique dans le sol (Baize, 1988). Le dosage est effectué par la méthode Anne (1945). Le bicarbonate réduit par le carbone organique est titré par une solution de sel de Mohr (Tab. 11) (Aubert, 1978).

Tableau 11. Echelle d'interprétation de la matière organique(Aubert, 1978).

Taux de M.O(%)	**Nom de classe**
0.5 à 1 %	Très pauvreen M.O
1 à 2 %	Pauvreen M.O
2 à 3 %	Moyenne riche en M.O
3 à5 %	Riche en M.O
> 5 %	Très riche en M.O

I.2.3. Analyse granulométrique : l'analyse granulométrique a pour but de quantifier pondéralement en pourcentage les particules de sol (sables, limons et argiles). La texture est définie après projection des résultats de l'analyse granulométrique fine sur le triangle de Jamagne (1967).

I.2.4. La conductivité électrique : la mesure de la conductivité électrique (C.E.) des sols est une méthode qui s'est imposée pour la mesure de la salinité des sols (De Jonc *et al.*, 1979 ; Williams et Hoey, 1982).On détermine la conductivité sur une solution d'extraction aqueuse, exprimée en millisiemens par centimètre (ms/cm), à l'aide d'un conductimètre (Richard, 1954).Rieu et Chevery (1976) signalent que la capacité du sol à conduire le courant électrique est en fonction de la concentration en électrolytes de la solution du sol.L'estimation de la teneur globale en sels dissous a été faite à l'aide de l'échelle de salure des sols selon le tableau 12.

Tableau 12. Echelle de la salinité en fonction de la conductivité électrique(Aubert, 1978).

CE (ms/cm)	**Degré de salinité**
CE < 0.6	Sol non salé
0.6 < CE < 02	Sol peu salé
02 < CE < 2.4	Sol salé
2.4 < CE < 06	Sol très salé
CE > 06	Sol extrêmement salé

I.2.5. Dosage du calcaire total $CaCO_3$: ce dosage est fondé sur la réaction caractérisée du carbonate de calcium ($CaCO_3$) avec l'acide chlorhydrique (HCl) ; il est réalisé à l'aide du calcimètre de Bernard (Baize, 1988).

La teneur du carbone de calcium est exprimée en % et obtenue à partir de la formule suivante :

$$\mathbf{CaCO_3\% = (pd.\ V / P.v) \times 100.}$$

Pd = 0.004 ;

v : volume dégagé par la terre ;

P : poids de la terre ;

V : volume dégagé par $CaCO_3$;

Pd : poids de $CaCO_3$.

L'échelle d'interprétation des carbonates (Tab. 13) permet de déterminer la quantité du $CaCO_3$ comprise dans un échantillon de sol.

Tableau 13. Echelle d'interprétation des carbonates(AFNOR, 2004).

Carbonates (%)	**Charge en calcaire**
<1 %	Sol non calcaire
1 à 5 %	Sol peu calcaire
5 à 25 %	Sol modérément calcaire
25 à 50 %	Sol fortement calcaire
50 à 80 %	Sol très fortement calcaire
> 80 %	Sol excessivement calcaire

I.2.6. Le dosage de calcaire actif : Il est réservé uniquement aux échantillons contenant plus de 5 % de calcaire total. Il s'agit de ne doser que la fraction chimiquement active du calcaire du sol.Le dosage repose sur le titrage par oxydoréduction qui utilise le permanganate de potassium ($KMnO_4$) et l'oxalate d'ammonium [$(NH_4)_2C_2O_4H_2O$].

I.3. Suivi démographique

Dans notre travail, nous nous sommes intéressés au suivi de l'évolution quantitative du nombre de fleurs formées ; avortées et fécondées (transformées en fruits).

I.3.1. Techniques d'échantillonnage

Pour la réalisation de ce suivi, au niveau de chacune des huit station d'étude, nous avons choisi d'une manière aléatoire un pied de *A. baetica* repéré à l'aide d'un jeton sur lequel ont été notés les paramètres quantitatifs suscités. Le suivi a été effectué sur une période de trois années (2015-2016-2017), au début de la période de floraison qui se situe au mois d'avril jusqu'à la phase de maturation des fruits (juin-juillet).

I.4. Traitement statistiques des données

Pour le traitement des résultats des analyses floristiques et pédologiques, nous avons utilisé l'analyse factorielle des correspondances (AFC) qui est une approche bien adaptée aux études phytoécologiques, car elle permet de traiter conjointement les variables floristiques et les variables pédologiques (Djebaili, 1984 ; Bouzidi *et al.,* 2009 ; Cherifi *et al.*, 2011 ; Bouterfas *et al.*, 2013). Dans ce présent travail, l'AFC a été employée dans le but de faire ressortir le cortège floristique de *Aristolochiabaetica*, ainsi que les caractéristiques du substrat sur lequel elle évolue.Pour la constitution de la matrice de l'AFC, le coefficient de sociabilité n'a pas été pris en considération ; celui d'abondance-dominance étant le seul exploitable dans ce type de traitement. Les variables ont été introduites sous forme de codes. Chaque espèce est codifiée par deux ou trois lettres tirées de son nom scientifique, pour rendre facile sa lecture sur les plans factoriels (Mazliak, 1982 ; Bonin et Tatoni, 1990).En plus de l'AFC, nous avons utilisé la classification hiérarchique ascendante (CHA), c'est une méthode d'agglomération qui met en relief des groupements de relevés ou d'espèces à partir des résultats de l'analyse factorielle des correspondances, elle a pour objectif de représenter les ressemblances mutuelles entre les relevés selon un arbre ou dendrogramme, dans lequel les groupes sont aussi mutuellement exclusifs mais hiérarchisés (Blanc, 2000 ; Gillet, 2000, Bouterfas *et al.*, 2013), et pour mieux individualiser les limites entre les différents groupements (Benzecri, 1984 ; Cherifi *et al.*, 2011 ; 2014 ; 2017). Ces deux techniques indiquent le degré de ressemblance (homogénéité) ou de disparité (diversité) de la composition en espèces des différentes stations ou de la même station au cours du temps (Pearson, 1982).L'AFC et la CHA sont réalisés en utilisant le logiciel *Statistica 6*.

Pour ce qui est du suivi démographique de *A. baetica*, l'hypothèse d'égalité des valeurs moyennes des paramètres quantifiés (fleurs initiées, fleurs avortées et fruits formés), dans l'espace et dans le temps, a été vérifiée par le test de l'analyse de la variance à un facteur contrôlé (ANOVA I) en utilisant le logiciel SPSS pour Windows version 20.

II. Recherche des conditions optimales de la germination des graines de *A. baetica*

II.1. Matériel biologique

II.1.1.Récolte et description des graines

Les graines ont été récoltées sur des plants de *A. baetica*(Fig. 2) évoluant dans les monts de Tessala au mois de juin 2016 (Fig. 22).Les graines sont conservées dans des sachets en papier, dans les conditions ambiantes du laboratoire, à l'abri de l'humidité, pendant une durée de trois mois en vue d'une post-maturation pour pouvoir entamer nos essais de germination. Les fruits sont des capsules de 2 à 7cm qui contiennent 35 à 45 graines triangulaires ovales avec 6 cloisons qui se séparent à maturité(Fig. 5). A ce stade, on observe la déhiscence des capsules, les graines deviennent libres et sous l'action des vents tombent sur le sol. Ces graines riches en nutriments, sont susceptibles d'attirer les fourmis ainsi que d'autres animaux (Berjano *etal*., 2003).



Figure 22. Graines de *Aristolochia baetica* (Cliché Hakemi Zahra, 2016).
FS : face supérieur **; FI** :face inferieur

II.1.2. Préparation des graines pour les essais de germination

Pour les essais de germination, nous avons trié seulement les graines saines et intactes. Les graines destinées à la germination sont préalablement désinfectées par l'hypochlorite de sodium (NaClO) à 5% pendant 5 minutes puis rincées abondamment trois fois à l'eau distillée pour éliminer toute trace de chlore (Nadjafi *et al.*, 2009 ; Dadache *et al.*, 2015).

II.2. Méthodes d'étude

II.2.1. Déroulement des essais de germination

II.2.1.1.Essai préliminaires

Etant donné que très peu de données sur la viabilité des graines de *A. baetica* sont disponibles, nous avons réalisé sur des graines n'ayant subi aucun prétraitement des essais de germination préliminairesà la température ambiante du laboratoire (t≈ 18-20°C), à l'obscurité et à la lumière du jour (photopériode = 9h). Ces essais ont fait ressortir que les graines utilisées sont inaptes à germer, ce qui nous a incitésà employer certains prétraitements physico-chimiques pour vérifier si cette inaptitude à la germination est d'origine tégumentaire et/ou embryonnaire.

II.2.1.2. Effets de quelques prétraitements physico-chimiques sur la germination

Des tests de germination ont été réalisés dans les mêmes conditions expérimentales, sur des graines ayant subi certains traitements réputés dans la levée des dormances tégumentaire et embryonnaire (Heller *et al.,* 1990 ; Mazliak et Laval-Martin, 1995 ; Nadjafi *et al.*, 2009 ; Dadache *et al.*, 2015).

- Pour la dormance tégumentaire :

Pour vérifier si l'inaptitude à la germination est d'origine tégumentaire, les graines ont subi deux techniques de scarification qui provoque des microfissures tégumentaires : mécanique et chimique(Mazliak, 1982). Elles permettent ainsi, de faciliter les échanges entre l'embryon et le milieu extérieur (Nivot, 2005).La scarification mécanique consiste à fissurer les enveloppes des téguments des graines à l'aide d'un scalpel ; alors que la scarification chimique est effectuée par immersion dans l'acide sulfurique (H_2SO_4) pur et dilué (5%) pendant 15, 30 et 45 mn(Bouredja *et al.*, 2013).Le prétrempage à l'eau distillée pendant 24 et 48ha été également employé pour faire dissoudre les polyphénols pouvant exister éventuellement dans les téguments, dont l'action inhibitrice de la germination est connue (Mazliak, 1982).

- Pour la dormance embryonnaire :

Pour vérifier si nos graines sont affectées d'une dormance embryonnaire, nous leurs avons fait subir un trempage dans une solution d'acide gibbérellique (AG_3) à 125 ppm et 200 ppm pendant 24 et 48 h ; un trempage pendant 24h dans une solution de Nitrate de potassium « KNO_3 » [0,2%] ; un trempagedans l'eau bouillante (75°C) pendant 5 mn et une stratification à -20 °C dans un congélateur pendant 3 mois (Côme, 1970 ; Mazliak, 1982).

Vu la non disponibilité des graines (faible production des fruits due à l'avortement des fleurs et manque de polinisateurs), chaque essai de germination a porté sur 30 graines réparties en

trois lots de 10 chacun (trois répétitions). Les graines sont mises à germer dans des boîtes de Pétri en verre de 80 mm de diamètre et 10 mm de hauteur stériles contenant deux couches de papier filtre hydrophile imbibé (Prat Dumas, réf : A010106)(Fig. 23), soit par l'eau distillée pour les essais préliminaires ou pour les essais relatifs à l'effet de la lumière ou des températures, soit par des solutions salines de chlorure de sodium (NaCl) pour les essais du stress salin, soit encore par des solutions de Polyéthylène glycol (PEG 6000) pour les essais du stress hydrique.

Remarque : Tous les essais de germination énumérés ci-dessous ont été réalisés en utilisant des graines ayant subi le traitement qui a donné le meilleur pourcentage de germination à partir des essais préliminaires suscités (prétraitement par l'acide gibbérellique 125 ppm).

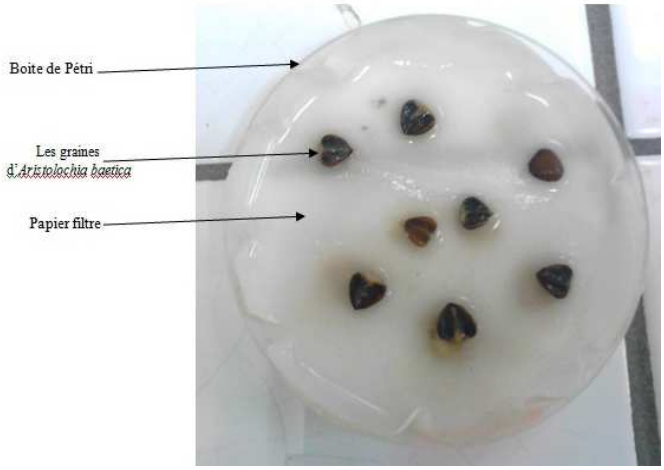


Figure 23. Les graines de *Aristolochia bartica* placées dans une boite de Pétritapissée de papier filtre imbibé d'eau distillée (Cliché : Hakemi Zahra,2017).

II.2.1.3. Recherche des conditions optimales thermiques de germination

Etant donné qu'aucune information n'est disponible sur l'optimum thermique de germination de *A. baetica*, nous avons effectué des essais de germination à l'obscurité dans une étuve de type Memmert réglée aux différentes températures continues : 5, 10, 15, 20, 25, 30 et 35 °C.

Pour ces essais, le papier filtre est imbibé à chaque fois qu'il est nécessaire par l'eau distillée pour maintenir une humidité suffisante et permanente pour la germination.

II.2.1.4. Effet du stress salin et du stress hydrique sur la germination

L'effet du stress salin et hydrique sur le comportement germinatif des graines de *A. baetica* a été testé à la température optimale (15°C). Pour chaque essai, l'imbibition du papier filtre a été faite à chaque fois qu'il est nécessaire pour maintenir constante l'humidité du papier filtre.

Les essais sous stress salin ont été réalisés sous différentes concentrations salines préparées à base de chlorure de sodium (Na Cl) : 0, 4, 8, 12, 16 g/L correspondant respectivement aux concentrations molaires de : 0 mM(témoin : eau distillée) ; 68,49 mM ; 136,89 mM ; 205,33 mM ; 273,78 mM.

Les essais sous stress hydrique ont été réalisés sous différentes concentrations de PEG 6000 : 0, 10, 20, 40, 80, 120 g/l correspondant respectivement à des potentiels hydriques de 0(témoin : eau distillée), -0.08, -0.19, -0.47, -1.2, -2.45 bar, évaluéspar la formule établie par Michel et Kaufman (1973).

$$\Psi = -(1.18 \times 10^{-2})\, C - (1.18 \times 10^{-4})\, C^2 + (2.67 \times 10^{-4})\, CT + (8.39 \times 10^{-7})\, C^2T$$

Où :

Ψ : le potentiel hydrique (en bar),

C : est la concentration de PEG 6000 en g / kg dans H_2O,

T : est la température en degrés Celsius

1 bar = 0,1 Mégapascal (MPa)

Les paramètres d'observation et d'appréciation de l'expérimentation reposent sur les éléments suivants :

- la fente des téguments et l'apparition de la radicule qui représente un critère de germination retenu par la plus part des physiologistes (Côme, 1970 ; Zeng *et al.*, 2014).
- le comptage des graines germées tous les 24 heures ;

II.3. Expression et traitement des données

Pour l'exploitation des données des essais de germination, nous avons utilisé les paramètres suivants (Côme, 1970 ; Heller *et al.*, 1990 ; Redondo-Gomez*et al.*, 2007 ; Dadach*et al.*, 2015) :

- ***Taux de la germination final ou capacité de germination (CG)*** qui représente le pourcentage maximal des graines germées obtenu dans nos conditions expérimentales ;

- ***Le coefficient de vélocité ou vitesse de germination (CV),*** déterminé par la formule suivante :

Cv = $\mathbf{N1+N2+N3+\ldots\ldots\ldots\ldots..+Nn\ /\ N1T1+N2T2+N3T3+\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots+NnTn*100}$

N1 : nombre de graines germées durant le temps T1.

N2 : nombre de graines germées entre le temps T1et T2

N3 : nombre de graines germées entre le temps T2 et T3, etc.

- ***Temps de latence (TL),*** représente le temps nécessaire pour le déclenchement de lagermination

La cinétique de la germination a été illustrée sous formes de courbes représentant l'évolution des pourcentages de germination cumulés en fonction du temps.

Les valeurs moyennes des paramètres de germination ont été comparées par l'analyse de la variance (ANOVA I) et par le test de Tuckey en utilisant le logiciel SPSS Statistics 20 software.

Chapitre 3 : *Résultats et discussion*

I. Caractérisation de l'habitat

I.1. Analyse du cortège floristique

Sur le tableau 14 sont représentés les relevés floristiques réalisés au niveau des stations d'échantillonnage. L'inventaire floristique réalisé sur l'ensemble des stations nous a permis de recenser 68 espèces faisant partie du cortège floristique de *Aristolochia baetica.*

I.1.1. Fréquence d'apparition

L'étude de la composition floristique présentée dans le tableau 14 a permis de mettre en évidence les constatations suivantes :

Une diversité hétérogène entre 17 espèces (St2 et St6) et 34 espèces (St5), cette hétérogénéité traduit l'influence des différents paramètres du milieu et même l'action antropozoogène sur la répartition de la végétation. L'évaluation de la fréquence d'apparition des espèces inventoriées sur l'ensemble des relevés floristiques a fait ressortir la présence des espèces très rares (52,94%), rares (26,47%), fréquentes (8,82%), abondantes (7,35%), et constantes (4,42%) (Fig. 24).

Parmi les espèces fréquentes et qui s'associent à *A. baetica* dans la plupart des relevés, nous avons : *Calycotomespinosa*, *Chamaeropshumilis*, *Urgineamaritima*, *Asparagusacutifolius* et *Asphodelusmicrocarpus*. Ces principales espèces constituent le cortège floristique de *A. baetica*.

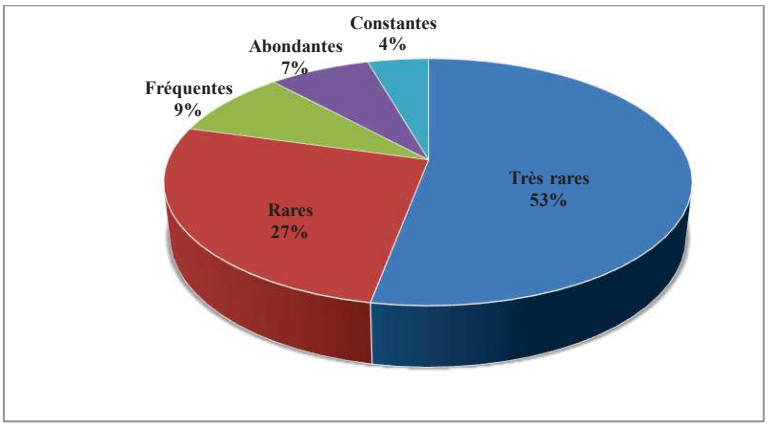


Figure 24. Distribution des espèces inventoriées selon leur fréquence d'apparition.

Tableau 14. Relevés floristiques

Stations	**St1**			**St2**			**St3**			**St4**			**St5**			**St6**			**St7**			**St8**			**F (%)**
Exposition	SO			SO			SO			S			SE			SE			SE			NO			
Longitude	- 0°46'12''			- 0°46'15''			- 0°46'15''			- 0°46'15''			- 0°46'10''			- 0°46'04''			- 0°46'06''			- 0°46'31''			
Latitude	35°15'54''			35°15'56''			35°15'59''			35°16'09''			35°16'13''			35°16'02''			35°16'08''			35°16'35''			
Altitude (m)	726			728			771			800			750			747			680			935			
Pente (%)	25			12			25			12			12			10			60			50			
pH	7,37			7,48			7,74			7,87			7,38			7,96			7,72			7,65			
MO (%)	4,20			6,20			7,44			7,54			4,40			0,50			6,35			6,65			
Ca (%)	3,00			1,88			2,38			5,38			2,00			3,75			5,50			2,87			
Ct (%)	20,00			17,62			6,00			18,80			5,20			12,00			34,80			6,40			
Co (ms/cm)	0,15			0,08			0,09			0,13			0,09			0,14			0,13			0,07			
	Relevés floristiques																								
	R1	**R2**	**R3**	**R1**	**R2**	**R3**	**R1**	**R2**	**R3**	**R1**	**R2**	**R3**	**R1**	**R2**	**R3**	**R1**	**R2**	**R3**	**R1**	**R2**	**R3**	**R1**	**R2**	**R3**	
Strate arborée																									
Ficus carica L.	-	-	-	-	1.2	2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,33
Nerium oleander L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	4,16
Olea europea L.	-	-	-	1.1	-	1.1	-	-	-	-	-	-	3.3	4.3	4.3	-	-	-	1.2	1.2	1.2	-	-	-	33,3
Pinus halepensis L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	1.2	1.2	-	-	-	12,5
Pistacia terebinthus L.	-	-	-	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,33
Quercus coccifera L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.3	4.3	4.3	12,5
Quercus ilex L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.3	3.3	3.3	-	-	-	-	-	-	4.3	3.3	3.3	25
Strate arbustive																									
Olea europea var.Oleaster L.	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,33
Strate buissonnante et herbacée																									
Ajuga iva (L) Schreb	-	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	1.2	-	-	-	-	-	-	-	16,7
Allium ursinum L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,33
Ammi visnaga L.	-	2.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	1.2	-	-	-	-	1.2	-	-	-	-	-	20,8
Ampelodesmos mauritanicus Bir.	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,5
Anacyclus clavatus(Desf.) Pers.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	-	12,5
Anagallis monelli L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	1.1	25
Aristolochia baetica L.	3.3	3.3	2.3	3.2	2.3	2.3	1.2	2.2	1.2	1.2	1.2	1.2	3.2	2.2	3.2	2.2	1.2	1.2	1.1	1.1	2.1	2.2	1.2	1.2	100
Asparagus acutifolius L.	2.2	2.2	1.2	3.2	3.2	3.2	-	-	-	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	2.2	-	-	-	1.1	1.1	1.1	75
Asparagus albus L.	+	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,7
Asphodelus microcarpus Salzm et Viv	1.1	1.2	1.2	2.2	2.2	1.2	-	1.1	1.1	1.2	2.2	-	1.2	1.2	1.2	-	1.2	1.2	1.1	-	-	1.1	1.1	1.1	79,2

Asteriscus maritimus L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	4,16
*Avenasterilis*L.	-	-	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,33
Ballota hirsuta Benth	1.1	-	1.2	-	-	-	1.2	-	-	2.2	1.2	-	1.2	-	1.2	-	-	-	1.2	1.2	-	-	-	1.1	41,7
Bellis annua L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,5
Bromus rubens L.	-	-	-	1.1	-	1.1	-	-	-	-	-	-	1.2	1.2	-	1.1	-	1.1	-	-	-	1.1	1.1	-	33,3
Bromus lanceolatus Roth.	1.2	1.1	1.2	-	-	-	1.1	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,8
Calendula arvensis L.	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	1.1	50
Calycotome spinosa L.	2.3	3.3	3.3	2.2	2.2	2.2	3.3	3.3	3.3	3.2	2.2	2.2	1.2	1.2	1.2	2.3	3.3	2.3	2.2	2.2	1.2	1.1	1.1	1.1	100
Carduus pycnocephalus L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-	-	-	-	12,5
Centaurea acaulis L.	-	-	-	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,5
Centaurea pullata L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	-	16,7
Chamaerops humilis L.	3.3	2.3	3.3	2.2	2.2	1.2	3.3	3.3	3.3	2.2	2.2	2.2	2.2	1.2	2.2	3.3	2.3	2.3	4.3	3.3	3.3	1.1	1.1	2.1	100
Convolvulus althaeoides L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+.+	-	-	-	1.1	1.1	1.1	-	-	1.1	20,8
*Daphne gnidium*L.	-	-	-	1.2	2.2	1.2	1.2	-	1.2	2.2	2.1	-	1.1	1.1	1.1	-	-	-	2.2	1.2	-	1.1	1.1	1.1	62,5
*Daucus carota*L.	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	-	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,8
Eruca vesicaria L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	1.2	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	-	16,7
Evax pygmaea Pers.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,16
Foeniculum vulgare Mill.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	8,33
Hedera helix L.	1.1	1.1	1.1	-	-	-	1.1	1.1	1.1	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29,2
Helianthemum appeninum L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-	1.2	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	12,5
Iris xiphium L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,33
Lobularia maritima L.	1.1	1.1	-	-	-	-	1.1	1.1	-	1.1	1.1	1.2	-	-	-	1.1	-	1.1	-	-	-	-	-	-	37,5
Malva sylvestris L.	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	-	1.2	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	25
Marrubium vulgare L.	-	-	-	1.1	1.1	1.1	-	1.1	1.2	-	-	-	2.2	1.2	1.2	-	-	-	-	-	-	-	1.2	1.2	41,7
Ornithogalum umbellatum L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	1.2	1.2	1.2	-	-	-	-	-	-	16,7
Oxalis corniculata L.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,16
*Papaver rhoeas*L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	1.2	1.2	-	-	-	12,5
*Paronychia argentea*Lam.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	1.1	1.2	-	-	-	1.1	1.1	-	-	-	1.1	-	-	29,2
Pistacia lentiscus L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-	-	8,33
Plantago albicans L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-	1.2	-	-	-	8,33
Plantago lagopus L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	12,5
Ranunculus arvensis L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	1.2	-	-	-	12,5
Raphanus raphanistrum L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	16,7
Reseda alba L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	1.2	1.2	-	-	-	1.1	1.1	-	1.1	1.1	1.1	33,3
Rosmarinus officinalis L.	-	1.2	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,33

Rumex bucephalophorus L.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	1.1	1.2	1.2	-	-	-	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	29,2
Ruta chalepensis L.	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	1.2	1.2	-	41,7
Ruta montana (Clus.) L.	1.2	1.2	-	1.1	1.1	1.1	-	-	-	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	-	-	-	1.1	-	1.1	1.2	1.2	1.2	66,7
Salvia argentea L.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,33
Salvia officinalis L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,5
Scolymus hispanicus L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	-	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,8
Scolymus sp.	-	-	-	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,5
Silene colorata Poiret.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,16
Silybum marianum L.	-	1.1	1.1	1.1	1.1	-	1.2	1.2	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	1.1	1.1	-	1.1	50
Sisymbrium officinale L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.2	1.2	-	-	-	-	-	-	1.1	-	1.1	-	-	-	20,8
Stipa tenacissima L.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	+	-	-	29,2
Teucrium polium L.	1.2	1.2	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	16,7
Thymus ciliatus Desf.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	16,7
Torilis nodosa L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,33
*Trifolium stelatum*L.	-	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	-	-	-	-	29,2
Urginea maritima (L.)Baker.	1.2	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	-	1.1	1.2	-	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	-	-	-	-	1.2	1.2	1.2	75
Nombre d'espèces par relevés	15	19	17	16	14	14	17	12	12	28	23	18	30	25	23	14	15	14	17	14	12	25	20	18	/
Nombre d'espèces par station	23			17			19			31			34			17			20			29			/
Nombre total d'espèces	68																								

St : station ; **SO** : Sud-ouest ; **S** : Sud ; **SE** : Sud-Est ; **NO** : Nord-Ouest ; **MO** : matière organique ; **Ca** : calcaire actif ;
Ct : calcaire total ; **Co** : conductivité ; **F** : fréquence d'apparition.

I.1.2. Caractérisation des familles botaniques

L'ensemble des espèces inventoriées appartiennent à 31 familles botaniques (Fig. 25). Les Astéracées représentent le taux de présence le plus élevé dans la station 2 (17,65%) ; la station 5 (14,7%) ; la station 7 (10%) et la station 8 (13,79%), puis se placent successivement les Lamiacées dans la station 1 (17,39%) ; la station 3 (15,79%) ; la station 4 (12,5%) et la station 6 (16,67%), puis les Liliacéesdans la station 6 (16,67%) et les Poacées dans la station 1 (13,05%). Les autres familles sont faiblement représentées dans les stations d'étude.

D'une façon générale, les Astéracées et les Lamiacées représentes les familles les plus dominantes au niveau des 8 stations avec respectivement un taux de présence de 15,95% et 13,04% (Fig. 26). Ce sont globalement les mêmes familles qui prédominent dans la flore du sud oranais (Cherifi *et al.*, 2017 ; bouzidi *et al.*, 2009 ; Saidi *et al.*, 2015).

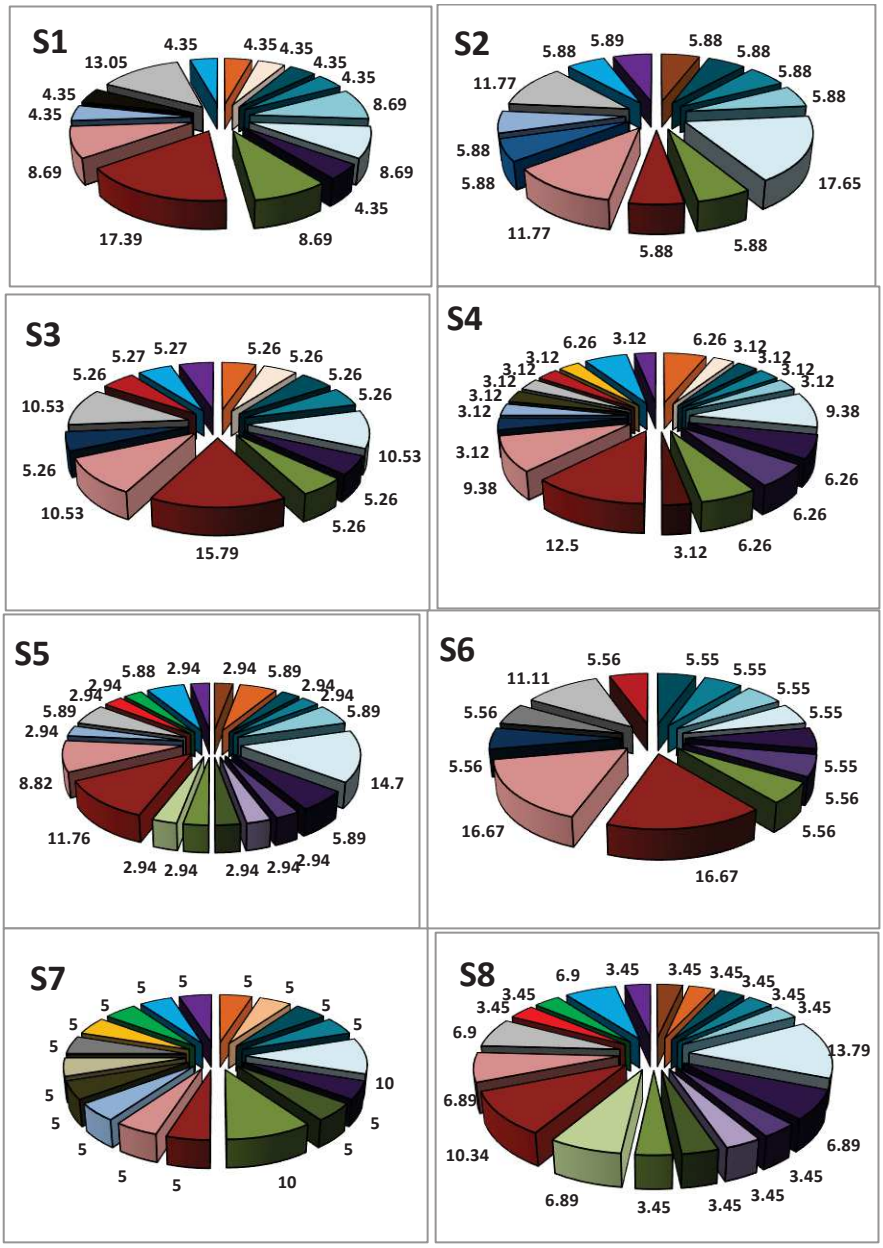
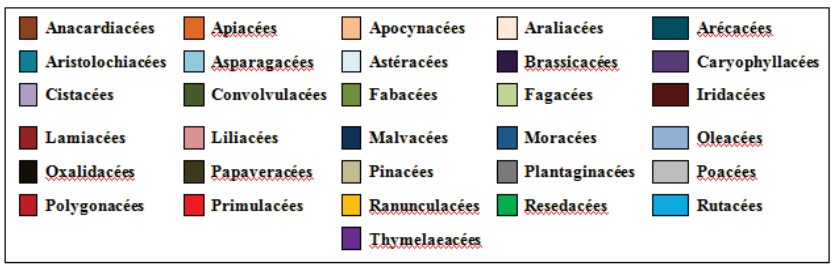


Figure 25.Répartition du pourcentage de familles botaniques par station



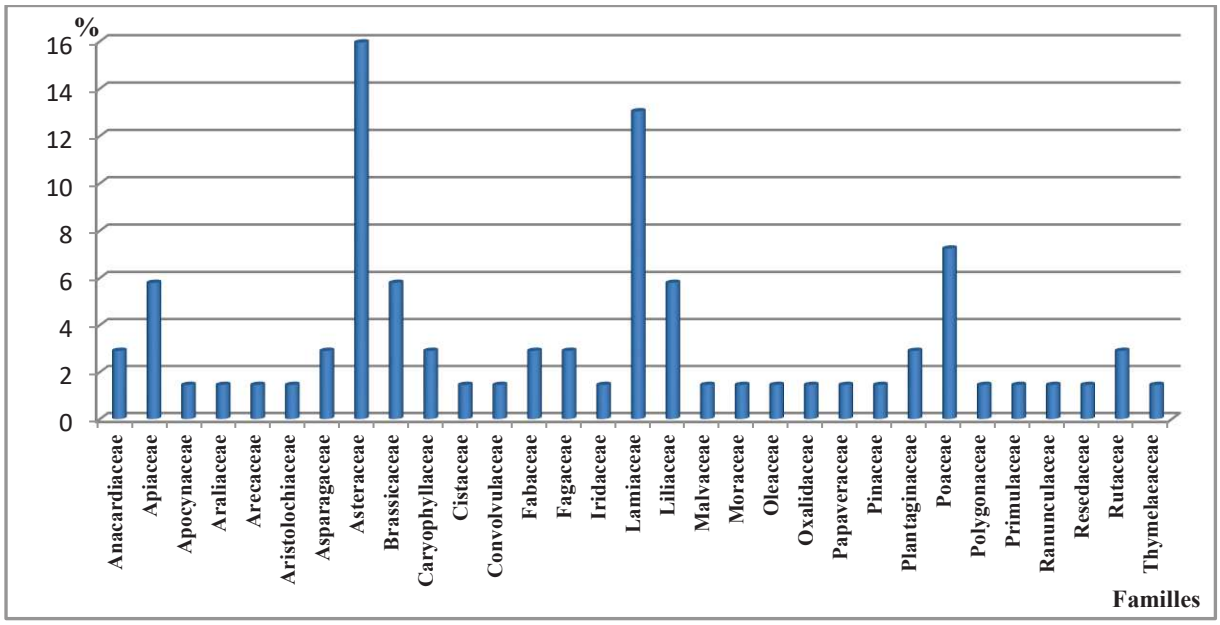


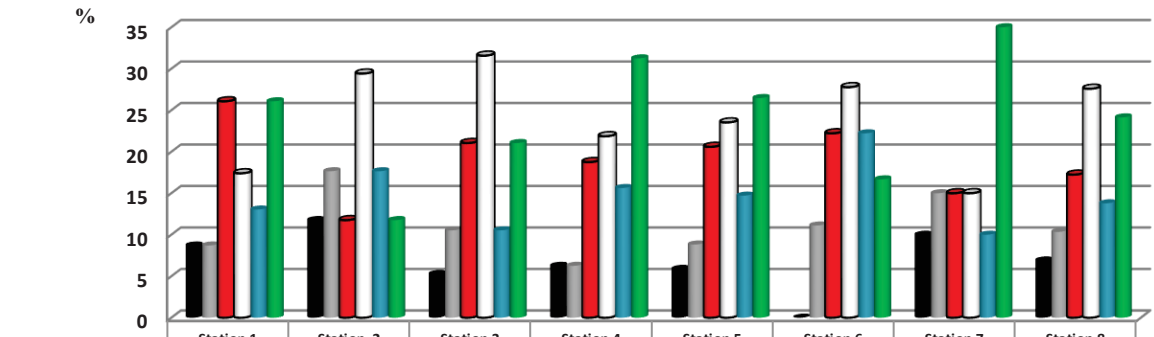
Figure 26.Répartition du pourcentage de familles botaniques dans les huit stations

I.1.3. Spectre biologique des espèces recensées

L'analyse du spectre biologique des espèces inventoriées sur l'ensemble des stations est représentée par la figure 27 et 28. D'une manière globale, les espèces faisant partie du cortège floristique de *A. baetica* sont représentées essentiellement par les thérophytes et les hémicryptophytes. Les thérophytes sont représentées essentiellement au niveau de la station 7 avec un taux de 35%, les hémicryptophytes dominent au niveau de la station 3 avec un taux maximal de 31,58%. Se placent ensuite les chaméphytes avec un taux maximal de 26,08% au niveau de la station 1, puis les géophytes avec un taux maximum de 22,22% dans la station 6. Les phanérophytes et les nanophanérophytes sont faiblement représentées.

