

Session : « Juin 2021 »

Remerciements

Aujourd'hui nous avons la chance de pouvoir témoigner notre profonde gratitude à l'égard de ceux qui de près ou de loin ont contribué à l'élaboration de ce mémoire. A cet effet nos remerciements vont:

A notre promoteur Mr MEHDADI Zoheir, professeur à la faculté des sciences de la nature et de la vie à l'université Djilali Liabès de Sidi Bel Abbès, de nous avoir encadré et veillé au bon déroulement de ce travail. Merci d'avoir toujours été disponible pour nous guider par ses conseils et orientations. Merci infiniment pour les nombreuses heures investies dans la correction du présent manuscrit.

A Mr Latreche Ali, professeur à la faculté des sciences de la nature et de la vie à l'université Djilali Liabès de Sidi Bel Abbès, de nous avoir fait l'honneur d'accepter de présider ce jury et pour ses conseils et orientations ainsi qu'à sa bienveillance.

A Madame Bendimered Fatima zohra, Maître de conférences 'A' à la faculté des sciences de la nature et de la vie à l'université Djilali Liabès de Sidi Bel Abbès, d'avoir accepté d'examiner ce travail. Nous la remercions sincèrement.

A Mr CHERIFI Kouider, professeur à la faculté des sciences de la nature et de la vie à l'université Djilali Liabès de Sidi Bel Abbès, nous le remercions sincèrement d'avoir bien voulu accepter de faire partie de ce jury en tant qu'examinateur.

A Melle Nacer Amina et tous les membres du laboratoire de recherche « biodiversité végétale : conservation et valorisation » pour leur collaboration et leurs conseils.

A tous les enseignants qui ont participé de près ou de loin à notre formation tout le long de notre cursus universitaire.

Dédicaces

Nous Dédions ce travail :

A nos chers parents pour leurs amours, leurs soutiens et leurs sacrifices.

A nos chères sœurs Selma, Hadjer, Rachâ, Marwa et Chahra

A nos chers frères Sofiane et Oussama

A toute la famille Bendaïhoua et Chellali

A tous les collègues et les camarades de notre promotion Master Biologie de la conservation.

A tous nos ami(e)s qui nous ont soutenus au cours de la réalisation de notre mémoire.

Liste des figures

Figure n° 1 : *Ruta montana*.

Figure n° 2 Répartition de *Chamaerops humilis* L. dans le bassin méditerranéen.

Figure n°3 : *Chamaerops humilis*.

Figure n°4 Centre d'origine et de distribution du caroubier dans le monde.

Figure n°5 : Distribution du caroubier en Algérie suivant les domaines bioclimatiques.

Figure n°6 : *Ceratonia siliqua*.

Figure n°7 : Répartition géographique de *Gleditsia triachantos* L. dans le monde.

Figure n° 8 : *Gleditsia triachantos*.

Figure n° 9 : *Gleditsia triachantos inermis*.

Figure n° 10 : *Cercis siliquastrum*.

Figure n° 11 : Influences des conditions environnementales sur le développement, la dormance et la germination de la graine.

Figure n° 12 : Fruits et graines des espèces étudiées.

Figure n° 13 : Gel de silice avant utilisation (A) et après utilisation (B).

Figure n° 14 : schéma récapitulatif des prétraitements appliqués.

Figure n° 15 : Cinétique de germination des graines de *Ceratonia siliqua* en fonction de l'alternance de la lumière du jour/ et obscurité nuit et de l'obscurité continue.

Figure n° 16 : Variation de cinétique de germination des graines de *Gleditsia triachantos* [récoltées en 2019 (A), et en 2020 (B)] en fonction de l'alternance de la lumière du jour/obscurité nuit et de l'obscurité continue.

Figure n° 17 : Variation de la cinétique de germination des graines de *Gleditsia triachantos inermis* en fonction de l'alternance de la lumière du jour/ obscurité nuit et de l'obscurité continue.

Figure n° 18 : Cinétique de germination des graines de *Ruta montana* (B : prélevées en juillet 2019, A : septembre 2019) en fonction de la lumière du jour et de l'obscurité.

Figure n° 19 : Cinétique de germination des graines de *Ceratonia siliqua*.

Figure n° 20 : Variation de la capacité de germination (A), du coefficient de vélocité (B) et du temps de latence (C) des graines de *Ceratonia siliqua*.

Figure n° 21 : Cinétique de germination des graines de *Gleditsia triachantos*.

Figure n° 22 : Variation de la capacité de germination (A), du coefficient de vélocité (B) et du temps de latence (C) des graines de *Gleditsia triachantos*.

Figure n° 23 : Cinétique de germination des graines de *Gleditsia triachantos inermis*.

Figure n°24 : Variation de la capacité de germination des (A), du coefficient de vélocité (B) et du temps de latence (C) des graines de *Gleditsia triachantos inermis*.

Figure n° 25 : Cinétique de germination des graines de *Cercis siliquastrum*.

Figure n° 26 : Variation de la capacité de germination (A), du coefficient de vélocité (B) et du temps de latence (C) des graines de *Cercis siliquastrum*.

Figure n° 27 : Cinétique de germination des graines de *Chamaerops humilis*.

Figure n° 28 : Variation de la capacité de germination (A), du coefficient de vélocité (B) et du temps de latence (C) des graines de *Chamaerops humilis*.

Figure n° 29 : Cinétique de germination des graines de *Ruta montana*.

Figure n° 30 : Variation de la capacité de germination (A), du coefficient de vélocité (B) et du temps de latence (C) des graines de *Ruta montana*.

Figure n° 31 : Variation de la cinétique de germination des graines de *Ruta montana* sous différents potentiels hydriques induits par différentes concentrations de PEG₆₀₀₀.

Figure n° 32 : Variation de la capacité de germination (A), du coefficient de vélocité (B) et du temps de latence (C) des graines de *Ruta montana* sous l'effet sous différents potentiels hydriques induits par différentes concentrations de PEG₆₀₀₀.

Liste des tableaux

Tableau n°1 : Caractéristiques des graines des espèces étudiées.

Tableau n°2. Caractéristiques morphométriques des graines d'espèces étudiées.

Tableau n°3 : poids frais et sec et le pourcentage d'humidité des graines utilisées.

Tableau n°4 : Les valeurs de (CG, CV, et de TL) de la germination des graines de *C. siliqua*.

Tableau n°5 : Les valeurs de (CG, CV, et de TL) de la germination des graines *G. trichantos*.

Tableau n°6 : variation de CG, CV, TL des graines de *G. trichantos inermis*.

Tableau n°7 : variations de CG, CV, et de TL des graines de *R. montana*.

Liste des abréviations

ABA : acide abscissique.

ANOVA : Analyse de la variance.

ANRH : Agence national dela recherche en hydraulique.

CG : Capacité de germination.

CV : Vitesse de germination ou coefficient de vélocité.

DGF : Direction générale des forêts.

GA₃ : Acide gibbérellique.

PEG : Polyéthylène glycol.

TL : Temps de latence.

UICN : Union internationale pour la conservation de la nature.

المخلص

يندرج عملنا في إطار الحفظ خارج الموقع الطبيعي, يتكون من دراسة سلوك إنبات بذور *Ruta montana* (*L.* سدابيات) (*Arecaceae*) *Chamaerops humilis* L.; وأربعة قرنيات ممثلة ب: *Cercis siliquastrum* L.; *Gleditsia triachantos inermis* L.; *Gleditsia triachantos* L.; *Ceratonia siliqua* L. الأنواع جزءا من غطاء النباتي في غرب الجزائر.

أجريت اختبارات الإنبات تحت ظروف خاضعة للرقابة في أطباق بتري مبطنة بورق ترشيح مشرب بالماء المقطر. أجرينا أولا اختبارات إنبات أولية عند 20 درجة مئوية لتحديد الحساسية الضوئية لبذور هذه الأنواع. أجريت هذه الاختبارات تحت تأثير تناوب النهار و ظلام الليل و في الظلام المستمر. ثم درسنا تأثير درجات الحرارة 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 و 40 درجة مئوية لتحديد درجة الحرارة المثلى *R. montana*, *C. siliqua*, *G. triachantos*, *G. triachantos inermis*. وضعت مباشرة للإنبات عند 25 درجة مئوية.

بذور *Cercis siliquastrum* كانت في سبات, قمنا بتطبيق بعض المعالجات المسبقة عليها لكسر هذا السبات. وتجدر الإشارة إلى أن بذور *G. triachantos*; *C. siliqua* و *G. triachantos inermis* تم خدشها ميكانيكيا أولا ثم نقعها مسبقا في الماء المقطر لمدة 24 ساعة نظرا لصلابة طبقة البذور. درسنا أيضا تأثير الإجهاد المائي على إنبات بذور *R. montana* تحت تراكيز مختلفة من البولي غلايكول أيثلين (PEG 6000).

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن بذور *G. triachantos inermis* و *G. triachantos* و *C. siliqua* غير مبالية بالحساسية الضوئية, بينما بذور *R. Montana* تبيو أنها حساسة للضوء سلبا (إنبات 100% في الظلام المستمر), لكنها يمكن أن تنبت في تناوب ضوء النهار و الظلام الليلي مع نسبة إنبات اقل من 60%.

الحرارة المثلى لإنبات بذور *G. Triachantos inermis* *G. triachantos*; *C. siliqua* من 10 إلى 35 درجة مئوية مع نسبة إنبات تتراوح بين 95 و 100%. كما أظهرت المعالجات المطبقة على بذور *C. Siliquastrum* النائمة أن الجمع بين النقع في الماء الساخن 80 درجة مئوية متبوعا بتشرب بحمض الجبريليك (200ppm, 100ppm, 150ppm) جعل ذلك ممكنا لكسر هذا السبات مع تسجيل قدرة إنبات بلغت 63,33%, 76,66%, 73,33% على التوالي.

أعطى الخدش الميكانيكي لبذور *C. humilis* نسبة عالية من الحيوية 76,66% عند 25 درجة مئوية. درجة الحرارة المثلى لإنبات بذور *R. montana* هي 20 درجة مئوية, مع معدل حيوية مرتفع 81.66%. أظهرت نتائجنا تأثيرا مخفضا شديد الأهمية ($P < 0,001$). تنخفض سرعة الإنبات عندما تقل إمكانات الماء في الوسط. عتبة تحمل الإجهاد المائي هي 284 جم/لتر والتي تتوافق مع إمكانات ماء تبلغ 1 - Mpa. يعد هذه العتبة لا يمكن الإنبات.

الكلمات المفتاحية: سدابيات, *Arecaceae*, قرنيات, حيوية, بذور, درجة الحرارة, الإجهاد المائي, الحفظ خارج الموقع الطبيعي.

Résumé

Notre travail s'inscrit dans le cadre de la conservation *ex-situ* ; il consiste à étudier le comportement germinatif des graines de *Ruta montana* L. (rutacée), de *Chamaerops humilis* L. (arécacée), et de quatre fabacées représentées par *Ceratonia siliqua* L., *Gleditsia triachantos* L., *Gleditsia triachantos inermis* L., *Cercis siliquastrum* L. Ces espèces font partie du couvert végétal de l'ouest algérien.

Les tests de germination ont été réalisés dans des conditions contrôlées, dans des boîtes de pétri, tapissées de papier filtre imbibé d'eau distillée.

Nous avons effectué en premier lieu des tests préliminaires de germination à 20°C dans but de caractériser la photosensibilité des graines de ces espèces. Ces tests ont été effectués sous l'effet de l'alternance de la lumière du jour et de l'obscurité de la nuit et, à l'obscurité continue. Ensuite nous avons étudié l'effet des températures 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40°C pour déterminer l'optimum thermique de germination des graines de *R. montana*, *C. siliqua*, *G. triachantos*, *G. triachantos inermis*. Les graines de *C. humilis* ont été mises à germer directement à 25°C. Les graines de *C. siliquastrum* étant dormantes, nous leur avons appliqués certains prétraitements pour lever cette dormance. Il est à noter que les graines de *C. siliqua*, *G. triachantos*, *G. triachantos inermis*, ont été au préalable scarifiées mécaniquement puis prétrempées dans l'eau distillé pendant 24 heures vu la dureté de leurs téguments. Nous avons étudié aussi l'effet du stress hydrique sur la germination des graines de *R. montana*, sous différentes concentrations de polyéthylène glycol (PEG₆₀₀₀) correspondantes à différents potentiels hydriques.