L'analyse du spectre biologique de l'ensemble des espèces inventoriées sur les 8 stations dénotent la prédominance des thérophytes (29,41%) et les hémicryptophytes (25%).

La thérophytisation, c'est-à-dire l'installation des thérophytes est une conséquence des conditions climatiques défavorables, en particulier la sécheresse et la pression anthropozoogène(Benaradj *et al.,*2015 ;Mostefai *et al.,* 2015, 2016; Ouici *et al.*, 2015 ; Saidi *et al.,* 2016; Chalane *et al.,*2017; Cherifi*et al.,* 2017) et même les conditions édaphiques. L'abondance des hémicryptophytes est expliquée par la richesse en matière organique, c'est le cas de notre zone d'étude (Cherifi *et al.,* 2011, 2014, 2017).



	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5	Station 6	Station 7	Station 8
Phanérophytes	8.7	11.76	5.26	6.25	5.88	0	10	6.9
Nanophanérophytes	8.7	17.65	10.53	6.25	8.82	11.11	15	10.34
Chaméphytes	26.08	11.76	21.05	18.75	20.59	22.22	15	17.24
Hémycryptophytes	17.4	29.42	31.58	21.87	23.53	27.78	15	27.59
Géophytes	13.04	17.65	10.53	15.63	14.71	22.22	10	13.79
Thérophytes	26.08	11.76	21.05	31.25	26.47	16.67	35	24.14

Figure 27. Spectre biologique des espèces inventoriées par station

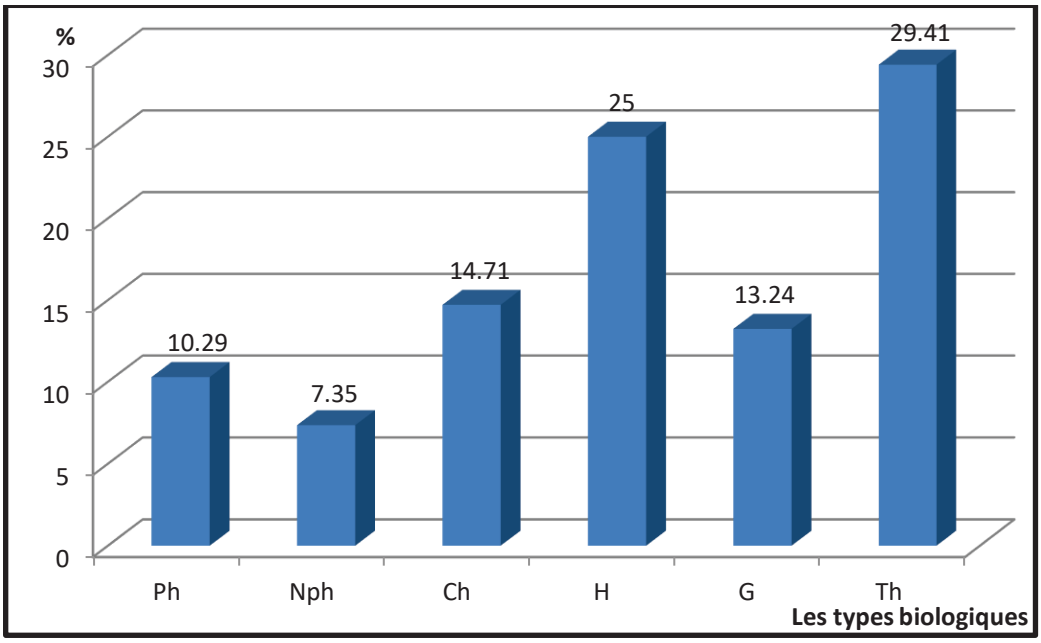


Figure 28. Spectre biologique des espèces inventoriées dans l'ensemble des stations

Ph : phanerophytes, **Nph :** nanophanerophytes, **Ch :** Chaméphytes, **H :** hémycryptophytes, **G:** geophytes, **Th:** thérophytes.

I.1.4. Spectre morphologique

L'analyse du spectre morphologique nous a permis de ressortir 03 types morphologiques. D'après la figure 29, lesespèces buissonnantes et herbacées dominent dans toutes les stations avec un taux qui varie entre 82,35% dans la station 02 et 100% dans les stations 3 et 6. Les espèces arborescentes sont absentes dans les stations 1, 3, 4 et 6,alors

qu'elles sont faiblement représentées dans les stations 2, 5, 7 et 8 avec un taux qui varie entre 5,88% et 17,65%. Les espèces arbustives nesont représentées que dans les stations 1 et 4 avec des taux respectifs de 4,35% et 3,23%.

D'une façon générale, les espèces buissonnantes et herbacées représentent le taux le plus élevé dans notre zone d'étude avec un taux de 88,24%, suiviesdes arbustives avec un taux de 10,29%, et puis des arborées avec un taux de 1,47% (Fig. 30).

Cettestratification du cortège floristiquepeut êtres'expliquée par les conditions du milieu qui influent d'une manière ou d'une autre sur le développement et la répartition des espèces, tels que l'intervention de l'homme, le surpâturage qui exerce certaines influences sur la répartition des différents types morphologiques (Le Floch, 2001), les changements climatiques qui favorisent le développement des espèces des strates herbacée et buissonnante(Aboura, 2006).

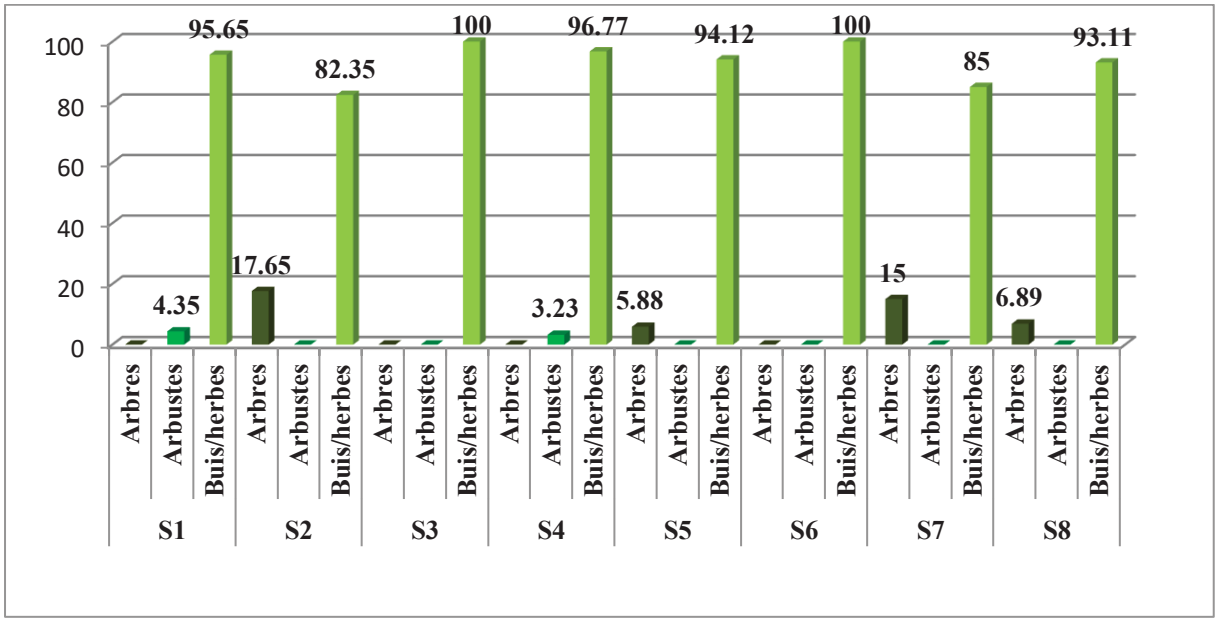


Figure 29. Spectre morphologique des espèces inventoriées par stations

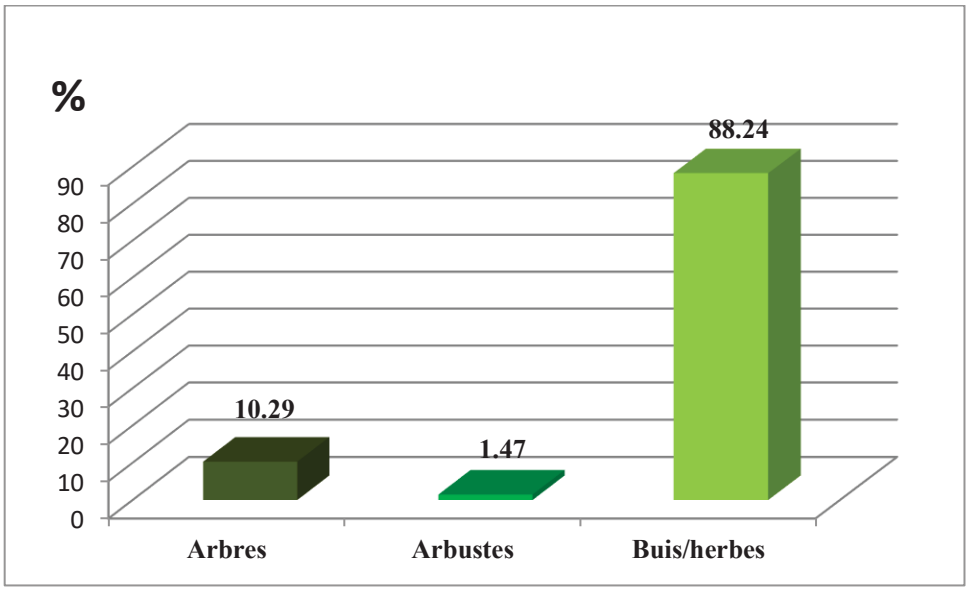


Figure 30. Spectre morphologique des espèces inventoriées dans l'ensemble des stations

I.1.5. Spectre biogéographiquedes espèces recensées

L'analyse du type biogéographique montre la dominance des espècesde type Méditerranéen qui représente presque la moitié des espèces recensées (34 espèces) soit un taux de 49,27%, suivies par les espèces de type Eurasiatique (7 espèces soit un taux de 10,13%). Les autres ensembles, malgré leurs faibles participations, contribuent à la diversité et à la richesse du potentiel phytogénétique de la zone étudiée (Fig. 31). Plus de 15 types biogéographiques sont observés, ce qui majore hautement la phytodiversité en place.

La dominance de l'élément méditerranéen a été confirmée dans le mont de Tessala dans certains travaux portant sur l'évaluation de la phytodiversité (Cherifi *et al.*, 2011, 2014 ; Bouzidi *et al.*, 2012 ; Bouterfas *et al.*, 2013 ; Benchiha *et al.*, 2014 ; Ouici *et al.*, 2015, Hakemi *et al.,* 2018) et dans plusieurs régions de l'Ouest algérien comme au nord de Tlemcen (Ghezlaoui *et al.* 2009 ; Belhacini et Bouazza, 2012 ; Hachemi *et al.*, 2012).

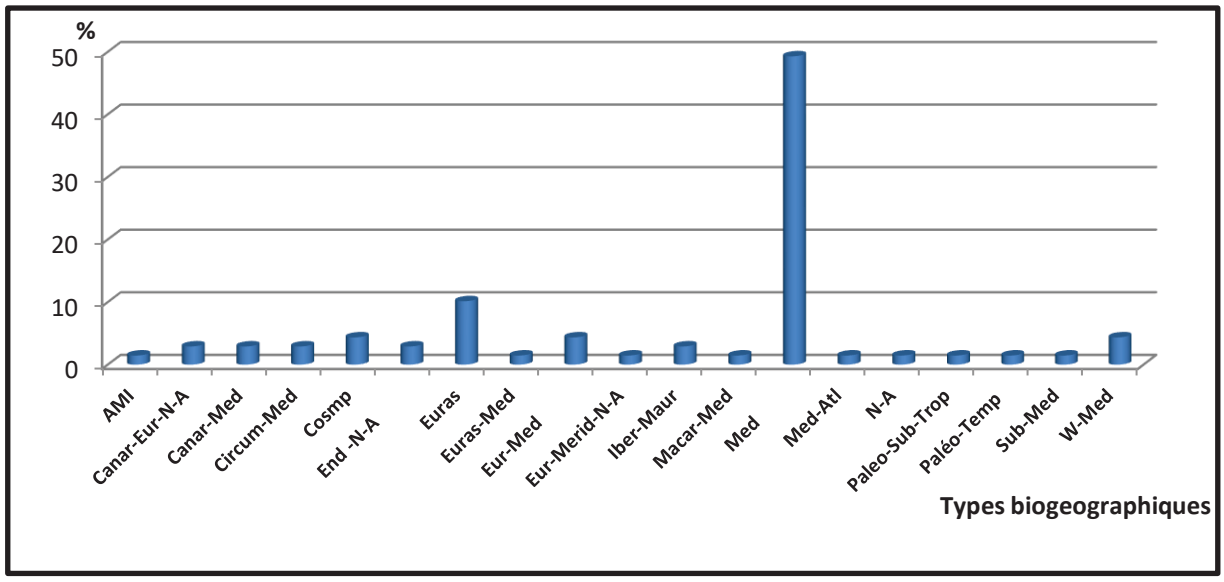


Figure 31. Spectre biogéographique des espèces inventoriées

AMI : Algérie, Maroc et la Péninsule Ibérique; **Canar-Eur-N-A :**Canarien-Européen-Nord-Africain **;** **Canar-Med :**Canarien-Méditerranéen **;** **Cosmp :** Cosmopolite **;** **End-N-A :**Endémique Nord-Africain **;** **End-Alg-Tun :** Endémique Algérie-Tunisie **;** **Euras :**Eurasiatique **;** **Euras-Med :** Eurasiatique-Méditerranéen **;** **Eur-Merid-N-A :** Européen- Méridional Nord-Africain **;** **Iber-Maur :** Ibéro-Mauritanien **;** **Macar-Med :** Macaronésien- Méditerranéen **;** **Med :** Méditerranéen **;** **Med-Atl :** Atlantique Méditerranéen **;** **N-A :** Nord Africain **;** **Paleo-Sub-Trop:** Paléo-Sub-Tropical **;** **Paléo-Temp:** Paléotempéré **;** **Sub-Med:**Sub-Méditerranéen **;** **W-Med:**Ouest-Méditerranéen

I.2. Analyse du sol

Les résultats des analyses physico-chimiques des échantillons du sol prélevé de chaque station d'étude sont représentés sur le tableau 14. Il est à noter que*A.baetica* pousse dans différentes textures (texture limoneuse : St1, St4, St7 et St8 ; texture limono-sablo-argileuse : St3 et St5 ; texture limono-argileuse : St6 et texture argilo-sableuse : St2). Le pH dans la majorité des échantillons varie entre 7,96 et 7,37, la conductivité électrique est faible, ne dépassant pas 0,6 ms/cm, ce qui indique que nos sols sont légèrement alcalinset non salés.Ces deux paramètres dépendent de la nature de la végétation ainsi que des conditions climatiques (Dajoz,1982). En outre, le pH est lié aussi à la quantité du calcaire présente dans le sol et dépend aussi du complexe argilo-humique (Archad et Cohen, 1992). Le taux des sels solubles dans les sols est en fonction de la profondeur, de la texture, de l'évapotranspiration ainsi que l'humidité du profil (Bendaanoun, 1981 ; Bouterfas, 2011). La valeur du pH détermine les comportements physiques (stabilité de la structure, résistance à la battance…), chimiques (fonctionnement de la CEC, assimilabilité du phosphore, biodisponibilité des

oligo-éléments et micro-éléments…) et biologiques (humification et minéralisation des matières organiques) du sol.

Le taux de calcaire total varie entre 5,2% et 34,8% et actif entre 1,88% et 12,87%. La présence de calcaire confère au sol des caractéristiques spécifiques en termes de comportement physique et chimique, et influe même sur son activité biologique. Cette teneur en calcaire est liée à la nature de la roche mère et explique l'installation des garrigues dans notre zone d'étude qui résultent de la dégradation des formations forestière (Benabdeli, 1996).

Le sol, de presque l'ensemble des stations, est riche en matière organique. Cette matière organique joue un rôle très important dans le fonctionnement physique, chimique ou biologique du sol ; elle améliore la cohésion des éléments structuraux, favorise la rétention en eau utile, participe au stockage réversible des éléments nutritionnels et augmente l'aération du sol et sa quantité varie selon la diversité et la richesse spécifique du couvert végétal, les conditions climatiques et la nature du substrat (Duchaufour, 2001).

Selon Maire (1961), *A. baetica* peut pousser sur tout type de terrain à une altitude qui peut aller de 0 à 1800 m, dans des zones bien arrosées ou semi arides. Elle peut être rencontrée en Afrique comme en péninsule ibérique, soit la pointe sud-ouest de l'Europe. C'est une espèce qui est observée, toujours selon Maire (1961), dans des forêts claires, broussailles ou rochers. Toutes ces caractéristiques restent assez vastes et représentent un spectre assez large.

Conformément à nos résultats, il ressort que l'espèce *A. baetica* se développe sur des sols légers à texture essentiellement limono-sableuse,riches en matière organique, à pH légèrement alcalinavec un taux de calcaire élevé permettant de classer cette espècecomme calcicole.

I.3. Traitement statistiquesdes données floristiques et édaphiques

L'analyse factorielle des correspondances (AFC) réalisée sur l'ensemble des paramètres floristiques et édaphiques des stations d'échantillonnage est représentée par la figure 32.

Dans cette analyse, le plan F1/F2 procurant le maximum d'informations sur les corrélations existantes entre l'espèce étudiée, son cortège floristique et les paramètres pédologiques du sol sur lequel elle se développe a été retenu.

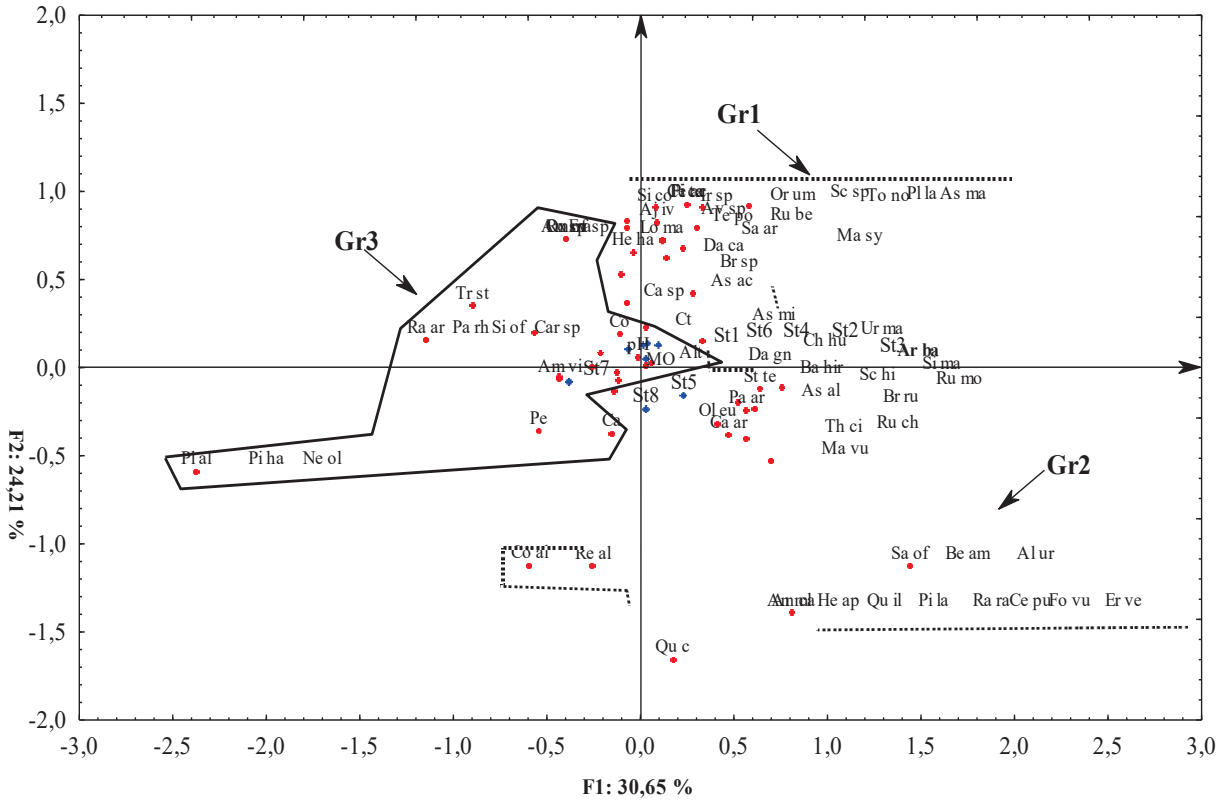


Figure 32. Représentation graphique de l'analyse factorielle des correspondances

L'axe F1 qui apporte l'information statistique la plus importante dans l'AFC, avec 30,65 % taux d'inertie, montre l'existence de trois groupes.

- Le groupe Gr 1 : c'est un groupe représenté par les stations St1, St2, St3, St4 et St6 où domine *Aristolochia baetica* (Ar ba) avec son cortège floristique constitué essentiellement par:*Asparagus acutifolius* (As ac), *Asparagus albus* (As al), *Asphodelus microcarpus*(As mi), *Ballota hirsuta* (Ba hi), *Calycotome spinosa* (Ca sp), *Chamaerops humilis* L. (Ch hu), *Daphne gnidium* (Da gn), *Urginea maritima* (Ur ma). Ce groupe d'espèce est rattaché à un substrat calcaire (Ct).

Les stations suscitées sont représentées par les garrigues, se trouvent en exposition sud, avec un sol fortement calcaire, ce qui favorise l'installation de ces peuplements témoignant d'une dégradation dont l'origine est l'effet anthropique exercé par l'homme et son troupeau d'une part et l'agressivité du climat d'autre part (Cherifi *et al.*, 2011, 2014).

- Le groupe Gr 2 : c'est un groupe représenté par les matorrals à base de chêne vert (*Quercus ilex*) (St5 et St8) où dominent les espèces suivantes : *Ampelodesmos mauritanicus* (Am ma), *Anagallis collina* (An co), *Olea europea* (Ol eu), *Salvia*

officinalis (Sa of), corrélées au facteur altitude (Alt), et un substrat riche en matière organique (MO), reflétant une densité importante de ces formations végétale.

- Le groupe Gr 3: c'est un groupe représenté par une forêt (St7)à base de pin d'Alep (*Pinus halepensis*) (Pi ha)où domine*Ammi visnaga* (Am vi), *Papaver rhoeas*(Pa rh), *Plantago albicans* (Pl al), *Rosmarinus officinalis* (Ro of), corrélés au facteur altitude, et un substrat riche en matière organiqueà pH légèrement alcalin et un taux de calcaire élevé avec une forte pente.

La classification hiérarchique ascendante (CHA) a permis d'identifier et de confirmer les trois groupes de stations mis en évidence par l'AFC (Fig. 33).

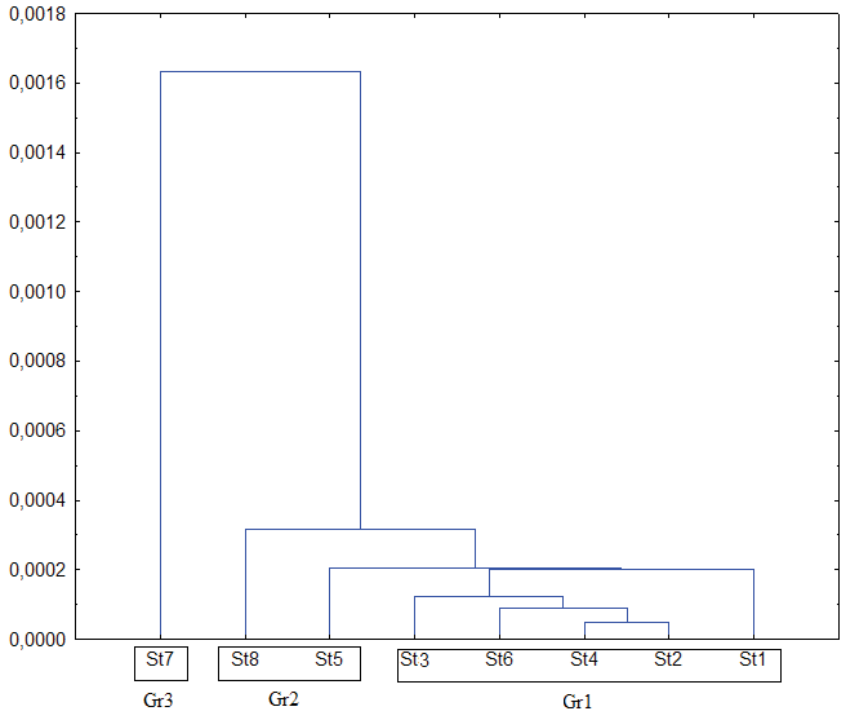


Figure 33. Représentation graphique de la **c**lassification hiérarchique ascendante

Le CHA a permis de classer les stations échantillonnées en trois groupes principaux. Cette classification montre une grande hétérogénéité dans la structuration de notre site d'étude, reflétant sa diversité, due essentiellement aux différentes conditions écologiques: sol, type de végétation.

I.4. Suivi démographique : évolution spatio-temporelle de la floraison et de la fructification

Les résultats se rapportant au suivi spatio-temporel, échelonné dans les 08 stations et sur trois années d'observation (2015-2016-2017) de la floraison et de la fructification de *A. baetica* sont représentés sur les tableaux 15 et 16.

Tableau 15. Suivi temporel (2015-2016-2017) de la floraison et de la fructification de *A. baetica*

		Nombre moyen de fleurs formées	Nombre moyen de fruits formés		Nombre moyen de fleurs avortées	
			Nombre	%	Nombre	%
ANNÉES	2015	15,00	2,12	14,20	12,88	85,80
	2016	14,50	1,37	9,50	13,13	90,50
	2017	15,75	5,87	37,30	9,88	62,70
	TestANOVA	NS	NS	/	NS	/

NS : différence non significative au seuil 5% ($P > 0.05$)

Conformément aux résultats obtenus, il ressort une variabilité quantitative annuelle non significative du nombre moyen de fleurs formées, avortées et de fruits formés ($P>0.05$) (annexes I, II, III). Aussi, nous remarquons que comparativement au nombre moyen de fleurs formées, sur le plan temporel, le nombre moyen de fleurs avortées est important. Ceci se traduit par une faible fructification (Fig. 34).

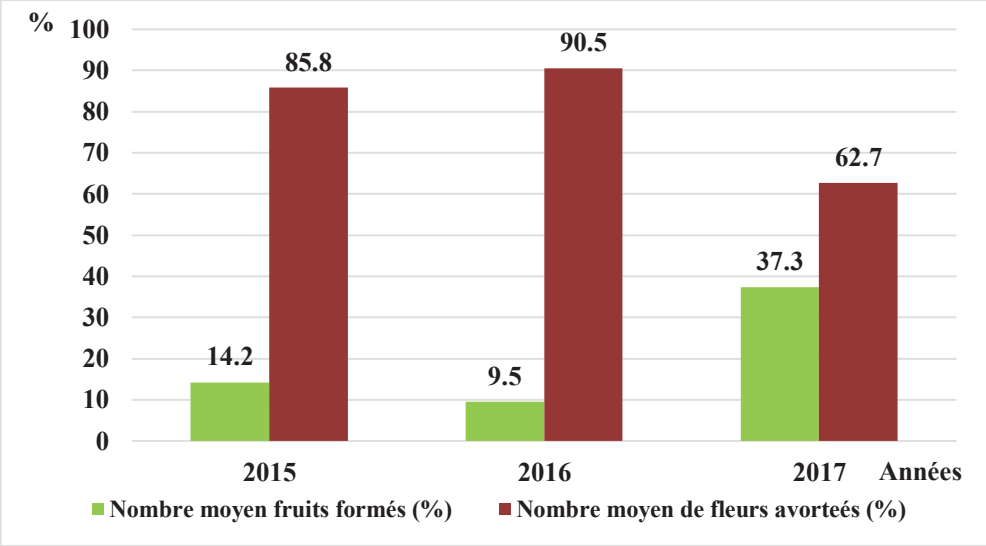


Figure 34. Evolution du pourcentage moyen defleurs avortées et des fruits formés de *Aristolochia baetica* durant les trois années d'observation (2015-2016-2017).

Par contre sur le plan spatial, nous constatons une variabilité significative (*P<0.05*) (Annexes IV, VI) pour ce qui est de nombre moyen de fleurs formées et avortés. Alors qu'aucune différence (annexe V) n'a été observée pour le nombre moyen de fruits formés. Nous notons que le nombre de fleurs avortées reste importantsur le plan spatial (Fig. 35).

Tableau 16. Suivi spatial de la floraison et de la fructification de *A. baetica*

Stations	Nombre moyen des fleurs formées	Nombre moyen des fruits formés		Nombre moyen des fleurs avortées	
		Nombre	%	Nombre	%
S1	45,33	12,66	27,93	32,67	72,07
S2	31,66	8,66	27,35	23	72,64
S3	11,33	1,66	14,65	9,67	85,34
S4	6,33	0,33	5,21	6	94,78
S5	10,66	1,66	15,57	9	84,43
S6	2,66	0	0	2,66	100
S7	10,66	0	0	10,66	100
S8	2	0	0	2	100
Test	**S**	**NS**	/	**S**	/

NS : différence non significative au seuil 5% (*P >0.05*) ; **S :** différence significative au seuil 5% (*P <0.05*)

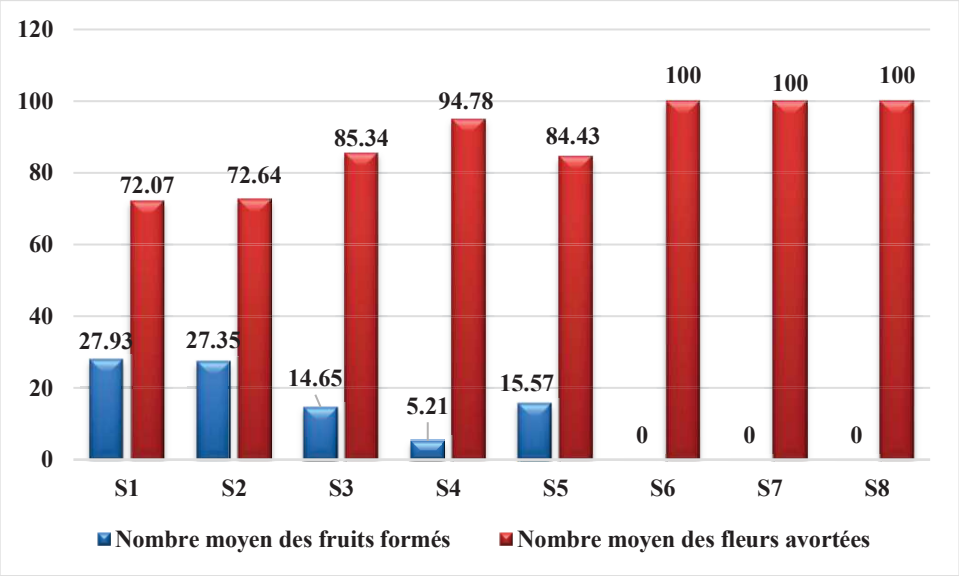


Figure 35. Evolution du pourcentage moyen defleurs avortées et des fruits formés de *Aristolochia baetica* sur les 08 stations.

Selon Berjano (2006), on peut expliquer la faible fructification chez *A. baetica* par diverses facteurs tels que les conditions météorologiques, la prédation des fleurs (Stephenson, 1979 ; 1981; Lee et Bazzaz, 1982; Bawa et Webb, 1984; Ehrlen, 1991; Burd *et al.,* 2009 ; Berjano *et al.,* 2010), ou d'autres agents, tels que l'avortement et la déprédation des fruits en développement, la rareté des pollinisateurs ou de la faible efficacité des pollinisateurs existants. Comme chez d'autres espèces du genre *Aristolochia* tel que *A. paucinervis*, la faible fructification due à une pollinisation insuffisante (Berjano *et al.,* 2006 ; Murugan *et al.,* 2006 ; Berjano *et al.,* 2010). La prédation des fleurs et des fruits a également contribué à la diminution de la fructification que ce soit la prédation des fleurs par les chenilles de *Zerynthia rumina* ou la prédation des fruits par *Apodemussylvaticus* et, dans une moindre mesure, par les chenilles de *Z. rumina* (Berjano, 2006). Les faibles pourcentages de fruits formés n'ont permis de développer que quelques fruits qui ont ensuite été réduits par la prédation. Bien que nos résultats ne puissent fournir une explication complète de l'importance évolutive de la production fleurs/fruits.

II. Recherche des conditions optimales de la germination des graines de *A. baetica*.

II.1. Fiche descriptives de l'espèce étudiée

La fiche descriptive de l'espèce étudiée est représentée ci-dessous

Aristolochiabaetica L.

Carl Von Linné, 1753

Biologie – Écologie

- **Statut patrimonial**

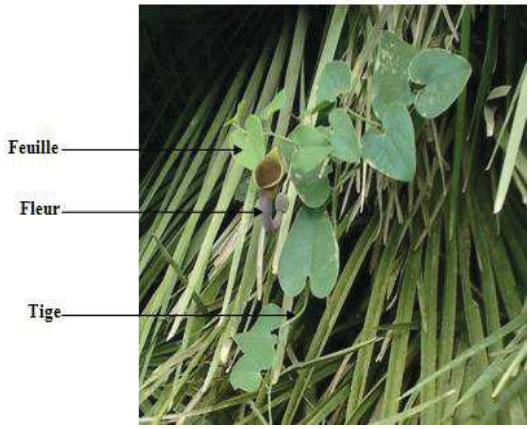
Assez commune

- **Répartition**

L'Espagne, le Portugal,
l'Algérie et le Maroc.

- **Écologie**

Matorrals, broussailles, le sol calcaire.



Cliché : HAKEMI Zahra, 2015

- **Type biologique**

Chaméphyte

- **Floraison :** Octobre-Mai

Description des semences



Cliché : HAKEMI Zahra, 2015

Forme	Cordiforme
Type de fruit	Capsule
Couleur	Brun foncé
Mode de dissémination	Myrmécochorie
Poids de 100graines (g)	3,40±0,76
Longueur moyenne de 30 graines (mm)	6,77±0,55
Largeur moyenne de 30 graines (mm)	5,82±0,79

II.2. Evaluation préliminaires de la germination des graines prétraitées

Les résultats obtenus ont montré que les graines non traitées sont inaptes à germer que ce soit à la lumière ou à l'obscurité. Cette inaptitude à la germination concerne aussi les graines traitées mises à germer à la lumière.

Lesrésultats relatifs aux différents paramètres de germinationdes graines de *A.baetica* mises à germer à l'obscurité(t≈ 18-20°C) ayant subi différents prétraitements pour lever inaptitude à la germination sont regroupés sur le tableau 17 et représentés par la figure 36 et 37.

Tableau 17. Effet des différents prétraitements sur les paramètres de germination des graines de *A.baetica*

Prétraitements employés	**Paramètres mesurés**		
	CG (%)	**CV (%)**	**TL (jours)**
Témoin (sans traitement)	0^{a}	0^{a}	0^{a}
Scarification mécanique	0^{a}	0^{a}	0^{a}
Trempage à l'eau Bouillante (75 °C, 5 mn).	0^{a}	0^{a}	0^{a}
Scarification chimique par H_2SO_4	0^{a}	0^{a}	0^{a}
Prétrempage AG_3: 125 ppm 24h	$36,66 \pm 11,54^{d}$	$02,53 \pm 00,55^{bc}$	20^{b}
Prétrempage AG_3: 125 ppm 48h	$20.00 \pm 0,00^{abc}$	$01,71 \pm 00,25^{b}$	41^{c}
Prétrempage AG_3: 200 ppm 24h	$23,33 \pm 05,77^{abc}$	$20,02 \pm 00,41^{b}$	25^{b}
Prétrempage AG_3: 200 ppm 48h	$33,33 \pm 11,54^{cd}$	$02,46 \pm 0,88^{bc}$	25^{b}
Prétrempage H_2OD 24h	$10.00 \pm 00,00^{ab}$	$01,76 \pm 00,58^{b}$	41^{c}
Prétrempage H_2OD 48h	$23,33 \pm 05,77^{bcd}$	$01,69 \pm 00,46^{b}$	35^{c}
Prétrempage au KNO_3	$20.00 \pm 00,00^{abc}$	$01,43 \pm 00,15^{b}$	60^{d}
Stratification à -20 °C	$33,33 \pm 04,44^{cd}$	$03,36 \pm 00,02^{C}$	27^{b}
Test de l'analyse de la variance	+	+	+

CG : capacité de germination ; **CV :** coefficient de vélocité ; **TL :** temps de latence ;
H_2SO_4 : Acide sulfurique ; **GA_3 :** acide gibbérellique ; **H_2OD :** eau distillée ;
KNO_3 : nitrate de potassium.

Les valeurs suivies par des lettres différentes indiquent des différences significatives au seuil de 5 % ($P < 0.05$) (Annexe VII)

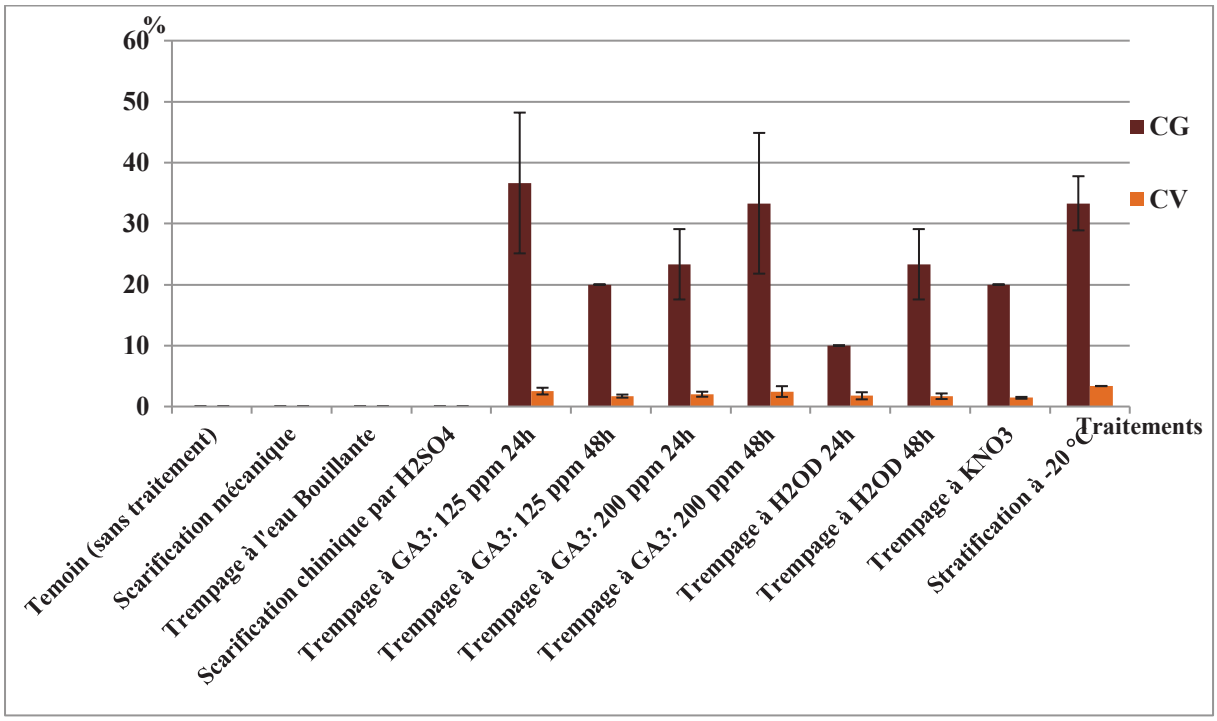


Figure 36. Evolution de la capacité de germination et coefficient de vélocité des graines de *A. baetica* en fonction des différents traitements.

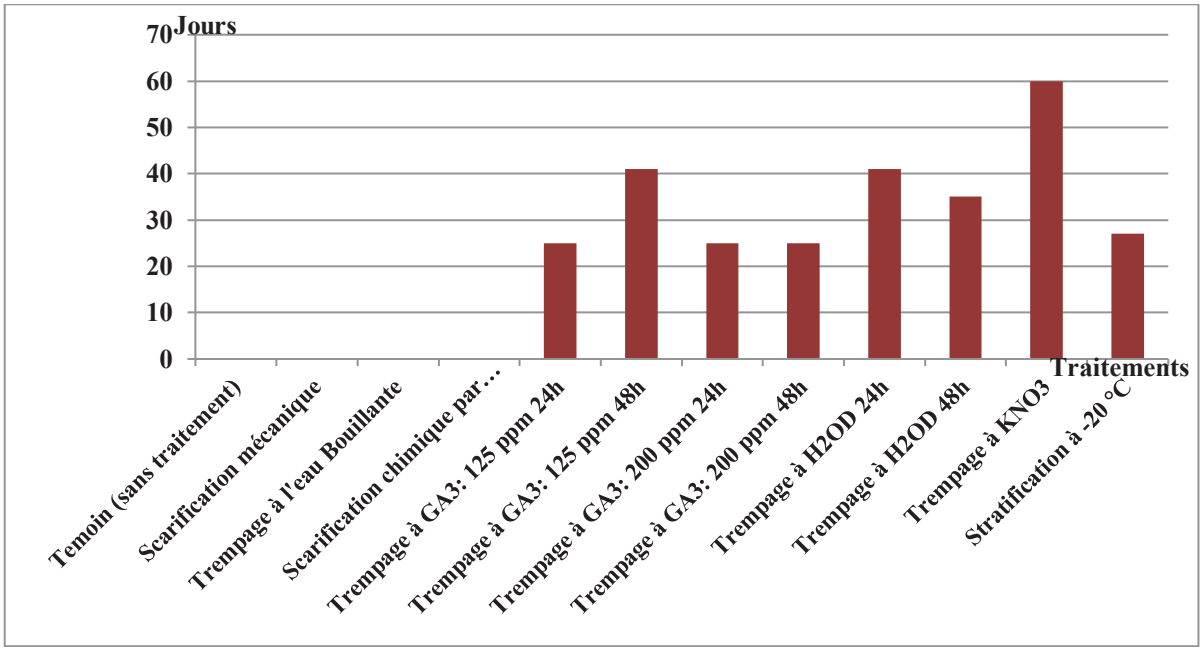


Figure 37. Le temps de latence des graines de *A. baetica* en fonction des différents traitements.

Les résultats montrent que les graines témoins n'ayant subi aucuns prétraitements sont inaptes à germer. Cependant, le prétraitement des graines par l'acide gibbérellique (AG_3) et le froid ont pu lever cette inaptitude à la germination. En effet, le prétraitement des graines

par l'$AG_3$125 ppm pendant 24h ;l'AG_3 200 ppm pendant 48het le froid à -20°C pendant 3 moisaamélioré significativement ($P < 0.05$) leurs capacités de germination (36,66±11,54% ; 33,33±11,54% ; 33,33±4,44%), avec un coefficient de vélocité qui varie entre 2,53±0,55% pour les graines traitées par l'AG_3 125 ppm pendant 24h, 2,46±0,88% pour cellestraitées par l'AG_3 200 ppm pendant 48 et 3,36±0,02% pour cellesconservée à -20°C pendant 3 mois.Lesautres prétraitements ont été sanctionnés par de faibles capacités de germination. L'effet des prétraitements employés sur le coefficient de vélocité a été également confirmé par le test de l'analyse de la variance.

Le temps de latence le plus long a été noté chez les graines traitées par le KNO_3 (60 jours). Par contre, le temps de latence le plus courta été enregistré chez les graines traitées par l'$AG_3$125ppm pendant 24h (20 jours), 200ppm pendant 48h (25 jours) e.t 27 jours pour les graines conservée à -20°C pendant 3 mois.

La figure 38 représente l'évolution de la germination des graines de *A.baetica* (A et B) et les premiers stades de croissance de la radicule (de C à G).

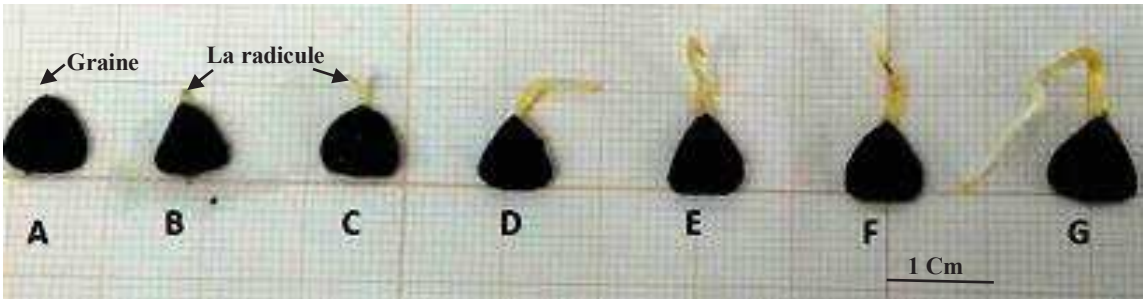


Figure 38. Description de l'évolution de la germination des graines et les premiers stades de croissance de la radicule de *Aristolochiabaetica*

A :imbibition de la graine ;**B :**apparition de la radicule ;**C à H :**allongement de la radicule.

Remarque : nous rappelons que les résultats des essais de germination qui vont suivre correspondent à des graines ayant subi au préalable le prétraitement qui a amélioré leur pouvoir germinatif, c'est-à-dire des graines prétrempées par l'acide gibbérellique 125 ppm pendant 24h.

II.3. Influence des conditions thermiques

La germination des graines n'a eu lieu qu'aux températures de 15 °C et 20°C. Une absence de germination est notée aux autres températures testées **(**0, 5, 10, 25, 30, 35 °C).

La cinétique de germination des graines d'*A. baetica* à 15 et 20°Cest représentée par la figure 39.

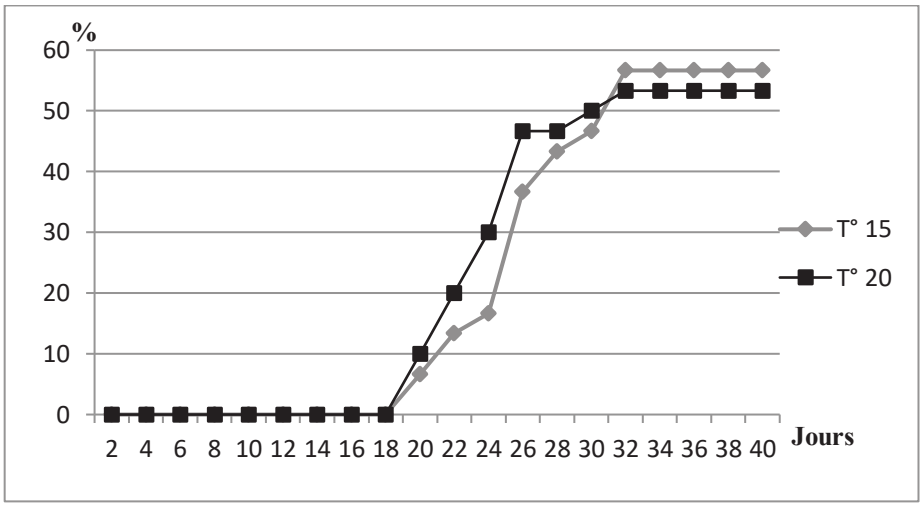


Figure 39. Cinétique de la germination des graines d'*A. baetica* en fonction des différentes températures.

Les courbes de germination montrent que pour les deux températures, la courbe de germination est caractérisée par trois phases :

- **Phase de latence :** elle correspond au temps nécessaire pour que les grainescommencent à germer.
- **Phase exponentielle :** durant laquelle, nous constatons une augmentation progressivedu pourcentage de germination en fonction du temps.
- **Phase stationnaire :** au niveau de cette phase, le pourcentage de germination se stabilise.

Sur le tableau 18 sont notées les valeurs moyennes des capacités de germination, des coefficients de vélocité et des temps de latence des graines d'*A. baetica* en fonction des deux températures (15 et 20 °C).

Tableau 18. Capacité de germination, coefficient de vélocité et temps de latencesous l'effet des différentes températures.

	CG (%)	**CV (%)**	**TL (jours)**
15°C	56,66±11,11	3,80±0,22	20
20°C	53,33±8,88	4,30±0,33	19

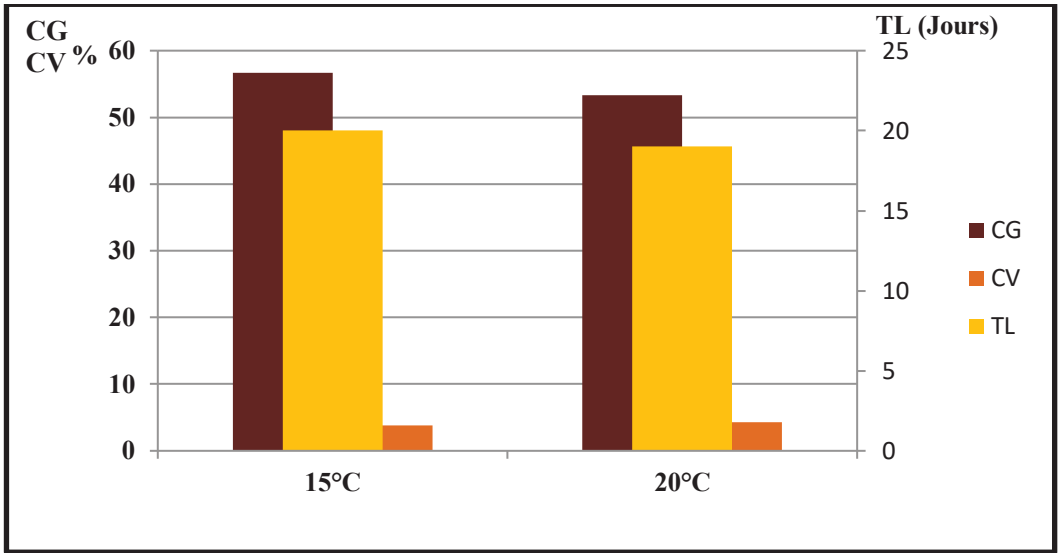


Figure 40. Evolution de la capacité de germination, coefficient de vélocité et temps de latence des graines de *A. baetica* en fonction des différentes températures.

La capacité de germination atteint un maximum de 56,66 ± 11,11% pour la température de15°C et de 53,33% ± 8,88 pour la température 20°C, et s'annule aux températures 0, 5, 10,25, 30 et 35°C.

Le coefficient de vélocité est de 3,80%±0,22 à la température de 15°C, il augmente ensuitepour atteindre 4,3%±0,33 à la température de 20°C, et s'annule à 5, 10, 25,30 et 35 °C (Fig. 40).Cette variabilité entre les capacités moyennes de germination et entre les coefficients de vélocité est confirmée parle test de l'analyse de la variance ($P < 0.05$) (Annexe VIII).

Le temps de latence est comparable pour les deux températures, il varie de 19 jours à 20°C et 20 jours à 15°C.

II.4.Effet du stress hydrique sur la germination

Les courbes de germination représentées par la figure 41 montrent que quelle que soit laconcentration du PEG utilisée, la courbe de germination à la température optimale de 15 °C est caractériséepar trois phases :

- **Phase de latence :** elle correspond au temps nécessaire pour que les grainescommencent à germer.
- **Phase exponentielle :** durant laquelle, nous constatons une augmentation progressivedu pourcentage de germination en fonction du temps.
- **Phase stationnaire :** le pourcentage de germination stabilise.

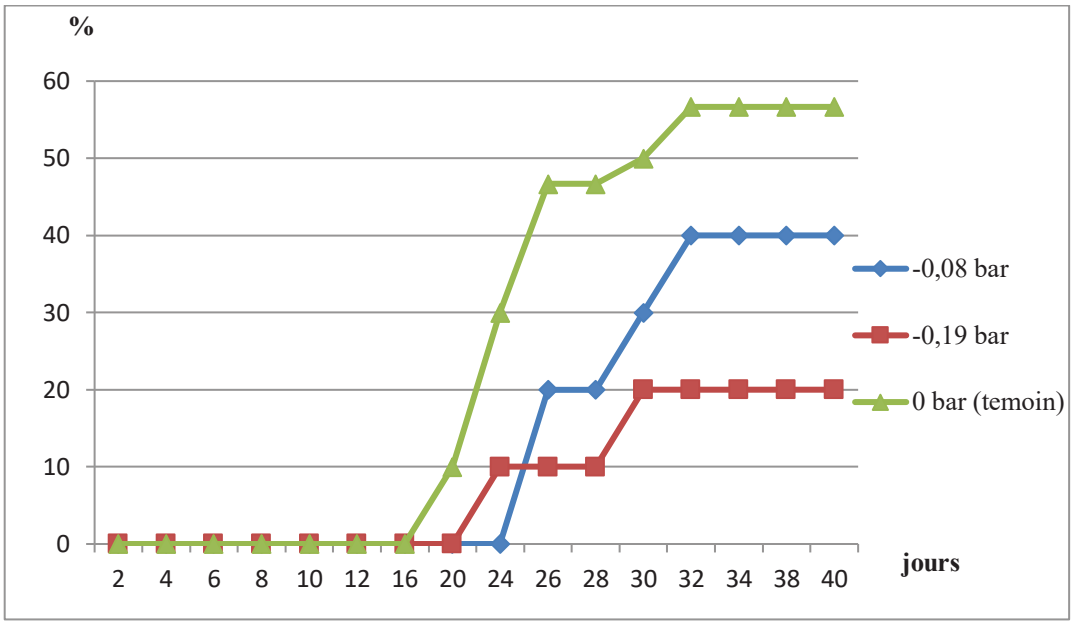


Figure 41. Cinétique de la germination des graines d'*A. baetica* sous différentes concentrations de PEG.

L'analyse de la variance montre que la capacité de germination est significativement affectée (*P< 0.05*)(Annexe IX) par le stress hydrique (Tab. 19). Les résultats obtenus montrent que les graines témoin, ainsi que les graines soumises auxfaibles concentrations en PEG de 10 et 20 g/l, correspondant à -0,08 ; -0,19 bar, ont enregistré une capacité moyenne degermination respectivement de 56,66 ± 11,11%, 40 ± 6,66%, 20%±0. Cependant, auxconcentrations supérieures à 20 g/l, cette capacité s'annule. Donc, nous constatons que plus laconcentration du PEG augmente dans le milieu, plus la capacité de germination devient faible.

Comparativement au témoin, nous constatons que plus la concentration de PEG augmentedans le milieu, c'est-à-dire que plus le potentiel hydrique dans le milieu de germination devientfaible, plus la capacité et la vitesse de germination diminuent.

Le temps de latence varie d'une concentration de PEG à une autre. Le temps de latence le pluscourt de 20 jours est noté chez le témoin ; alors que les temps de latence les plus longs,équivalents à 28 jours sont observés à 10 et 20 g/l (Fig. 42).

Tableau 19. Variation de la capacité de germination, coefficient de vélocité et temps de latence sous l'effet des différentes concentrations de PEG.

	CG (%)	CV (%)	TL (jours)
0 bar (Témoin)	56,66 ± 11,11[b]	3,8 ± 0,22	20
-0,08 bar	40 ± 6,66[a, b]	4,10 ± 0,14	28
-0,19 bar	20 ± 0[a]	4,33 ± 0,17	28

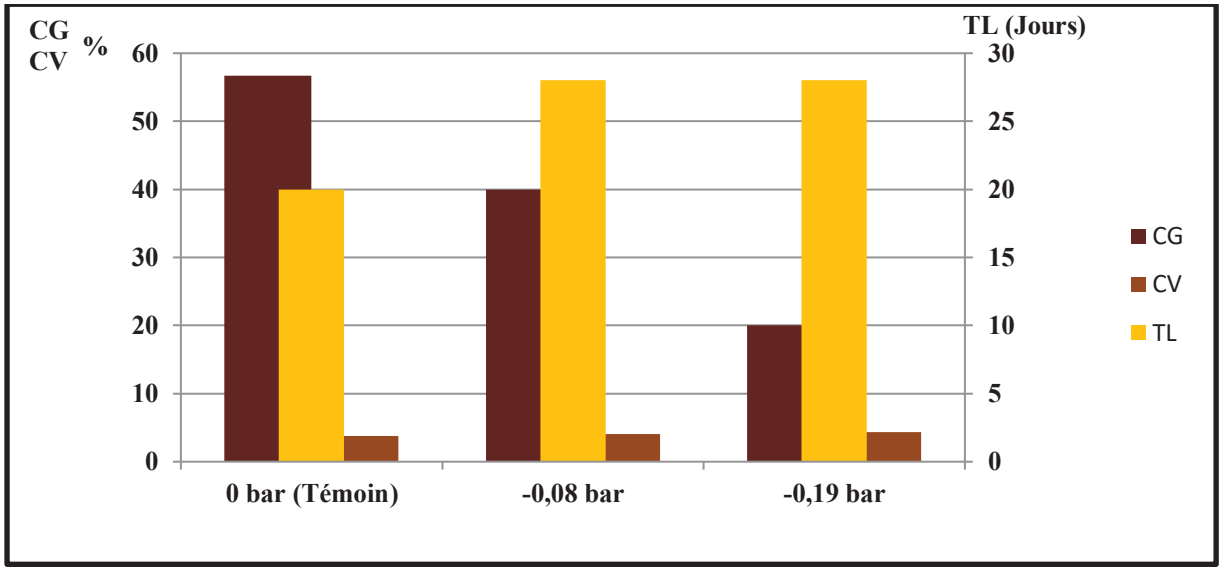


Figure 42. Evolution de la capacité de germination, coefficient de vélocité et temps de latence des graines de *A. baetica* en fonction des différentes concentrations de PEG.

II.5. Effet de la salinité sur la germination

Aucune germination n'a été observée sous les différentes conditions salines testées par l'emploi de différentes concentrations de chlorure de sodium (NaCl).

Conformément aux résultats obtenus, il ressort que seul le traitement par l'acide gibbérellique (GA3) a un effet favorable, stimulant la germination des graines de *A. baetica* ayant été au préalable inaptes à germer. Cette réponse dépend de la concentration de GA3 appliquée.

Ces résultats rejoignent ceux de Berjano (2006) qui a indiqué que la germination de *A. baetica* est affectée favorablement par le GA_3 (100% pendant 42 jours). L'effet favorable du traitement par l'AG_3 sur la levée de dormance des graines a été également démontré dans certains travaux comme ceux de Gumuscu (2014) sur quelques quelques espèces du genre *Sideritis*en soulignantque le taux de germination le plus élevé a été motionné chez les graines traitées avec du GA_3. Par ailleurs, Afzalifar *et al*. (2015) ont révélé que l'augmentation de la concentration de GA_3 diminue le taux de germination chez *Satureja khuzistanica* et *S. rechingeri*. Par ailleurs, l'application de GA3 a contribué dans la levée de la dormance des graines chez d'autres espèces, telles que *Rosmarinus officinalis* (Madeiras *et al*., 2009) et *Teucrium polium* (Nadjafi *et al*., 2006 ; Dadache*et al.*, 2015).

Nos résultats ont fait ressortir également que la scarification chimique par l'acide sulfurique n'a induit aucune germination, ce qui implique que les graines de *A. baetica* ne sont pas affectées par une inhibition tégumentaire mais par une dormance embryonnaire qui a été levée par l'action de GA_3. L'effet favorable de la stratification sur la levée de la dormance embryonnaire et du trempage dans l'eau distillée sur la dissolution des substances chimiques inhibitrices de la germination, comme les polyphénols, existantes dans les téguments des graines a été souligné par certains physiologistes comme Côme (1970), Mazliak (1982) et Heller *et al.* (2004). Cet effet est indiqué aussi dans les travaux de Yang *et al*., 2007 ; Dashti *et al*., 2012 ; Bouredja (2014) sur *Retama monosperma*, Hamdaoui *et al.* (2016) sur *Crataegus monogyna*, de Lamara *et al.* (2017) sur *Lygeum spartum*, Mehdadi *et al.* (2017) sur *Retama raetam*. Il est à noter aussi que la stratification au froid [traitement réputé dans la levée de la dormance embryonnaire des graines (Yang *et al*., 2007 ; Dashti *et al*., 2012)], a favorisé la germination des graines de *A. baetica* avec un taux de germination de 33,33±4,44% obtenu au bout 27 jours.

Nos essais ont fait ressortir aussi que la température agit sur la physiologie de germination des graines de *A. baetica.* En effet, les résultats obtenus montrent que lagermination de cette espèce est nulle aux températures de 0, 5, 10,25, 30 et 35°C ; cependant, elle est possible à 15 et 20 °C. L'optimum de germination est relevé à 15°C. L'effet de la température sur les paramètres de germination mesurés a été confirmé par l'analyse de la variance ($P < 0.05$).

Par ailleurs, les résultats obtenus montrent que la température affecte significativement la germination des graines de *A. baetica* dans la mesure où celle-ci est inhibée à 0, 5, 10,25, 30 et 35°C alors qu'elle devientpossible à 15 et 20°C. L'optimum thermique correspond à 15 °C. Cet optimum thermique de germination est comparable à celui de certains lamiacées évoluant dans le mont de Tessala (Algérie occidentale) (Dadach et Mehdadi, 2018a, 2018b).

L'absence de germination aux températures déjà mentionnées s'explique par le fait que lorsque la température est base (0, 5 et 10°C) ou élevée (25, 30 et 35°C), la quantité d'oxygène qui arrive à l'embryon ne soit pas suffisante pour la germination. En effet, l'embryon exige plus d'oxygène quand la température de la germination diminue ou s'élève. En plus, les températures basses ou élevées peuvent inhiber et/ou dénaturer certains enzymes indispensables au métabolisme de base de la germination (Mbaye *et al*., 2002). L'effet des températures sur la physiologie de germination a été mentionné dans certains travaux comme ceux de Bendimred *et al*. (2007) sur les caryopses d'*Ammophila arenaria*et de Moulessehoul et Mehdadi (2015), Bessam *et al.* (2011) sur les caryopses de *Stipa tenacissima*qui ont manifesté une sensibilité aux basses températures, de Bouredja*et al.* (2013)qui ont révélé uneabsence de germination chez les graines de *Retama monosperma* soumises à une température de 5°C.

Il est à noter qu'en présence de lumière et avec les mêmes traitements employés, la germination n'a pas eu, ce qui montre que les graines de *A. baetica* sont à photosensibilité négative. Nos résultats sont comparables à certaines espèces de graminées telles que *Bromus sterilis* ou *Avena fatua* dont les graines germent mieux à l'obscurité (Hilton, 1984 ; 1985b). Par contre la germination des graines de nombreuses espèces est stimulée par la lumière comme celle de *Arabidopsis thaliana* et de *Lactuca sativa* (Bolingue, 2009) et *Limonium stocksii* (sabaht et khan, 2004).

Les températures optimales de germination des graines et de croissance des plantes diffèrent d'une espèce à une autre, comme l'indiquent les travaux de Cochrane *et al*. (2011). Saeidnejad *et al*. (2012) ont indiqué que ces différences pourraient être dues à la variabilité génétique des semences utilisées ou à différences de latitude à laquelle les accessions des graines sont collectées. Milton (1995) a indiqué que beaucoup de graines des plantes des zones arides germent après les pluies d'automne et le début de l'hiver lorsque les températures diminuent. Cependant, les graines ne germent pas suite aux pluies en été, lorsque les températures à leur maximum. Pour les plantes annuelles du désert du Néguev de Palestine où la pluie ne tombe que pendant l'hiver doux, les stratégies de survie les plus importants sont que seuls des petits lots de graines germent au bon endroit et au bon moment (Gutterman,

2002). Les plantes sous contrainte hydrique présente fréquemment un ajustement osmotique qui permet le maintien de l'absorption d'eau. Elles présentent aussi une synthèse de nouvelles protéines qui participe aux maintiens des structures cellulaires, à la synthèse d'osmolytes impliqués dans l'ajustement osmotique, à la détoxication d'espèces chimiques oxydantes qui sont alors fréquemment produites, et de façon générale à l'ajustement du métabolisme aux nouvelles conditions (Gabriel Cornic, 2002).

Les essais de germination réalisés sous différentes contraintes hydriques induites par les différentes concentrations de PEG 6000 utilisées, ont fait ressortir que les graines de *A. baetica* germent mieux aux concentrations de 10 et 20g/l qui correspondent à des potentiels hydriques de -0.08 et -0.19 bars respectivement. Au niveau de ces deux concentrations, nous avons noté une capacité de germination de 26,66% et 20%, une vitesse de germination de 3,95% et 3,39%, un temps de latence de 28 jours. Cependant, la germination est absente à 40, 80, 120g/l qui correspondent à des potentiels hydriques de -0,47, -1,2, -2,45 bars. Ces résultats montrent que les graines de *A. baetica* sont faiblement tolérantes au stress hydrique. La valeur limite de potentiel hydrique pour laquelle les graines ne germent plus se situe à 40g/l qui correspondent à un potentiel hydrique de -0,47 bars. Plus la pression osmotique est élevée, plus la capacité de germination diminue. Ceci s'explique par le fait que les graines ne peuvent plus absorber suffisamment d'eau présente dans leur environnement. Ce comportement a été également mentionné chez plusieurs espèces de lamiacées dans les travaux de Bagheri *et al*. (2011) et Dadach *et al.* (2015). Par contre, le comportement vis-à-vis de la contrainte hydrique diffère chez d'autres espèces. Ndour etDanthu (1998) montrent par exemple que la germination d'*Acacia tortilis raddiana* est possible sous de plus fortes contraintes hydrique (-21 bars) que celles mesurés pour d'autres espèces d'acacia. Par ailleurs, nos résultats montrent que quelle que soit la concentration saline en NaCl testée, la germination est nulle. Ceci montre que notre espèce est intolérance au sel au stade de la germination. La diminution du taux de germination en présence de sel s'explique soit par une augmentation de la pression osmotique externe, ce qui affecte l'absorption de l'eau par les graines et /ou bien à une accumulation des ions Na^+ Cl^- dans l'embryon. Cet effet toxique peut conduire à l'altération des processus métaboliques de la germination et dans le cas extrême à la mort de l'embryon par excès d'ions (Hajlaoui *et al*., 2007).

Conclusion et perspectives

Les résultats obtenus dans le cadre de cette thèse ont permis de caractériser l'auto-écologie de *Aristolochiabaetica* dans le mont de Tessala (ouest algérien) en tenant compte des facteurs physico-chimiques du sol des stations où est présente cette espèce ainsi que de son cortège floristique. Ce dernier est représenté par 68 espèces réparties sur 31 familles avec dominance des *Asteraceae* et des *Lamiaceae.*, 6 types biologiques avec dominance des thérophytes et 19 types biogéographiques avec dominance de l'élément méditerranéen.

La synthèse des données floristiques et édaphiques des stations retenues dans le site d'étude, par l'analyse factorielle des correspondances (AFC) et la classification hiérarchique ascendante (CHA), a fait ressortir que*A. baetica*est associée essentiellement aux espèces caractéristiques des garrigues dégradées comme *Asphodelus microcarpus*, *Calycotome spinosa, Chamaerops humilis* et *Urginea maritima*. En ce qui concerne les paramètres édaphiques, cette espècese développe sur des sols calcaires, à texture essentiellement limono-sableuse, non salés avec un pH légèrement alcalin.