Les résultats obtenus ont montré que les graines de *C. siliqua*, *G. triachantos*, *G. triachantos inermis*, sont indifférentes à la photosensibilité, tandis que les graines de *R. montana* semble être à photosensibilité négative (100% de germination à l'obscurité continue), mais elles peuvent germer à l'alternance de la lumière du jour/obscurité nuit avec un pourcentage de germination inférieur (60%) à celui obtenu à l'obscurité continue. L'optimum thermique de germination des graines de *C. siliqua*, *G. triachantos*, *G. triachantos inermis*, se situe entre 10 et 35°C avec un pourcentage de germination compris entre 95 et 100%. Les traitements appliqués sur les graines dormantes de *C. siliquastrum* ont révélé que seule la combinaison d'un prétrempage à l'eau chaude (80°C) pendant 5mn suivi d'une imbibition avec l'acide gibbérellique (AG₃) à 100ppm, 150ppm et 200ppm ont permis la lever de cette dormance, en enregistrant des capacités de germination de 63,33 ; 76,66 ; 73,33 % respectivement.

Les graines de *C. humilis* scarifiées mécaniquement ont donné un pourcentage de viabilité élevé (76,66%) à 25°C. L'optimum thermique des graines de *R. montana* est à 20°C avec un taux de viabilité important (81,66%). Nos résultats ont fait ressortir aussi un effet dépressif hautement significatif ($p < 0.001$) du stress hydrique sur la germination des graines de *R. montana*. La capacité et la vitesse de germination diminuent, le temps de latence s'allonge quand le potentiel hydrique s'affaiblit dans le milieu. Le seuil de tolérance au stress hydrique est de 284g/L qui correspond à un potentiel hydrique de -1MPa. Au-delà de ce seuil, la germination n'est pas possible.

Mots clés : Fabacées, Arécacées, Rutacées, graines, viabilité, germination, température, stress hydrique, conservation *ex-situ*.

Abstract

Our work is part of ex-situ conservation; it consists in studying the germinative behaviour of seeds of *Ruta montana* L. (Rutaceae), *Chamaerops humilis* L. (Arecaceae), and four fabaceae represented by *Ceratonia siliqua* L., *Gleditsia triachantos* L., *Gleditsia triachantos inermis* L., *Cercis siliquastrum* L. These species are part of the vegetation cover of western Algeria

Germination tests were carried out under controlled conditions in petri dishes lined with filter paper soaked with distilled water.

We first carried out preliminary germination tests at 20°C in order to characterise the photosensitivity of the seeds of these species. These tests were carried out under the effect of alternating daylight and darkness at night and under continuous darkness. Then we studied the effect of temperatures 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40°C to determine the thermal optimum for germination of seeds of *R. montana*, *C. siliqua*, *G. triachantos*, *G. triachantos inermis*.

Chamaerops humilis seeds were germinated directly at 25°C. The seeds of *C. siliquastrum* are dormant ; for this we applied some pre-treatments to lift this dormancy. It should be noted that the seeds of *C. siliqua*, *G. triachantos*, *G. triachantos inermis*, were firstly scarified mechanically and then pre-soaked in distilled water for 24 hours because of the hardness of their integuments. We also studied the effect of water stress on the germination of *R. montana* seeds under different concentrations of polyethylene glycol (PEG₆₀₀₀) corresponding to different water potentials.

The results obtained showed that the seeds of *C. siliqua*, *G. triachantos*, *G. triachantos inermis*, are indifferent to photosensitivity, while the seeds of *R. montana* seems to be photosensitibly negative (100% germination in continuous darkness), but they can germinate in alternating daylight/night darkness with a lower germination percentage (60%) than that obtained in continuous darkness. The thermal optimum for germination of *C. siliqua*, *G. triachantos*, *G. triachantos inermis* seeds is between 10 and 35°C with a germination percentage between 95 and 100%. The treatments applied on dormant seeds of *C. siliquastrum* revealed that only the combination of a pre-soaking with hot water (80°C) during 5mn followed by an imbibition with gibberellic acid (AG₃) at 100ppm, 150ppm and 200ppm allowed the lifting of this dormancy, by recording germination capacities of 63,33; 76,66; 73,33 % respectively.

Chamaerops humilis seeds scarified mechanically gave a high percentage viability (76.66%) at 25°C. The thermal optimum of *R. montana* seeds is at 20°C with a high viability rate (81.66%). Our results also showed a highly significant ($p < 0.001$) depressive effect of water stress on the germination of *R. montana* seeds. Germination capacity and speed decreased and the latency time increased when the water potential in the medium decreased. The threshold of tolerance to water stress is 284g/L which corresponds to a water potential of -1MPa. Beyond this threshold, germination is not possible.

Key words: Fabaceae, Arecaceae, Rutaceae, seeds, viability, germination, temperature, water stress, ex-situ conservation.

Table de matières

Remerciements	
Dédicaces	
الملخص	
Résumé	
Abstract	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction.....	1
Partie I : Synthèse bibliographique	
chapitre I : Présentation des espèces étudiées	
I.1. <i>Ruta montana</i> L.....	4
I.1.1. Présentation de la famille des rutaceae et du genre <i>Ruta</i>	4
I.1.2. Distribution.....	4
I.1.3. Présentation du genre <i>Ruta</i>	4
I.1.4. Description botanique.....	4
I.1.5. Origine, habitat et distribution géographique.....	5
I.1.5.a. En Algérie,.....	5
I.1.6. Usages dans la médecine traditionnelle.....	5
I.1.7. Position systématique.....	5
I.2. <i>Chamaerops humilis</i>	6
I.2.1. La famille des Arecaceae.....	6
I.2.2. Caractéristiques botaniques.....	6
I.2.3. Répartition géographique.....	7
I.2.4. Usages de palmier nain.....	7
I.2.5. Position systématique.....	8
I.3. Les fabacées.....	9
I.3.1. <i>Ceratonia siliqua</i>	9
I.3.1.1. Caractères généraux du caroubier.....	9
I.3.1.2. Ecologie du caroubier.....	10
I.3.1.3. Distribution dans le monde.....	10

I.3.1.4. La distribution en Algérie.....	10
I.3.1.5. Utilisations.....	12
I.3.1.5.a. Fruit (gousse).....	12
I.3.1.5.b. Pulpe.....	12
I.3.1.6. Position systématique.....	13
I.3.2. <i>Gleditsia triachantos</i>	14
I.3.2.1. Description botanique.....	14
I.3.3. <i>Gleditsia triachantos inermis</i>	14
I.3.3.1. Description botanique.....	15
I.3.2.2. Répartition géographique.....	15
I.3.2.3. En Algérie.....	15
I.3.2.4. Usage.....	16
I.3.2.5. Position systématique.....	16
I.4. <i>Cercis siliquasrum</i>	18
I.4.1. Description botanique.....	18
I.4.2. Ecologie.....	18
I.4.3. Utilisations.....	18
I.4.4. Position systématique.....	19

Chapitre II :Aperçus sur la physiologie de germination

II.1. La semence.....	20
II.2. La germination.....	20
II.2.1. Définition.....	20
II.2.2. Les types de germination.....	20
II.2.3. Les différentes phases de germination.....	20
II.2.4. Facteurs de la germination.....	21
II.2.4.a. Conditions externes liées aux facteurs de l'environnement.....	21
II.2.4.b. Conditions internes de la germination.....	22
II.2.5. La dormance des graines.....	22
II.2.5.a. Types de dormance.....	23
II.2.5.a.1. La dormance primaire.....	23
II.2.5.a.2. La dormance secondaires (ou dormance induite).....	23
II.2.5.b. La levée de la dormance et germination.....	24
II.3. Stress hydrique.....	25

Chapitre III : Conservation de la biodiversité

III.1 Conservation de la biodiversité.....	27
III.1.1 Définition.....	27
III.2. Les menaces de la biodiversité.....	27
III.3. Pression sur la forêt.....	28
III.3.1. Influences anthropiques.....	28
III.3.1.1. Le Surpâturage.....	28
III.3.1.2. Les feux de forêt.....	29
III.4. Autres facteurs de dégradation de la biodiversité.....	29
III.5 Conservation de la biodiversité.....	30
III.5.1 Pratique de la conservation.....	31
III.6. Classification des graines pour la conservation.....	31

Partie II:Etude expérimentale**Chapitre IV :Matériels biologiques et méthodes d'études**

Objectif.....	33
IV.1. Matériels biologiques.....	33
IV.2. Méthodes d'étude.....	36
IV.2.1. Tri et nettoyage.....	36
IV.2.2. Étude morphométrique.....	36
IV.2.3. Poids de 100 graines.....	36
IV.2.4. Tests préliminaires de germination.....	37
IV.2.4.1. Essais de germination à la lumière et à l'obscurité.....	37
IV.2.4.2. Recherche des conditions optimales thermiques de germination.....	38
IV.3. Effets du stress hydrique sur la germination des graines de <i>Ruta montana</i>	40
IV.4. Expression des résultats et traitement des données.....	40
IV.4.1. La précocité de germination ou temps de latence (TL).....	40
IV.4.2. Estimation du taux final de germination (TFG).....	40
IV.4.3. Coefficient de vélocité.....	41
IV.4.4. Cinétique de germination.....	41
IV.5. Traitements de données.....	41
IV.6. Stockage et conservation.....	41

Chapitre V :Résultats et discussion

V.I. Résultats.....	42
---------------------	----

V.I.1. Effet de l’alternance lumière du jour / obscurité (nuit) sur la germination des graines des espèces étudiées.....	42
V.I.1.a. <i>Ceratonia siliqua</i>	42
V.I.1.b. <i>Gleditsia triachantos</i>	43
V.I.1.c. <i>Gleditsia triachantos inermis</i>	44
V.I.1.d. <i>Cercis siliquastrum</i>	45
V.I.1.e. <i>Chamaerops humilis</i>	45
V.I.1.f. <i>Ruta montana</i>	45
V.I.2. Effets de la température sur la germination.....	46
V.I.2.a. <i>Ceratonia siliqua</i>	47
V.I.2.b. <i>Gleditsia triachantos</i>	48
V.I.2.c. <i>Gleditsia triachantos inermis</i>	50
V.I.2.d. <i>Cercis siliquastrum</i>	51
V.I.2.e. <i>Chamaerops humilis</i>	53
V.I.2.f. <i>Ruta montana</i>	54
V.I.3. Effet du stress hydrique sur la germination des graines de <i>Ruta montana</i>	55
V.I.3.1. Influence du stress hydrique sur la cinétique de germination.....	55
V.II. Discussion.....	58
Conclusion et perspectives.....	62
Références bibliographiques.....	64
Annexes	

Introduction

Introduction

La région méditerranéenne abrite une diversité biologique de première importance (Abdelguerfi, et Laouar, 1999 ; Ohba et Amirouche, 2003) considérée comme étant un «hotspot» régional des plus importants (Vela et Benhouhou, 2007).

De part son aire géographique et sa diversité bioclimatique, l'Algérie présente d'importances potentialités en matière de biodiversité floristique, réparties à l'échelle nationale sous différentes formes de végétations (arbrisseaux, herbes) (Qzenda, 1982).

Cette diversité est actuellement a un enjeu de la recherche, à la fois par son rôle dans les écosystèmes, son déterminisme et sa valorisation dans le domaine de la préservation de l'environnement (Alard *et al.*, 1998).

Les monts de Tessela, situés dans la partie occidentale de l'Algérie, vu leur contexte physique caractérisé par un isolement géographique sont le domaine où est noté la présence des plusieurs taxons prioritaires dans les études de la conservation de la phytodiversité. Les différentes inventaires faits sur ce site montrent une richesse floristique très in intéressante (Henry, 1939 ; Baraka, 2008 ; Saidi, 2016).

Comme pour la plus part des forêts algériennes, le cortège floristique du mont de Tessela est aujourd'hui sous la menace de plusieurs facteurs comme les conditions climatiques contraignantes (sécheresse prolongée), le surpâturage, les incendies, le défrichement, l'exploitation abusive des espèces, notamment celles à caractère médicinale, dont l'action conjuguée fait que le couvert végétal est en dégradation (Cherifi *et al.*, 2011, 2017).