Les premiers résultats sur le suivi spatio-temporel de la floraison et de la fructification de*A. baetica*durant les trois années d'observation(2015-2016-2017) et sur les huit stations, montrent que le taux d'avortement des fleurs formées, se traduisant par un faible taux de fructification, reste quand même important ce qui explique certainement avec la dormance des graines, la faible présence de cette espèce dans le site d'étude. Cet aspect est intéressant à développer et approfondir dans le cadre de la biologie de la conservation. En effet, un suivi échelonné dans l'espace et dans le temps et à long terme pourra nous éclairer davantage sur la biologie de *A. baetica*, notamment pour ce qui est de l'évolution et le dynamisme de ses populations.

La physiologie de la germination des graines de *A. baetica* a fait ressort que celles-cisont affectées d'une dormance qui semble être combinée (tégumentaire et embryonnaire). Cette dormance a pu être levée par trempage des graines dans l'acide gibbérellique (GA_3), dans l'eau distillée et par stratification. Il ressort, aussi, que la température a un effet significatif sur la germination. En effet, les graines peuvent germer entre 15°C et 20°C avec un optimum noté à la température de 15°C. Les températures inférieures ou supérieures à cet intervalle thermique inhibent la germination.Par ailleurs, notre étude a montré que les graines *A. baetica* ont une photosensibilité négative. Il est noté aussi que les graines peuvent germer à faible concentration de PEG $_{6000}$: 10g/l (-0,08 bars) et 20g/l (-0,19 bars). Cependant,

lacapacité de germination tend à diminuer au fur et à mesure que le potentiel hydrique augmente dans le milieu de germination. Cette capacité s'annule à 40g/l de PEG $_{6000}$ correspondant à un potentiel hydrique (-0,47 bars).Ces résultats montrent que notre espèce appartient aux plantes qui peuvent supporter de faible teneur en eau en phase de germination, alors qu'elle est intolérance au sel à ce stade. Ceci dénote que *A. baetica*est une espèce qui peut être classée dans la catégorie des glycophytes, halophobes.Ces données permettront de comprendre davantage les mécanismes de la régénération naturelle d'*A. baetica* par semis, elles pourront servir également dans le cadre de l'élevage de plants qui seront employés dans les opérations de repeuplement pour la conservation *in situ* de ce taxon.Il serait souhaitable de poursuivre cette étude et de compléter nos résultats en abordant les effetsde la température, du stress hydrique et de la salinité sur les autres stades du développement de notre espèce. Le suivi de l'effet des températures de stockage sur la viabilité des graines reste aussi une voie de recherche qui est intéressante à explorer dans le cadre de leur conservation.

Références bibliographiques

Aboura R., 2006, Comparaison phytoécologique des Atriplexaies situées au Nord et au Sud de Tlemcen. *Mem. Mag. Ecol.Vég*. Univ Tlemcen.171p+ annexes.

Affre L., Thompson J.D., Debussche M., 1995,The reproductive biology of the Mediterranean endemic *Cyclamenbalearicum* Willk. (*Primulaceae*). — Bot. J. Linn. Soc., 118: 309–330.

AFNOR, 2004, NF T90-327. Soil Quality – Assessment of Genotoxic Effects to Higher plants – Micronucleus Test on Vicia faba. In: AFNOR, editor. Saint-Denis. p 13.

Afzalifar M., Ghorbani H.G., Pezhmanmehr M., Hadian J., 2015, Seed germination improvement of *Satureja khuzistanica* and *S. rechingeri* (*Lamiaceae*) as valuable endemic medicinal species from Ira. Int. J. Agri. & Agri. R., 7: 93-99.

Ammari S., 2011,Contribution à l'étude de germination des grains des plantes sahariennes broutées par le dromadaire, 46p.

Anderson D M, 1988, Seasonal stooking of tabosa managed under continous and rotation grazing. Journal of Range Management, 1: 78-82.

Angiosperm phylogeny group III, 2009, An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG III, *Botanical journal of the linnean society,* 161: 105-121.

Anne P., 1945,Sur le dosage rapide du carbone organique dans les **sols.** Ann: Agron. Avril, Mai, Juin, 1945, ***5 eme*** année, n° 2, ppk 161-172

Araus J. L., Slafer G. A., Reynolds M. P., Royo C., 2002. Plant breeding and water relations in C3 cereals: what should we breed for? Ann. Bot— London, 89: 925–940.

Archad M.A et Cohen A., 1992, Characterization of soil quality: Physical and chemical criteria : American journal of alternative agriculture, 7 : 25-31.

Arroyo, J., 1990, Spatial variation of flowering phenology in the Mediterranean shrublands of southern Spain. *Journal of Botany,*39: 249-262.

Arroyo J., 2004,Fenología: el paso de las estaciones. *In* C. M. Herrera [coordinador], El monte mediterráneo enAndalucía, 56-57. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía, Sevilla, España.

Askri H., Rejeb S., Jebari H., Nahdi H., Rejeb M. N, 2007, Effet du chlorure de sodium sur la germination des graines de trois variétés de pastèque (*Citrulluslanatus* L.), Science et Changements Planétaires - Sécheresse, 18(1):51-55.

AubertG.,1978,Méthodes d'analyses du sol, 2ème édition, C.N.D.P. Marseille, 199p.

Bacchetta G., Belletti P., Brullo S., Cagelli L., Carasso V., Casas J.L., Cervelli C., Escrib M. C., Fenu G., Gorian F., Güemes J., E. Mattana E., Nepi M., Pacini E., Pavone P., Piotto B., Cristiano Pontecorvo1., Prada A., Venora G., Vietto L., Virevaire M., 2006, Manuel pour la récolte, l'étude, la conservation et la gestion ex situ du matériel végétal. Rome, Italie : Bacchetta G., Sánchez B.A., Jiménez-Alfaro B.F.G., Mattana E., Piotto B. & Virevaire M., 217 pp

Bagheri M., Yeganeh H., Esfahan E.Z., Savadroodbari M.B., 2011, Effects of water stress on seed germination of Thymus koteschanus Boiss. and Hohen and Thymus daenensis Celak. Middle-East J. Sci. Res., 8: 726-731.

Bagnouls F., Gaussen H. 1957, les climats biologiques et leur classification, *Annales de Géographie,* 66e Année, No. 355 : 193-220.

Baize D, 1988,Guide des analyses courantes en pédologie. Paris: Inra éditions.

Bänziger H., Disney RHL., 2006,Scuttle flies (*Diptera*: *Phoridae*) imprisoned by *Aristolochia baenzigeri* (Aristolochiaceae) in Thailand. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, **79** : 29– 61.

Barbault R., 1997, Biodiversité : introduction à la biologie de la conservation, Ed. Saint honoré, paris.

Barton L.V., 1936, Germination of some desert seeds. Contr. Boyce Thompson Inst., 8: 7-11.

Baskin J.M., Baskin C.C., 1998, Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. Academic Press, San Diego, CA, USA.

Baskin C. C., Baskin J. M., 2001, Seeds, Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. *Nordic Journal of Botany*, 20(5):598-598.

Baskin J. M., Baskin C. C., 2004, A Classification System for Seed Dormancy. Seed Science Research, 14: 1-16.

Bawa K.S., Webb C. J., 1984, Flower, fruit and seed abortion in tropical forest trees: implications for the evolution of paternal and maternal reproductive patterns. *American Journal of Botany*., 71(5):736-751.

Beaulieu de J. L., Miras Y., Andrieu V., Guiter F., 2005, Vegetation dynamics in north-western Mediterranean regions: instability of the Mediterranean bioclimate, *Plant Biosystems,* n° 139, p. 114-126.

Belhacini F., Bouazza M., 2012, The floristic diversity of the Tlemcensouthern slope scrublands (Western Algeria). J Life Sci., 6 (10) : 1167-1173.

Belkhodja M., Bidai Y., 2004, Réponse des graines *d'Atriplex halimus* L. à la salinité au stade de la germination. Sécheresse, 4(15) :331-334.

Bellakhdar J., 1997, La pharmacopée marocaine traditionnelle : médicine arabe ancienne et saviors populaires. Ibis Press.

Benabdelli K., 1996, Aspects physico-structuraux et dynamique des écosystèmes forestiers faces à la pression anthropozoogène dans les monts de Tlemcen et les mont Dhaya, Algérie occidentale. Doc. Es-sci. Univ. Djilali Liabes de Sidi Bel Abbés. 365 p.

Benabid A., 1984,Etude phytoécologique des peuplements forestiers et préforestiers du Rif centre-occidental (Maroc).

Benaradj A., Bouazza M., Boucherit H., 2015,Phytodiversity the groupe to*Pistaciaatlantica*Desf. In the Saharan Atlas (Bechar-Algeria).Energy Procedia, 74: 258-264.

Benbelkacem A., Djenadi C., Khaldoun A, 2013, History of Wheat genetic resources and Breeding in Algeria. Proceedings of the 8th.IWC, St Petersburg, Russia.

Benchiha W., Mahroug S., Bennaoum Z., Bouterfas K., 2014, Characterization of habitat of *Rhamnusalaternus* L. at the JebelTessala (North-Western Algeria). J Chem Chem Eng.,8 : 1036-1048.

Bendaanoun M., 1981. Etude cynécologique et dynamique de la végétation halophile et hydro-halophile de l'estuaire de Bou-Reg Reg (atlantique Maroc). Application et perspective d'aménagement. *PHD thesis.University of St Jérome*. Aix-MarseilIII.

Bendimred F. Z., Mehdadi Z., Benhassaini H., 2007, Etude de la germination et de la croissance foliaire de l'oyat (*Ammophila arenaria* L.) en condition contrôlées. *Actabot. Gallica*., 154 (1) :129-140.

Benyahia M., Benabdali K., Moueddene K., 2001,Géologie pédologie et système de production dans les monts de Tessala (Sidi Bel Abbes). Rev. Science de la nature et de l'environnement : Ecosystème. 1, (1) :70-75.

Benzécri J. P., 1984,L'analyse des données. L'analyse des correspondances,Dunod, Paris.

Berjano R., 2006, Biologie de la reproduction de deux espèces méditerranéennes genre *Aristolochia* L. thèse de doctorat, université de Sevilla, Spain.

Berjano R., Montserrat A., Ortiz P.L., Talavera S., Talavera M., 2003, Seed removal in *Aristolochiabaetica* : effects of dispersers vs predators during three years (2001-2003). Department of vegetal biology and ecology, Seville University, Seville, Spain.

Berjano R., De Vega C., Arista M., Ortiz P. L., Talavera S., 2006, A multi year study of factors affecting fruit production in *Aristolochiapaucinervis* (*Aristolochiaceae*). *American journal of botany*, 93(4): 599-606.

Berjano R., Ortiz P. L., Arista M., Talavera S., 2009, Pollinators, Flowering phenology and floral longevity in two Mediterranean *Aristolochia* species, with a review of flowers visitors for the genus. *Plant Biol*. (Sttug), 11 (1): 6-16.

Berjano R., Arista M., Ortiz P.L., Talavera S., 2010, Persistently low fruiting success in the Mediterranean pipevine *Aristolochiabaetica* (*Aristolochiaceae*): a multi-year study, *Plant Biology,*13: 109–117.

Bessam F.Z., Mehdadi Z., Bessam Hassiba M., Marouf A., 2011, Effets de quelques prétraitements physiques sur l'amélioration des performances germinatives de *Stipa tenacissima* L. et caractérisation des substances inhibitrices. *Acta Bot. Gallica*., 157(2): 349-360.

Bewley J.D., Black M., 1994,Seeds: Physiology of Development and Germination. Plenum Press,London, p 445.

Bewley J.D., 1997, Seed germination and dormancy. *Plant Cell*., 9: 1055–1066

Blanc L., 2000, *Données spatio-temporelles en écologieet analyses multitableaux : examen d'une relation*.Thèse de doctorat, Université Claude Bernard,Lyon I, France. 266 p.

Bolin J.F., Maass E., Musselman LJ., 2009, Pollination biology of *Hydnora africana* Thunb. (*Hydnoraceae*) in Namibia: brood–site mimicry with insect imprisonment. *International Journal of Plant Sciences*, **170**: 157– 163.

Bolingue W., 2009, Rôle de la protéine MtSNF4b dans la post maturation de graines de Medicago truncatula, these de Doc. Université d'Angers, France, 287p.

Bonin G., Tatoni H., 1990, Réflexions sur l'apport de l'analyse factorielle des correspondances dans l'analyse des communautés végétales et de leur environnement. *Écol. médit*., 16: 403-414.

Bonnier G., 1990, La grande Flore française Édition Belin, tomes 1-2-3-4, Paris, France, 1401p.

Bosch M., Waser N. M., 1999,Effects of local density on pollination and reproduction in *Delphiniumnuttallianum* and *Aconitumcolumbianum* (*Ranunculaceae*).*Am J Bot*., 86(6):871-9.

Bouda S., Haddioui A., 2010, Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre Atriplex. Nature & Technologie, 5: 72-79.

Bachir-Bouiadjra S., Elzerey W., Benabdeli K., 2011, Etude diachronique des changements du couvert végétal dans un écosystème montagneux par télédétection spatiale : cas des monts du Tessala (Algérie occidentale). *Physio-Géo* (*Géographie Physique et Environnement*)., l5 : 211-225.

Boukachabia E., 1993, Contribution à l'étude de quelques mécanismes morphologiques et biochimiques de tolérance à la salinité chez cinq génotypes de blé dur (*Triticum durum* Dest). Mémoire de Magister. Université d'Annaba, 108 p.

Bouklikha M., 2001, Essai d'améliorations édaphiques des sols argileux pour une occupation optimale (cas du versant sud du Tessala, Sidi Bel Abbés). *Mém. Mag.* Univ. Djilal Liabes, Sidi Bel Abbés, p : 79.

Bouredja N., 2014, Contribution à l'étude de *Retama monosperma* L.(Boiss): Recherche des conditions optimales de germination, caractérisation des polysaccharides pariétaux et biométrie des fibres des gousses.Thèse de doctorat, université Djilali Liabès. 127 p.

Bouredja N., Mehdadi Z., Bendimered F. Z., Cherifi K., 2013, Effets de quelques prétraitements physico—chimiques sur la levée de l'inhibition tégumentaire des graines de *Retama monosperma* Boiss. et recherches des conditions thermiques optimales de germination, *Acta botanica Gallica*: bulletin de la Société botanique de France, 158(4):633-643.

Boutaybi F., 2013, Confusion des plantes médicinales au niveau de la région orientale du Maroc : Cas d'aristoloche. Mémoire de Master : Physiologie animale et Ethnopharmacologie. Faculté des sciences d'Oujda.

Bouterfas, K., 2011,Etude de *Marrubiumvulgare* L. du mont de Tessala (Algérie occidentale) autoécologie, histologie, quantification de quelques polyphénols et évaluation du pouvoir antimicrobien des flavonoïdes. Mémoire de magister. Université de Sidi Bel Abbes. 244p.

Bouterfas K., Mehdadi Z., Latreche A., Cherifi K., 2013, Autoécologie du Marrube blanc (*Marrubiumvulgare* L.) et caractérisation de la biodiversité végétale dans le Djebel de Tessala (Algérie Nord-occidentale). *ecologiamediterranea,* 39 : 39-58.

Bouzid K., 2012,Contribution à l'étude de *Fritillariaoranensis*Pomel dans les monts deTessala (Algérie Occidentale) : habitat écologique et rareté. Mémoire de master université de Sidi Bel Abbes.

Bouzidi M.A. 2009. Caractérisation des matorrals et des garrigues à *Urginea pancration* (steinh) Phil. Dans le Djebel Tassala (Algerie occidentale). Mém. Mag. Univ. Djillali Liabes, Sidi Bel Abbés. 149 p.

Bouzidi M.A., Latreche A., Attaoui I., Mehdadi Z., Benyahya M., 2009, Caractérisation des matorrals et des garrigues à *Urginea pancration* Phil. dans le Djebel Tessala (Algérie occidentale), *Physio-Géo*, 3 : 131-149.

Bouzidi M.A., Latreche A., Attaoui I., Benabderrahmane M., Mehdadi Z., Benyahia M., 2012,Antibacterial Effect of the Essential Oils Extracted From *Ruta chalepensis* L. and *Ruta montana* (L.) L. *Journal of Life Sciences,* 6(8): 898-902.

Bradshaw J., 1993, Budget Standards for the United Kingdom*, Aldershot*: Avebury.

Braun-Blanquet J., 1952, Phytosociologie appliquée. Communication de Station internationale de géobotanique méditerranéen et alpine n°116, Montpelier, France : 156-161.

Braun-Blanquet, J., 1975,*FragmentaPhytosociologicaRaetica*. I. Die Schneebodengesellschaften (Klasse der Salicetea herbaceae). Comm. SIGMA, 195: 42–71.

Bray E., Ziegler P., 1989, Biosynthesis and degradation of starch in higher plants. Annual Review of Plant Physiol. and Plant Mol. Bio., 40: 95-117.

Bruce A., Dennis.B., Julian L., Marlin R., et James D., 1969, Biologie moléculaire de la cellule. 2éme ED., 75p.

Burd M., Ashman T.L., Campbell D.R., Dudash M.R., Johnston M.O., Knight T.M., Mazer S.J., Mitchell R.J., Steets J.A., Vamosi J.C. (2009) Ovule number per flower in a world of unpredictable pollination. American Journal of Botany, 96, 1159–1167.

Burgess K.S., Singfield J., Melendez V., Kevan P.G., 2004, Pollination biology of *Aristolochia grandiflora* (*Aristolochiaceae*) in Veracruz (Mexico). *Ann. Missouri Bol. Gard,* 91: 346-356.

Burgman, M.A., 1989, The habitat volumes of scarce and ubiquitous plants: a test of the model of environmental control. *Am. Nat.*, 133, 228– 239.

Burgman M., A., 2002, Are listed threatened plant species actually at risk? Corrigendum to: TURNER REVIEW N°5. *Australian Journal of Botany*, 50 (2): 275 – 275.

Caldecott J. O., JenkinsM. D., Johnson T. H., Groombridge B., 1996,Priorities for conserving global species richness and endemism, *Biodiversity &Conservation*, Vol. 5 (6): 699–727.

Cammerloher H., 1923,Zur Biologie der Blüte von *Aristolochia grandiflora* Swartz. *Österreichische botanische Zeitung,* 72: 180– 198.

Cammerloher H., 1933, Die Bestäubungseinrichtungen der Blüten von *Aristolochia lindneri* Berger.*Planta,* 19: 351– 365.

Campo C. G., 1995, Vers un réseau de banques de graines en Méditerranée,*Ecologia mediterranea*.

Castroviejo S., 1986, Flora iberica: plantas vasculares de la peninsula iberica e Islas Baleares 1-8, 10-15, 17-18, 21. Real Jardin Botanico, CSIC, Madrid.

Chalane F., Mehdadi Z., Hamdaoui M., Yahiaoui F.Z., Arabi Z., 2017, Spatiotemporal evolution of plant diversity and edaphiccharacteristics in the steppes of alfa (*Stipatenacissima*) of the regionof Saida (western Algeria). *J Global Ecol Environ.,* 5 (1) : 38-50.

Champagnat P., Ozenda P., Bailland L., 1969, Biologie végétale III, croissance morphogenèse et reproduction, 193-194.

Chaouki W., Leger D.Y., Eliastimi J.L. et Hmamouch M., 2010, Antiproliferatifeffect of extract from *Aristolochia baetica* et origanum compactum on human breast cancer cell line MCF-7. Pharmaceutical Biology.

Charif K., 2001, Contribution au développement agro-forestier de la commune de Tessala. *Magister Ecologie*, Faculté des Sciences, univ. Sidi Bel Abbes. 120 p.

CharnotA., 1945,La Toxicologie du Maroc. Important ouvrage sur les plantes vénéneuses du Maroc. Forme le XL VIIe volume des Mémoires de la Société des Sciences naturelles du Maroc.Rabat-Paris-Londres, 826 pp.

Chaussat R. et Ledeunef Y., 1975,la germination des semences. Ed. Bordas. Paris. Bruxelles Montreal.

Chen Z.L. et Zhu D.Y., 1987, *Aristolochia* alkaloids. In the alkaloids. Chemistry *and pharmacology*. Vol. 3 1, Brossi A., Ed., Academic Press. San Diego, chaps.2. 29.

Chenafi H., Aïdaoui A., Bouzerzour H., Saci A., 2006, Yield response of durumwheat (*Triticum durum* Desf). Cultivar what to deficit irrigation under semi-aridgrowth conditions.*Asian J Plant Sci*., 5 : 854-860.

Chérifi K., 2009, Effet de l'antropisation sur la biodiversité végétale du djebel Tassala(Algérie occidentale). Mém. Mag. Univ. Djillali Liabes, Sidi Bel Abbes, 90p.

Cherifi K., 2013, Impact de l'action anthropozoogène sur la biodiversité végétale de l'écosystème forestier du Djabbel Tessala (Algérie occidentale). Thèse de doctorat, Université Djilali Liabes de Sidi Bel Abbés, Algérie. 108 p.

Cherifi K., Mehdadi Z., Latreche A., Bachir Bouiadjara S.E., 2011, Impact de l'action anthropozoogène sur l'écosystème forestier du mont de Tessala (Algérie occidentale). Sécheresse, 22(3): 197-206.

Cherifi K., Mehdadi Z., Latreche A., Hazem Z., El Zerey W., 2014, Impact of livestock grazing on the floristic composition: a case study of the mount of Tessala, western Algeria. International Journal of Environment 3: 186-200.

Cherifi K., Mehdadi Z., Elkhiati N., Latreche A., Ramdani M., 2017, Floristiccomposition of the mountainous massif of Tessala (Algerian West):Biodiversity and regressive dynamics of the forest ecosystem. Journal of Materials and Environmental Sciences (JMES), Vol., 8 (9): 3184-3191.

Chiang, C.-Y.; Leu, Y.-L.; Chan, Y.-Y.; Wu, T.-S., 1998, Sodium aristolochates from the flowers and fruits of *Aristolochia zollingeriana*, *Journal of the ChineseChemical Society*, 45(1), 93-97.

Clewell D.B., 1993, Bacterial sex pheromone-induced plasmid transfer. *Cell.,***73:** 9–12.

Cochrane A., Daws M.I., Hay F.R., 2011, Seed-based approach for identifying flora at risk from climate warming. Austral Ecology, 36: 923–935.

Cohen S., Tyrrell D. A. J et Smith A. P., 1991, Psychological stress and susceptibility to the common cold. *New EnglandJournal of Medicine, 325,* 606-612.

Colas B., Olivieri I., Riba M., 1997,*Centaurea corymbosa*, a cliff-dwelling species tottering on the brink of extinction: A demographic and genetic study, PNAS, 94 (7) 3471-3476.

Côme D., 1970,Les Obstacles à la Germination. Masson Editeur, Paris, 162 p.

Côme D., 1975, Quelques problèmes de terminologie concernant les semences et leur germination, 11-26. In *Chaussat R. & Le Deunff Y.* : « La germination des semences », Gauthier-Villars, 232 p.

Côme D., 1993,Apports de la recherche à l'amélioration de la qualité germinative des semences. Acad. Agric. Fr., 79: 35-. 46

Cowling R. M., Rundel P.W., Lamont B. B., Arroyo M. K. et Arianoutsou M., 1996, Plant diversity in mediterranean-climate region, *Trends in Ecology and Evolution,* n° 11, p. 362-366.

Cowling R. M., Ojeda F., Lamont B. B., Rundel P. W., Lechmere-Oertel R., 2005,Rainfall reliability, a neglected factor in explaining convergence and divergence of plant traits in fire-prone mediterranean-climate ecosystems. *Global Ecology and Biogeography*, n° 14, p. 509-519.

Cronquist A., 1981, An Integrated System of Classification of Flowering Plants. NewYork : Columbia Univ. Press.,ISBN 0-231-03880-1.

Dadach, 2016, Recherche des conditions optimales de la germination des graines dequelques labiées du mont de Tessala (Ouest Algérien) et perspectives de conservation Thése de doctorat en science d'environnement, Biodiversité et écologie végétaleméditerranéennes, Université Sidi Bel Abbes.221p+annexes.

Dadach M., Mehdadi Z., 2018 a, Germination responses of *Ballota hirsuta* seeds under conditions of temperature, salinity and water stress. *Hellenic Plant Protection Journal* 11: 34-39. DOI 10.2478/hppj-2018-0004.

Dadach M., Mehdadi Z., 2018 b, how short-term storage affect seed germination feature of three Mediterranean medicinal plants. Journal of Biology and nature, 9 (4): 127-135.

Dadache M., Mehdadi Z. and Latreche A., 2015,Germination Responses of *Marrubium Vulgare* L.under Various Water stress Conditions. Journal of Applied Environmental and Biological Sciences, 5 (9): 28-33.

Daget P.H., David P., 1982. Essai de comparaison de diverses approches climatiques de la méditerrané. *Ecol. Mediter*., VIII (1-2) : 33-48.

Dajoz, R., 1982,*Précis d'écologie;* Gauthier Villars: Paris,p 503.

Dashti F., Majd F.G., Esna-Ashari M., 2012, Overcoming seed dormancy of mooseer (*Allium hirtifolium*) through cold stratification, gibberellic acid, and acid scarification**.** Journal of Forestry Research, 23(4): 707−710.

Daumann E., 1959, Zur Kenntnis der Blûtennektarien von *Aristolochia*. Preslia, 31 : 359-372.

Daumann E., 1971, Zur Bestäubungsökologie von *Aristolochia clematitis* L. *Preslia (Praha),* 43: 105– 111.

De Candolle Augustin-Pyramus, d'après Anderson., 1994, L'inventaire complet de tous les végétaux poussant sur Terre. *Université de Genève*.

De Groot H., Wanke S. and Neinhuis C., 2006, Revision of the genus *Aristolochia*(*Aristolochiaceae*) in Africa, Madagascar and adjacent islands. *Botanical Journal ofthe Linnean. Society. Vol. 151, Issue 2, p 219-238.*

De Jonc E., Ballantyne A.K., Cameron D.R. and Read D.W.L., 1979, Measurement of apparent electrical conductivity of soils by an electromagnetic induction probe to aide salinity surveys. Soil. Sci. Soc. Am. J., 43. Pp : 810-812.

Debez A., Chaibi W., Bouzid S., 2001, Effet du NaCl et de régulateurs de croissance sur la germination d'*Atriplex halimus* L. Agriculture, 2(10) : 8-135.

Debussche M. et Thompson J. D., 2003,Habitat differentiation between two closely related Mediterranean plant species, the endemic *Cyclamen balearicum* and the widespread *C. repandumActa Oecologica*, Vol. 24 (1): 35-45.

Desai C., Garriga G., McIntire S.L., Horvitz H.R., 1988,A genetic pathway for the development of the *Caenorhabditis elegans* HSN motor neurons. Nature, 336, 638-640.

Devineau J., 2001, Les espèces ligneuses indicatricesdes sols dans les savanes et jacheres de l'Ouest du Burkina Fasso. *Phytoecologia,* 3 :325-351.

Dif M. M., 2015, Etude écologique, phytochimique et valorization des plantes médicinales des monts de Tessala (W ; de Sidi Bel Abbes, Algérie NW) : cas de *Daphne gnidium* L., Thèse de doc, 115p.

Dif M. M., Benali Toumi F., Benyahia M., Bouzid K., Rahmani M., Sellam F., 2014, First determination of polyphenol variation in *Daphne gnidium* L. leaves depending on altitude and slope at Tessala Mounts (North-West Algeria), Rev. Écol. (Terre Vie), vol. 69, 2014, 338-344.

Djebaili S., 1984, Steppe algérienne, phytosociologie et écologie. OPU. Alger. 171p.

Dobson A.P., Rodriguez J.P., Roberts W.M., Wilcove D.S., 1997, Geographic distribution of endangered species in the United States. *Science,*275, 550 : 553.

DobsonA. P., Bradshaw A. D., Baker A. J. M., 2001, Hopes for the Future: Restoration Ecology and Conservation Biology, Vol. 277: 515-522.

Dominguez Lozano F., Schwartz M. W., 2005, Patterns of rarity and taxonomic group size in plants, *Biological Conservation.* 126, p. 146-154.

Dominique S., 2005, Les bases de la production végétale. Tome3. ED5. La plante etson amélioration, 185p.

Duchaufour P., 2001, Introduction à la science du sol : sol, végétation,environnement. 6e édition. Dunod, France.

Duncan R. P. et Young J. R., 2000, Determinations of plant extinction and rarity 145 years after European settlement of Auckland, New Zealand.*Ecological Society of America*.

Dupré C., Ehrlen J., 2002, Habitat configuration, species traits and plant distributions. Journal of Ecology

Duran J.H., 1954, Les sols d'Algérie. Publication des services hydrolyques, Vol 1, Alger. 244p.

Ehrlen J., 1991, Why do Plants Produce Surplus Flowers? A Reserve-Ovary Model, American Society of Naturalists, Vol 138 (4).

El-Keblawy A., Al-Rawai A., 2006, Effects of seed maturation time and dry storage on light and temperature requirements during germination in invasive *Prosopis juliflora*. Flora, 201, 135–143.

Ellenberg S., Mueller P., 1968, Akey of Raunkiaerplant use forms with revised. *Ber. Geobot. Inst.ETH. Stift. Rubel. Zurich,*37: 56-73**.**

Ellstrand N. C., Elam D. R., 1993, Population Genetic Consequences of Small Population Size: Implications for Plant Conservation, Annual Review of Ecology and Systematics, Vol. 24: 217-242.

Ellstrand N. C., 1992, Gene Flow by Pollen: Implications for Plant Conservation Genetics, *Oikos*, Vol. 63 (1): 77-86.

EL-Mekkaoui M., 1990, Etude des mécanismes de tolérance à la salinité chez le blédur (*I. durum* desf) et l'orge (*H. vulgare*) : recherches de tests précoces de sélection. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, Montpellier. 191 p.

Emberger L., 1930, La végétation de la région méditerranéenne, essais d'une classification des groupements végétaux. Rev. Gén. Bot., 42, 641-662 et 705-721.

Emberger L. 1936-1955. Remarques critiques sur les étages de végétation dans les montagnes marocaines. Bull. Soc. Bot. Suisse, vol. jub. Inst. Rubel, 46: 614-631.

Emberger, L., 1952, Sur le quotient pluviothermique. C.R. Ac. Sc., 23: 2308–2310.

Faucon M.P., 2008, Conservation du patrimoine biologique du Katanga : Initiation d'un programme de conservation de la biodiversité des affleurements naturels de cuivre. EchoSud., 18:6-7.

Faurel L., 1959, plantes rares et menace.es d'Algérie par *l. Paurel*Laboratoire de Botanique, Université, Alger, 155p.

Favarger C. et Contandriopoulos J., 1961, Essai sur l'endémisme. *Bull. Soc. Bot. Suisse,* 71, 384-408.

Feliachi K., Amroune R., Khaldoune F. 2001. Impact de la sécheresse sur la production des céréales cultivées dans le Nord de l'Algérie : céréaliculture N0 35.ED. ITGC. Algérie.

Fennane M., Ibn Tattou M., Mathez J., Quezel P., 1999,Flore pratique du Maroc : manuel de détermination des plantes vasculaires, *Pteridophyta, Gymnospermae, Angiospermae (Lauraceae - Neuradaceae)*, Rabat, 558p.

Fenner M., Thompson K., 2005, The Ecology of Seeds. 1st Edn. Cambridge University Press, Cambridge, UK., ISBN: 0521653681, 264 p.

Fenner M., 2000,Seeds: the ecology of regeneration in plant communities, School of Biological science, University of Southampton, SO16, UK.

Ferka-zazou N., 2006, Impact de l'occupation spatio-temporelle des espaces sur la conservation de l'écosystème forestier : Cas de la commune de Tessala, wilaya de Sidi Bel Abbés, Algérie.*Mémoire de Magister*, Univ. Tlemcen.

Finch-Savage W. E., Leubner-Metzger G., 2006, Seed dormancy and the control of germination, *New Phytologist*, 171: 501– 523

Finkelstein R., Reeves W., Arrizumi T., Steber C., 2008,Molecular Aspects of Seed Dormancy' *Annual Review of Plant Biology,*Vol. 59: 387-415.

Fischer M., Stöcklin J., 1997, Local Extinctions of Plants in Remnants of Extensively Used Calcareous Grasslands 1950, Vol. 11(3): 727-737.

Florence J., 2003, La Polynésie française : environnement phytogéographique, l'homme et ses plantes. pp : 130-149 in ORLIAC, C. (éd.), Archéologie en Océanie Insulaire. Peuplement, Société et Paysages. Artcom, Paris.

Font Quer P., 1999, Plantas medicinales: el Dioscorides renovado. Ediciones Península. Barcelona, España.

François R., 2002, Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences del'environnement. 2éme ED. Dunod. Paris. 355p.

Gabriel Cornic, 2002, Photosynthetic Carbon Reduction and Carbon Oxidation Cycles are the Main Electron Sinks for Photosystem II Activity During a Mild Drought,*Annals of Botany*, Vol. 89 (7): 887–894.

Galàn de Mera A., 1993,Flora y vegetación de los términos municipales de Alcalá de los Gazules y Medina Sidonia(Cádiz, España), Thesis doc. de la Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Farmacia, Departamento de Biología Vegetal II.

Gamisans J., 1991,La végétation de la Corse in Compléments au Prodrome de la Flore Corse, Annexe 2. Conservatoire et Jardinbotaniques, Genève.

Gaston K.J., 1991, The magnitude of global insect speciesrichness. *Conserv.Biol*., 5:283-296.

Gaston K. J., 1994, Rarity.London: *Chapman and Hall*. UK.

Gaston K.J, Kunin W. E., 1997, Concluding comments. The biology of rarity: Causes and consequences of rare-common differences, ed *Chapman and Hall.* London. Pp. 262-72.

Gaston B., 1990,La grande flore *en couleurs*. Tome 1. ED Bellin, 400 p.

Gégout J.C., 1995, Etude des relations entre les ressources minérales du sol et la végétation forestière dans les Vosges. Thèse de doctorat, École nationale de génie rural, des eaux et des forêts, Nancy, France, 215 p.

Ghezlaoui B.E., Benabadji N., Aboura R., 2009, Approche floristique et physionomique des Atriplexaiesau nord de Tlemcen (Ouest Algérie). *Mediterranea*, 20 : 9-41.

Gillet F., 2000, La phytosociologie synusiale intégrée, guide méthodologique 4^{e} édition. Edition Neuchâtel. 68p.

Gobster P., Hull R., 2000, Restoring Nature. Perspectives from the social sciences and humanities. *Island Press,* 269 p.

González F., Stevenson D. W., 2002,A phylogenetic analysis of the subfamily *Aristolochioideae*(*Aristolochiaceae*). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias,* 26: 25-58.

Grenon M., Batisse M., 1989,Le Plan bleu, Avenirs du bassinméditerranéen. *Economica*, Paris.