La germination des graines est une étape importante et vulnérable dans le cycle de vie des plantes, détermine l'établissement des semis et de la croissance des plantes. La germination des graines est régulée par l'interaction des conditions environnementales et l'état de préparation physiologique (Steckel *et al.*, 2004). Chaque espèce végétale a une gamme spécifique d'exigences environnementales nécessaires à la germination (Baskin et Baskin, 1998). Le succès de la propagation naturelle dépend principalement de la réponse des graines aux facteurs environnementales externes. En plus, le succès de la germination peut refléter la taille de la population, la distribution et l'abondance des plantes (Rojas-Arechiga *et al.*, 1998 ; Ramirez-Padilla et Valverde, 2005). En effet, les conditions environnementales de la zone d'occupation des espèces peuvent essentiellement déterminer les caractéristiques des semences et ses réponses à la germination. Principalement, la température, la disponibilité de l'eau, le sol ou le type de substrat et le taux d'échanges de gaz peut favoriser ou inhiber la

germination et influencent le processus de la germination des graines (Fenner et Thomson, 2005 ; Cota-sanchez et Abreu, 2007). Tous ces facteurs influent sur la germination, seule ou associés entre eux, de sorte que chaque partie ou populations des graines montre des réponses différentes aux variations environnementales.

Selon Meddour et Derridj (2007), l'établissement d'un réseau de banques des semences pourrait fournir la solution la plus pratique à ce problème. Actuellement, il est techniquement possible de préserver à long terme des semences viables des méthodes de conservation relativement simples, basées sur trois principaux facteurs : les basses températures, les faibles humidités des graines et les faibles teneurs en oxygène de l'air. Il convient de conduire des tests de germination sur les semences avant leur stockage permanent. Ces tests serviront à détecter d'éventuelles dormances du matériel végétal qu'il faut lever grâce à certains procédés et traitements (refroidissement, gibbérelline...).

Les essais de germination ont trois objectifs : définir le comportement germinatif d'une espèce, s'assurer de la viabilité d'un lot de semence et la production de plants (Dixon, 2014).

Enfin, la création des banques de semences pour les plantes rares et endémiques de l'Algérie et plus que souhaitable (Meddour et Derridj, 2007 *in* Dadache, 2016).

Dans le but de la conservation de certains nombre d'espèces faisant partie du cortège floristique de l'ouest de l'Algérie, nous sommes intéressés à l'étude de la germination des graines de quelques fabacées comme *Ceratonia siliqua* L, *Gleditsia triachantos* L, *Gleditsia triachantos inermis* L. et *Cercis siliquastrum* L. Nous nous sommes intéressés également à deux espèces faisant partie du cortège floristique des monts de Tessala (wilaya de Sidi Bel Abbès), à savoir *Ruta montana* L. (rutacée) et *Chamaerops humilis* L. (Arécacée).

Ce travail s'inscrit dans le cadre d'un projet de recherche à impact socio-économique, affilié au laboratoire de recherche Biodiversité végétale : conservation et valorisation (université de Sidi Bel Abbès). Ce projet a pour objectif la création et la gestion d'une banque de semences des espèces patrimoniales de l'ouest algérien.

Il est à signaler que les semences des espèces étudiées nous ont été fournies par le laboratoire suscité et font partie de la liste des semences disponibles en vue de caractériser leur viabilité pour être conservées par la suite au froid.

Dans ce travail, l'objectif fixé est d'étudier le comportement germinatif des semences des espèces choisies vis-à-vis de l'alternance de la lumière du jour/obscurité et de l'obscurité continue. Il s'agit aussi de mettre en évidence l'impact de différents traitements thermiques sur la viabilité des graines de ces espèces.

Par ailleurs, nous nous sommes intéressés à l'effet du stress hydrique sur la germination des graines de *R. montana* par l'emploi de différents potentiels hydriques induits par différentes concentrations de Polyéthylène glycol (PEG₆₀₀₀). Notons qu'aucun travail sur la germination de *R. montana* n'a été réalisé jusqu'à présent.

Notre travail est divisé en deux parties :

- ✓ La première partie est une synthèse bibliographique comprenant les chapitres suivants :
 - I. Présentation des espèces étudiées.
 - II. Aperçus sur la physiologie de la germination.
 - III. Conservation de la biodiversité.
- ✓ La deuxième partie correspond à l'étude expérimentale, représentée par les chapitres suivants :
 - IV. Matériels biologiques et méthodes d'étude.
 - V. Résultats et discussion.

Notre mémoire est terminé par une conclusion générale et des perspectives, les références bibliographiques, et les annexes.

Partie I
Synthèse bibliographique

Chapitre I

Présentation des espèces étudiées

Chapitre I. Présentation des espèces étudiées

I.1. *Ruta montana* L.

I.1.1. Présentation de la famille des rutaceae et du genre *Ruta*

Les espèces appartenant à cette famille sont des plantes herbacées à feuilles alternes, fétides, simple, à stipulées. Inflorescences terminales. Fleurs hermaphrodites. Sépales et pétales 4-5. Etamines 8-10, insérées sur un disque présentant 8-10 fossettes nectarifères. Ovaire à 4-5 loges déhiscents entre elles par leur bord interne (Quèzel et Santa, 1963).

I.1.2. Distribution

Les Rutacées comprennent 1900 espèces ligneuses appartenant aux pays chauds (Dupont, 2012). Elles caractérisent aussi les régions tropicales et tempérées chaudes (Rodolphe *et al.*, 2004). Elles sont presque cosmopolites, mais surtout tropicales et subtropicales (Judd *et al.*, 2002).

I.1.3. Présentation du genre *Ruta*

Les espèces appartenant au genre *Ruta* présentent des feuilles glauques finement découpées en segments linéaires. Leurs capsules sont globuleuses 3.5x4 mm à loges obtuses, très brièvement pédicellées. Leurs fleurs petites, 5-6 mm, à pétales denticulés sur les marges. Elles caractérisent les rocailles, pâturages, les zones montagneuses de l'intérieur jusque l'Atlas saharien (Quèzel et Santa, 1963).

I.1.4. Description botanique

Ruta montana est sous-arbrisseau atteignant une hauteur jusqu'à 70cm ; branches ascendantes, raides, ligneuses à la base, feuilles 2-3 pennatilobées, alternes, les inférieures pétiolées; lobes linéaires, assez épais. Fleurs jaunes, 9-15 mm, en panicule dense, glanduleuse; pétales oblongs, ondulés, non frangés. Capsule glabre, à lobes arrondis. Lieux rocaillieux secs (Blamy et Grey-Wilson, 2006) (Figure n° 1).

Ruta montana est appelée communément rue des montagnes. C'est une plante méditerranéenne semi arbustive, de 40 cm à un mètre de haut environ, très ramifiée et ligneuse à la base (Allouni, 2018).

I.1.5. Origine, habitat et distribution géographique

La rue est une plante originaire du Sud Est de l'Europe. Elle est largement répandue dans le monde entier à cause de ses propriétés ornementales et médicinales, elle est souvent cultivée dans les jardins pour ses qualités décoratives en variété de couleur (Bezanger *et al.*, 1976 ; Bezanger *et al.*, 1986).

La Rue pousse spontanément dans les rochers, les lieux arides, vieux murs, collines sèches et elle est abondante dans les terrains calcaires et bien exposés au soleil dans les régions méditerranéennes (Quézel et Santa, 1963 ; San Miguel, 2003 ; Doerper, 2008).

I.1.5.a. En Algérie, elle est rencontrée dans les zones montagneuses de l'intérieur sur l'Atlas Saharien et les pelouses arides (Clevely et Richmond, 1997).

I.1.6. Usages dans la médecine traditionnelle

Ruta montana est une plante médicinale, dont les usages sont multiples dans la médecine traditionnelle dans de nombreux pays. Elle est utilisée comme laxatif, anti-inflammatoire, analgésique, antispasmodique, antiépileptique, emménagogue et pour le traitement des pathologies cutanées. Ses nombreuses propriétés thérapeutiques sont principalement dues à sa richesse en métabolites secondaires comme des polyphénols, les huiles essentielles, les alcaloïdes, et les coumarines, qui possèdent des activités antibactériennes et antioxydantes (Belazizia *et al.*, 2020 ; Drioiche *et al.*, 2020).

I.1.7. Position systématique (selon Rodolphe *et al.*, 2004).

Règne : Végétal

Embranchement : Spermaphytes

Sous embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous classe : Dialypétales

Ordre : Rurales

Famille : Rutaceae

Genre : Ruta

Espèce : *Ruta montana* L.

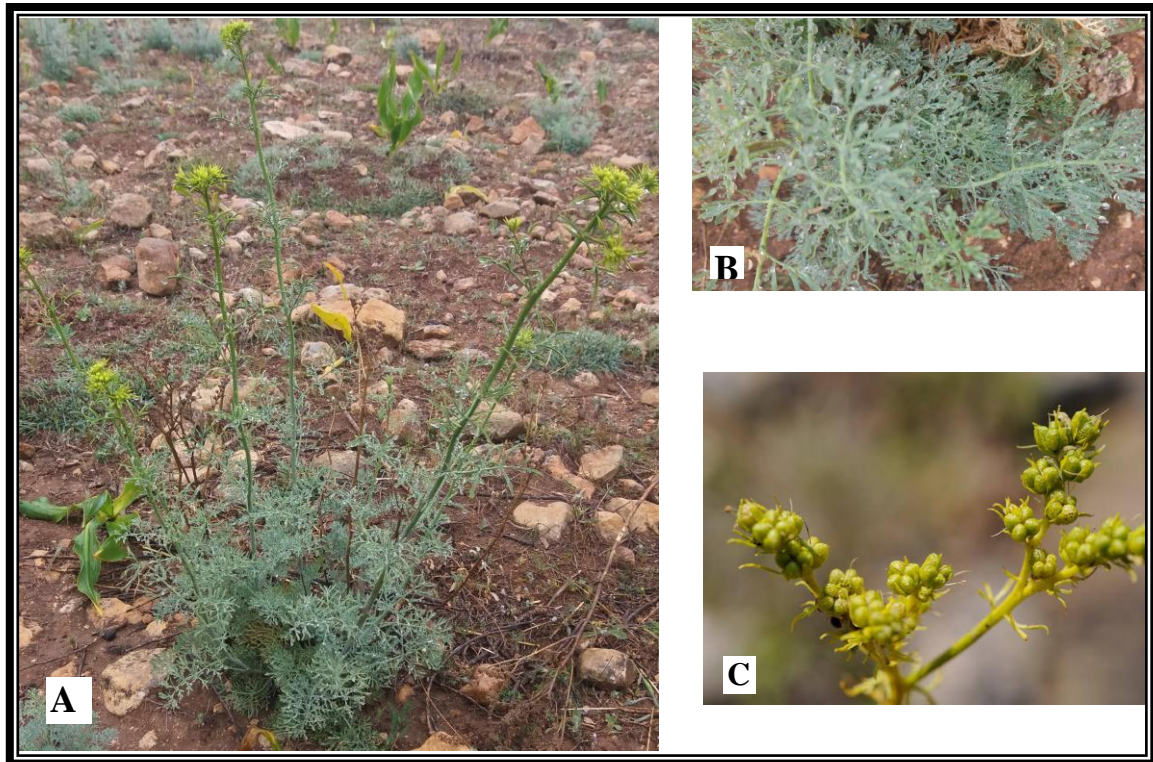


Figure n° 1 : Présentation de *Ruta montana* (cliché Bendahoua et Chellali, 2021)

A : vue d'ensemble de l'appareil végétatif ; B : Feuille ; C : fruit immature

I.2. *Chamaerops humilis*

Elle appartient à la famille des arécacées

I.2.1. La famille des Areaceae

La famille des arécacées comprend plus de 2600 espèces réparties sur plus de 188 genres, elle constitue la seule représentante de l'ordre des Arecales selon la dernière classification APGIII (Chase et Reveal, 2009).

I.2.2. Caractéristiques botaniques

Chamaerops humilis L. est une espèce de la famille des Areaceae, la sous-famille des Coryphoideae. Cette dernière comprend huit tribus et 44 genres. Cette espèce est connue communément sous le nom de doum ; elle fait partie de la tribu des Livistoneae, sous-tribu des Raphidinae, du genre *Chamaerops*, espèce *Chamaerops humilis* (Dransfield, 2005). Du grec Chamai : nain, rhapos : buisson, est une multi-tige, arbuste avec un tronc court, d'où son

nom "Palmier nain". Toutefois, dans les zones protégées il peut atteindre une hauteur de 9 m (Maire, 1957) et 12 m (hasnaoui, 2008).

Le doum fleurit au printemps, de mars à mai et les fruits sont mûrs à la fin de l'été début d'automne. L'inflorescence est un spadice, entouré d'une spathe courte, comprenant de nombreuses petites fleurs jaunâtres. Généralement, c'est une plante dioïque, portant les fleurs mâles et les fleurs femelles sur des pieds séparés (Hasnaoui, 2008) (Figure n° 3).

I.2.3. Répartition géographique

Chamaerops humilis L. est une espèce répandue dans la région méditerranéenne occidentale (Maire, 1957). C'est par ailleurs, sur le plan écologique, un indicateur biologique majeur de l'étage de végétation thermo-méditerranéen (Ozenda 1981, 1985).

Le doum est une espèce native d'Europe et de l'Afrique du Nord, son aire couvre l'Europe du Sud (Italie, Espagne, Malte, Sud de la France) et l'Afrique du Nord (Algérie, Tunisie et Maroc) (Figure 2). C'est une espèce thermophile qui supporte des températures moyennes annuelles élevées supérieures à 30°C. En ce qui concerne la tolérance à l'eau, selon Freitag., (1971) le doum peut survivre à des niveaux de pluie au-dessus de 700 mm. Le palmier nain préfère les sols calcaires, bien qu'il puisse se développer sur tout type de sols (Merlo *et al.*, 1993).

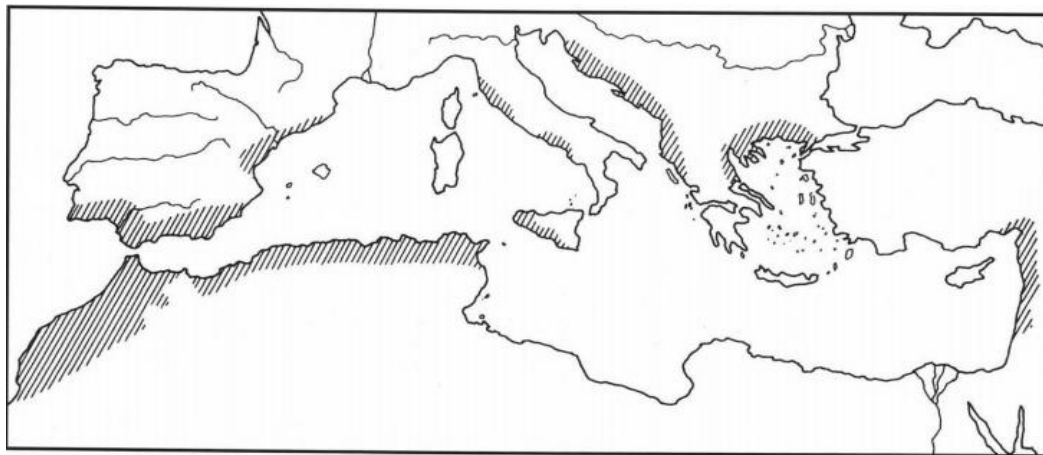


Figure n° 2 : Répartition de *Chamaerops humilis* L. dans le bassin méditerranéen (Walter et Straka, 1970)

I.2.4. Usages de palmier nain

Le rôle utilitaire de *Chamaerops humilis* a été signalé par plusieurs auteurs, outre son utilisation potentielle à la régénération de la couverture végétale dans les zones arides et son

application comme plante ornementale dans les chaudes régions balnéaires, ce palmier a traditionnellement été utilisé à d'autres fins (López, 1982; Font Quer, 1988 ; Mabberley, 1990; Rivera et Obon de Castro, 1991).

I.2.5. Position systématique

Classification phylogénétique APG III (CHASE and REVEAL, 2009)

Clade : Magnoliophyta(Angiospermes)

Clade : *Liliopsida* (monocotylédones)

Clade : Commelinidées

Ordres : *Arecales*

Famille : *Areceaceae*

Genre : *Chamaerops*

Espèce : *Chamaerops humilis* L.



Figure n°3 : *Chamaerops humilis* (cliché Bendahoua et Chellali, 2021)

A : vue d'ensemble de l'appareil végétatif ; B : Inflorescence ; C : fruit

I.3. Les fabacées

Les fabacées sont des plantes herbacées, des arbustes, des arbres ou des lianes. Elles peuvent être annuelles, vivaces, à feuilles caduques ou persistantes.

Les Fabaceae constituent une des plus grandes familles des plantes à fleurs. C'est une famille extrêmement vaste. La famille botanique des Fabaceae (de famba, la fève), représente la troisième famille angiospermes par le nombre, après les composées (Astéracées) et les orchidées (Schneider & Huyghe, 2015). Elle doit son unité à son fruit, appelé gousse ou légume, d'où l'autre dénomination sous laquelle elle est le plus connue : les légumineuses.

Les légumineuses sont caractérisées par

- Des fleurs papilionacées (en forme de papillon) pour la plupart des espèces cultivées,
- Une gousse contenant des graines (la gousse étant le fruit issu de l'ovaire de la fleur),
- La capacité d'utiliser l'azote atmosphérique (N₂) pour produire ses propres composants protéiques, observée pour la majorité des membres de cette famille.

Elle comporte plus de 19400 espèces et 730 genres, distribués à travers le monde dans de nombreux écosystèmes écologiques. Leur métabolisme dépendant de l'azote est considérée comme une adaptation aux variations climatiques et imprévisibles de l'habitat (Wojciechowski *et al.*, 2004 ; Lewis *et al.*, 2005).

En effet, la fixation de l'azote via la symbiose légumineuses-rhizobium permet aux plantes de cette famille d'obtenir des taux élevés en azote ammoniacal au niveau de leurs racines en fonction de la demande de leur métabolisme (Wojciechowski *et al.*, 2004).

I.3.1. *Ceratonia siliqua*

I.3.1.1. Caractères généraux du caroubier

Le caroubier est un arbre ou arbuste sclérophylle sempervirent, mellifère, qui peut atteindre 7 à 20 m de hauteur et une circonférence à la base du tronc de 2 à 3 m. Il a une écorce lisse et grise lorsque la plante est jeune et brune, rugueuse à l'âge adulte. Son bois de couleur rougeâtre est très dur. Le caroubier peut vivre jusqu'à 200 ans (Rejeb *et al.*, 1991 ; Batlle et Tous, 1997 ; Ait Chitt *et al.*, 2007) (Figure n°6).

I.3.1.2. Ecologie du caroubier

Le caroubier, dont l'aire de répartition s'étend dans les secteurs des plateaux et en moyennes montagnes jusqu'à 1700 m d'altitude, est indifférent à la nature du substrat. Il tolère les sols pauvres, sableux, limoneux lourds, rocaillieux et calcaires, schisteux, gréseux et des pH de 6,2

jusqu'à 8,6, mais il craint les sols acides et très humides (Baum, 1989 ; Sbay et Abrouch, 2006 ; Zouhair, 1996). Le caroubier est une espèce typique de la flore méditerranéenne, bien définie dans l'étage humide, subhumide et semi aride.

La sécheresse cyclique a révélé que le caroubier résiste mieux au manque d'eau que le chêne vert, le thuya et l'oléastre qui lui sont associés. C'est une essence, très plastique, héliophile, thermophile, très résistante à la sécheresse (200 mm/an). Il joue un rôle important dans la protection des sols contre la dégradation et l'érosion et, dans la lutte contre la désertification (Zouhair, 1996).

I.3.1.3. Distribution dans le monde

Le caroubier est étendu, à l'état sauvage, en Turquie, Chypre, Syrie, Liban, Palestine, Sud de Jordanie, Egypte, Arabie, Tunisie et Libye avant d'atteindre l'Ouest de la méditerranéen (Figure n°4).

Ensuite il a été introduit avec succès dans des pays ayant un climat méditerranéen : en Amérique du Sud, du Nord et en Australie par les Espagnols. Actuellement le caroubier se trouve aussi aux Philippines et en Iran (Battle et Tous, 1997).

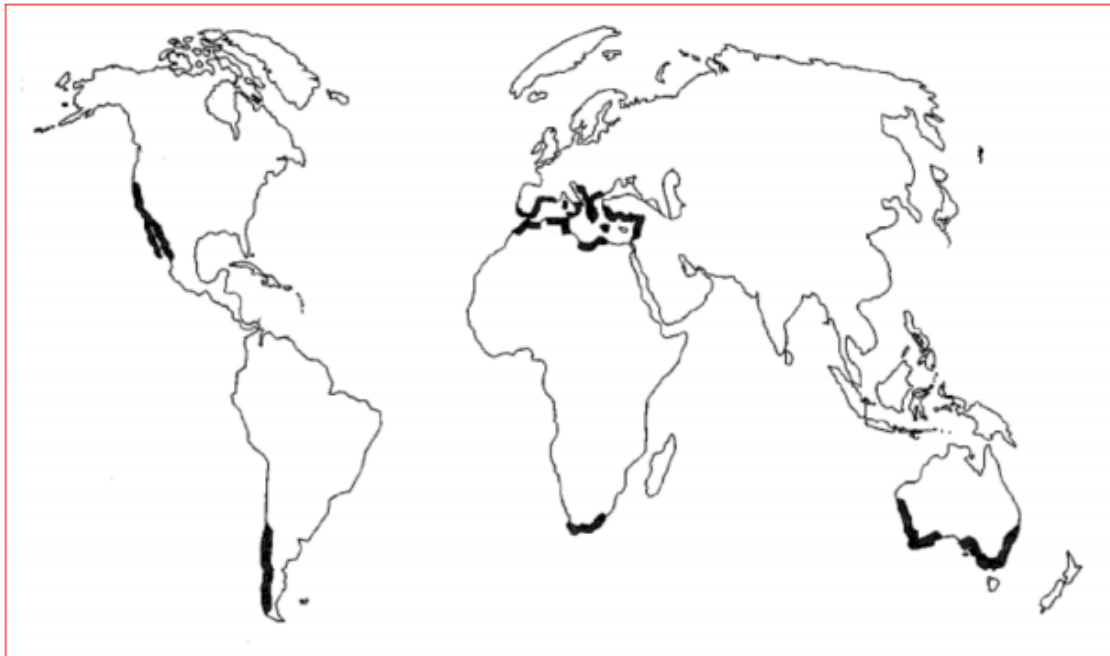


Figure n°4 : Centre d'origine et de distribution du caroubier dans le monde (Battle et Tous, 1997).

I.3.1.4. Distribution en Algérie

Le caroubier est fréquemment cultivé dans l'Atlas Saharien et il est commun dans le tell (Quézel et Santa, 1962). On le trouve à l'état naturel en association avec *Prunus dulcis*, *Olea europea* et *Pistacia atlantica* dans les étages semi-arides chauds, subhumides, avec une altitude allant de 100m à 1300m dans les vallons frais qui le protègent de la gelée ; avec une température de 5°C jusqu'à 20°C et une pluviométrie de 80mm à 600 mm/an (Rebour, 1968).

Suivant ces caractères climatiques ; il a été établi l'aire de répartition du caroubier en Algérie. Ses lieux de prédilection sont les collines bien ensoleillées des régions littorales ou sublittorales , Sahel algérois, Dahra, Grande-Kabylie et Petite-Kabylie, vallée de la Soummam (1074ha) et de l'Oued-Isser, colines d'Oran et des coteaux de Mostaganem à étage semi-aride chaud, plaines de Annaba, Mitidja et les vallées intérieures (1054). Il descend jusqu'à Boussaâda, mais n'y porte pas de fruit, et dans la zone de Traras au Nord de Tlemcen (276ha) (Lavallée, 1962 ; Zitouni, 2010) (Figure n°5).