Greuter W., Burdet H.M., Long G.,1984-1989, Eds. Med-Chechlist. Conservatoire et Jardins Botaniques, Genève, 3 : 292–295.

Greuter W., 1991,Botanical diversity, endemism, rarity,and extinction in the Mediterranean area: an analysisbased on the published volumes of Med-Checklist.Botanika Chronika, 10: 63–79.

Guerrant E.O., Haven K., Maunder M., Raven P., 2004, Ex situ conservation supporting species survivalin the wild. Island press. Washington.

Gumuscu A., 2014, Seed germination of some endemic *Sideritis* species under different treatments. Med. Aromat. Plant Res. J., 2(1): 1-5.

Gustafsson L., 2000, Red-listed species and indicators: vascular plants in woodland key habitats and surrounding production forests in Sweden, *Biological Conservation*., Vol. 92(1): 35-43.

Gutterman Y. 2002. Survival strategies of annual desert plants. Adaptations of desert organism. Berlin, Heidelberg, New York, Springer. 348 p.

Hachemi N., Hasnaoui O., Benmehdi I., Medjati N., Bouazza M., 2012, Contribution à l'étude de la thérophytisation des matorrals desversants sud des monts de Tlemcen (Algérie occidentale).*Mediterranea*. *Serie de Estudios Biológicos. Época* II, 23 : 158-180.

Haddad L., **2010,** Contribution à l'étude de la stabilité des rendements du blé dur(*Triticum durum* Desf). Sous climat méditerranéen. Mémoire de Magister,Département Agronomie, FSNV, UFA, Sétif. 70 p.

Hajlaoui H., Denden M., Bouslama M., 2007, Etude de la variabilité Intra-spécifiquede tolerance au stress salin du pois chiche (*Cicer arietinum* L). au stade germination.*Tropicultura.*, 25. (3). 168-173p.

Hakemi Z., Mehdadi Z., Latreche A., Cherifi K., Aisset A., 2018,Habitat characterization of *Aristolochia baetica* L. in Tessala Mount,Western Algeria. *BIODIVERSITAS*,Vol. 19 (5) :1632-1641.

Halitim A., 1988, Sols des régions arides d'Algérie. Ed. OPU. Alger. 140p.

Hamdaoui M., Mehdadi Z., Chalane F., 2016. Effect of some physical and chemical treatments and temperature on the seeds germination of hawthorn: *Crataegus monogyna* Jacq. *Asian Journal of Plant and Soil Sciences*, 1 (1): 17-26

Harper J. L., 1981,Population Biology of Plants, 900 pp.

Hauchinal R.R., Tandon J.P., Salinath P.M., 1993, Variation and adaptation ofwheat varieties to heat tolerance in Peninsular India. In Sanders. D. A. and G. P. Hettel. Wheat in heat stressed environments, irrigated dry areas and rice-wheatfarming systems, Mexico, DF, Cimmyt, 175-183.

Heinrich M., Chan J., Wanke S., Neinhuis Ch., et S.J. Simmonds M., 2009, Localuses of *Aristolochia* species and content of nephrotoxic aristolochic acid 1 and 2-A global assessement besed on bibliographic sources. Journal of Ethnopharmacoloy, 125:108-144.

Heller R., 1978,Abrégé de physiologie végétale, Ed. Masson, 215 pages.

Heller R., Esnault R., Lance C., 2004, Plant physiology 1 Tome 1. *Nutrition*. Dunod, Paris, 350 p.

Heller R., Esnault R., Lance C., 1990,Abrégés de physiologie végétale (Tome II). Masson (ed.) Paris, 266 p.

Herranz J. M., Ferrandis P., Copete M. A., Martinez-Sanchez J. J., 2002, Influencia de la temperatura de incubation sobre la germination de 23 endemismes vegetales ibericos o iberoafricanes. Invest. Agric. Prod. Prot. Veg., 17: 230-245.

HeywoodV. H., Iriondo J. M., 2003,Plant conservation: old problems, new perspectives, *Biological Conservation*, Vol. 113 (3): 321-335

Hilhorst H. W. M. et Koornneef M., 2007, Dormancy in Plants, *Journal of flood risk management*,4 p.

HiltonJ.R.,1984, The influence of dry storage temperature on the response of *Bromus sterilis*L. seeds to light. *New Phytol*., 98, 129–134.

Hilton J.R., 1985b, The influence of light and potassium nitrate on the dormancy and germination of *Avena fatua* L. (wild oat) seed stored buried under natural conditions. J. Exp. Bot., 36 (167): 974- 979.

Hinou J. C., Demetzos C. H., Roussakis C., 1990, Cytotoxic and Antimicrobial Principles from the Roots of *Aristolochia longa,International Journal of Crude Drug Research,* Pages 149-151

Hopkins W.G., 2003, Physiologie végétale. 2éme édition. De Boeck, Bruxelles :476 p.

Huber H., 1993, *Aristolochiaceae* in the families and genera of vascular plants. Vol 2, eds. K. Kubitzki, J. G. Rohwer and V. Bittrich. Berlin: Springer, p 129-137.

Ingram B. L., Conrad M. E., Ingle J. C., 1996, Stable isotope and salinity systematics in estuarine waters and carbonates: San Francisco Bay. *Geochimica et Cosmochimica Acta.,* 60(3) : 455-467.

Ismail A. M.A., 1990,Phenological studies on *Zygophyllum qatarense* Hadidi from contrasting habitats, Journal of Arid Environments, Vol. 18 (2): 195-205.

IUCN., 2005, International Union for conservation of nature (A guide to medicinal plant in North Africa. (ed.) IUCN center for Mediterranean cooperation, Spanish, 256 p.

Jablonski D., 1995, Biogeography of recent marine bivalve molluscs and its implications for paleobiogeography and the geography of extinction,(10): 25-47.

Jamagne M., 1967, Bases Et Techniques d'une cartographie des sols-Ann. Agro., Vol. 18. Hors series.

Jayasuriya K. M. G., Baskin J. M., Geneve R. L., Baskin C. C., Chien C. T., 2008,Physical Dormancy in Seeds of the Holoparasitic Angiosperm *Cuscuta australis*(Convolvulaceae, Cuscuteae): Dormancy-breaking Requirements, Anatomy of the Water Gap and Sensitivity Cycling. *Annals of Botany*, Vol. 102(1): 39–48.

Jbilou R., Ennabili A., Sayah F., 2006,Insecticidal activity of four medicinal plant extracts against *Tribolium castaneum* (Herbst)(*Coleoptera*: *Tenebrionidae*) *African J Biotechnol,*5 (10): 936-940.

Jeam P., Catmrine T., Giues L., 1998, Biologie des plantes cultivées. Ed. L'Arpers, Paris, 150p.

Judd W.S., Campbell C.S., Kellogg E.A., Steven P., 2002, Botanique systématique: Une perspective phylogénétique. 1ere Ed : Paris et Bruxelles. pp. 369-384.

Kabar K., 1987, Alleviation of salinity stress by plant growth regulators on seed germination. - J. Plant. Physiol., 128: 179-183.

Kameli A., Losel D.M., 1996, Growth and sugar accumulation in durum wheat plantsunder water stress. New phytol., 132: 57-62.

Kazi tani C.h., Le Bourgeois T.h. et Munoz F., 2010, Aspects floristiques des agrophytocénoses du domaine phytogéographique d'Oranais (Nord-Ouest Algérien) et persistance d'espèces rares et endémiques. *Flora Mediterrabea,* ***20:*** *5-22.*

Kelly L.M., Gonzalez F., 2003, Phytogenetic relationships en *Aristolochiaceae*. Systematic Botany, 28: 236-249.

Kikken R. 1962. *Géologie et stratigraphie des monts de Tessala*. Édit. FOUQUET, Oran, 220 p.

Koger C.H., Reddy K.N., Poston D.H., 2004, Factors affecting seed germination, seedling emergence and survival of texasweed (*Caperonia palustris*). Weed Science, 52: 989–995.

Kunin W. E., 1997,Population Size and Density Effects in Pollination: Pollinator Foraging and Plant Reproductive Success in Experimental Arrays of Brassica. *Journal of Ecology,* Vol. 85 (2): 225-234.

Lahti T., Kemppainen E., Kurtto A., Uotila P., 1991, Distribution and biological characteristics of threatened plants in Finland*in Biological Conservation*, 55(3):299-314.

Lamara M.O., Mehdadi Z., Cherifi K., 2017, Germination responses of *Lygeum spartum* L. caryopses in western Algeria regarding the different physico-chemical pretreatments and salinity. *Journal of Global Agriculture and Ecology*., 6(3): 170-181.

Lande R., 1988, Genetics and demography in biological conservation. *Science*, 241(4872):1455-60.

Lavergne S., 2003, les especes vegetales rares ont-elles des caractéristiques écologiques et biologiques qui leur sont propres ? Application à la conservation de la flore en languedoc-Roussillon. These dect. ENSA de Montpellier, 83p.

Lavergne, 2004, Les espèces végétales rares ont-elles des caractéristiques écologiques et biologiques qui leur sont propres ? Application à la conservation de la flore en Languedoc-Roussillon Sébastien Lavergne, Acta Bot. Gallica, 151 (3), 327-331.

Lavergne S, Thuiller W, Molina J, Debussche M., 2005. Environmental and human factors influencing rare plant local occurrence, extinction and persistence: 115-year study in the Mediterranean region. *J. Biogeogr.* 32:799–811.

Lawton M., 1995, Extinction rates, Oxford University Press, 233p.

Le Floch E., 2001. Biodiversité et gestion pastorale en zones arides et semi-arides méditérranéennes du Nord de l'Afrique.Bocconea, 13 : ISSN, P 223-237.

Lee T. D., Bazzaz F. A., 1982, Regulation of Fruit and Seed Production in An Annual**;** Legume, Cassia fasciculate, Ecological society of America,

Lévêque C et Mounolou J.C., 2008. Biodiversité, Dynamique biologique et conservation. *Dunod* éd. Paris. 255p.

Levigneron A, Lopez F, Varisuyt G, Berthomien P et Casse-Delbar T., 1995, Les plantes face au stress salin. *Cahier d'agriculture,* 4: 263-273.

Levins, 1970 , Levins, R. (1970). "Extinction. Some mathematical questions in biology", in Lectures on mathematics in the life sciences, M. Grestenhaber, Editor. *American Mathematical Society*: Providence. 77-107.

Levitt J., 1980, Responses of plants to environnement stress, 2nd Edition. Vol.1: Chilling, freezing, and high temperature stresses, USA, 497 p.

Li B., Foley M. E., 1997,Genetic and molecular control of seed dormancyScience direct, vol 2 (10): 384-389,

Lindner P., 1928, Atlas d. Mikrosk. Grundl. der Garungsk. 3 Aufl. 2. Cited by Bergey's Manual of Determinative Bacteriology (1948) 6th ed. edited by Breed, R.S., Murray, E.G.D. and Hitchens, A.P. London: BalliGre, Tindall and Cox.

Linnée von C., 1753, Species plantarum, 1st edition. Holmiae: Laurentii Salvii, p 960-962.

Llorens L., Peñuelas J., 2005, Experimental Evidence of Future Drier and Warmer Conditions Affecting Flowering of Two Co-occurring Mediterranean Shrubs International Journal of Plant Sciences, vol 166, N° 02.

Ma J.S., 1990, A revision of *Aristolochia* Linn. From E. and S. ASIA. Acta Phytotaxonomica Sinica, 27: 321-364.

Maarouf A. et Raynaud J., 2007, La botanique de A à Z. 1662 définitions. Ed Dunod, 286p.

Mace G. M., Kershaw M., 1997, Extinction risk and rarity on an ecological timescale, the Biology of rarity, pp 130-149.

Mace G. M., Lande R., 1991, Assessing Extinction Threats: Toward a Reevaluation of IUCN Threatened Species Categories, *conservation biology*, Vol. 5 (2): 148-157

Madeiras A.M., Boyle T.H., Auti W.R., 2009, Gibberellic Acid, Scarification, and Seed Lot Influence on Rosemary Seed Germination. Seed Technol., 31: 55-65.

Madoui A., 2002, Les incendies de forêt en Algérie : Historique, bilan et analyse. Forêt méditerranéenne, 23(1): 23-30.

Mahfoud H., 2009, Systematic of *Aristolochia in the* Eastem Mediterranem includingthe Near East and Caucasia. Thése Doct. Univ. De Dresden, Allemagne, 124p.

Maire R., 1961, Flore de l'Afrique du Nord. *Encyclopédie Biologique, 7 :2016-226.*

Marinaga T., 1926,Germination of Seeds Under Water, *American Journal of Botany,* Vol. 13 (2): 126-14.

Mathez J., Quézel P., Raynaud C., 1985, The Maghreb countries. In: Gomez-Campo V., ed., *Plant conservation in the mediterranean area,* 141-157. Junk Publ., Dordrecht.

Matilla A. J., Matilla-Vazquez M. A., 2008,Involvement of ethylene in seed physiology, PlantScience, Vol. 175, Pages 87-97

Maunder M, Byers O., 2005. The IUCN technical guidelines on the management of *ex situ* populations for conservation: reflecting major changes in the application of*ex, situ* conservation. *Oryx*, 39, 95-98.

Mazliak P., 1982, physiologie végétale et métabolisme, Herman (éd.), Paris. 230 p.

Mazliak P., Laval-Martin D., 1995, physiologie végétale. I,Nutrition et métabolisme, Ed. Hermann. France, 540p.

Mbaye N., Diop A. T., Guéye M., Diallo A. T., Sall C. E., Samb P. I., 2002, Etude decomportement germinatif et essais de levée l'inhibition tégumentaire des graines de*Zornia glochidiata* Reichb. Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop, 55. (1).47-52p.

Médail F., Verlaque R., 1997, Ecological characteristics and rarity of endemic plants from southeast France and Corsica: implications for biodiversity conservation, biological conservation, n°80, p. 269-281.

Medjahdi B., Ibn Tattou M., Barket D., Benabdelli K., 2009,La flore vasculaire des monts des Trara (Nord-OuestAlgérien). *Acta Botanica malacitana*, 34: 1-18.

Mehdadi Z., Bendimered F.Z., Dadach M., Aisset A., 2017. Effects of temperature and salinity on the seeds germination of *retama raetam* (forssk.) webb. scarified with sulfuric acid. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 9(3), 1284-1299.

Mengs U., 1987, Acute toxicity of aristolochic acid in rodents, *Archives of Toxicology*, Vol. 59 (5): 328–331.

Merzouki A., Ed-Derfoufi F., El Aallali A., Molero-Mesa J., 1997, Wild medicinal plants used by local Bouhmed population (Morocco). *Fitoterapia*. LXVIII, 444.

Milton S.J., 1995, Spatial and temporal patterns in the emergence and survival of seedlings in arid Karoo shrubland. Journal of Tropicical Ecology, 7: 145–156.

Missoumi A., Mederbal K., Benabdelli K., 2002, Apport des Systèmes d'information géographiques dans la prévention et la lutte contre les incendies de forêts : Exemple de la forêt domaniale de Kounteidat, Algérie." Forêt méditerranéenne, 23(1): 11-22.

Mizuno M., Oka M., Tanaka T., Yamamoto H., Iinuma M., Murata H., 1991, Comparison of *Aristolochia* species with chemical constituents, *Chemical &Pharmaceutical Bulletin*, 39(5), 1310-1311.

Molinier R., 1934, Etudes phytosociologiques et écologiques en Provence occidentale.

Mooney H. A., Parsons D. J., Kummerow J., 1974,Plant Development in Mediterranean Climates, *Phenology and Seasonality Modeling*, pp 255-267.

Mostefai A., Stambouli-Meziane H., Bouazza M., 2015,Therapeutic use of*Rosmarinusofficinalis* L. (*Lamiales*, *Lamiaceae*) and description ofits medicinal flora cortege in Algeria. Biodiv J., 6 (3): 761-766.

Mostefai A., Stambouli-Meziane H., 2016,Groups of *Rosmarinusofficinalis* in littoral of Tlemcen region: *phytosociological aspects andphytoecological. Biosci Biotechnol Res Asia*, 13 (3): 1595-1600.

Moulessehoul Y. I., Mehdadi Z., 2015, Comparative study on seeds germination of *Stipa tenacissima* L. from two Western Algerian's Habitats. *J. Appl. Environ. Biol. Sci.,* 5 (12): 29-35.

Mulder C., 2003, The Northwest European Pollen Flora, 62 *ARISTOLOCHIACEAE*, *Review of Palaeobotany and Palynology*, 123: 47-55.

Munns R., Tester M., 2008, Mechanisms of salinity tolerance, Annual review of plant Biology, Vol. 59: 651-681.

Muñoz J. M., 1987, Flora vascular de Andalucía occidental *Aristolochia* L. *In* B. Valdés, S. Talavera & E. Fernández-Galiano [eds.]. Vol. I, 91-92. Ketres Editora, S.A., Barcelona, España.

Murray B. A., Thrall P. H., Gill A. M., Nicotra A. B., 2002, How plant life-history and ecological traits relate to species rarity and commonness at varying spatial-scales? Austral ecology, 27: 291-310.

Murugan R., Shivanna K.R., Rao R.R., 2006, Pollination biology of *Aristolochiatagala*, a rare species of medicinal importance. Current Science, 91, 795–798.

Nadjafi F., Bannayan M., Tabrizi L., Rastgoo M., 2006, Seed germination and dormancy breaking techniques for *Ferula gummosa* and *Teucrium polium.* J. Arid Envir., 64: 542–547.

Nadjafi F., Tabrizi L., Shabahang J., Mahdavi Damghani A.M., 2009,Cardinal germination temperatures of some medicinal plant species. *Seed Technology*, 31 : 156-163.

Ndour P., Danthu P., 1998, Effet des contraintes hydriques et salines sur la germination de quelques acacias africains. *In :* Campa C., Grignon C., Gueye M. & Hamon S., eds. Colloques et séminaires : *l'acacia au Sénégal*. Paris : Orstom, 105-122.

N'dri A. A. N., Vroh-Bi I., Kouamé P. L.,Zorobi I. A., 2011,Bases génétiques et biochimiques de la capacité germinative des graines: implications pour les systèmes semenciers et la production alimentaire, *Sciences & Nature*, Vol. 8 N°1: 119 – 137, Cote d'Ivoire.

Neinhuis C., Wanke S., Hilu K.W., MÜller K., Borsch T., 2005, Phylogeny of *Aristolochiaceae* based on parsimony, likelihood, and Bayesian analyses of trnL-trnF sequences. *Plant Systematics and evolution*, 250 : 7-26.

ONM, 2004, Organisation nationale de météorologie. Recueil des données climatiques de la wilaya de Sidi Bel Abbés. Feuilles de relevés quotidiens de la période 1987-2003, Alger, Algérie.

O.N.M., 2008, Organisation nationale de météorologie. Recueil des données climatiques de la wilaya de Sidi Bel Abbés. Feuilles de relevés quotidiens de la période 1985-2007, Alger, Algérie.

O.N.M., 2010, Organisation nationale de météorologie. Recueil des données climatiques de la wilaya de Sidi Bel Abbés. Feuilles de relevés quotidiens de la période 1980-2009, Alger, Algérie.

O.N.M., 2014, Office national de météorologie, les données de rapports de l'année 2014 wilaya d'Oran. 200p.

O.N.M., 2016, Organisation nationale de météorologie. Recueil des données climatiques de la wilaya de Sidi Bel Abbés. Feuilles de relevés quotidiens de la période 1980-2015, Alger, Algérie.

Ohi-Thoma T., Sugawara T., Murata H., Wanke S., Neinhuis C., Murata J., 2006, Molecular phylogeny of Aristolochia sensu lato (Aristolochiaceae) based on sequences of rbcL,matK, and phyA Genes, with special reference to Differentiation of chromosome Numbers. Systematic Botany, 31(3): 481-492.

Olivier L., Galland J. P., Maurin H., Roux J. P., 1995, Livre rouge de la flore menacée de France - Tome I: espèces prioritaires collection Patrimoines. Editions Museum national d'histoire naturelle. Service du Patrimoine naturel. Conservatoire botanique national de Porquerolles. Ministère de l'Environnement. Direction de la Nature et des Paysages, 486 p. + annexes bibliographiques.

Omar S., Chee C. L., Ahmad F., Ni J. X., Jaber H., Huang J., Nakatsu T., 1992, Phenanthrene lactams from *Goniothalamusvelutinus*, *Phytochemistry*, 31(12) : 4395-4397.

Oostermeijer J.G.B., Luijten S.H., den Nijs J.C.M., 2003,Integrating demographic and genetic approaches in plant conservation, *Biological Conservation*, Vol. 113 : 389-398.

Orch H., Douira A., Zidane L., 2013, Étude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans le traitement du diabète, et des maladies cardiaques dans la région d'Izarène (Nord du Maroc), *Journal of Applied Biosciences*, 86 :7940–7956, Maroc.

Ortiz P. L. 1991,Melitopalinología en Andalucía occidental. Tesis doctoral en microfichas. Universidad deSevilla. Sevilla, España.

OuiciH., Mehdadi Z., Cherifi K., 2015, Inventory and Analysis of Phytodiversity along an Altitudinal Gradient in the Southern Slope of the Mount of Tessala (Western Algeria), *Open Journal of Ecology*., Vol.5 No.11: 11p.

Ozenda P., 1977, Flore du Sahara. Paris, C.N.R.S., 622 p.

Ozenda P., 1982, Les végétaux dans la biosphere. Ed. Doin. Paris. 413p.
Ozenda P., 1985, *Flore du Sahara septentrional etcentre*. CNRS, Paris, France, 441 p.

Ozenda P., 1995, Les végétales organisations et diversité biologique. 2éme ED.Dunod. 509p.

Palmer M., Ambrose R. F., LeRoy Poff R., 1997, Ecological Theory and Community Restoration Ecology, *in* Restoration Ecology, 5(4):291-300.

Parida A. K., Das A. B., 2005,Salt tolerance and salinity effects on plants: a review, Ecotoxicologyand Environmental Safety, Vol. 60: 324-349.

Paris et Moyse , 1976-1981 , Paris M., Moyse H. (1976-1981). Matière médicale, 3 tomes. Paris : Ed. Masson.

Passioura J., 2004, Increasing crop productivity when water is scarce: from breeding to field management.In proceeding of the 4th International Crop Science Congress"New direction for a diverse planet" Brisbane, Australia. 12 pages.

Pearson K., 1982, Histoireet préhistoire de l'analyse des données. Ed. Dunod. 168p.

Peñuelas J., Filella I., Zhang X., Llorens L., Ogaya R., Lloret F., Comas P., Estiarte M., Terradas J., 2004, Complex spatiotemporal phenological shifts as a response to rainfall changes, *New phytologiste*, Vol. 161 : 837-846.

Pérez Latorre A.V., Nieto Caldera J. M., Cabezudo Y. B., 1993,Contribución al conocimiento de la vegetación de Andalucía. II. Los alcornocales. *Acta Bot*. Malacitana, 18: 223-258.

Picó F. X., Retana J., 2001,The fl b nowering pattern of the perennial herb *Lobularia maritima*: an unusual case in the Mediterranean basin, ActaOecologica, Vol. 22: 209-217.

Pimm S. L., Jones H. L., Diamond J. M., 1988, On the risk of extinction. *The American Naturalist*, 132, 757–785.

Pitman N. C. A.,Terborgh J., Silman M. R., Nuñez P., 1999, Tree species distributions in an upper amazonian forest, Ecological society of America, Vol. 80 : 2651-2661.
Pitman M. G., Lauchli A., 2002,Salinity: Environment – Plants Molecules, Global Impact of Salinity and Agricultural Ecosystems, pp 3-20.

Pons A., Quézel P., 1985,The history of the flora and vegetation and pastand present human disturbance in the Mediterraneanregion. In: Gomez-Campo C (ed.). Plant conservation in theMediterranean area. Geobotany, 7: 25-43.

Possingham H. P., Andelman S. J., Burgman M. A., MedellínR. A., Master L. L., Keith D. A., 2002,Limits to the use of threatened species lists, Trends in ecology & evolution, Vol. 17 : Pages 503-507.

Pouget M., 1980, Les relations sol végétation dans les steppes Sud Algéroises. Travaux et documentation. OSTROM.,n° 116. Paris. 555p.

Pouquet J., 1952, Les monts du Tessala (Chaînes sud-telliennes d'Oranie), *Revue de géographie alpine*., 40 : 691 – 694.

Quezel P., 1983. Flore et végétation de l'Afrique du nord : leur signification en fonction de l'origine, de l'évolution et des migrations des flores et structures de végétation passées. *Bothalia,* 14: 411-416.

Quezel P., 1985, Definition of the Mediterranean region and the origin of its flora, in AGRIS, p: 9-24.

Quezel P., 1995, La flore du Bassin méditerranéen : origine, mise en place, endémisme. *Ecologia mediterranea,* XXI (1/2): 19-39.

Quezel P. et Santa S. 1962, Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques Méridinales, Tome I, Ed. Paris : CNRS, 565 p.

Quezel P., Santa S., 1963, Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. (Avec la collaboration technique de Mme Schotter et préface du pr. L. EMBERGER). *Éd. C.N.R.S,* Paris, Tome 2: 571-1170 p.

Quintana-Ascencio P. F., Menges E. S., 1996, Inferring Metapopulation Dynamics from Patch- Level Incidence of Florida Scrub Plants, Conservation biology, Vol. 10 : Pages 1210-1219.

Rabinowitz D., 1981. Seven forms of rarity. Pp. 205-17 in *the biological aspects of rare plant conservation,* ed. H. Syngeg. New York: Wiley.

Rabinowitz D., Cairns S., Dillon T., 1986, forms of rarity and their frequency in the flora of the British Isles. Pp. 182-204 in *Conservation biology: The science of scarcity and diversity,* ed. M. E. Soule. Sunderland, MA., Sinauer Associates.

Ramade F., 1990,Conservation des écosystèmes méditerranéens, enjeux et perspectives. Programme des Nations Unies pour l'Environnement.Plan d'Action pour la Méditerranée. Les Fascicules du Plan Bleu (3).Economica, Paris.

Ramade F., 1993,Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Science International, France.

Rathcke B., Lacey E. P., 1985, Phenological Patterns of Terrestrial Plants, *Annual Review of Ecology and Systematics*, 16: 179-214.

Raunkiaer C., 1934,The life forms of plants and statistical plant. ClaredonPress, Oxford. 632p.

Rawson D.M., **Willmer A.J., Turner App., 1993,** Whole-cell biosensors for environmental monitoring. Biosensors, 4:299-311. Relation to water deficits in higherplants. Plant. Cell and Environment, 25: 275-294.

Razzak M.A., Ali T., Ali S.I., 1992,The pollination biology of *Aristolochiabracteolata* Lamk. (*Aristolochiaceae*). *Pakistan Journal of Botany*, 24: 79–87.

Redondo-Gomez S., Mateos-Naranjo E., Wharmby C., Davy C.J., Figueroa M.E. 2007. Bracteoles affect germination and seedling establishment in Mediterranean population of *Atriplex portulacoides*. *Aquatic Botany,* 86: 93-96.

Rey Benayas J. M., Scheiner S. M., García Sánchez-Colomer M., Levassor C., 1999,Commonness and rarity: theory and application of a new model to Mediterranean montane grasslands. Conservation Ecology, 3(1): 5.

Richards L.A., 1954, Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. United States Salinity Laboratory Staff. Agricultural Handbook No 60. *United States Department of Agriculture*, 160p.

Richardson, D.M., Pyšek, P., Rejmánek, M., Barbour, M.G., Panetta, D.F. & West, C.J., 2000b, Naturalization and invasion of alien plants – concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, 6,93– 107.

Rieu M. et Chevery C., 1976, Mise au point bibliographique sur quelques recherches récentes en matière de sols salés. Cah. O.R.S.T.O.M. Série. Pédologie. XIV. N°1, 1976. pp : 39-61.

Rivas-Martínez S., 1987,Memoria del mapa de series de vegetación de España. ICONA, Madrid.

Rivas-Matínez S., Díaz T.E., Fernández-González F., Izco J., Loidi X., Lousã M. & Penas A., 2002, Vascular plant communities of Spain and Portugal: addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. Itin. Geobot., 15, 922 p.

Robertson M.M., 2006, Emerging ecosystem service markets: trends in a decade of entrepreneurial wetland banking. Frontiers in ecology and the environment, 4: 297-302.

Rodrigues A. S. L., Lamoreux J. F., Hoffmann M., Brooks T. M., 2006,The value of the IUCN Red List for conservation.*Trendsin ecology & evolution*, Vol. 21: 71-76.

Rosenmund H., Reichstein T., 1943,Zur kenntnis der Aristolochiasaure. *Pharm Acta Helv*, 18:243–261.

Routley B., Mavraganis K., EckertC. G., 1999, Effect of population size on the mating system of a self-compatible, au-togamous plant, *AquilegiaCanadensis* (*Ranunculaceae*). Heredity, 82:518–528.

Rubio F., Gassmann W., Schroeder J. L. 1995, Sodium-driven potassium uptake by the plant potassium transporter HKT1 and mutations conferring salt tolerance. Science, 270: 1660–1663.

Rulik B., Wanke S., Nuss M., Neinhuis C., 2008,Pollination of *Aristolochia pallida* Willd. (*Aristolochiaceae*) *in the Mediterranean. Flora*, 203: 175– 184.

Rybalko-Rosen H., Couture A., Grandclaudon P., 2005,approches synthetiques alternatives et complementaires vers les aristolactames, scientific study & research, Vol. 6(1):6-23.

Rydin H., Diekmann M., Hallingbäck T., 1997, Biological Characteristics, Habitat Associations, and Distribution of Macrofungi in Sweden, Vol. 11 : 628-640.

Sabaht Z., Khan A. A., 2004, Effect of light, salinity, and temperature on seed germination of *Limoniumstocksii*. *In Canadian Journal of Botany*, 82(2):151.

Saeidnejad A.H., Kafi M., Pessarakli M., 2012, Evaluation of cardinal temperatures and germination responses of four ecotypes of *Bunium persicumunder* different thermal conditions. International Journal of Agriculture and Crop Science, 4(17): 1266–1271

Saidi B., Latreche A., Dif M.M., Hakmi Z., 2014, Impacts of fires on Tessala mountain dynamic vegetation from 2002 to 2012. *Global Journal of Biodiversity Science and Management,* 4(3): 13-16.

Saidi B, Latrech A, Mehdadi Z, Hakemi Z, Dadache M, Amar B., 2015. Floristic, Ethnobotanical and Phytotherapy Studies of Medicinal Plants Spontaneous in the Area of Tessala Mounts, Western Algeria. *Adv. in Nat. Appl. Sci.,* 3(5) : 1-16.

Saidi B., Latrech A., Mehdadi Z., Hakemi Z., Amar B., 2016, Dynamique post-perturbation (post-incendie ou post-surpâturage) des communautés végétales des monts de Tessala, Algérie occidentale. *ecologia mediterranea.,* Vol. 42 (2). P 41-49.

Sakai S., 2002, *Aristolochia* spp. (*Aristolochiaceae*) pollinated by flies breeding on decomposing flowers in Panala. American Journal of Botany, 89: 527-534.

Salhi S., Fadli M. et Zidane L., 2010. Etudes floristique et ethnobotanique des plantesmédicinales de la ville de Kénitra, Maroc, Lazaroa. 133–46

Schemske D.W., Husband B.C., Ruckelshaus M.H., Goodwillie C., Parker I.M.,Bishop J.G., 1994,Evaluating approaches to the conservation of rareand endangered plants. Ecology, 75: 584-606.

Seltzer P. 1946. Le climat de l'Algérie. Univ., Alger. 219 p.

Sih A., Baltus M. S., 1987, Patch Size, Pollinator Behavior, and Pollinator Limitation in Catnip, *Ecological Society of America*, Vol. 68: 1679-1690.

Slatkin M., 1987, Gene flow and the geographic structure of natural populations, *Science,* Vol.236.

Soltner D., 2007, Les bases de la production végétale - Tome II**,** Le climat : climatologie-pédologie-conservation des sols, phytotechnie générale, Sciences et techniques agricoles, 9^{me} édition, France, 328 pages**.**

Soulé M. E., 1985, What Is Conservation Biology?*BioScience.*The Biological Diversity Crisis., Vol. 35: 727-734.

Soulé M. E., 1986,Conservation biology. The science of scarcity and diversity. Sinauer Associates, Inc., Sunderland (Mass.). 584 p.

SouléM. E., 1987,Viable populations for conservation. Cambridge University Press. 189 pages.

Spichiger R-E. , Savolainem V., Figeat M., Jeanmonod D., 2004, Botanique systématique des plantes à fleurs. Une approche phylogénétique nouvelle desangiospermes des régions tempérées et tropicales. Pesses polytechniques etuniversitaires romandes. 158p.

Srivastava L. M., 2002,Plant Growth and Development: Hormones and Environment.Academic Press, Canada, 772 pages.

Stephenson A. G., 1979, An evolutionary examination of the floral display of *Catalpa speciosa* (*Bignoniaceae*). *Evolution,* 33: 1200-1209.

Stephenson A. G., 1981,Flower and Fruit Abortion: Proximate Causes and Ultimate Functions, *Annual Review of Ecology and Systematics,*Vol. 12:253-279.

Suding K. N., Goldberg D.E., Hartman K. M., 2003, Relationships among species traits: separating levels of response and identifying linkages to abundance, Vol. 84 :1-16.

Tang W., Eisenbrand G., 1992, Chinese drugs of plant origin, Springer-Verlag, Berlin, 21, 145.

Tardieu F., Reymond M., Muller B., Granier C., Simonau T., Sadok W., WelkerC., 2005, "Linking physiological and genetic analyses of the control of leaf growthunder changing environmental conditions", *Australian J. Agric. Res.,* the whole plant.Functional Plant Biology, 30: 239-264.

Tébar F. J., Gil L., Llorens L., 2004, Flowering and fruiting phenology of a xerochamaephytic shrub community from the mountain of Mallorca (Balearic islands, Spain), *in* Plant Ecology, 174(2):295-305.

Thompson J.D., 1999. Population differentiation in Mediterranean plants: insights intocolonization history and the evolution and conservation of endemic species. *Heredity,* 82: 229-36.

Thompson J. D., Debussche M., Affre L., 1999, Ecological and evolutionary aspects of population differentiation in three related Cyclamen species in the western Mediterranean. Bocconea, in press.

Tremblin G. 2000. Comportement auto-écologique de *Halopeplis amplexicaulis*: plante pionnière des sebkhas de l'Ouest algérien. *Sécheresse*, 11(2): 109-116**.**

Trujillo C. G., Sérsic A. N., 2006,Floral biology of *Aristolochia argentina* (*Aristolochiaceae*), Vol. 201, Issue 5, 374-382.

Tutin, T. G., Heywood V. H., Burges N. A., Valentine D. H., Walters S. M., Webb D. A., 1964.*FloraEuropaea*. Vol. 1. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Ungar I.A., 1978a, Halophyte seed germination. *Bot. Rev.,* 44: 233–264.