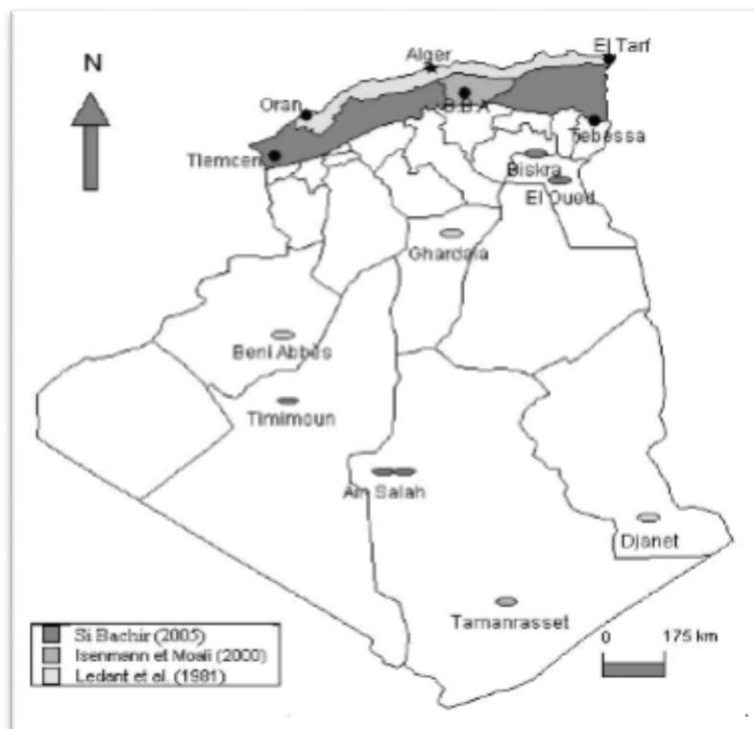


Figure n°5 : Distribution du caroubier en Algérie suivant les domaines bioclimatiques (A.N.R.H, 2004).

I.3.1.5. Utilisations

Cette espèce se présente comme une essence à la fois forestière et arboricole. Elle est d'une grande importance économique, écologique et sociale. Son utilisation est multiple.

I.3.1.5. a. Fruit (gousse)

Les gousses du caroubier ont été traditionnellement utilisées non seulement dans l'alimentation des ruminants (Louca et Papas, 1973) et des non ruminants (Sahle *et al.*, 1992), mais aussi dans l'alimentation humaine. Une étude récente menée par Sanches *et al.* (2010) démontre que la gousse du caroubier est une matière première appropriée à la production de bioéthanol, en raison de sa forte teneur en sucre (50%) et la facilité de son extraction.

I.3.1.5. b. Pulpe

La farine issue de la pulpe peut servir comme ingrédient de certains menus de pâtisseries : gâteau, pain, bonbon, crème glacée, boisson (NAS, 1979; Vidal, 1985) ou utilisée comme substituant du cacao dans le chocolat, car elle est moins calorifique et ne contient ni caféine ni théobromine (Whiteside, 1981; Craig et Nguyen, 1984).

Elle est utilisée dans l'industrie alimentaire humaine, grâce à sa teneur élevée en sucres et en composés phénoliques. Elle est également employée pour la production d'alcool (éthanol), d'acide citrique et comme substituant du cacao pour la fabrication de chocolat, car elle ne contient ni caféine ni théobromine (alcaloïdes). La farine de la pulpe entre dans la composition de plusieurs aliments comme, les biscuits, les farines lactée. (Rejeb *et al.*, 1991 ; Youssif *et al.*, 2000 ; Makris et Kefalas, 2004 ; Dokia *et al.*, 2007). En pharmacopée traditionnelle, la pulpe est utilisée contre la diarrhée et pour le traitement de certaines maladies comme la gastrite, l'entérite, les angines, les rhumes, le cancer (Crosi *et al.*, 2002 ; Gharnit, 2003 ; Ait Chitt *et al.*, 2007).

Le caroubier pourrait constituer des plantations de choix dans les programmes réguliers de reboisement pour assurer un développement durable des zones rurales et à l'économie de montagne (Rejeb, 1995; Batlle et Tous, 1997). En fait, la culture du Caroubier et l'industrialisation de ses produits ont connu un développement remarquable en raison des multiples utilisations de ses graines en industrie agro-alimentaire (amélioration de la texture des aliments), pharmaceutique, cosmétique et en d'autres applications (Correia & Martins-Loucao, 1995, 2005).

3.1.6. Position systématique

Classification du caroubier (Quézel et Santa, 1962).

Règne : *Plantae*

Embranchement : *Tracheobionta*

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : *Magnoliopsida*

Sous-classe : *Rosidae*

Ordre : *Fabales*

Famille : *Fabaceae*

Genre : *Ceratonia*

Espèce : *Ceratonia siliqua*

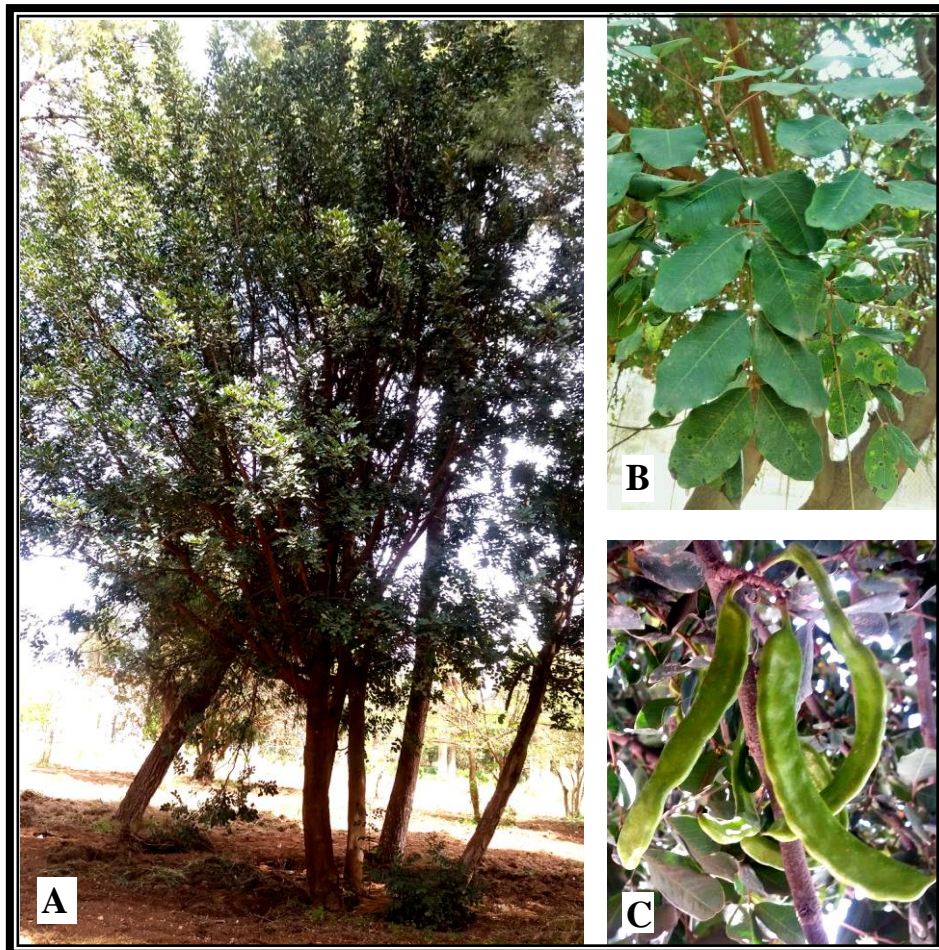


Figure n°6 : *Ceratonia siliqua* (cliché Bendahoua et Chellali, 2021)

A : vue d'ensemble de l'appareil végétatif ; B : Feuille ; C : fruit immature.

I.3.2. *Gleditsia triachantos*

I.3.2.1. Description botanique

Gleditsia triacanthos atteint une hauteur normale de 15-25 m et 0,5-1 m (max. 1,8 m) de diamètre. Les arbres présentent un port étalé avec une couronne irrégulière, ouverte et étroite, l'écorce de couleur brun rougeâtre ou noir, écailleuse, striée, souvent couvertes de grappes de grandes épines ramifiées. Il a une racine pivotante et un système racinaire très ramifié (Orwa *et al.*, 2009).

Feuilles caduques, alternes, composées pennées ou bipennées. Composées de 26 à 32 petites folioles ovales et minces sur une tige centrale de 14 à 20 cm de long. Feuillage d'aspect léger; vert en été et jaune doré en automne (Gold, 1997).

Fleurs blanc-verdâtres, régulières, petites, d'environ 5 mm de diamètre. Les fleurs mâles et femelles sont sur le même arbre, souvent sur des branches séparées. Discrètes et non voyant. Dotées d'un parfum agréable (Edward *et al.*, 1993).

De longues gousses mesurant 15 à 40 cm forment le fruit, plat et courbé, brunâtre, pourvue d'une enveloppe coriace; tombant en hiver sans ouverture. La graine comme l'haricot, porte un tégument dur, imperméable. D'une longueur de 0,5 à 1,5 cm, lisse et brun foncé (Nessom, 2003) (Figure n° 8).

I.3.3. *Gleditsia triachantos inermis*

I.3.3.1. Description botanique

Le févier d'Amérique doré, arbre caduc ornemental, léger au houppier globalement arrondi, à la ramure ouverte et évasée, d'une taille de 10 à 12 m de hauteur. Il croît rapidement et offre rapidement au jardin un parasol d'ombre légère s'étalant sur 10 m. Issu de la forme *inermis*, le févier d'Amérique doré est dépourvu d'épines acérées. Les gousses sont longues de 30 cm, qui rende la forme naturelle un peu repoussante. Les feuilles sont composées de 16 à 30 folioles ovales, le limbe est d'une superbe teinte jaune au sortie des bourgeons devenant vert anis en été, les fleurs papilionacées sont blanches, regroupées en grappe (**Web master1**) (figure n° 9).

I.3.2.2. Répartition géographique

G. triacanthos est originaire de l'Est et le centre de l'Amérique du Nord. Il se trouve dans la zone du centre de la Pennsylvanie vers l'ouest du Dakota du Sud sud-est, au sud vers le centre et le sud-est du Texas, jusqu'au sud de l'Alabama, puis vers le nord-est à travers l'Alabama à l'ouest du Maryland. Des populations périphériques existent dans le nord-ouest de la Floride, à l'ouest du Texas et l'ouest du centre de l'Oklahoma (Skerman 1977). En Amérique du Nord, *G. triacanthos* a été naturalisé à l'est des Appalaches, depuis la Caroline du Sud au nord de la Pennsylvanie, de New York, la Nouvelle-Angleterre et la Nouvelle-Écosse, Canada (Blair non datée); National Academy of Sciences (figure n°7).

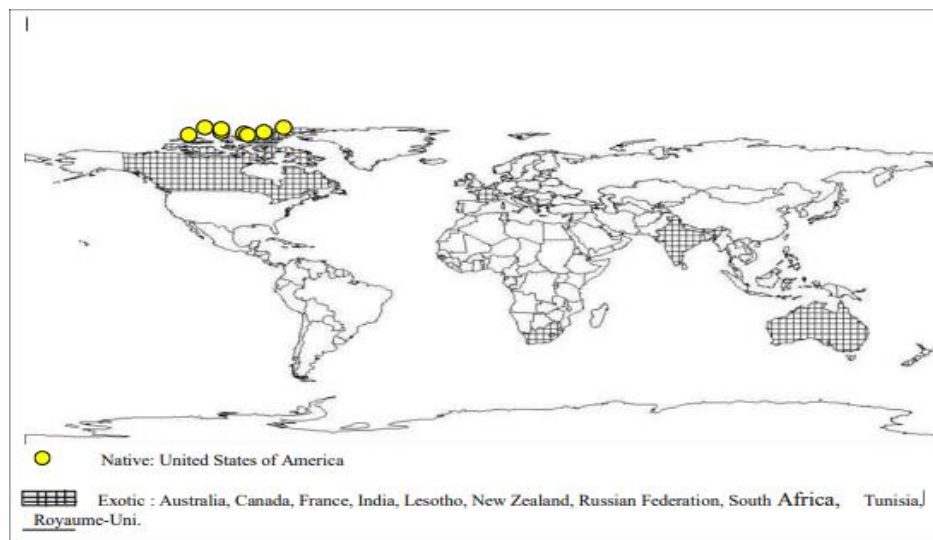


Figure n°7 : Répartition géographique de *Gleditsia triacanthos* L. dans le monde (National Academy of sciences, 1983).

I.3.2.3. En Algérie

Cette essence originaire d'Amérique du Nord, fut introduite dans les années cinquante dans la région du Sersou (partie centrale des Hauts Plateaux), comme arbre fournissant un excellent appoint fourrager, brise vent et dans la composition de haies épineuses (Putod, R. (1982). De croissance rapide, cette espèce peut tolérer une large gamme de conditions pédoclimatiques dont la sécheresse (Blair, 1990 ; Danso, Zapata, & Awonaïke, 1995).

Selon l'étude réalisée par Benhamiche (2012 ; 2017), sur l'autoécologie du fève d'Amérique et valorisation de ses coproduits en Algérie, l'espèce arrive à s'adapter et à se

reproduire sous le climat de notre région. Les mesures biométriques, sont presque identiques à celles du pays d'origine.

Le Févier d'Amérique est très probablement en phase de naturalisation, puisque il arrive à produire une population viable. Selon Richardson *et al.*, (2000), cette phase est l'avant dernière si l'on se réfère aux quatre phases d'invasion biologique (introduction, acclimatation, naturalisation et invasion).

I.3.2.4. Usage

Les cultivars de *G. triacanthos* sont populaires comme plantes ornementales de jardin. L'espèce est également plantée pour former des haies brise-vent. Le bois est tendre, mais peut être utilisé en menuiserie (Sanchez, 1999). Un type de caoutchouc de semences extrait de l'endosperme, peut être utilisé pour des crèmes en cosmétique et des crèmes glacées (Resico, 2001). Cette espèce peut être aussi utilisée dans le contrôle de l'érosion, dont elle est actuellement testée dans plusieurs zones tempérées, méditerranéennes et tropicales des régions montagneuses du monde.

I.3.2.5. Position systématique (USDA, 2009).

Règne : <i>Plantae</i>	Règne : <i>Plantae</i>
Embranchement : <i>Spermatophyta</i>	Embranchement : <i>Spermatophyta</i>
Sous-embranchement : Angiospermes	Sous-embranchement : Angiospermes
Clade(s) : Eudicotylédones	Clade(s) : Eudicotylédones
Ordre : Fabales	Ordre : Fabales
Famille : <i>Fabaceae</i>	Famille : <i>Fabaceae</i>
Genre : <i>Gleditsia</i>	Genre : <i>Gleditsia</i>
Espèce : <i>Gleditsia triacanthos</i>	Espèce : <i>Gleditsia triacanthos inermis</i>

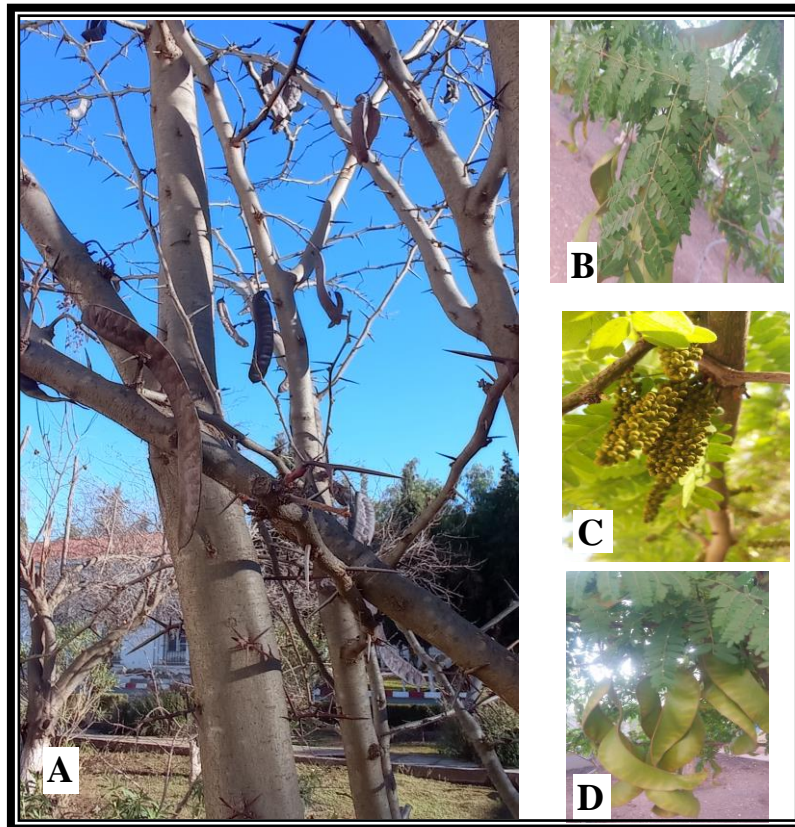


Figure n° 8 : *Gleditsia triachantos* (cliché Bendahoua et Chellali, 2021)
 A : vued'ensemble de l'appareil végétatif ; B : Feuille ; C : Inflorescence ; D : fruit immature.



Figure n° 9 : *Gleditsia triachantos inermis* (cliché Bendahoua et Chellali, 2021)
 A : vued'ensemble de l'appareil végétatif ; B1 : Feuilles ; B2 : fruit.

I.4. *Cercis siliquastrum*

I.4.1. Description botanique

Cercis siliquastrum L., connu communément sous le nom d'arbre de Judée, est un arbre de 3-6 mètre de haut, à rameaux flexueux.

Ses feuilles sont caduques, simples, orbiculaires, échancrées en cœur à la base, palmatinervées, glabres, stipules très caduques.

Fleurs roses, pédicellées, en petites grappes dressées, paraissant avant les feuilles à travers l'écorce des branches et des rameaux, calice caduc, à 5 dents courtes et obtuses, étendard plus court que les autres pétales. 10 étamines libres, style en alêne, stigmate en tête.

Fruit ; gousse pendante, longue de 7-10 cm sur 15 mm très comprimée, sèche, glabre, d'un brun rougeâtre, à 10-14 graines ovoïdes, noires (**Web master 2**) (Figure n° 10).

I.4.2. Ecologie

Cet arbre s'adapte bien aux sols pauvres et apprécie les espaces ensoleillés ou légèrement ombragés. Il puise ses nutriments directement dans le sol et ne nécessite pas un apport d'engrais complémentaire. Ses origines sont méditerranéennes, lui permettant une grande résistance à la sécheresse.

Le genre *cercis* compte actuellement 6 ou 7 espèces et est originaire de l'Asie de l'Ouest et du sud-Ouest de l'europe. (**Web master 3**).

I.4.3. Utilisations

L'arbre de Judée est principalement cultivé comme arbre d'ornement. Selon une étude menée par un programme européen de 2003, l'arbre de Judée permettrait de protéger les vergers en raison de la présence d'un parasite appelé psylle de l'arbre de Judée. Ce parasite attire les prédateurs naturels d'autres parasites présents sur des arbres comme des pommiers, des poiriers ou des oliviers. Il permettrait ainsi de mener une lutte biologique contre les parasites des arbres de vergers et de maintenir un bon équilibre entre les insectes néfastes et les insectes bénéfiques dans les branches des pommiers, des poiriers et des oliviers plantés à proximité. (**Web master 2**).

I.4.4. *Cercis siliquastrum*

Règne : végétal

Embranchement : angiospermes

Classe : dicotylédones

Ordre : Fabales

Famille : Fabaceae

Genre : *Cercis*

Espèce : *Cercis siliquastrum* L.

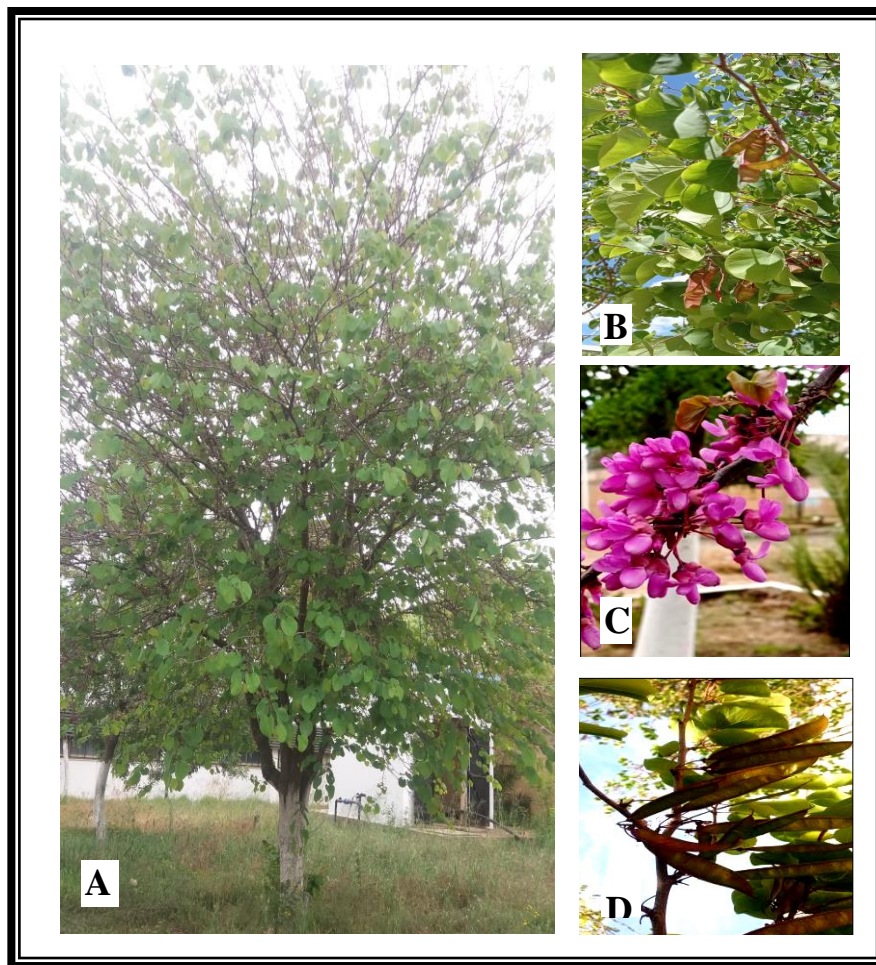


Figure n° 10 : *Cercis siliquastrum* (cliché Bendahoua et Chellali, avril 2021)
A : vue d'ensemble de l'appareil végétatif ; B : Feuille ; C : Inflorescence ; D : fruit immature.

Chapitre II
Aperçus sur la physiologie de
germination

II.1. La semence

La semence distingue, un organe ou un fragment du végétal capable de produire un nouvel individu. Ainsi les graines, les bulbes, les tubercules et les boutures sont tous semences. La graine est le résultat de la fécondation de l'ovule (Vallée, 1999).

Donc toute graine ou toute autre partie d'une plante capable de germer (ou reprendre) et de générer une plante après semis ou enfouissement (ou encore plantation), est appelée semence (Frangoie *et al.*, 2012).

En effet, la graine, c'est la forme sous la quelle sont détachés et dispersés les jeunes embryons (Augier *et al.*, 1982). Selon Sary et Some(1987) c'est la partie interne du fruit, c'est un organisme vivant et fragile, comportant trois éléments qui sont: l'embryon, plante en miniature, est constitué de trois parties: une radicule, une gemmule et un ou deux cotylédons ; l'albumen, tissu parenchymateux homogène et continu, contient des réserves nutritives ; les téguments constituent les éléments protecteurs de l'embryon et de l'albumen (Côme, 1970 ; Augier *et al.*, 1982).

II.2. La germination

II.2.1. Définition

La germination est définie comme la somme des événements qui conduisent la graine séchée germer ; elle commence par la prise d'eau et se termine par l'allongement de l'axe embryonnaire (hopkins, 2003).

La germination est le passage de la vie latente de la graine a la vie active, sous l'effet de facteurs favorable, selon mazliak, (1982), c'est un processus physiologique dont les limites sont le début de 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 où elle est visiblement allongée (Bewley, 1997).

II.2.2. Les types de germination

Selon, Meyer *et al.*, (2004), on distingue deux types de germination au sens large. La germination épigée « germination épicotyle»: au cours de laquelle l'allongement de la tigelle porte les cotylédons au dessus du niveau du sol.

La germination hypogée « germination hypocotyle »: au cours de laquelle, la tigelle ne s'allonge pas et les cotylédons restent en terre.