Valdès B., Rejdali M., El Kadmiri A. A., 2002, Catalogue des plantes vasculaires du nord du Maroc, Incluant des clés d'identification, Vol. 1, seville, Madrid.

Véla E., Benhouhou S., 2007, Evaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le bassin méditerranéen (Afrique du nord). *C.R. Biologies,* 330 : 589-605.

Velasco R., Salaminif., et Bartlets D., 1994. Dehydratation and ABA increase mrna levels and enzyme activity of cytosolic GAPDH in the resurrection plant. Plant mol. Biol., 26: 541-546.

Verlaque R., Médail F., Quézel P., Babinot J. F., 1997,Endémisme végétal et paléogéographie dans le Bassin Méditerranéen, *Geobios*, Vol. 30 : 159-166.

Vincent R., 2006, Recherche et etude de marqueurs moléculaires de la réponse au stress chez l'algue brune Laminaria digitata.thèse de doctorat. Biologie. Université de Rennes1, 237p.

Vogel S., 1978, Pilzmückenblumen als Pilzmimeten. Erster Teil. *Flora,* 167: 329-366.

Wang W.X., Brak T., Vinocur B., Shoseyov O. et Altman A., 2003. Abiotic resistance and chaprones: possible physiological role of SP1, a stable and stabilising protein from Populus. In: Vasil IK (ed), Plant biotechnology 2000 and beyond. Kluwer, Dordrecht: pp. 439-443.

Wanke S., 2007, Evolution of the genus *Aristolochia*: Systematics, Molecular Evolution and Ecology. PhD thesisTU Dresden, Germany (online available).

Wanke S., gonzales F., Neinhuis c., 2006, Systematics of pipevines: combiningmorphological and fast-evolving molecular characters to investigate the relationships within subfamily *Aristolochioideae* (*Aristolochiaceae*). *Inter. J. Plant Sci*., 167: 1215-1227.

Wentao Z., Sheila D. S., Chiwocha R., Trischuk L., Gusta V., 2009, Profile of plant hormones and their metabolites in germinated ungerminated Canola (Brassica napus) seeds imbibed at 8°C in their GA4+7, ABA, or a saline solution. J. Plant Growth Regul., 29: 91-105.

Williams B.G., Hoey D., 1982, An electromagnetic induction technique for reconnaissance surveys of soil salinity hazard. *Austr. J. Soil Res*, 20. pp: 107-118.

Wilson E. O., 1992. A fifty-year plan for biodiversity surveys. *Nature*, 258, 1099-1100.

Wisheu I. C., Rosenzweig M. L., Olsvig-Whittaker L., Shmida A., 2000, What makes nutrient-poor Mediterranean heathlands so rich in plant diversity? Evol. Ecol. Res., 2: 935-955.

Witcombe J.R., Hollington P. A., Howarth C. J.,Reader S., Steel K. A., 2009, Breeding for abiotic stresses for sustainable. Phil. Trans. R. Soc. B., 363: 703-716.

Wright S., 1931, Evolution in mendelian populations. Genetics, 16: 97-159.

Wu T. S., Damu A. G., Su C. R., Kuo P. C., 2004, Terpenoids of *Aristolochia* and their biological activities. *Natural Product Reports,* 21: 594-624.

Xiong L., Schumaker K. S., Zhu J-K., 2002, Cell Signaling during Cold, Drought, and Salt Stress, *The Plant Cell*, 165–183.

Yamani A., Elachouri M., 2013, Thème 5 - Valorisation des plantes spontanées Toxicite Aigue Et Chronique De L'extrait Aqueux *Aristolochiabaetica* Chez Les Rongeurs. Laboratoire de Physiologie et Ethnopharmacologie Université Mohammed Ier, Oujda, Maroc.

Yang Q.H., Ye W.H., Yin X.J., 2007, Dormancy and germination of *Areca triandra* seeds. Scientia Horticulturae 113: 107–111.

Young, J.A., Evans R. A., 1986, Germination of white horehound (*Marrubium vulgare*) seeds. Weed Science, 34: 266-270.

Zeng Y.J., Wang Y. R, Baskin C. C., Baskin J. M., 2014, Testing seed germination responses towater and salinity stresses to gain insight on suitable microhabitats for restoration of cold desert shrubs.J. Arid. Environ., 100-101 : 89-92.

Zeraïa L., 1983, Protection de la flore. Liste et localisation des espèces assez rares, rares et rarissimes. Station Centrale de Recherche en Ecologie Forestière, Algérie.

Zid E., 1982, Relations hydriques dans la feuille de *Citrus aurantium* : effets de l'âge et de la salinité. *Rev. FAC. Sc*. Tunis, **2:** 195-205.

Zohary D.,1971, Origin of southwest asiatic cereals: wheats, barley, oats and rye.*In*: Plant Life of South-West Asia. Edited by P. H. Davis et al. Bot. Soc. Edinburgh, pp. 235–263.

BIBLIONET

Web master 1: http://www.Mobot.Org/mobot/research/apwed orders/piperalesweb2.htm.Map: from Poncy 1978: Fl. N. Am. III 1997: Trop. Afr. Fl. Pl. Ecol. Distr. 1. 2003: de Groot **et al.**2006-S. America. Australia's Virtual Herbarium xii.2012 (consulté le 14-03-2017) ;

Web master 2: http://www.plantes-ornementales.com/a-baetica.html (consulté le 14-03-2017);

Web master 3: https://en.wikipedia.org/wiki/Aristolochia_baetica(consulté le 14-03-2017);

Webmaster 4: https://www.onsseeds.com/aristolochia_baetica (consulté le 14-03-2017).

Annexes

Annexe I

Analyse de la variance du nombre moyen de fleurs formées sur les 03 années d'observation

ANOVA à 1 facteur :

	Sommes des carrés	ddl	Moyennes des carrés	F	Signification
Inter-groupes	**SCE_a=**6,333	**P-1=**2	**CM_a=**3,167	,012	,988
Intra-groupes	**SCE_r=**5469,500	**N-P=**21	**CM_r=**260,452		
Total	**SCE_t=**5475,833	**N-1=**23			

SCE_a : somme des carrées des écarts factoriels ; **SCE_r** : somme des carrées des écarts résiduels ; **SCE_t** : somme des carrées des écarts totaux ; **ddl** : degré de liberté ; **P** : nombre des facteurs ; **N** : effectif total ; **CM_a** : carré moyen factoriel ; **CM_r** : carré moyen résiduel ; **F** : variable de FisherSnedecor.

P > 0.05 (différence non significative entre les nombres moyens de fleurs formées sur les trois années d'observation).

Annexe II

Analyse de la variance du nombre moyen de fruits formés sur les 03 années d'observation

ANOVA à 1 facteur :

	Sommes des carrés	ddl	Moyennes des carrés	F	Signification
Inter-groupes	93,000	2	46,500	1,048	,368
Intra-groupes	931,625	21	44,363		
Total	1024,625	23			

P > 0.05 (différence non significative entre les nombres moyens de fruits formés sur les trois années d'observation).

Annexe III

Analyse de la variance du nombre moyen de fleurs avortées sur les 03 années d'observation

ANOVA à 1 facteur :

	Sommes des carrés	ddl	Moyennes des carrés	F	Signification
Inter-groupes	52,333	2	26,167	,182	,835
Intra-groupes	3024,625	21	144,030		
Total	3076,958	23			

P > 0.05 (différence non significative entre les nombres moyens de fleurs avortées sur les trois années d'observation).

Annexe IV

Analyse de la variance du nombre moyen de fleurs formées sur les 08 stations

ANOVA à 1 facteur :

	Sommes des carrés	ddl	Moyennes des carrés	F	Signification
Inter-groupes	4935,167	7	705,024	20,864	,000
Intra-groupes	540,667	16	33,792		
Total	5475,833	23			

P < 0.05 (différence significative entre les nombres moyens de fleurs formées sur les 8 stations)

Annexe V

Analyse de la variance du nombre moyen de fruits formés sur les 08 stations

ANOVA à 1 facteur :

	Sommes des carrés	ddl	Moyennes des carrés	F	Signification
Inter-groupes	489,292	7	69,899	2,089	,105
Intra-groupes	535,333	16	33,458		
Total	1024,625	23			

P > 0.05 (différences non significatives entre les nombres moyens de fruits formés sur les 8 stations).

Annexe VI

Analyse de la variance du nombre moyen de fleurs avortées sur les 08 stations

ANOVA à 1 facteur :

	Sommes des carrés	ddl	Moyennes des carrés	F	Signification
Inter-groupes	2362,292	7	337,470	7,555	,000
Intra-groupes	714,667	16	44,667		
Total	3076,958	23			

P < 0.05 (différence significative entre les nombres moyens de fleurs avortées sur les 8 stations)

Annexe VII

Analyse de la variance de la germination des graines soumises aux différents prétraitements

1. Capacités de germination moyennes

ANOVA à 1 facteur :

	Sommes des carrés	ddl	Moyennes des carrés	F	Signification
Inter-groupes	6422,222	11	583,838	16,168	0,000
Intra-groupes	866,667	24	36,111		
Total	7288,889	35			

Test de Tukey :

Groupes homogènes des capacités de germination des graines soumises aux différents prétraitements

	prétraitement	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05				
			1	2	3	4	5
TukeyHSD[a]	témoin	3	,0000				
	Scarification mécanique	3	,0000				
	scarification chimique	3	,0000				
	Trempage à l'eau bouillante	3	,0000				
	H2O/24h	3	10,0000	10,0000			
	AG3/125/48h	3	16,6667	16,6667	16,6667		
	AG3/200/24h	3	16,6667	16,6667	16,6667		
	KNO3	3	16,6667	16,6667	16,6667		
	H2O/48h	3		23,3333	23,3333	23,3333	
	AG/200/48h	3			33,3333	33,3333	
	Stratification/froid	3			33,3333	33,3333	
	AG3/125/24h	3				36,6667	
	Sig.		0,078	0,276	0,078	0,276	

P < 0.05 (différence significative entre les capacités de germination moyennes des graines soumises aux différents prétraitements).

2. Coefficients de vélocité moyens

ANOVA à 1 facteur :

	Sommes des carrés	ddl	Moyennes des carrés	F	Signification
Inter-groupes	44,397	11	4,036	25,410	0,000
Intra-groupes	3,812	24	0,159		
Total	48,209	35			

Test de Tukey :

Groupes homogènes des coefficients de vélocité des graines soumises aux différents prétraitements

	prétraitement	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05				
			1	2	3	4	5
TukeyHSD[a]	témoin	3	,0000				
	Scarification mécanique	3	,0000				
	scarification chimique	3	,0000				
	AG 125/24h	3	,0000				
	KNO3	3		1,4367			
	H2O/48h	3		1,6900			
	AG125/48h	3		1,7100			
	H2O/24h	3		1,7667			
	AG200/24h	3		2,0233			
	AG200/48h	3		2,4600	2,4600		
	AG125/24h	3		2,5367	2,5367		
	Stratification/froid	3			3,3600		
	Sig.		1,000	,080	,255		

P < 0.05 (différence significative entre les coefficients de vélocité moyens des graines soumises aux différents prétraitements).

1. Temps de latence

ANOVA à 1 facteur :

	Sommes des carrés	ddl	Moyennes des carrés	F	Signification
Inter-groupes	12967,667	11	1178,879	167,085	0,000
Intra-groupes	169,333	24	7,056		
Total	13137,000	35			

Test de Tukey :

Groupes homogènes de temps de latence des graines soumises aux différents prétraitements

	prétraitement	N	Sous-ensemble pour alpha = 0.05				
			1	2	3	4	5
TukeyHSD[a]	témoin	3	,00				
	scarif. mécan	3	,00				
	scartif. chim	3	,00				
	eau bouillante	3	,00				
	AG125ppm/24h	3		20,00			
	AG200ppm/24h	3		25,00			
	AG200ppm/48h	3		25,00			
	Froid	3		27,00			
	H2O 48h	3			35,00		
	H2O 24h	3			40,67		
	AG125ppm/48h	3			41,00		
	KNO3	3				60,33	
	Sig.		1,000	,109	,255	1,000	

P < 0.05 (différence significative entre le temps de latence moyen des graines soumises aux différents prétraitements).

Annexe VIII

Analyse de la variance de la germination aux différentes températures

1. Capacité de germination :

ANOVA à 1 facteur :

	Sommes des carrés	ddl	Moyennes des carrés	F	Signification
Inter-groupes	16,66	1	16.667	0,091	0,778
Intra-groupes	733,333	4	183,333		
Total	750,000	5			

P > 0.05 (différence non significative entre les capacités de germination aux différentes températures).

2. Coefficient de vélocité :

ANOVA à 1 facteur :

	Sommes des carrés	ddl	Moyennes des carrés	F	Signification
Inter-groupes	0,282	1	0,282	2,061	0,224
Intra-groupes	0,547	4	0,137		
Total	0,828	5			

P > 0.05 (différence non significative entre les Coefficient de vélocité de germination aux différentes températures).

Annexe IX

Analyse de la variance de la germination sous stress hydrique :

1. Capacité de germination :

	Sommes des carrés	ddl	Moyennes des carrés	F	Signification
Inter-groupes	2022,222	2	1011,111	9,100	0,015
Intra-groupes	666,667	6	111,111		
Total	2688,889	8			

Test de Tukey :				
	potentiel hydrique	**N**	**Sous-ensemble pour alpha = 0.05**	
			1	**2**
TukeyHSD[a]	20g/l	3	20,0000	
	10g/l	3	40,0000	40,0000
	témoin	3		56,6667
	Sig.		,128	,209

P < 0.05 (différence significative entre les capacités de germination sous stress hydrique)

2. Coefficient de vélocité :

	Sommes des carrés	ddl	Moyennes des carrés	F	Signification
Inter-groupes	0,329	2	0,164	2,596	0,154
Intra-groupes	0,380	6	0,083		
Total	0,709	8			

Test de Tukey :			
	potentiel hydrique	**N**	**Sous-ensemble pour alpha = 0.05**
			1
TukeyHSD[a]	témoin	3	3,8667
	10g/l	3	4,0667
	20g/l	3	4,3333
	Sig.		,137

P > 0.05 (différence non significative entre les Coefficient de vélocitéde la germinationsous stress hydrique).

Articles publiés

BIODIVERSITAS
Volume 19, Number 5, September 2018
Pages: xxxx

ISSN: 1412-033X
E-ISSN: 2085-4722
DOI: 10.13057/biodiv/d190506

Short Communication: Habitat characterization of *Aristolochia baetica* L. in Tessala Mount, Western Algeria

HAKEMI ZAHRA, MEHDADI ZOHEIR, LATRECHE ALI, CHERIFI KOUIDER, AISSET AMEL
Laboratory of Plant Biodiversity: Conservation and Valorization, Faculty of Natural and Life Sciences, University of Djillali Liabes. Sidi Bel Abbes 22000, Algeria. ♥email: zahra.hakmi.biologie@gmail.com

Manuscript received: 7 May 2018. Revision accepted: 8 August 2018.

Abstract. *Zahra H, Zoheir M, Ali L, Kouider C, Amel A. 2018. Short Communication: Habitat characterization of* Aristolochia baetica *L. in Tessala Mount, Western Algeria. Biodiversitas 19: xxxx.* The aim of the current investigation was to study the characterization of the habitat of *Aristolochia baetica* L., an Ibero-Mauretanian species, present in Tessala Mount (West of Algeria). Twenty-four phytoecological surveys were realized on eight stations (St1-St8) in which the species is present. The floristic inventory allowed us to identify 68 species which are part of the floristic of *A. Baetica*, distributed in 31 botanical families; 6 biological and 19 biogeographical types. The assessment of edaphic and plant data using correspondence factor analysis (CFA) and hierarchical ascending classification (HAC) showed that *A. baetica* is a member of plant training of scrublands and grows especially in stations at low heights with a high rate of limestone.

Keywords: *Aristolochia baetica*, habitat, Ibero-Mauretanian, Tessala Mount

INTRODUCTION

The Mediterranean region forms a climatic and biogeographical entity enriched with floral elements and very contrasted climates (Gamisans 1991; Quézel 1995). This area is characterized by an exceptional biodiversity too (Cowling et al. 1996) and a raised richness of rare vegetation, mainly concentrated in large plant families (Dominguez Lozano and Schwartz 2005). The reason for what this region was classified as one of the five regions of the world where the environmental issues are the most important (Ramade 1993; Beaulieu et al. 2005) insofar where flora is suffering from strong anthropogenic pressures. The human influence on the Mediterranean vegetation is antique (Pons and Quézel 1985), which result in fragmentation of habitat, disappearance of species and populations (Grenon and Batisse 1989; Ramade 1990; Heywood 1995).

Algeria has an important richness of Mediterranean flora and fauna. Basing on Quézel and Santa's flora (1962; 1963), Zeraia (1983) count 289 rare species, 647 rare, 675 very rare, 35 extremely rare, where 1611 rare species, which represent approximately more than half of the National Algerian flora.

These rare species were the object of several privileged studies. They have a considerable value in term of preservation too, either for patrimonial reasons, or for their great risk of extinction (Pimm et al. 1988; Gaston 1994). In this context, we select *Aristolochia baetica* L. among the endemic species in Algeria (Maire 1961*)*. This species is rather common one according to Quézel and Santa (1962, 1963). *A. baetica* is known by the vernacular name *Bereztem* (Bellakhdar 1997; Bammi and Douira 2004), and belonging to the Aristolochiaceae family (Heywood 1995). *A. baetica* L. is a climbing plant, perennial, characterized by persistent foliage and a long period of flowering extending from winter until spring (Berjano et al. 2011). *A. baetica* was used in phytotherapy in the whole world as anti-poison and a childbirth facilitator by stimulating uterine contractions (Bellakhdar 1997). The roots were used in case of bites of snakes and scorpion stings as antidotes. Furthermore, it was used to treat malaria, abdominal pains as anti-helminths and anti-worm causing their expulsion outside (Heinrich et al. 2009). The methanol extract of *A. baetica* is used as insecticide against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) (Jbilou et al. 2006). *A. baetica* is a Mediterranean species represented by a reduced number of localized populations and low numbers (Schemske et al. 1994; Colas 1997), which was found at the level of our study site where this species is seldom found. Those characteristics make this species an appropriate model primarily to study the lines of life history of the species growing in small populations, and to appreciate the issues of preservation of rare species. These two problematics are associated by combining an ecological approach, which is uncommon in most studies concerned by preservation of rare species.

The purpose of the current study consists on characterization of the habitat of *A. baetica* in Tessala Mount (north-west of Algeria), through the description of its edaphic substrate and floristic association.

MATERIALS AND METHODS

Study area

Our study site is located at the level of Tessala Mount, limited by the mounts of Berkèche on the west and on south by the plain of Sidi-Bel-Abbes, Algeria. This area is oriented by the southwest to northeast, characterized by summits with average heights of 600 m; the highest point rises to 1061m of height (Bouzidi et al. 2009; Saidi et al. 2016). The study area is characterized by a Mediterranean climate semi-arid with fresh winter. The annual average pluviometry is 335.16 mm and maximum average temperatures of 26.3°C in August and a minimum of 9.5°C in January (Cherifi et al. 2017) (Figure 1).

Procedures

Vegetation analysis

The various floristic reviews conducted at the level of the study area, allowed to select eight sampling stations (St1-St8) according to the presence of *A. baetica* as shown in Figure 1, where GPS coordinates are represented in Table 1. Aiming to characterize the species habitat, we examined the floristic and edaphic substrate of each station. For the analysis of the vegetation, 24 floristic reviews were performed on all stations, with an average of 3 reviews per station. These floristic reviews constituted qualitative and quantitative inventories of the vegetation using Braun-Blanquet (1951) method. For each surface statement with 25 m² (5m x 5m), were recorded the geographical localization, the height, the exposure, the slope as well as the present species by strata (tree layer - shrub layer - shrubby and herbaceous layer), affected by abundance-dominance coefficients (Coefficient 5: species covering more than 3/4 of the area; Coefficient 4: 3/4 to 1/2 of the area, Coefficient 3: 1/2 to 1/4 of the area; Coefficient 2: abundant species but covering - 1/4 of the area; Coefficient 1: species represented but covering - 1/20 of the area; Coefficient +: Present but not quantifiable species), sociability (1: isolated individuals; 2: individuals in small groups; 3: individuals in vast groups; 4: individuals in small colonies; 5: individuals in vast and dense populations) and their frequency of occurrence (F) (Class I: F= - 20% , very rare species; Class II: 40%>F>20%, rare species; Class III: 60%>F>40%, frequent species; Class IV: 80%>F>60%, abundant species; Class V: F> 80%, Constant species) in the various conducted floristic reviews. The inventoried species were classified according to their taxonomic families too (Quézel and Santa 1962-1963), biological spectrum (Raunkiaer 1934; Ellenberg and Mueller 1968), and biogeographical spectrum (Quézel and Santa 1962-1963; Ozenda 1985; Bonnier 1990).

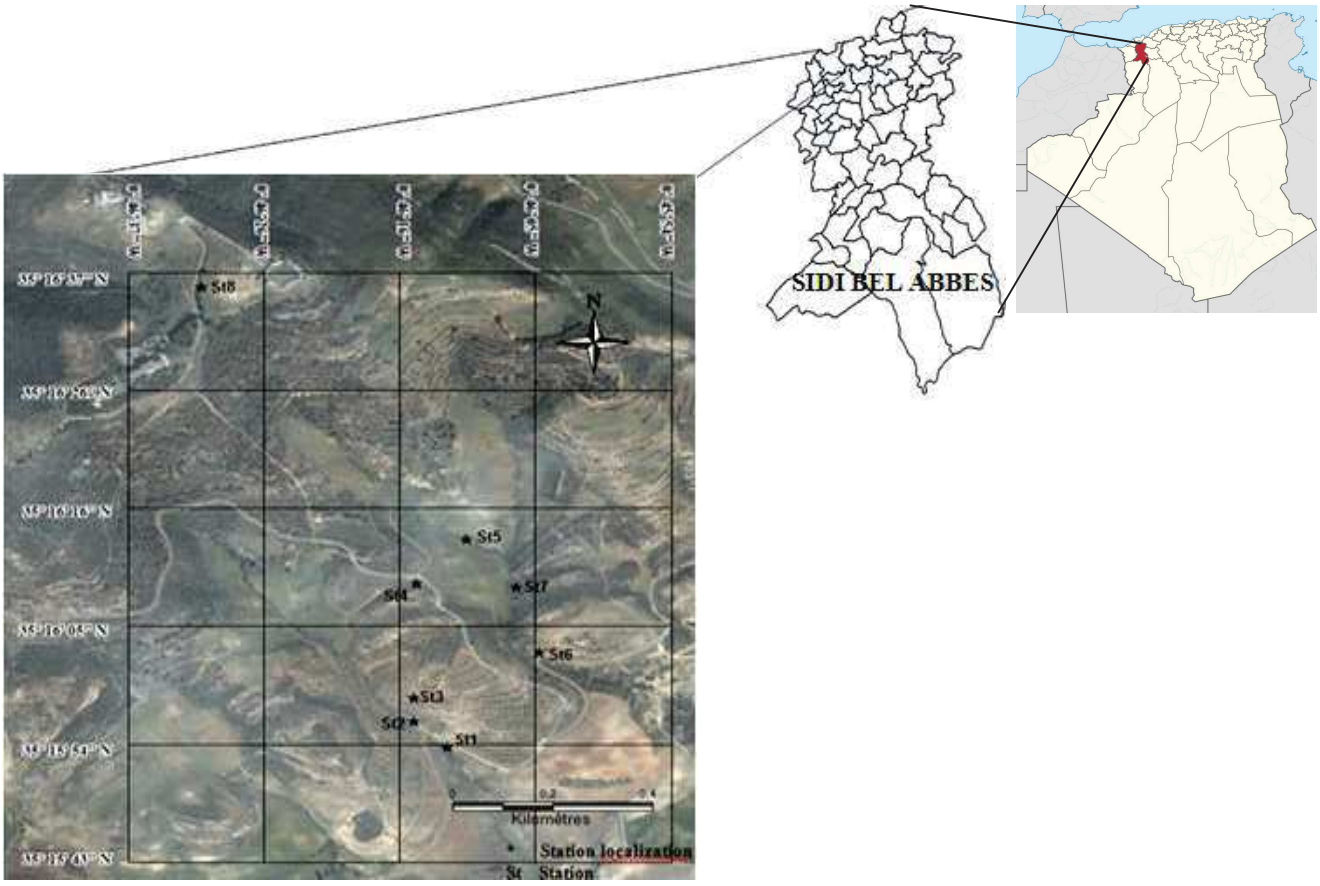


Figure 1. Positioning sampled stations in in Tessala Mount, Western Algeria (prepared by the MapInfo Professional ver. 8.0)

Table 1. Floristic surveys

Stations	**St1**			**St2**			**St3**			**St4**			**St5**			**St6**			**St7**			**St8**			
Exposure	SW			SW			SW			S			SE			SE			SE			NW			
Longitude	- 0°46'12''			- 0°46'15''			- 0°46'15''			- 0°46'15''			- 0°46'10''			- 0°46'04''			- 0°46'06''			- 0°46'31''			
Latitude	35°15'54''			35°15'56''			35°15'59''			35°16'09''			35°16'13''			35°16'02''			35°16'08''			35°16'35''			
Altitude (m)	726			728			771			800			750			747			680			935			
Slope (%)	25			12			25			12			12			10			60			50			
	Floristic surveys																								
	FS1	**FS2**	**FS3**	**FS4**	**FS5**	**FS6**	**FS7**	**FS8**	**FS9**	**FS10**	**FS11**	**FS12**	**FS13**	**FS14**	**FS15**	**FS16**	**FS17**	**FS18**	**FS19**	**FS20**	**FS21**	**FS22**	**FS23**	**FS24**	**F (%)**
Treelayer																									
Ficus carica L.	-	-	-	-	1.2	2.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.33
Nerium oleander L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	4.16
Olea europea L.	-	-	-	1.1	-	1.1	-	-	-	-	-	-	3.3	4.3	4.3	-	-	-	1.2	1.2	1.2	-	-	-	33.30
Pinus halepensis L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	1.2	1.2	-	-	-	12.50
Pistacia terebinthus L.	-	-	-	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	08.33
Quercus coccifera L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.3	4.3	4.3	12.50
Quercus ilex L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.3	3.3	3.3	-	-	-	-	-	-	4.3	3.3	3.3	25.00
Shrublayer																									
Olea europea var. oleaster L.	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	08.33
Shrubby and herbaceous layer																									
Ajuga iva (L) Schreb	-	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	1.2	-	-	-	-	-	-	-	16.70
Allium roseum L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	08.33
Ammi visnaga L.	-	2.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	1.2	-	-	-	-	1.2	-	-	-	-	-	20.80
Ampelodesmos mauritanicus Bir.	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.50
Anacyclus clavatus (Desf.) Pers.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	-	12.50
Anagallis monelli L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	1.1	25.00
Aristolochia baetica L.	3.3	3.3	2.3	3.2	2.3	2.3	1.2	2.2	1.2	1.2	1.2	1.2	3.2	2.2	3.2	2.2	1.2	1.2	1.1	1.1	2.1	2.2	1.2	1.2	100.00
Asparagus acutifolius L.	2.2	2.2	1.2	3.2	3.2	3.2	-	-	-	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	2.2	-	-	-	1.1	1.1	1.1	75.00
Asparagus albus L.	+	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.70
Asphodelus microcarpus Salzm et Viv.	1.1	1.2	1.2	2.2	2.2	1.2	-	1.1	1.1	1.2	2.2	-	1.2	1.2	1.2	-	1.2	1.2	1.1	-	-	1.1	1.1	1.1	79.20
Asteriscus maritimus L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	04.16
Avena sterilis L.	-	-	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.33
Ballota hirsuta Benth	1.1	-	1.2	-	-	-	1.2	-	-	2.2	1.2	-	1.2	-	1.2	-	-	-	1.2	1.2	-	-	-	1.1	41.70
Bellis annua L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.50
Bromus rubens L.	-	-	-	1.1	-	1.1	-	-	-	-	-	-	1.2	1.2	-	1.1	-	1.1	-	-	-	1.1	1.1	-	33.30
Bromus lanceolatus Roth	1.2	1.1	1.2	-	-	-	1.1	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.80
Calendula arvensis L.	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	1.1	50.00
Calycotome spinosa L.	2.3	3.3	3.3	2.2	2.2	2.2	3.3	3.3	3.3	3.2	2.2	2.2	1.2	1.2	1.2	2.3	3.3	2.3	2.2	2.2	1.2	1.1	1.1	1.1	100.00
Carduus pycnocephalus L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-	-	-	-	12.50
Centaurea acaulis L.	-	-	-	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.50
Centaurea pullata L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	-	16.70

Chamaerops humilis L.	3.3	2.3	3.3	2.2	2.2	1.2	3.3	3.3	3.3	2.2	2.2	2.2	2.2	1.2	2.2	3.3	2.3	2.3	4.3	3.3	3.3	1.1	1.1	2.1	100.00
Convolvulus althaeoides L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+.+	-	-	-	1.1	1.1	1.1	-	-	1.1	20.80
Daphne gnidium L.	-	-	-	1.2	2.2	1.2	1.2	-	1.2	2.2	2.1	-	1.1	1.1	1.1	-	-	-	2.2	1.2	-	1.1	1.1	1.1	62.50
Daucus carota L.	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	-	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.80
Eruca vesicaria L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	1.2	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	-	16.70
Evax pygmaea Pers	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	04.16
Foeniculum vulgare Mill.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	08.33
Hedera helix L.	1.1	1.1	1.1	-	-	-	1.1	1.1	1.1	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29.20
Helianthemum appeninum L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-	1.2	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	12.50
Iris xiphium L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	08.33
Lobularia maritima L.	1.1	1.1	-	-	-	-	1.1	1.1	-	1.1	1.1	1.2	-	-	-	1.1	-	1.1	-	-	-	-	-	-	37.50
Malva sylvestris L.	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	-	1.2	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	25.00
Marrubium vulgare L.	-	-	-	1.1	1.1	1.1	-	1.1	1.2	-	-	-	2.2	1.2	1.2	-	-	-	-	-	-	-	1.2	1.2	41.70
Ornithogalum umbellatum L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	1.2	1.2	1.2	-	-	-	-	-	-	16.70
Oxalis corniculata L.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	04.16
Papaver rhoeas L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	1.2	1.2	-	-	-	12.50
Paronychia argentea Lam.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	1.1	1.2	-	-	-	1.1	1.1	-	-	-	1.1	-	-	29.20
Pistacia lentiscus L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-	-	08.33
Plantago albicans L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	-	1.2	-	-	-	08.33
Plantago lagopus L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	12.50
Ranunculus arvensis L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	1.2	-	-	-	12.50
Raphanus raphanistrum L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	16.70
Reseda alba L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	1.2	1.2	-	-	-	1.1	1.1	-	1.1	1.1	1.1	33.30
Rosmarinus officinalis L.	-	1.2	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	08.33
Rumex bucephalophorus L.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	1.1	1.2	1.2	-	-	-	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	29.20
Ruta chalepensis L.	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	1.2	1.2	-	41.70
Ruta montana (Clus.) L.	1.2	1.2	-	1.1	1.1	1.1	-	-	-	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	-	-	-	1.1	-	1.1	1.2	1.2	1.2	66.70
Salvia argentea L.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	08.33
Salvia officinalis L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.50
Scolymus hispanicus L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	-	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.80
Scolymus sp.	-	-	-	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.50
Silene colorata Poiret.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	04.16
Silybum marianum L.	-	1.1	1.1	1.1	1.1	-	1.2	1.2	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	1.1	1.1	-	1.1	50.00
Sisymbrium officinale L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.2	1.2	-	-	-	-	-	-	1.1	-	1.1	-	-	-	20.80
Stipa tenacissima L.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	+	-	-	29.20
Teucrium polium L.	1.2	1.2	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	16.70
Thymus ciliatus Desf.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	16.70
Torilis nodosa L.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	08.33
Trifolium stellatum L.	-	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-	1.1	1.1	-	-	-	-	29.20
Urginea maritima (L.) Baker.	1.2	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	-	1.1	1.2	-	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	-	-	-	-	1.2	1.2	1.2	75.00
Number of species by survey	15	19	17	16	14	14	17	12	12	28	23	18	30	25	23	14	15	14	17	14	12	25	20	18	/
Number of species by station	23			17			19			31			34			17			20			29			/
Total number of species	68																								

Note: St: Station; FS: Floristic surveys; SW: South-West; S: South; SE: South-East; NW: North-West; F: frequency of occurrence

Soil analysis

Concerning soil analysis, three samples were taken from each station of the topsoil to a depth from 10 to 20 cm. Soil samples were then dried in the open air for 15 days. Once dried, we analyzed the following parameters: pH (the principle consists in measuring the electromotive force of an aqueous solution of the soil (water/soil ratio) using a pH meter); organic matter content (the carbon of the organic matter is oxidized by bichromate of potassium in the presence of sulfuric acid. Knowing the amount of bichromate necessary for this oxidation, the percentage of organic carbon and humus in the soil was calculated using this formula: % humus /% COx = 1.724 (Baize 1988);

The texture of soil revealed by its granulometric analysis whose principle is based on the rate of sedimentation of particles separated and dispersed by destruction of their cement (limestone and organic matter). The fractionation of these particles took place via the Robinson pipette, which allows the determination of clay and silt fractions (Baize 1988). These results were reported according to the percentages of clays, silts, and sands in the textural triangle, to determine the texture. The electrical conductivity was measured with a conductimeter as a function of the concentration of electrolytes in a 1/5 aqueous extraction solution (Richards 1954). The cationic and anionic compositions of the soil extract were carried out according to the method described by Jackson (1962). The total limestone ($CaCO_3$) measure that is based on the characterized reaction of carbonate of calcium (CaCO3) with hydrochloric acid (HCl) was carried out with the calcimeter of Bernard (Baize 1988). The active limestone was carried out with a specific reagent (ammonium oxalate), which only attacks a fraction of the total limestone. The extracted calcium was then dosed (Baize 1988). The analytical methods used were those set by Aubert in its manual soil testing (1978).

Data analysis

Plant and soil data were assessed through correspondence factor analysis (CFA), a suitable approach to phytoecological studies, since it allows to treat jointly floristic variables and soil variables (Djebaili 1984; Cherifi et al. 2011; Bouterfas et al. 2013). Moreover, CFA was used to bring out the floristic cortege of *A. baetica*, as well as the characteristics of the substrate on which it evolved. In addition to the CFA, we used the hierarchical ascending classification (HAC) to better individualize the limits between the different groups (Benzécri 1984; Cherifi et al. 2014, 2017). These two techniques indicated the degree of similarity (homogeneity) or disparity (diversity) of the species composition in the different investigated stations (Pearson 1982).

RESULTS AND DISCUSSION

Vegetation analysis

Table 1 summarizes the floristic reviews conducted at the sampling stations. The floristic inventory allowed us to identify 68 species making part of floristic cortege of *A. baetica*. The floristic composition presented in Table 1 revealed a heterogeneous diversity between 17 species (St2 and St6) and 34 species (St5). This heterogeneity reflects the influence of different environmental parameters and even anthropogenic action on the vegetation distribution. The assessment of the frequency of occurrence of the inventoried species on all floristic surveys revealed the presence of very rare species (52.94%), rare (26.47%), common (8.82%), abundant (7.35%), and constants species (4.42%) as illustrated in Figure 2.

Among the common species which are associated with *A. baetica* in most surveys, we have *Calycotome spinosa, Chamaerops humilis*, *Urginea maritima*, *Asparagus acutifolius,* and *Asphodelus microcarpus* that constitutes its floristic cortege.

Families' characterization

The inventoried species belong to 31 botanical families (Figure 3). Asteraceae represent the highest rate in St2 (17.65%); St5 (14.7%); St7 (10%) and St8 (13.79%). Afterward come Lamiaceae in St1 (17.39%); St3 (15.79%); St4 (12.5%), and St6 (16.67%), then Liliaceae in St6 (16.67%), and Poaceae in St1 (13.05%). The other families are poorly represented. Generally, Asteraceae and Lamiaceae represented the most dominant families in the 8 stations, with rates of 15.95% and 13.04% respectively.

Biological spectrum of identified species

Analysis of the biological spectrum of the inventoried species on all stations is represented on Figure 4. Species belonging to the floristic cortege of *A. baetica* were represented mainly by therophytes and hemicryptophytes. The therophytes were represented essentially at St7 with a rate of 35%. The hemicryptophytes dominated in St3 with a maximum of 31.58%. Then come the chamaephytes with a maximum rate of 26.08% in St1. In the fourth position come the geophytes with a maximum rate of 22.22% in St6. The phanerophytes and nanophanérophytes were

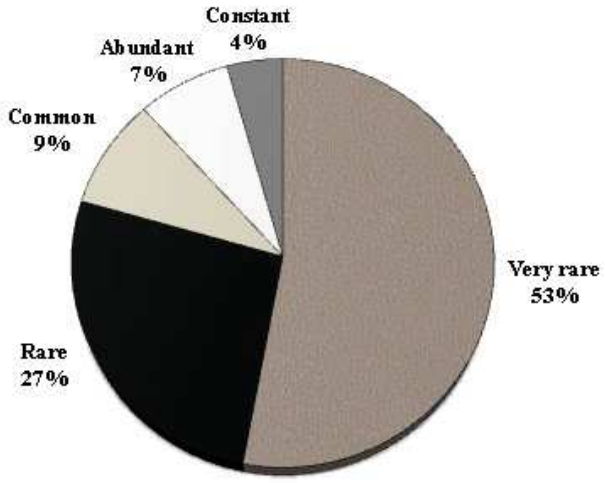


Figure 2. Distribution of species inventoried according to their frequency of occurrence

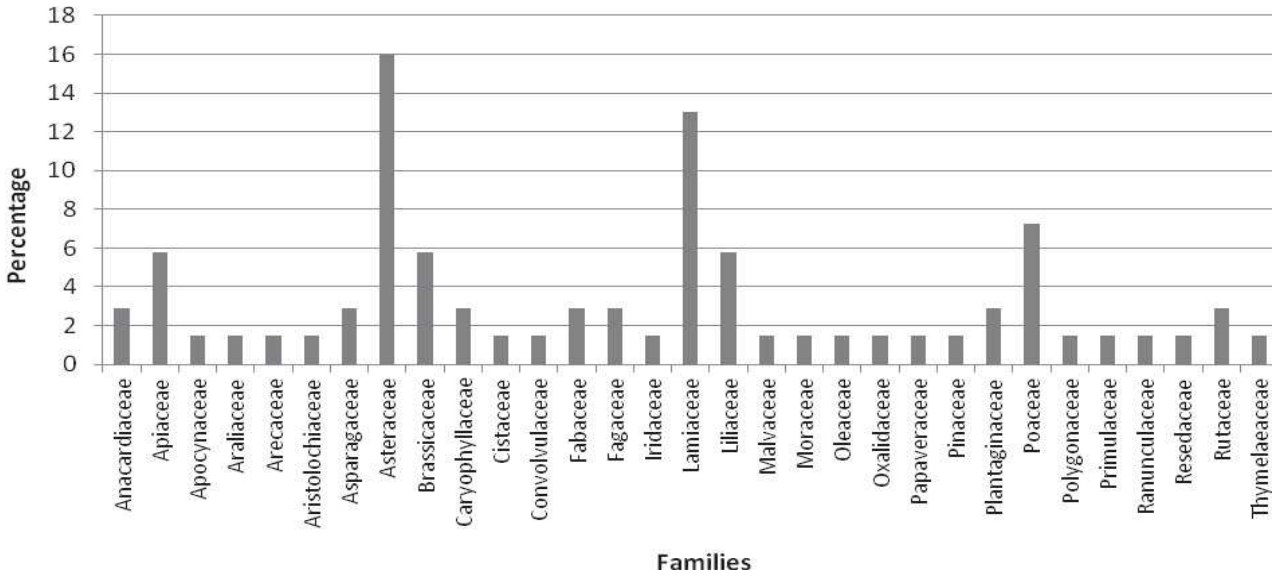
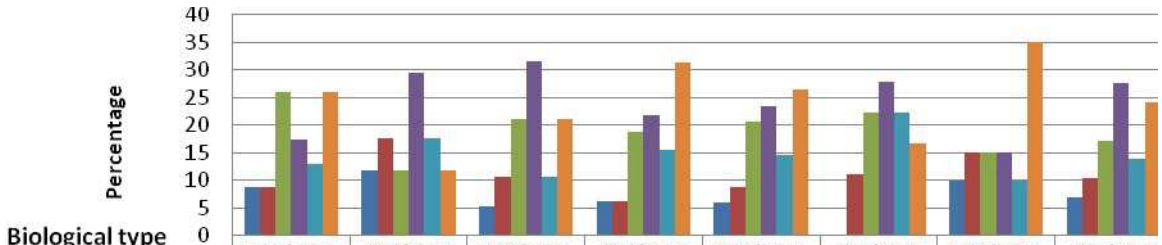


Figure 3. Distribution of the percentage of botanical families



Biological type	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5	Station 6	Station 7	Station 8
Phanerophytes	8,7	11,76	5,26	6,25	5,88	0	10	6,9
Nanophanerophytes	8,7	17,65	10,53	6,25	8,82	11,11	15	10,34
Chaméphytes	26,08	11,76	21,05	18,75	20,59	22,22	15	17,24
Hemicryptophytes	17,4	29,42	31,58	21,87	23,53	27,78	15	27,59
Geophytes	13,04	17,65	10,53	15,63	14,71	22,22	10	13,79
Therophytes	26,08	11,76	21,05	31,25	26,47	16,67	35	24,14

Figure 4. Biological spectrum of species inventoried

poorly represented. The analysis of the biological spectrum of all the inventoried species on the 8 stations indicated the predominance of therophytes (33.34%) and the hemicryptophytes (24.63%). The therophytisation is a result of unfavorable weather conditions, particularly drought and anthropogenic pressure (Benaradj et al., 2015; Mostefai et al. 2015, 216; Saidi et al. 2016; Chalane et al. 2017; Cherif et al. 2017), and edaphic conditions. The abundance of hemicryptophytes is explained by the richness of organic matter and altitude which is the case in our study area (Cherifi et al. 2011, 2014, 2017).

Biogeographical type

Analysis of the biogeographic type showed the dominance of Mediterranean type species which represented almost half of the recorded species (34 species) with a rate of 49.27%, followed by Eurasian type species (7 species with a rate of 10.13%). The other types, despite their low participation, contribute to the diversity and richness of plant genetic potential of the studied area (Figure 5). More than 15 biogeographical types were observed, which indicated a high phytodiversity in the studied area. The dominance of the Mediterranean element was confirmed in Mount of Tessala in some work on the assessment of plant diversity (Cherifi et al. 2011; Bouterfas et al. 2013; Cherifi et al. 2014; Bouzidi et al. 2012; Benchiha et al. 2014) and in several regions of western Algeria as north of Tlemcen (Ghezlaoui et al. 2009; Belhacini and Bouazza 2012; Hachemi et al. 2012).

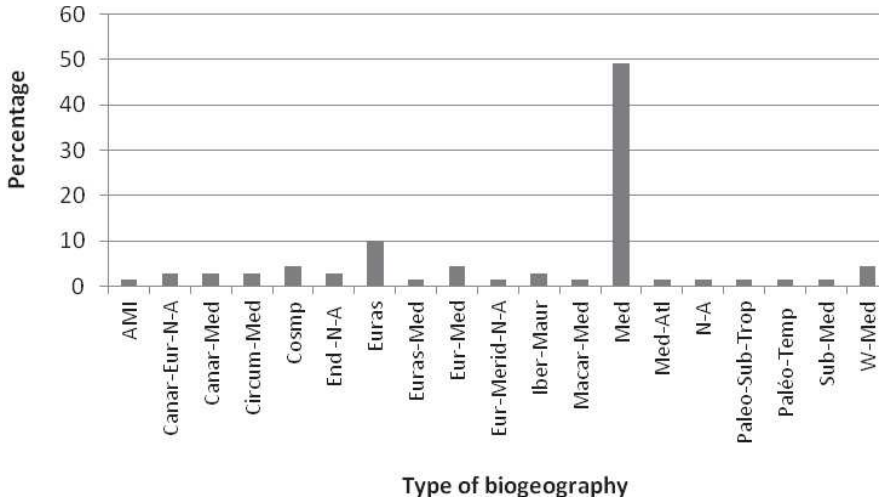


Figure 5. Biogeographical spectrum of species inventoried. AMI: Algéria, Morocco and Iberian-Peninsula; Canar-Eur-N-A: Canarien-Europeen-North-African; Canar-Med: Canarian-Mediterranean; Cosmp: Cosmopolitan; End-N-A: Endemic North African; End-Alg-Tun: Endemic Algeria-Tunisia; Euras: Eurasian; Euras-Med: Eurasian-Mediterranean; Eur-Merid-N-A: Southern Europe-North African; Iber-Maur: Ibero-Mauretanien; Macar-Med: Macaronésien-Mediterranean; Med: Mediterranean; Med-Atl: Atlantic Mediterranean; N-A: North African; Paleo-Sub-Trop: Paléo-Sub-Tropical; Paléo-Temp: paleo-Temperate; Sub-Med: sub-mediterranean; W-Med: West Mediterranean.

Table 2. Soil analysis

Stations	St1	St2	St3	St4	St5	St6	St7	St8
pH	7.37	7.48	7.74	7.87	7.38	7.96	7.72	7.65
OM (%)	4.20	6.20	7.44	7.54	4.40	0.50	6.35	6.65
Sand (%)	40	45	45	40	50	38	43	40
Limon (%)	40	20	30	35	27	30	37	35
Clay (%)	20	35	25	25	23	32	20	25
Al (%)	3.00	1.88	2.38	5.38	2.00	3.75	5.50	2.87
Tl (%)	20.00	17.62	6.00	18.80	5.20	12.00	34.80	6.40
Co (ms/cm)	0.15	0.08	0.09	0.13	0.09	0.14	0.13	0.07

Note: OM: organic matter; Al: Active limestone; Tl: Total limestone; Co: conductivity

Soil analysis

The physicochemical analysis results of soil samples taken from each experimental site are summarized in table 2. We observed that *A. baetica* grew in different textures (silty texture: St1, St4, St7, and St8; sandy clay loam texture: St3 and St5; clay loam texture: St6 and sandy clay texture: St2). The pH, in the majority of samples, varied between 7.96 and 7.37. However, the electrical conductivity was low and did not exceed 0.6 ms/cm, which indicated that our soil was slightly alkaline and unsalted. These two parameters depend on the nature of the vegetation and climatic conditions (Dajoz 1982). Furthermore, pH is related to the quantity of calcium present in the soil and depends on the clay-humus complex too (Arshad & Cohen 1992). The rate of soluble salts in the soil depends on depth, texture, evapotranspiration, and profile moisture (Bendaanoun 1981; Bouterfas 2015). The pH value determines the physical behavior of the soil (structural stability, resistance to crusting, etc.), its chemical behavior (Operating CEC, availability of phosphorus, bioavailability of trace elements and microelements, etc.) and its biological behavior (humification and mineralization of organic matter).

The total limestone rate varied between 5.20% and 34.80% and the active between 1.88% and 2.87%. The presence of limestone gives soil the specific characteristics in terms of physical and chemical behavior, and even affect its biological activity. The calcium content is related to the nature of the rock and explains the scrubland of installation in our study area resulting from the degradation of forest formations (Benabdeli 1983).

The soil, in almost all stations, was rich in organic matter. This organic matter plays an important role in physical, chemical, and biological functioning of soil by improving the cohesion of the structural elements, promoting useful water retention, participating in the reversible storage of nutritional elements, and increasing soil aeration. It should be noticed that the quantity of the organic matter varies according to the diversity and species richness of vegetation cover, climatic conditions, and the nature of the substrate (Duchaufour 2001).

Aristolochia baetica can grow on any soil at an altitude which can range from 0 to 1800 m, in well-watered areas or semi-arid (Maire 1961). This species, observed in woodlands, bushes or rocks (Maire 1961), can be encountered in Africa as in Iberia, and in the southwestern tip of Europe. All these characteristics are fairly extensive and represent a broad spectrum.

According to our results, it appears that *A. baetica* grows on light soils, essentially silty-sandy texture, with a high limestone content that allows us to classify the species as calcicole, rich in organic matter, and slightly alkaline pH.

Relationship between the floristics characteristics and soil parameters

The CFA, performed on all the floristic characteristics and soil parameters of the sampling stations, is shown in Figure 6. In this analysis, plane F1 / F2, that has been retained, provides the most information on the correlations between the studied species, floristic composition, and soil parameters on which it develops. Axis F1 providing the most important statistical information in the CFA, with 30.65% of inertia ratio, shows the existence of three groups: (i) Group 1 (Gr 1): represented by St1, St2, St3, St4, and St6 which dominated *A. baetica* (Ar ba) with its floristic cortege consisting essentially of: *Asparagus acutifolius* (As ac), *Asparagus albus* (As al), *Asphodelus microcarpus* (As mi), *Ballota hirsuta* (Ba hi), *Calycotome spinosa* (Ca sp), C*hamaeros humilis* L. (Ch hu), *Daphne gnidium* (Da gn), *Urginea maritima* (Ur ma). This species group is linked to a type of limestone substrate (Lt). The raised stations are represented by scrubland, in the south, with a highly calcareous soil, which promotes the installation of these stands reflecting a deterioration whose origin is the anthropogenic effect exerted by man and his flock on the one hand and the climate hostility on the other hand (Cherifi et al. 2011, 2014); (ii) Group 2 (Gr 2): represented by the matorals based on a *Quercus ilex* in St5 and St8 dominated with the following species: *Ampelodesmos mauritanicus* (Am ma), *Anagallis collina* (An co), *Olea europea* (Ol eu), *Salvia officinalis* (Sa of), correlated with the altitude factor (Alt), and a substrate rich in organic matter (OM), reflecting a high density of these plant formations; (iii) Group 3 (Gr 3): represented by a forest (St7) based on a *Pinus halepensis* (Pi ha) with domination of the following species: *Ammi visnaga* (Am vi), *Papaver rhoeas* (Pa rh), *Plantago albicans* (Pl al), *Rosmarinus officinalis* (Ro of), correlated with the altitude factor and a substrate rich in organic matter to slightly alkaline pH, and a high calcium levels with a steep slope.

HAC confirmed the three groups of stations identified by CFA (Figure 7). The HAC resulted in the categorization of the sampled stations into three main groups. This classification shows a great heterogeneity in the structuring of our study site, reflecting its diversity, which is essentially due to the different ecological conditions: soil, vegetation type, and stationary parameters.

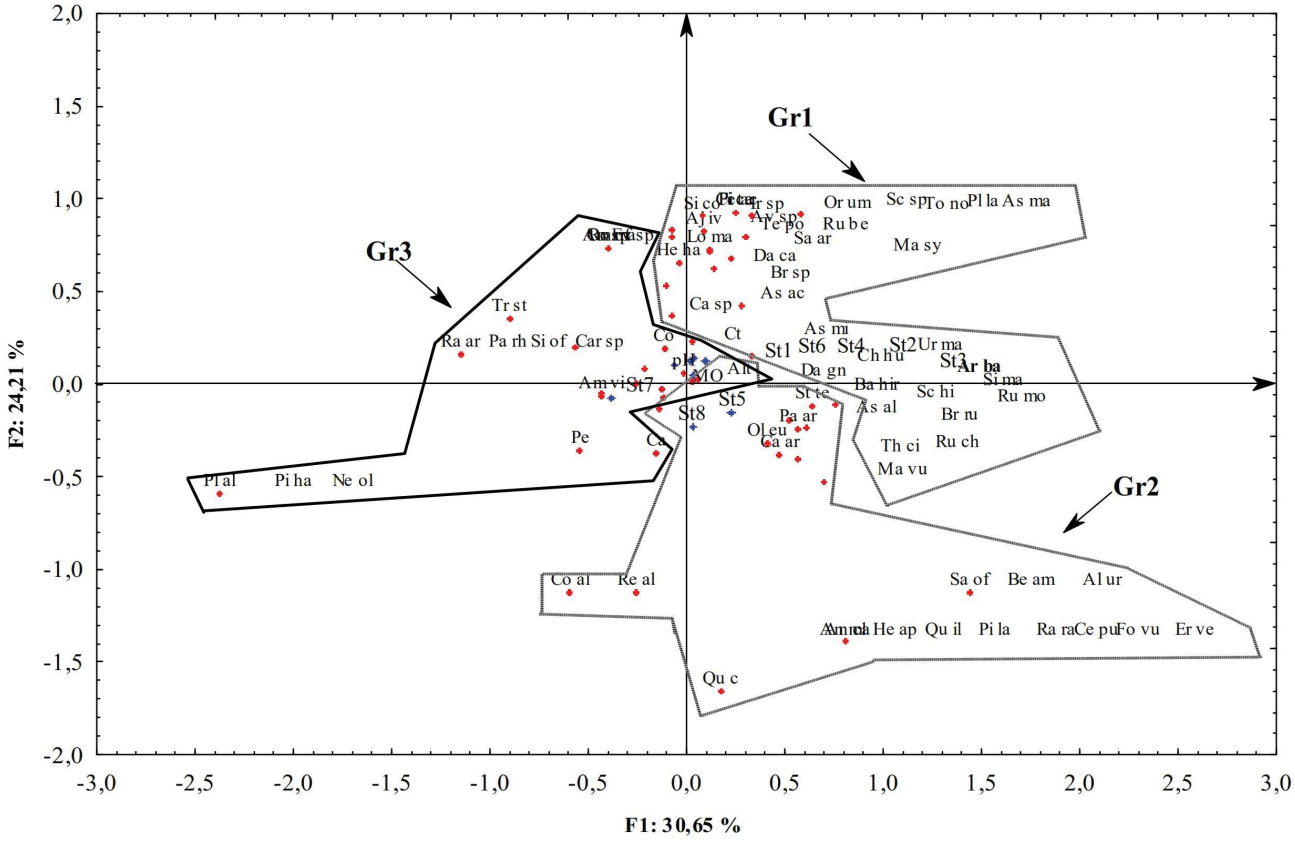


Figure 6. Representation of the correspondence factor analysis

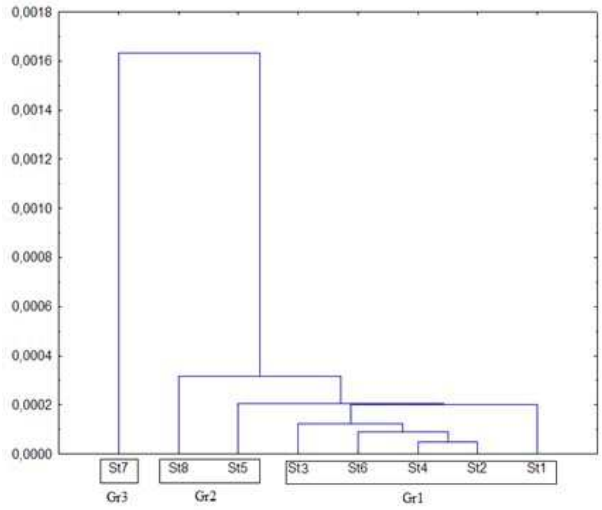


Figure 7. Representation of the hierarchical ascending classification

In conclusion, our findings permitted to characterize *A. baetica* in Tessala Mount (western Algeria) taking into account the physical and chemical factors of the soil at the level of the studied sites and it's floristic. The floristic inventory was represented by 68 species distributed in 31 families with dominance of Asteraceae and Lamiaceae, 6 biological types with dominance of therophytes, and 19 biogeographical types with dominance of Mediterranean element. The floristic data analysis and physicochemical parameters of soil performed through CFA and HAC, revealed that *A. baetica* is associated essentially with the degraded scrubland species, as: *Asphodelus microcarpus*, *Calycotome spinosa, Chamaerops humilis,* and *Urginea maritima*. Regarding edaphic parameters, *A. baetica* grows on calcareous soils, with essentially silty-sandy texture, unsalted with slightly alkaline pH. Some limitations of the study should be noticed. Further investigations are recommended by increasing the number of study stations. For that purpose, we plan for additional sampling in space and time to set other environmental parameters governing the habitat of *A. baetica*.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to thank Prof. Meghit Boumediene Khaled for final revision and corrections of the manuscript.

REFERENCES

Arshad MA, Cohen GM. 1992. Characterization of soil quality: physical and chemical criteria. Amer J Altern Agric 7 (1-2): 25-31.

Aubert G. 1978. Méthodes d'analyses des sols. C.R.D.P, Marseille.

Baize D. 1988. Guide des analyses courantes en pedologie. Inra, Paris.

Bammi J, Douira A. 2004. Contribution à la Connaissance de la Flore Vasculaire de la Forêt de l'Achach, Plateau Central (Maroc). Acta Botanica Malacitana 29: 23-41.

Beaulieu JM, Sotnikova TD, Marion S, Lefkowitz RJ, Gainetdinov RR, Caron MG. 2005. An Akt/beta-arrestin 2/PP2A signaling complex mediates dopaminergic neurotransmission and behavior. Cell 122 (2): 261-273.

Belhacini F, Bouazza M. 2012. The floristic diversity of the Tlemcen southern slope scrublands (Western Algeria). J Life Sci 6 (10) : 1167-1173.

Bellakhdar J. 1997. La pharmacopée marocaine traditionnelle. Médecine arabe ancienne et savoirs populaires. Ibis Press, Paris.

Benabdeli K. 1983. Mise en point d'une méthodologie d'appréciation de l'action anthropozoogène sur la végétation de la région de Télagh (Algérie). [Thèse de doctorat 3ème cycle]. Université d'Aix-Marseille, France.

Benaradj A, Bouazza M, Boucherit H. 2015. Phytodiversity the groupe to *Pistacia atlantica* Desf. In the Saharan Atlas (Bechar-Algeria). Energy Procedia 74: 258-264.

Benchiha W, Mahroug S, Bennaoum Z, Bouterfas K. 2014. Characterization of habitat of *Rhamnus alaternus* L. at the Jebel Tessala (North-Western Algeria). J Chem Chem Eng 8: 1036-1048.

Bendaanoun M. 1981. Etude synécologique et syndynamique de la végétation halophile et hygrophile de l'estuaire du Bou Regreg (littoral atlantique du Maroc). Application et perspectives d'aménagement. [Thèse Doc. Ing.]. Univ. Aix-Marseille III, Marseille.

Benzécri JP. 1984. L'analyse des données. L'analyse des correspondances, Dunod, Paris.

Berjano R, Arista M, Ortiz PL, Talavera S. 2011. Persistently low fruiting success in the Mediterranean pipevine *Aristolochia baetica* (Aristolochiaceae): a multi-year study. Plant Biol 13: 109-117.

Bonnier G. 1990. La grande flore en couleur. Édition Belin, tomes 1-2-3-4, Paris, France, 1401p.

Bouazza M, Benabadji N, Loisel R, Metge G. 2004. Évolution de la végétation steppique dans le sud-ouest de l'Oranie (Algérie). Ecologia Meditarranea 30: 219-231.

Bouterfas K, Mehdadi Z, Latreche A, Cherifi K. 2013. Autoécologie du Marrube blanc (*Marrubium vulgare* L.) et caractérisation de la biodiversité végétale dans le Djebel de Tessala (Algérie nord-occidentale). Ecologia Mediterranea 39 (2): 39-57.

Bouterfas K. 2015. Étude écobiochimique et activités biologiques des composés phénoliques de *Marrubium vulgare* L. These de doctorat. Université de Sidi Bel Abbes, Algérie.

Bouzidi MA, Latreche A, Attaoui I, Benabderrahmane M, Mehdadi Z, Benyahia M. 2012. Antibacterial effect of the essential oils extracted from *Ruta chalepensis* L. and *Ruta montana* (L.) L. J Life Sci 6 (8): 898-902.

Bouzidi MA, Latreche A, Attaoui I, Mehdadi Z, Benyahya M. 2009. Caractérisation des matorrals et des garrigues à *Urginea pancration* Phil. dans le Djebel Tessala (Algérie occidentale). Physio-Géo 3: 131-149.

Braun-Blanquet J. 1951. Pflanzensoziologie Grundzuge der vegetations Kunde. Vienne (Autriche): Springer _editions.

Chalane F, Mehdadi Z, Hamdaoui M, Yahiaoui FZ, Arabi Z. 2017. Spatiotemporal evolution of plant diversity and edaphic characteristics in the steppes of alfa (*Stipa tenacissima*) of the region of Saida (western Algeria). J Global Ecol Environ 5 (1): 38-50.

Cherifi K, Mehdadi Z, Elkhiati N, Latreche A, Ramdani M. 2017. Floristic composition of the mountainous massif of Tessala (Algerian West): Biodiversity and regressive dynamics of the forest ecosystem. J Mater Environ sci 8 (9): 3184-3191.

Cherifi K, Mehdadi Z, Latreche A, Bachir Bouiadjara SE. 2011. Impact de l'action anthropozoogène sur l'écosystème forestier du mont de Tessala (Algérie occidentale). Science et changements planétaires/Sécheresse 22 (3):197-206.

Cherifi K, Mehdadi Z, Latreche A, Hazem Z, El Zerey W. 2014. Impact of livestock grazing on the floristic composition: a case study of the mount of Tessala, western Algeria. Intl J Envuron 3 (3): 186-200.

Colas B. 1997. *Centaurea corymbosa*: chronique d'une extinction annoncée. [Thèse Doct.]. Univ. de Tours, France.

Cowling RM, Rundel PW, Lamont BB, Arroyo MK, Arianoutsou M. 1996. Plant diversity in Mediterranean-climate regions. Trends Ecol Evol 11: 362-66.

Dajoz R. 1982. Accurate Ecology. Gauthier Villars, Paris.

Djebaili S. 1984. Steppe algérienne, phytosociologie et écologie. OPU, Alger, Algérie.

Dominguez Lozano F, Schwartz MW. 2005. Patterns of rarity and taxonomic group size in plants. Biol Conserv 126: 146-154.

Duchaufour P. 2001. Introduction à la science du sol: sol, végétation, environnement. 6e édition. Dunod, France.
Ellenberg SS, Mueller P. 1968. Akey of Raunkiaer plant use forms with revised. Ber Geobot Inst ETH Stift Rubel Zurich 37: 56-73.
Gamisans J. 1991. La végétation de la Corse in Compléments au Prodrome de la Flore Corse, Annexe 2. Conservatoire et Jardin botaniques, Genève.
Gaston KJ. 1994. Rarity. Chapman and Hall, London, UK.
Ghezlaoui BE, Benabadji N, Aboura R. 2009. Approche floristique et physionomique des Atriplexaies au nord de Tlemcen (Ouest Algérie). Ecologia Mediterranea 20: 9-41.
Grenon M, Batisse M. 1989. Le Plan bleu, Avenirs du bassin méditerranéen. Economica, Paris.
Hachemi N, Hasnaoui O, Benmehdi I, Medjati N, Bouazza M. 2012. Contribution à l'étude de la thérophytisation des matorrals des versants sud des monts de Tlemcen (Algérie occidentale). Mediterranea. Serie de Estudios Biológicos. Época II, 23: 158-180
Heinrich M, Chan J, Wanke S, Neinhuis C, Simmonds MSJ. 2009. Local uses of *Aristolochia* species and content of nephrotoxic aristolochic Acid 1 and 2 - A global assessment based on bibliographic sources. J Ethnopharmacol 125: 108-144.
Heywood VH. 1995. The Mediterranean flora in the context of world biodiversity. Ecologia Mediterranea 21: 11-18.
Jackson M. 1962. Soil chemical analysis (éd. Constable and Comp). England.
Jbilou R, Ennabili A, Sayah F. 2006. Insecticidal activity of four medicinal plant extracts against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) African J Biotechnol 5 (10): 936-940.
Maire R. 1961. Flore de l'Afrique du Nord. Volume VII., Édit. Le chevalier, Paris.
Mostefai A, Stambouli-Meziane H, Bouazza M. 2015. Therapeutic use of *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiales, Lamiaceae) and description of its medicinal flora cortege in Algeria. Biodiv J 6 (3): 761-766.
Mostefai A, Stambouli-Meziane H. 2016. Groups of *Rosmarinus officinalis* in littoral of Tlemcen region: phytosociological aspects and phytoecological. Biosci Biotechnol Res Asia 13 (3): 1595-1600.
Ozenda P. 1985. Flore du Sahara septentrional et centre. CNRS, Paris, France.
Pearson K. 1982. Histoire et préhistoire de l'analyse des données. Dunond, France.
Pimm SL, Jones HL, Diamond JM. 1988. On the risk of extinction. Amer Natur 132: 757-785.
Pons A, Quézel P. 1985. The history of the flora and vegetation and past and present human disturbance in the Mediterranean region. In: Gomez-Campo C (ed.). Plant conservation in the Mediterranean area. Geobotany 7: 25-43.
Quézel P, Santa S. 1962-1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS, Paris.
Quézel P. 1995. La flore du bassin méditerranéen: origine, mise en place, endémisme. Ecologia Mediterranea 21: 19-39.
Ramade F. 1990. Conservation des écosystèmes méditerranéens, enjeux et perspectives. Programme des Nations Unies pour l'Environnement. Plan d'Action pour la Méditerranée. Les Fascicules du Plan Bleu (3). Economica, Paris.
Ramade F. 1993. Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Science International, France.
Raunkiaer C. 1934. The life forms of plants and statistical plant. Claredon Press, Oxford.
Richards LA. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agric. Handbook 60, USDA, Washington D.C.
Saidi B, Latrèche A, Mehdadi Z, Hakemi Z, Bouker A. 2016. Dynamique post-perturbation (post-incendie ou post-surpâturage) des communautés végétales des monts du Tessala, Algérie occidentale. Ecologia Mediterranea 42 (2): 41-49.
Schemske DW, Husband BC, Ruckelshaus MH, Goodwillie C, Parker IM, Bishop JG. 1994. Evaluating approaches to the conservation of rare and endangered plants. Ecology 75: 584-606.
Zeraïa L. 1983. Protection de la flore. Liste et localisation des espèces assez rares, rares et rarissimes. Station Centrale de Recherche en Ecologie Forestière, Alger, Algérie.

Journal of Stress Physiology & Biochemistry, Vol. 16, No. 1, 2020, pp. 39-49 ISSN 1997-0838
Original Text Copyright © 2020 by Hakemi, Mehdadi, El Mestari and Dellaoui

ORIGINAL ARTICLE

Study of the germinative behaviour of *Aristolochia baetica* L. seeds of Tessala mount (west of Algeria)

Zahra Hakemi, Zoheir Mehdadi, Ouissame El Mestari,

Hadjer Dellaoui

Laboratory of Plant Biodiversity: Conservation and Valorization, Faculty of Natural and Life Sciences, University of Djillali Liabes, Sidi Bel Abbes, 22000, Algeria.

*E-Mail: ***zahra.hakmi.biologie@gmail.com***

Received December 6, 2019

Our work consists to study the germinative behaviour of the seeds of *Aristolochia baetica* L. of Tessala Mount (western Algeria), endemic species of western Algeria, Morocco and the Iberian Peninsula. The germination tests were carried out under controlled conditions, in Petri dishes lined with filter paper. We studied the effect of some physicochemical pretreatments on the improvement of germination capacity of seeds. The effect of temperature, water and salt stress has also been studied. The results show that the seeds of *Aristolochia baetica* are dormant and that only pretreatment with gibberellic acid (GA_3), soaking in distilled water and stratification have been able to remove their inability to germinate. The optimum thermal of germination is between 15 °C and 20 °C. The seeds of *Aristolochia baetica* are very sensitive to water stress, their tolerance level is -0.19 bar beyond which their germination is inhibited. However, they are intolerant to salinity.

Key words: Aristolochia baetica, germination, salt stress, temperature, water stress

Conservation biology is a multidisciplinary and integrated field of research that has developed for the preservation of species and ecosystems (Robertson 2006). On the subject of conservation, it is important to be able to study germination for different reasons (Campo 1995, Herranz *et al.* 2002). It allows to know the germination capacity of the seeds preserved in bank and to evaluate the method of conservation and its adequacy for each species; to determine if the stored seeds have dormancy, what type and how to remove it. For endemic, rare or endangered plants, these studies are important when sufficient seed is available and harvesting in the field does not constitute a threat to the population. Several environmental factors such as temperature, salinity, light and soil moisture affect germination (El-Keblawy and Al Rawai 2006). Among these different germination factors, temperature is the most important factor in plant regulation and development (Koger *et al.* 2004).

Mount of Tessala (western Algeria) is known for its rich flora (Bouzidi 2009, Dif 2014). As a result, this sector has recently been the subject of several ecological and phytosociological studies (Charif 2001, Ferka Zazou 2006, Bouzidi 2009, Chérifi 2009, Bouidjra *et al.* 2011, Bouterfas 2011, Bouzid 2012, Dif 2014, Saidi *et al.* 2015, Chérifi *et al.* 2017), but its potential for genetic resources has only been partially studied and remains to be evaluated.