II.2.3. Les différentes phases de germination

D'après Evenari (1957), la germination est validée par des mesures d'imbibition et d'activité respiratoire effectuées sur des semences en cours de la germination. Elle est ainsi démontrée

selon Binet et Brunel (1968) et Côme(1970), que la germination comprend trois phases successives :

- ✓ **La phase d'imbibition** qui correspond à la réhydratation de la graine par une prise d'eau rapide à l'état liquide, mais l'excès d'eau peut gêner la germination ;
- ✓ **La phase de germination *stricto sensu* (la germination au sens strict)** qui correspond à l'activation physiologique de la semence après l'imbibition et s'achève avec le début de l'allongement de la radicule ;
- ✓ **La troisième est caractérisée par une reprise de l'absorption d'eau et une augmentation de la consommation d'oxygène**, elle correspond à un processus de croissance de la radicule puis la tigelle (Heller *et al.*, 2000 ; Raven *et al.*, 2003 ; Meyer *et al.*, 2004). Alors, la germination au sens strict est comme étant la phase de réactivation du métabolisme après réhydratation de la graine et semble sans changement morphologique apparent (Meyer *et al.*, 2004).

II.2.4. Facteurs de la germination

Les facteurs de la germination, c'est à dire ceux qui interviennent au moment de la germination, sont nombreux. En fait, c'est l'influence combinée de ces différents facteurs qui rend possible ou non la germination. D'après Boualem (2014) elle est dépend des :

- conditions externes liées aux facteurs de l'environnement, (figure n° 11) ;
- conditions internes liées à l'état physiologique et aux caractéristiques de la graine.

II.2.4.a. Conditions externes liées aux facteurs de l'environnement

Selon Soltner (2007), la graine exige la réunion de conditions extérieures favorables à savoir l'eau, l'oxygène et la température :

Eau : selon Chaussat *et al.* (1975), la germination exige obligatoirement de l'eau, celle-ci doit être apportée à l'état liquide, elle pénètre par capillarité dans les enveloppes. Elle est remise en solution dans les réserves de la graine, pour être utilisée par l'embryon et provoque le gonflement de leurs cellules, donc leur division (Soltner, 2007).

Oxygène : la germination exige obligatoirement de l'oxygène (Soltner, 2007). Selon Mazliak (1982) une faible quantité d'oxygène peut être suffisante pour permettre la germination. D'après Meyer *et al.* (2004), l'oxygène est contrôlé par les enveloppes qui constituent une barrière, mais en même temps une réserve.

Température : la température est certainement le facteur le plus important de la germination parce qu'elle joue un rôle dans la vitesse des réactions biochimiques (Ammari, 2011). La

température a deux actions : soit directe par l'augmentation de 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 indirect par l'effet sur la solubilité de l'oxygène dans l'embryon (Chaussat *et al.*, 1975).

La lumière : la lumière agit de manière différente sur les espèces. Elle inhibe la germination des graines à photosensibilité négative et stimule celle à photosensibilité positive (Anazalma, 2006). Les espèces indifférentes à la photosensibilité sont rares (Heller *et al.*, 1990).

II.2.4.b. Conditions internes de la germination

D'après Chaussat et Deunff (1975), la germination est influée par la maturité et la longévité des semences.

La maturité : c'est l'état complet de la morphologie et la physiologie des semences, lorsque toutes ses parties constitutives sont différenciées, il y a des semences, bien que vivantes et morphologiquement mures ne germent pas, même en présence des conditions favorables pour la germination, parce qu'elles ne sont pas physiologiquement mures.

La longévité : c'est la durée dans laquelle les semences restent vivantes et capables de garder leur pouvoir germinatif. Elle varie selon l'espèce et la variété (Heller, 1990). Lorsque des graines arrivées à maturité sont placées dans des conditions optimales de température, d'humidité et d'oxygénation pour leur croissance et qu'elles ne germent pas, plusieurs types de causes sont à envisager (Boualem, 2014).

II.2.5. La dormance des graines

Chez des nombreuses plantes, la germination des graines n'est pas immédiate, et nécessite le passage par une période de repos pendant laquelle la germination est inhibée par divers mécanismes.

La dormance est un stade important dans le cycle de la vie des plantes. C'est un état provisoire dans lequel des graines viables ne peuvent pas germer même dans des conditions favorables ; cet état se caractérise par une absence virtuelle d'activité métabolique et/ou par un manque virtuel de développement de la croissance (Hilhorst et koornneef, 2007).

La dormance peut être liée à la présence d'inhibiteurs, la présence de protéines photosensibles ou chromoprotéines, imperméabilité des enveloppes à l'eau ou à l'oxygène, et/ou 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.

II.2.5.a. Types de dormance

Il existe deux types de dormance :

II.2.5.a.1. La dormance primaire : elle s'installe pendant la formation des semences, et est présente à la récolte. C'est un état de repos profond qui se produit sous l'influence des facteurs internes de nature tégumentaire ou embryonnaire. L'installation de la dormance primaire est montrée comme étant dépendant de l'ABA. En effet, la surexpression des enzymes de la voie de biosynthèse de l'ABA favorise la dormance, tandis que des graines déficientes en ABA ne présentent pas de dormance (Nambara et Marion-Poli., 2005 ; Finchel-Corrie *et al.*, 2006).

- **La dormance tégumentaire**

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.

- **La dormance morphologique (embryonnaire)**

La dormance morphologique est due à la présence d'un embryon « sous développé » 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 abscissique (ABA) (Bewley, 1994).

Parmi les dormances embryonnaires on peut distinguer:

- les dormances photolabiles ; les dormances scotolabiles ; les dormances xérolabiles ; les dormances psychrolabiles (Helleret *et al.*, 1994).

II.2.5.a.2. La dormance secondaires (ou dormance induite), elle apparaît après la récolte pendant le stockage sous l'action de divers facteurs externes (température, oxygène, lumière) défavorables à la conservation. Elle commence automatiquement après la levée de la dormance primaire si les conditions ne sont pas favorables à la germination et à l'inhibition de la dormance (Finch et Leubner, 2006). La mise en place de la dormance secondaire semble également dépendante des teneurs en ABA. Par exemple l'induction de la dormance secondaire chez *Brassica napus* est associée c'est une augmentation de la concentration en ABA au sein de la graine (Wentao *et al.* 2009).

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_3) va être un régulateur majeur de la dormance. L'ABA favorisant la dormance, le GA_3 l'inhibant (Matilla et Matilla-Vazquez, 2008).

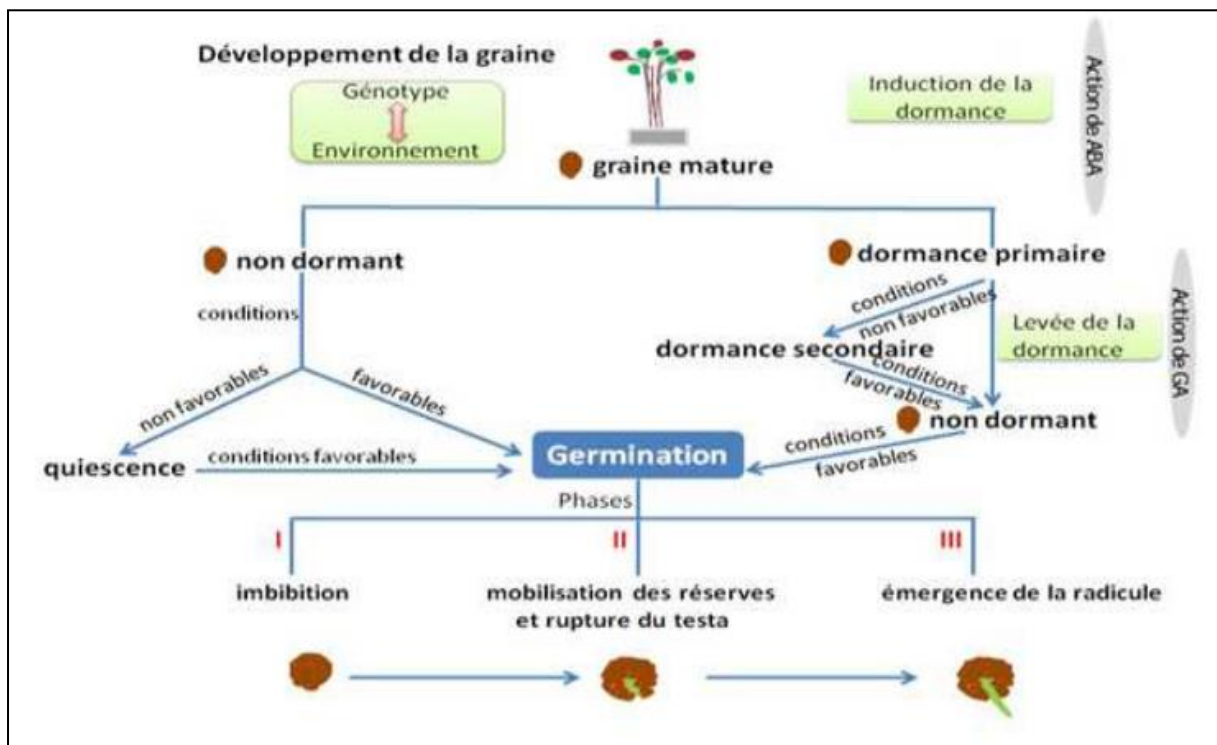


Figure n° 11 : Influences des conditions environnementales sur le développement, la dormance et la germination de la graine (N'DRI *et al.*, 2011).

II.2.5.b. La levée de la dormance et germination

Dans les conditions naturelles, l'exposition au froid peut lever la dormance des graines. Artificiellement, elle peut être levée par des traitements physiques (stratification et scarification) ou hormonales (régulateurs de croissance) (Djenidi, 2011). Lorsque des semences, placées dans les conditions habituellement les plus favorables à leur germination, ne germent pas immédiatement, on dit qu'elles présentent un « délai de germination ». La germination peut être seulement différée, elle peut également être impossible sans un traitement préalable convenable des semences réside soit dans l'embryon qui est dormant, soit dans les enveloppes qui inhibent la germination de l'embryon (côme, 1970). Lorsqu'on parle de capacité de germination, il faut donc préciser très clairement les conditions de germination et les traitements préalables subis par les semences (côme, 1970).

Afin d'améliorer le pouvoir germinatif des semences, certains traitements sont utilisés, les plus efficaces se classent en deux grands groupes :

- **Traitements humides** : c'est l'utilisation de l'eau bouillante ou chaude, des acides, des solvants organiques, l'alcool, etc.
- **Trempage dans l'eau** : permet la lixiviation d'une partie des composés phénoliques. Un trempage des semences dans des liquides tels que l'eau oxygénée ou l'hypochlorite de sodium peut se révéler efficace (Clemens *etal.*, 1977).
- **Eau chaude** : favorise généralement la germination et un trempage dans de l'eau chaude (entre 60 et 90°C) est aussi efficace que le trempage à 100°C, mais il y a moins de risques de dommages aux températures moins élevées (Clemens *etal.*, 1977).
- **Eau bouillante** : consiste à immerger les graines dans 4 à 10 fois leur volume d'eau bouillante (100°C), à arrêter le chauffage et à les laisser tremper dans l'eau qui se refroidit progressivement pendant 12 à 24 heures (Delwaulle, 1979).
- **Traitement à l'acide** : est employé pour lever la dormance tégumentaire par l'acide sulfurique concentré (Kemp, 1975).

L'amélioration de la germination des graines pourrait s'expliquer par le fait qu'en scarifiant chimiquement à l'acide sulfurique les téguments des graines permet d'augmenter leur perméabilité à l'air et à l'eau, ce qui favoriserait rapidement le processus de la germination (Soumahoro *etal.*, 2014). Un trempage des semences dans l'eau oxygénée ou l'acide sulfurique suffit pour dissocier les enveloppes sans tuer l'embryon et peut fournir pour certaines graines de bons résultats (Côme, 1970).

II.3. Stress hydrique

Le stress hydrique a été défini comme une baisse ou un excès de la disponibilité de l'eau dans le milieu d'installation de telle culture, traduisant par une réduction de la croissance de la plante et/ou de sa reproduction par rapport au potentiel du génotype. La contrainte hydrique est le facteur ou l'ensemble des facteurs ayant pour conséquence le stress. D'autres auteurs limitent la définition du stress aux seules conditions correspondant à une hydratation sub-optimale des tissus (Lamaze*etal.*, 1994).

L'installation d'une sécheresse se manifeste par la combinaison d'une part, de la restriction de la disponibilité en eau du sol et, d'autre part, de l'augmentation de la demande évaporatrice (Kiani, 2007).