Among the species that inhabit this mountain, we are interested in *Aristolochia baetica* L., endemic species of western Algeria, Morocco and the Iberian Peninsula (De Groot *et al.* 2006). According to Maire (1961), this species can be found in clear forests, scrub, in well-watered regions or semi-arid regions. *A. baetica* is a perennial liana, produces 2-7 cm capsular fruit that contains 35-45 oval triangular seeds. At maturity, we observe the dehiscence of the capsules, the seeds become free and under the action of the winds fall on the soil. These seeds are rich in nutrients and are likely to attract ants and other animals (Berjano *et al.* 2003). Flowering occurs between October and May (De Groote *et al.* 2006). In 1962, Quezel and Santa considered this species as fairly common in Algeria. At the level of our site of study and according to our personal observations, this species is represented by some populations of low numbers. This can be explained by the harsh climatic conditions, especially the importance of the dry season resulting in a water deficit, the impact of the anthropozoogenic action resulting in the fragmentation of habitats and the disappearance of species and populations but also for lack of data on seed viability of this species.

In this context, the aim of our work is to study the germinative behaviour of *A. baetica* seeds towards temperature, salinity and water stress.

MATERIALS AND METHODS

Biological material

The seeds used were harvested from *A. baetica* plants growing in Tessala Mountain (western Algeria), between June and July 2016, at the station with the following GPS coordinates: N: 0° 46' 12"; W: 35° 15' 54"; Alt. 726 m. The seeds are stored in paper bags under ambient laboratory conditions and protected from moisture for a period of three months for post-maturation before our germination tests. The climate of the study area is semi-arid Mediterranean with cool winter, with an average annual rainfall of 335.16 mm and average temperatures characterized by a maximum of 26.3 °C in August and a minimum of 9.5 °C in January (ONM, 2014 ; Cherifi *et al.* 2017).

Seed preparation

Healthy and intact seeds were selected for germination tests (Figure 1). They were disinfected with 5% sodium hypochlorite (NaClO) for 5 minutes and rinsed abundantly three times with distilled water to remove all traces of chlorine (Nadjafi *et al.* 2009 ; Dadache *et al.* 2015).

Sequence of germination tests

Given the unavailability of seeds (low fruit production due to flower abortion and lack of polinizers), each germination test involved 30 seeds divided into three replicates of 10 each.

The seeds are germinated in a Memmert incubator in sterile glass Petri dishes containing two layers of Wathman filter paper.

Since very little information on the viability of *A.*

baetica seeds is available, we carried out preliminary germination tests, on the untreated seeds on filter paper soaked with distilled water, in ambient temperature (18-20 °C) in the dark and in the presence of daylight (photoperiod = 9h).

These tests have shown that the seeds used are unable to germinate, which has prompted us to use some physicochemical pretreatments, to check if this inability to germinate is integumentary and / or embryonic origin.

Effects of some physicochemical pretreatments on germination

Germination tests were carried out under the same experimental conditions, on seeds that have undergone some known treatments in the removal of integumentary and embryonic dormancy (Heller *et al.* 1990, Mazliak and Laval-Martin 1995, Nadjafi *et al.* 2009, Dadache *et al.* 2015)

To check if the inability to germinate is integumentary origin, the seeds have undergone two techniques of scarification (mechanical and physical) as well as soaking in distilled water for 24 and 48h. Mechanical scarification consists cracking the seed coat envelopes with a scalpel; and chemical scarification is carried out by immersion in pure sulfuric acid (H2SO4, 96 %) for 45 minutes (Mazliak 1982).

To check if our seeds are affected by embryonic dormancy, we soaked them in a solution of Gibberellic Acid (GA3) at 125 ppm and 200 ppm for 24 and 48 hours; soaking for 24 hours in a solution of potassium nitrate "KNO3" (0.2%); soaking in boiling water (75 °C) for 5 minutes and stratification at -20 °C in a freezer for 3 months (Côme 1970, Mazliak 1982).

For tests of the effect of different temperatures and salt and water stress on germination we used seeds pretreated with gibberellic acid (GA3: 125 ppm). It is the pretreatment that gave the best percentage of germination from the preliminary tests.

Search the optimal thermal conditions

Since no information is available for the optimum thermal germination of *A. baetica* seeds, we carried out germination tests in darkness in Memmert incubator at different temperatures: 5, 10, 15, 20, 25, 30 and 35 ° C. For these tests, the filter paper is soaked each time with distilled water to maintain sufficient and permanent moisture for germination.

Effect of salt and water stress on germination

The effect of salt and water stress on the germination behavior of *A. baetica* seeds was tested at the optimal temperature (15 ° C), defined from the above tests.

The germination tests of salt stress were carried out under different salt concentrations prepared with sodium chloride (NaCl): 0, 4, 8, 12, 16 g/l respectively corresponding to the molar concentrations of: 0 mM (control: water distilled); 68.49 mM; 136.89 mM; 205.33 mM; 273.78 mM.

The germination tests of water stress were carried out under different concentrations of Polyethylene Glycol 6000 (PEG 6000): 0, 10, 20, 40, 80, 120 g/l respectively corresponding to water potentials of 0 (control: distilled water), -0.08, -0.19, -0.47, -1.2, -2.45 bar, evaluated by the formula established by Michel and Kaufman (1973).

For all the germination tests carried out, the slit of the integuments and the appearance of the radical represent the germination criterion (Côme 1970, Zeng *et al.* 2014). The count of germinated seeds was done every 24 hours.

Data analysis

The results of the germination tests were expressed by: the germination capacity (GC); the speed of germination (SG) and the latency time (LT) (Côme 1970, Heller *et al.* 1990, Redondo-Gomez 2007, Dadach *et al.* 2015).

The kinetics of germination was illustrated by curves representing the evolution of cumulative germination percentages as a function of time.

Data were analysed using SPSS for windows, version 20. Analysis of variance (ANOVA) was carried out to test effects of the main factors on the germination percentage. Tuckey test was used to estimate least significant range between means at $p < 0.05$.

RESULTS

Effects of some physicochemical pretreatments on germination

Preliminary tests showed that untreated seeds are unable to germinate in daylight or in darkness. However,

it appears the favorable effect of some pretreatments on the lifting of seed dormancy, compared to control seeds which remain unfit to germinate (Table 1). According to the results obtained, the mechanical, chemical scarification and the boiling water soaking have no favorable effect on the dormancy of seeds.

The other pretreatments acted significantly ($p < 0.05$) essentially improving their germination capacities, especially GA3 125 ppm for 48 hours (GC = 36.66%), 200 ppm for 24 hours and cold at -20°C for 1 month (GC = 33.33%). Other pretreatments gave low germination capacity.

The pretreatments used also affected the latency time ($p <0.05$). The longest latency time was observed in seeds treated with KNO3 (60 days); however, the shortest latency time was recorded in seeds treated with GA3:125ppm for 24h (20 days), 200ppm for 48h (25 days) and 27 days for seeds stored at -20 °C for 3 months (Table 1).

Figure 2 describes the evolution of seed germination of *A. baetica* and the first growth stages of the radicle.

Influence of thermal conditions

Seed germination occurred only at temperatures of 15 °C and 20 °C. An absence of germination is noted at the other temperatures tested (0, 5, 10, 25, 30, 35 °C).

The kinetics of seed germination of *A. baetica* at 15 and 20 °C is shown in Figure 3.

For both temperatures, the germination curve is characterized by three phases:

- Latency phase: corresponding to the time necessary for the seeds to begin to germinate.

- Exponential phase: corresponding to a progressive increase in the percentage of germination as a function of time.

- Stationary phase: at this phase, the germination percentage stabilize.

The average germination capacity has a maximum of 56.66 ± 15.55% for the temperature of 15 °C and 53.33 ± 11.54% for the temperature 20 °C. This variability between average germination capacities is confirmed by the Tuckey test ($p <0.05$).

The speed germination is 3.86 ± 0.28% at the temperature of 15 °C, then increases to a maximum of 4.30 ± 0.43% at the temperature of 20 °C, and cancel at 5, 10, 25, 30 and 35 °C.

The latency time is comparable for both temperatures; it varies from 19 days to 20 °C and 20 days at 15 °C.

Effect of water stress on germination

The effect of water stress on the germination, induced by the different concentrations of PEG6000, is represented in Figure 4.



Figure 1. Seeds of *Aristolochia baetica*/. *SF: superior face; EA: elaiosome on the inferior face*

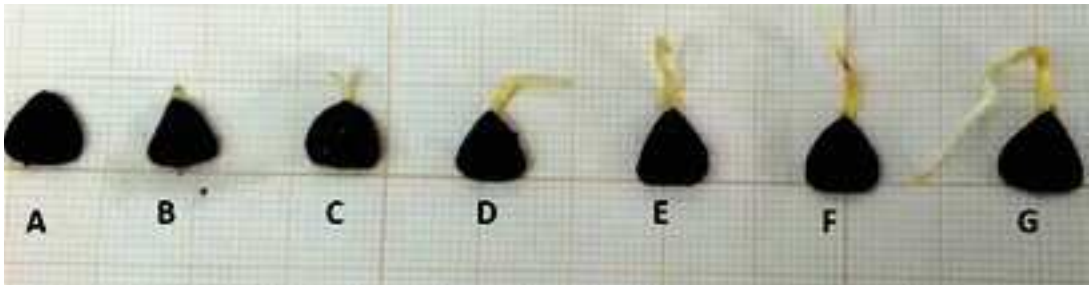


Figure 2. Description of the evolution of seed germination and the first growth stages of *A. baetica* radical. A: imbibition and swelling of the seed; B: appearance of the radicle (germination phase); C, D, E, F, G: elongation of the radicle (growth phase of the radicle).

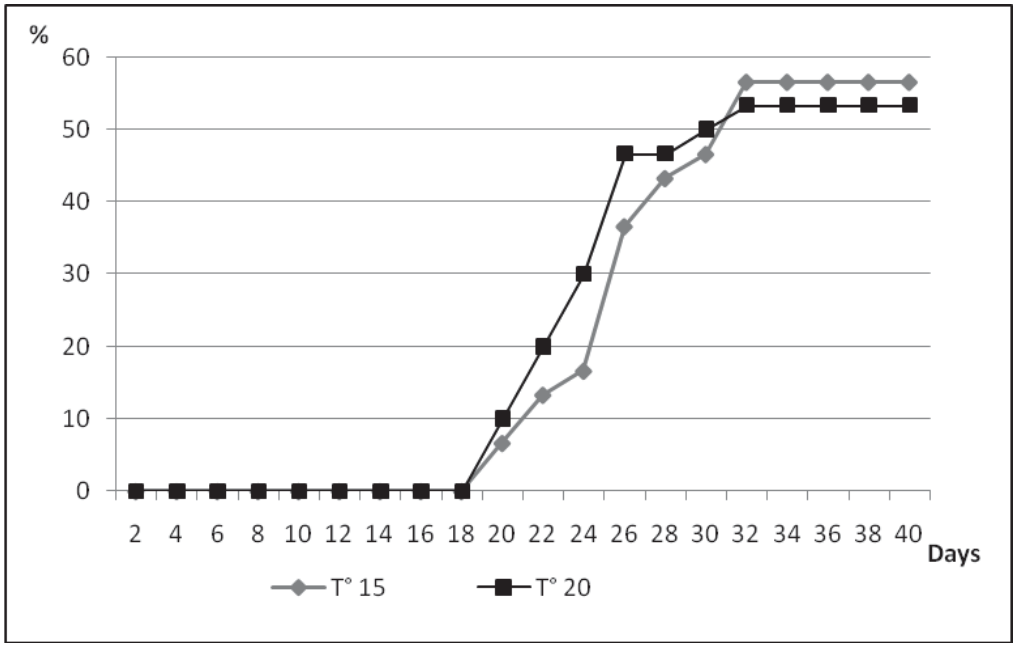


Figure 3. Curves of germination kinetic of *A. baetica* seeds at 15 °C and 20 °C.

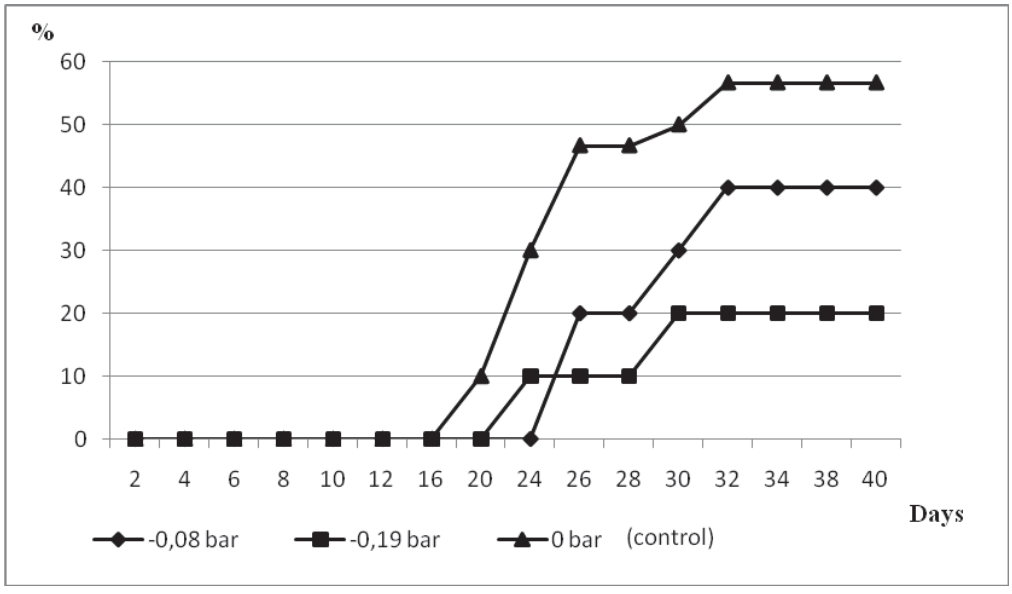


Figure 4. Curves of germination kinetic of *A. baetica* seeds under different water potentials.

Table 1. Effect of different pretreatments on germination parameters of *A. baetica* seeds

Pretreatments employed	Measured parameters		
	GC (%)	GS (%)	LT(days)
Control (without treatment)	0 [a]	0 [a]	0 [a]
Mechanical scarification	0 [a]	0 [a]	0 [a]
Soaking in boiling water (75 °C, 5 minutes)	0 [a]	0 [a]	0 [a]
Chemical scarification by H_2SO_4	0 [a]	0 [a]	0 [a]
Soaking in GA_3: 125 ppm 24h	36.66 ± 11.54 [d]	02.53 ± 00.55 [bc]	20 [b]
Soaking in GA_3: 125 ppm 48h	20.00±0.00 [abcd]	01.71 ± 00.25 [b]	41 [c]
Soaking in GA_3: 200 ppm 24h	23.33±05.77 [abc]	20.02 ± 00.41[b]	25 [b]
Soaking in GA_3: 200 ppm 48h	33.33±11.54 [bcd]	02.46 ± 0.88 [bc]	25 [b]
Soaking in H_2OD 24h	10.00±00.00 [ab]	01.76 ± 00.58 [b]	41 [c]
Soaking in H_2OD 48h	23.33±05.77 [bcd]	01.69 ± 00.46 [b]	35 [c]
Soaking in KNO_3	20.00±00.00 [abc]	01.43 ± 00.15 [b]	60 [d]
Stratification at 5 °C	33.33±04.44 [cd]	03.36 ± 00.02 [C]	27 [b]
Variance analysis test	+	+	+

Values followed by different letters indicate significant differences at the 5% threshold (p <0.05).
CG: germination capacity; GS: germination speed; LT: latency time; H_2SO_4: Sulfuric acid; GA_3: Gibberellic acid; H_2OD: distilled water; KNO_3: potassium nitrate; +: significant difference at the 5% threshold (p <0.05).

Table 2. Variation of the germination capacity (GC), the germination speed (GS) and the latency time (LT) under the effect of different water potentials.

	GC (%)	GS (%)	LT (days)
0 bar (control)	56,66 ± 15,27[b]	3,86 ± 0,28[a]	20[a]
- 0,08 bar	40.00 ± 10.00 [ab]	4,06 ± 0,20[a]	26[b]
-0,19 bar	20.00 ± 0.00[a]	4,33 ± 0,25[a]	24[b]
Analysis of the variance	+	-	+

Values followed by different letters indicate significant differences at the 5% threshold (p <0.05).
CG: germination capacity; GS: germination speed; LT: latency time ; +: significant difference (p < 0.05); - : no significant difference (p > 0.05).

Variance analysis shows that germination capacity is significantly affected (p <0.05) by water stress (Table 2). The results obtained show that the control seeds as well as the seeds subjected to low concentrations of PEG: 10 and 20 g/l, corresponding to -0.08; -0.19 bar, recorded an average germination capacity respectively 56.66 ± 11.11%, 40 ± 6.66%, 20% ± 0. However, at concentrations above 20 g/l, this capacity was cancel. Compared to the control, we find that more the concentration of PEG increases in the middle, the more the capacity and the speed of germination decrease.

The latency time varied from PEG concentration to another. The shortest latency time of 20 days is noted in the control; while the latency times spread out at 24 days at 10 g/l (- 0.19 bar) and 26 days at 20 g/l (-0.08 bar).

Effect of salinity on germination

No germination was observed under the different salt conditions tested by the use of different concentrations of sodium chloride (NaCl).

DISCUSSION

The results obtained showed that the seeds of *A. baetica* are dormant and therefore unfit to germinate. This inability to germinate is certainly one of the factors that explain the difficulties of the natural regeneration of this species and therefore its restricted distribution at our study site.

Among all pretreatments used on the seeds, only the soaking of the seeds in gibberellic acid (GA_3), in distilled water and stratification (cold treatment) had a favourable effect by stimulating their germination in the dark. The other treatments (mechanical and chemical scarification, boiling water soaking) did not induce any germination, which explains that the seeds used have not physical integumentary inhibition but an embryonic dormancy combined with chemical integumentary dormancy. A maximum rate of germinated seeds (36.33%) is obtained by soaking in gibberellic acid 125 ppm at the end of the 40th day. The favourable effect of

gibberellic acid on the dormancy lift of *A. baetica* seeds is also mentioned in the work of Berjano (2006). Also, Gumuscu (2014) in these work of the effect of some treatments on seeds germination of some species of the genus Sideritis, indicates that the highest germination rate was mentioned in seeds treated with GA3. Moreover, Afzalifar *et al.* (2015) have shown that increasing concentration of GA3 decreases the rate of germination in *Satureja khuzistanica* and *S. rechingeri.* Moreover, the application of GA3 contributed in raising seed dormancy in other species, such as *Rosmarinus officinalis* (Madeiras *et al.* 2009) and *Teucrium polium* (Nadjafi *et al.* 2006, Dadache 2015).

The favourable effect of stratification on the lifting of embryonic dormancy and soaking in distilled water on the dissolution of chemical substances inhibiting germination, as polyphenols, existing in the seeds has been referred to by some physiologists as Côme (1970), Mazliak (1982) et Heller *et al.* (2004). This effect is also indicated in the work of Yang *et al.* 2007, Dashti *et al.* 2012, Bouredja (2014) on *Retama monosperma*, Hamdaoui *et al.* (2016) on *Crataegus monogyna,* Lamara *et al.* (2017) on *Lygeum spartum*, Mehdadi *et al.* (2017) on *Retama raetam*.

The results obtained show that the temperature significantly affects the seed germination of *A. baetica* insofar as it is inhibited at 0, 5, 10, 25, 30 and 35 °C while it becomes possible at 15 and 20 °C. The thermal optimum corresponds to 15 °C. This thermal optimum of germination is comparable to some lamiaceae evolving in Tessala mount (western Algeria) (Dadach and Mehdadi, 2018a; 2018b).

The absence of germination at the temperatures already mentioned is explained by the fact that when the temperature is low (0, 5 and 10^{o}C) or high (25, 30 and 35^{o}C), the amount of oxygen that arrives at the embryo is not sufficient for germination. Indeed, the embryo requires more oxygen when the temperature of germination decreases or rises. In addition, low or high temperatures can inhibit and / or denature some enzymes essential to the metabolism of germination (Mbaye *et al.* 2002). The effect of temperatures on germination physiology has been mentioned in some studies as Bendimred *et al.* (2007) on the caryopses of Ammophila arenaria and Moulessehoul and Mehdadi (2015), on the caryopses of Stipa tenacissima. Optimum temperatures of seed germination and plant growth differ from one species to another, as indicated by Cochrane *et al.* (2011). These differences can be explained by the genetic variability of seeds used or differences in latitude where seeds are collected (Saeidnejad *et al.* 2012). Milton (1995) indicated that many plants seeds of dryland germinate after the autumn rains and early winter when temperatures are decreasing. However, the seeds do not germinate following the rains in summer, when the temperatures are at their maximum. For annual plants in the Palestinian Negev Desert where rain only falls during the mild winter, the most important survival strategies are that only small batches of seeds germinate in the right place at the right time (Gutterman 2002).

Plants under water stress have frequently an osmotic adjustment that allows the maintenance of water absorption. They also present a synthesis of new proteins which participates in the maintenance of cellular structures, in the synthesis of osmolytes involved in the osmotic adjustment, in the chemical detoxification of species which are frequently produced, and generally to the adjustment of metabolism in the new conditions (Gabriel Cornic 2002).

Regarding germination tests under different water stress induced by different concentrations of PEG6000 used, have shown that the seeds of *A. baetica* germinate best at concentrations of 10 and 20 g/l corresponding to water potentials of -0.08 and - 0.19 bar respectively. At these two concentrations, we noted a germination capacity of 26.66% and 20%, a germination speed of 3.95% and 3.39%, and a latency time of 28 days. However, germination is absent at 40, 80, 120 g/l correspond to water potentials of -0.47, -1.2, -2.45 bar. These results show that the seeds of *A. baetica* are weakly tolerant to water stress. The limit value of water potential for which the seeds do not germinate is 40 g/l equivalent a water potential of -0.47 bar. When the osmotic pressure is high, the germination capacity decreases because the seeds cannot absorb enough water present in their environment. This behaviour was also mentioned in many species of lamiaceae in the work of Bagheri *et al.* (2011) and Dadach *et al.* (2015).

Ndour and Danthu (1998) show that the germination of Acacia tortilis raddiana is possible under higher water stress (-21 bar) than that measured for other Acacia species. Moreover, our results show that the seeds do not germinate in any saline concentration. This shows that our species is intolerant to salt at the germination stage. The decrease in the rate of germination in the presence of salt can be explained either by an increase in the external osmotic pressure, which affects the absorption of water by the seeds and/or an accumulation of Na^+ Cl^- ions in the embryo. This toxic effect can lead to the alteration of the metabolic processes of germination and in the extreme case to the death of the embryo by excess of ions (Hajlaoui *et al.* 2007).

CONCLUSION

In the light of the results obtained, it appears that the seeds of *A. baetica* are dormant. This dormancy could be lifted by soaking seeds in gibberellic acid (GA3), in distilled water and by stratification. Their optimum thermal of germination is between 15 and 20 °C, low (≤10 °C) and high (≥25 °C) temperatures inhibit germination. It is also noted that seed germination is only possible under low water potentials (-0.08 and -0.19 bar). Their germination capacity decreases when the water potential increases in the germination medium; it is absent at 40 g/l of PEG6000 corresponding to a water potential of -0.47 bar. These results show that our species belongs to plants that are sensitive to water deficit at the germination stage. On the other hand, this species is intolerant to salt at the germination stage, which allows to classify it in the category of halophilic glycophytes.

These data allow to know the viability of *A. baetica* seeds and its germination physiology ; they will certainly serve in the ex-situ conservation of this species. It would be desirable to continue this study and to complete our results by addressing the effect of other treatments that can further improve the germination of seeds. The study of the impact of thermal conditions, water stress and salt stress on the other stages of the development of our species is a research path that is interesting to explore.

ACKNOWLEDGEMENTS

We appreciate the support of the research laboratory of plant biodiversity : conservation and valorization of University of Djillali Liabes of Sidi Bel Abbes (Algeria).

REFERENCES

Afzalifar M., Ghorbani H.G., Pezhmanmehr M. and Hadian J. (2015) Seed germination improvement of *Satureja khuzistanica* and *S. rechingeri* (Lamiaceae) as valuable endemic medicinal species from Ira. Int. J. Agri. & Agri. R., 7: 93-99.

Bachir-Bouiadjra S.E., Elzerey W. and Benabdeli K. (2011) Etude diachronique des changements du couvert végétal dans un écosystème montagneux par télédétection spatiale : cas des monts du Tessala (Algérie occidentale). Physio-Géo., l5 : 211-225.

Bagheri M., Yeganeh H., Esfahan E.Z. and Savadroodbari M.B. (2011) Effects of water stress on seed germination of Thymus koteschanus Boiss. and Hohen and Thymus daenensis Celak. Middle-East J. Sci. Res., 8: 726-731.

Bendimred F.Z., Mehdadi Z. and Benhassaini H. (2007) Etude de la germination et de la croissance foliaire de l'oyat (Ammophila arenaria L.) en condition contrôlées. Acta bot. Gallica. 154 (1) :129-140.

Berjano R., Montserrat A., Ortiz P.L., Talavera S. and Talavera M. (2003) Seed removal in Aristolochia baetica : effects of dispersers vs predators during three years (2001-2003). Department of vegetal biology and ecology, Seville University, Seville, Spain.

Berjano R. (2006) Biologie de la reproduction de deux espèces méditerranéennes du genre Aristolochia L.. Thèse de doctorat, université de Sevilla, Spain.

Bouredja N. (2014) Contribution à l'étude de Retama monosperma L.(Boiss): recherche des conditions optimales de germination, caractérisation des polysaccharides pariétaux et biométrie des fibres des gousses. Thèse de doctorat, université Djilali

Liabès. 127 p.

Bouterfas K. (2011) Etude de Marrubium vulgare L. du mont de Tessala (Algérie occidentale) : autoécologie, histologie, quantification de quelques polyphénols et évaluation du pouvoir antimicrobien des flavonoïdes. Mémoire de magister. Université de Sidi Bel Abbes. p: 244.

Bouzid K. (2012) Contribution à l'étude de Fritillaria oranensis Pomel dans les monts de Tessala (Algérie Occidentale) : habitat écologique et rareté. Mémoire de master université de Sidi Bel Abbes.

Bouzidi M.A. (2009) Caractérisation des matorrals et des garrigues à Urginea pancration (steinh) Phil. Dans le Djebel Tassala (Algerie occidentale). Mémoire de Magister, Université de Djillali Liabes, Sidi Bel Abbés. 149 p.

Campo CG. (1995) Vers un réseau de banques de graines en Méditerranée. Ecologia mediterranea, 21 :305-307.

Charif K. (2001) Contribution au développement agro-forestier de la commune de Tessala. Magister Ecologie, Faculté des Sciences, université de Sidi Bel Abbes. 120 p.

Cherifi K., Mehdadi Z., Elkhiati N., Latreche A. and Ramdani M. (2017) Floristic composition of the mountainous massif of Tessala (Algerian West): Biodiversity and regressive dynamics of the forest ecosystem. Journal of Materials and Environmental Sciences, 8 (9): 3184-3191.

Chérifi K. (2009). Effet de l'antropisation sur la biodiversité végétale du djebel Tassala (Algérie occidentale). Mémoire de magister. Université de Djillali Liabes, Sidi Bel Abbes, 90p.

Cochrane A., Daws M.I. and Hay F.R. (2011) Seed-based approach for identifying flora at risk from climate warming. Austral Ecology, 36: 923–935.

Côme D. (1970) Les Obstacles à la Germination. Masson Editeur, Paris, 162 p.

Dadach M. and Mehdadi Z. (2018 a) Germination responses of Ballota hirsuta seeds under conditions of temperature, salinity and water stress. Hellenic Plant Protection Journal, 11: 34-39. DOI 10.2478/hppj-2018-0004.

Dadach M. and Mehdadi Z. (2018 b) How short-term storage affect seed germination feature of three Mediterranean medicinal plants. Journal of Biology and nature, 9 (4): 127-135

Dadache M., Mehdadi Z. and Latreche A. (2015) Germination Responses of Marrubium Vulgare L. under various water stress conditions. Journal of Applied Environmental and Biological Sciences, 5 (9): 28-33.

Dashti F., Majd F.G. and Esna-Ashari M. (2012) Overcoming seed dormancy of mooseer (Allium hirtifolium) through cold stratification, gibberellic acid, and acid scarification. Journal of Forestry Research, 23(4): 707−710.

De Groot H., Wanke S. and Neinhuis C. (2006) Revision of the genus Aristolochia (Aristolochiaceae) in Africa, Madagascar and adjacent islands. Botanical Journal of the Linnean. Society, 151(2) : 219-238.

Dif M.M. (2015) Etude écologique, phytochimique et valorisation des plantes médicinales des monts de Tessala (W ; de Sidi Bel Abbes, Algérie NW) : cas de Daphne gnidium L.. Thèse de doctorat. Université de Sidi Bel Abbes, Algérie, 115 p.

El-Keblawy A. and Al-Rawai A. (2006) Effects of seed maturation time and dry storage on light and temperature requirements during germination in invasive Prosopis juliflora. Flora, 201, 135–143.

Ferka-zazou N. (2006) Impact de l'occupation spatio-temporelle des espaces sur la conservation de l'écosystème forestier : cas de la commune de Tessala, wilaya de Sidi Bel Abbés, Algérie. Mémoire de Magister, Université de Tlemcen.

Gabriel Cornic. (2002) Photosynthetic Carbon Reduction and Carbon Oxidation Cycles are the Main Electron Sinks for Photosystem II Activity During a Mild Drought. Annals of Botany, 89 (7) : 887–894.

Gumuscu A. (2014) Seed germination of some endemic Sideritis species under different treatments. Med. Aromat. Plant Res. J., 2 (1): 1-5.

Gutterman Y. (2002) Survival strategies of annual desert plants. Adaptations of desert organism. Berlin, Heidelberg, New York, Springer. 348 p.

Hajlaoui H., Denden M. and Bouslama M. (2007) Etude de la variabilité Intra-spécifique de tolérance au

stress salin du pois chiche (Cicer arietinum L). au stade germination. Tropicultura, 25 (3): 168-173.

Hamdaoui M., Mehdadi Z. and Chalane F. (2016) Effect of some physical and chemical treatments and temperature on the seeds germination of hawthorn: Crataegus monogyna Jacq. Asian Journal of Plant and Soil Sciences, 1 (1): 17-26

Heller R., Esnault R. and Lance C. (1990) Abrégés de physiologie végétale (Tome II). Masson (ed.) Paris, 266 p.

Heller R., Esnault R. and Lance C. (2004) Plant physiology, Tome 1. Nutrition. Dunod, Paris, 350 p.

Herranz J.M., Ferrandis P., Copete M.A. and Martinez-Sanchez J.J. (2002) Influencia de la temperatura de incubation sobre la germination de 23 endemismes vegetales ibericos o iberoafricanes. Invest. Agric. Prod. Prot. Veg., 17: 230-245.

Koger C.H., Reddy K.N. and Poston D.H. (2004) Factors affecting seed germination, seedling emergence and survival of texasweed (Caperonia palustris). Weed Science, 52: 989–995.

Lamara M.O., Mehdadi Z. and Cherifi K. (2017) Germination responses of Lygeum spartum L. caryopses in western Algeria regarding the different physico-chemical pretreatments and salinity. Journal of Global Agriculture and Ecology, 6(3): 170-181.

Madeiras A.M., Boyle T.H. and Auti W.R. (2009) Gibberellic Acid, Scarification, and Seed Lot Influence on Rosemary Seed Germination. Seed Technol., 31: 55-65.

Maire R. (1961) Flore de l'Afrique du Nord. Encyclopédie Biologique, 7 : 2016-226.

Mazliak P. and Laval-Martin D. (1995) Nutrition et métabolisme, Herman (éd.), Paris, 540p.

Mazliak P. (1982) Physiologie végétale et métabolisme, Herman (éd.), Paris, 230 p.

Mbaye N., Diop A.T., Guéye M., Diallo A.T., Sall C.E. and Samb P.I. (2002) Etude du comportement germinatif et essais de levée de l'inhibition tégumentaire des graines de Zornia glochidiata Reichb. Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop, 55 (1) : 47-52.

Mehdadi Z., Bendimered F.Z., Dadach M. and Aisset A. (2017) Effects of temperature and salinity on the seeds germination of Retama raetam (Forssk.) Webb. scarified with sulfuric acid. Journal of Fundamental and Applied Sciences, 9(3) : 1284-1299.

Michael B.E. and Kaufman M.R. (1973) The osmotic potential of Polyethylene Glycol 6000. Plant Physiol., 51 (5): 914-916.

Milton S.J. (1995) Spatial and temporal patterns in the emergence and survival of seedlings in arid Karoo shrubland. Journal of Tropicical Ecology, 7: 145–156.

Moulessehoul Y.I. and Mehdadi Z. (2015) Comparative study on seeds germination of Stipa tenacissima L. from two Western Algerian's Habitats. J. Appl. Environ. Biol. Sci., 5 (12): 29-35.

Nadjafi F., Bannayan M., Tabrizi L. and Rastgoo M. (2006) Seed germination and dormancy breaking techniques for Ferula gummosa and Teucrium polium. J. Arid Envir., 64: 542–547.

Nadjafi F., Tabrizi L., Shabahang J. and Mahdavi Damghani A.M. (2009) Cardinal germination temperatures of some medicinal plant species. Seed Technology, 31 : 156-163.

Ndour P. and Danthu P. (1998) Effet des contraintes hydriques et salines sur la germination de quelques acacias africains. In : Campa C., Grignon C., Gueye M. & Hamon S., eds. Colloques et séminaires : l'acacia au Sénégal. Paris : Orstom, 105-122.

ONM. (2014) Office national de météorologie, les données de rapports de l'année 2014, wilaya d'Oran, 200 p.

Quézel P. and Santa S. (1962) Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques Méridinales, Tome I, Ed. Paris : CNRS, 565 p.

Redondo-Gomez S., Mateos-Naranjo E., Wharmby C., Davy C.J., Figueroa M.E. (2007) Bracteoles affect germination and seedling establishment in Mediterranean population of Atriplex portulacoides. Aquatic Botany, 86: 93-96.

Robertson M.M. (2006) Emerging ecosystem service markets: trends in a decade of entrepreneurial wetland banking. Frontiers in ecology and the environment, 4: 297-302.

Saeidnejad A.H., Kafi M. and Pessarakli M. (2012) Evaluation of cardinal temperatures and germination responses of four ecotypes of Bunium persicumunder different thermal conditions. International Journal of Agriculture and Crop Science, 4(17): 1266–1271

Saidi B., Latreche A., Mehdadi Z., Hakemi Z., Dadache M. and Amar B. (2015) Floristic, Ethnobotanical and Phytotherapy Studies of Medicinal Plants Spontaneous in the Area of Tessala Mounts, Western Algeria. Adv. in Nat. Appl. Sci., 3(5): 1-16.

Yang Q.H., Ye W.H. and Yin X.J. (2007) Dormancy and germination of Areca triandra seeds. Scientia Horticulturae, 113 : 107–111.

Zeng Y.J., Wang Y.R., Baskin C.C. and Baskin J.M. (2014) Testing seed germination responses to water and salinity stresses to gain insight on suitable microhabitats for restoration of cold desert shrubs. J. Arid. Environ., 100-101: 89-92.