Le manque d'eau peut se manifester aussi bien dans le sol que dans l'atmosphère (Veselovsky, 1985). Généralement, la sécheresse du sol est lente (Larcher, 1995), mais la diminution de l'humidité de l'air peut parfois être rapide (Yokota *et al.* 2006). D'un point de vue physique, le stress hydrique résulte d'un abaissement du potentiel hydrique dans l'air et/ou dans le sol en dessous d'une certaine valeur, dépendant du génotype, du phénotype et des caractéristiques du milieu (type de sol, température, vent) (Lamaze *et al.* 1994).

Les stress abiotiques, notamment le stress hydrique, limitent sérieusement la croissance des plantes ainsi que la productivité végétale (Wanget *al.* 2003).

L'effet du stress dépend de son degré, sa durée, le stade de développement de la plante, le génotype et son interaction avec l'environnement (Yokota *et al.*, 2006).

Chapitre III

Conservation de la biodiversité

III. Conservation de la biodiversité

III.1. Définition

La biodiversité est synonyme de diversité biologique .sous cette notion très globale, on entend la diversité que présente le monde vivant a tout les niveaux : la diversité écologique ou la diversité de écosystèmes ; la diversité spécifique ou diversité spécifique ou diversité interspécifique ; la diversité génétique (Chauvet et louis olivier, 1993).

La diversité biologique apparait comme quelque chose d'omniprésent, de consubstantiel a la vie ,mais aussi comme quelque chose complexe ,de dynamique .elle s'enracine dans les système moléculaire qui contrôlent l'activité et la multiplication des cellules et, par la les performances des organisme ,notamment leur reproduction .a l'échelle des population ,au sein des espèces .elle se déploie dans la variabilité interindividuelle qui garantit les capacité d'adaptation et dévolution des espaces ainsi se prolonge telle naturellement .fruit d'une longue histoire évolutive ,dans la profusion des espèces ,pour s'exprime enfin dans la structuration et la dynamique des système écologique complexe qui constituent la biosphère (barbault,1994). L'étude de la diversité biologique concerne une large gamme de discipline au sein des sciences biologique, chacune ayant développé ses indices et méthode statistique.ces mesure de diversité jouent un rôle centrale en écologie et en biologie de conservation même si la biodiversité ne peut pas être capturée entièrement par une seule valeur (purvis et hector, 2000).

Le concept de biodiversité avec tous les enjeux et défis qu' il véhicule sur les plans scientifique,sociologique, économique et politique est directement lie a la crise de environnement .cette crise dont l'ampleur apparait chaque jour plus sérieuse et menaçante pour l'avenir des sociétés, s'est peu a peu cristallisée dans le monde scientifique et politique ainsi qu' auprès du grand publique au pointe de devenir aujourd'hui un problème majeur de société longtemps confinée dans la seule sphère des science de la nature,la biodiversité pénétra le champ des science l'homme et de la société lors de la conservation sur la diversité biologique de la conférence de rio (1992) sur l'environnement et le développement ,ce qui étendit considérablement son sens et explique qu' on lui a donne plus d'une certains de définition (blondel,2005).

III.2. Les menaces de la biodiversité

Les écosystèmes forestiers algériens sont menacés par plusieurs facteurs naturels et anthropiques : leur composition floristique où dominant les résineux, une sylviculture

inadaptée, une période de sécheresse longue accentuée par les changements climatiques, des pressions anthropozoogènes, des populations rurales qui pratiquent l'élevage et ne disposent pas de terre. Les incendies constituent une des conséquences les plus graves de cette situation et qui nécessite une prise en charge pour une protection durable. Borsali *et al.* (2014) soulignent : « Au rythme actuel de destruction du patrimoine végétal par les incendies, dans un siècle au plus la couverture végétale forestière sera anéantie. Annuellement les feux de forêts détruisent en moyenne près de 2 % de la surface forestière nationale alors que les reboisements ne sont que de l'ordre de 1% soit une perte de l'ordre de 15.000 hectares par an, en supposant que tous les reboisements réussissent mais ce n'est malheureusement pas le cas ». Les statistiques de la période 1985-2010 donnent une superficie totale incendiée de l'ordre de 780 000 ha pour un nombre total de 32 000 foyers soit une moyenne par foyer de près de 25 000 ha. Cette situation fait des formations forestières de l'Algérie un des espaces les plus menacés qui doit bénéficier impérativement de mesures de protection afin de leur assurer la pérennité de leur rôles tant dans la diversité biologique que sur les aspects socioéconomiques.

III.3. Pression sur la forêt

III.3.1. Influences anthropiques

La dégradation des écosystèmes naturels, leur réduction ou leur fragmentation se traduit toujours par une modification plus ou moins importante, selon l'intensité de la pression qui s'y exerce, de leur composition et de leur dynamique. 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. « En méditerranée l'investigation écologique devait prendre en compte l'action de l'homme dont les origines remontent à plusieurs dizaines millénaires...En effet, le processus d'anthropisation a largement façonné tous les complexes de végétations méditerranéenne au point qu'il est difficile sans référence au bioclimat de classer certaines structures de dégradation » (Barbero, 1990).

III.3.1.1. 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 biodiversité végétale. 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 avancée.

III.3.1.2. Les feux de forêt

Dans le bassin méditerranéen, les feux de forêts représentent une part importante des incendies dans le monde et continuent à menacer le patrimoine forestier et les biens des populations rurales mettant ainsi en danger les équilibres économiques, écologiques et sociaux des pays de la région. Le feu représente ainsi l'une des plus importantes perturbations subies par les écosystèmes forestiers méditerranéens. En plus de la sécheresse, facteur aggravant la négligence humaine constitue la cause principale de la récente hausse du nombre de foyers de feux de forêt à travers les pays de cette région (DGF, 2010).

Il est à rappeler à ce titre que durant la dernière décennie, notre pays a enregistré en moyenne près de 1800 foyers par an et une superficie annuelle parcourue par le feu estimée à 27 000 ha, Soit plus de 15 ha par foyer, comme il faut relever que la formation végétale « Forêt» demeure la plus touchée avec près de 50% de la superficie totale (DGF, 2010).

Deux causes principales sont à l'origine des incendies de grande ampleur que connaissent nos forêts : le climat, c'est durant les années particulièrement sèches (1983) que les incendies ont été les plus dévastateurs ;

La deuxième cause est liée au trouble social, en particulier lors des guerres et des révoltes, en rai, sont notamment, de la conjoncture sécuritaire difficile qu'a traversé l'Algérie durant la décennie 1990-2000. C'est l'année 1994 qui a été la plus destructrice pour la forêt algérienne avec une superficie de 271 598 ha soit 6,6% de la superficie forestière totale. Entre 1881 et 2006, 4 834 874 ha, soit 118% du domaine forestier algérien à brûlé en 126 ans. (DGF, 2012).

III.4. Autres facteurs de dégradation de la biodiversité

- Les coupes de bois : suite à la hausse des prix du bois, les coupes illicites de bois de chauffage, de bois d'œuvre pour la construction et de bois d'ébénisterie sont en augmentation. Ces coupes touchent les arbres ayant les meilleures caractéristiques phénotypiques et génétiques et éliminent les meilleurs porteurs de graines.
- Le tourisme : le tourisme et les usages récréatifs qui nécessitent l'aménagement de voies de circulations, de stations... augmentent les risques d'incendies et affectent les zones boisées
- Les défrichements : les populations montagnardes, privées de surfaces agricoles et marginalisées procèdent à des labours à la lisière des forêts. Ces pratiques, outre

qu'elles ont un effet désastreux sur les sols, provoquent des antagonismes permanents entre les riverains et l'administration forestière guidée par un souci de protection des forêts.

- L'érosion : outre les pertes en sol, l'érosion entraîne une perte d'alimentation des nappes phréatiques, par conséquent des ressources en eau et l'envasement des barrages. La stratégie adoptée reposant sur des actions très classiques, aléatoires et traditionnelles axée essentiellement sur la mobilisation de moyens destinés à empêcher la naissance du feu et sa propagation n'ont pas pu diminuer de son impact. Les actions préconisées comme l'ouverture de tranchée coupe feu, l'ouverture de pistes d'accessibilité, l'élagage de résineux sans espacement entre les cimes se caractérisent par une absence de règles de conduite sylvicoles appropriées.

La fluctuation des superficies incendiées appelle également à une meilleure vigilance puisque la superficie des forêts brûlées par année en Algérie oscille entre 20 000 ha et plus de 50 000 ha avec un chiffre exceptionnel de 271 000 ha en 1994. (DGF ,2012).L'analyse de la superficie incendiée annuellement plaide pour une autre approche axée sur l'identification des dangers et de leurs risques, de la détection et de l'alerte et surtout sur la rapidité d'intervention. A ce sujet Meddour (2008) précise que la superficie moyenne brûlée par incendie fluctue entre 10.55 ha et 42.5 ha ; plus de 5400 foyers ont été enregistrées en 2012. Les surfaces parcourues par le feu représentent sensiblement 1 % des boisements actuels du pays compte tenu d'une surface forestière totale de 4.1 millions d'ha (Meddour, 2008).

III.5. Conservation de la biodiversité

Biologie de la conservation C'est dans ce contexte de crise qu'est née à la fin des années 1960 cette nouvelle discipline qu'est la biologie (ou écologie) de la conservation dont le but est d'enrayer le déclin de la biodiversité, voire de la restaurer (Blondel, 2006). Il s'agit moins d'une nouvelle discipline de recherche qu'une nouvelle manière d'aborder des champs de recherche classiques comme la biogéographie, l'écologie, la systématique, la génétique, la physiologie etc. Son objectif est de déterminer les mécanismes qui président à la genèse de la biodiversité, à son renouvellement, à sa régulation et à ses trajectoires futures. Elle s'intéresse aux acteurs (gènes, populations, espèces), mais aussi à leurs fonctions, aux services qu'ils rendent et à la durabilité de ces services (Blondel, 2006).

III.5.1. Pratique de la conservation

Sur le plan technique il existe deux grands types d'options de conservation de la biodiversité: la conservation in-situ, c'est-à-dire dans le milieu naturel et la conservation exsitu (Probst et cibien, 2006). Ces deux démarches sont complémentaires :

La conservation in situ apparaît comme la solution idéale puisqu'elle maintient les espèces dans leur écosystème en conservant leur potentiel évolutif, et dans la mesure où elle permet la conservation d'écosystèmes entiers (organismes et interactions). C'est le rôle que jouent les diverses catégories d'aires protégées.

La conservation ex-situ s'avère nécessaire dans le cas de destruction d'habitats d'espèces rares ou en voie de disparition, ou pour préserver les semences. En réalisant des élevages en milieu contrôlé : dans les jardins botaniques, les jardins zoologiques, les banques de gènes, les conservatoires de variétés sauvages ou agricoles (cultures et élevage). Mais les enjeux liés à la biodiversité ne relèvent pas seulement des biologistes, et n'est pas seulement une question technique. La conservation de la biodiversité comprend la sauvegarde, l'étude et l'utilisation de la biodiversité. « La conservation est une philosophie de la gestion de l'environnement qui n'entraîne ni son gaspillage, ni son épuisement, ni son extinction, ni celle des ressources et valeurs qu'il contient ».

III.6. Classification des graines pour la conservation

Les graines occupent une place privilégiée en étant le moyen le plus répandu de multiplication et de dispersion des végétaux. C'est à ce titre que les graines suscitent un si grand intérêt de la part du monde agricole, industriel et scientifique.

Il y'a deux types de graines, orthodoxe et récalcitrante, qui sont importantes car elles sont liées au mode de conservation et à la longévité des semences

Les graines orthodoxes Roberts (1973) a défini les graines orthodoxes comme celles pouvant être séchées sans dommage à 5 % de teneur en eau relative. De plus, la durée de conservation de ces graines augmente si l'humidité relative et la température du lieu de stockage sont abaissées.

Semences orthodoxes à tégument dur : La plupart, sinon la totalité, des semences qui conservent leur viabilité pendant plusieurs décennies sont des semences à tégument dur. Parmi les espèces qui produisent de telles semences figurent un certain nombre de légumineuses tropicales.

Semences orthodoxes sans tégument dur De nombreuses espèces des principaux genres d'arbres forestiers entrent dans cette catégorie.

Les graines récalcitrantes Une deuxième catégorie regroupant les graines ne pouvant être stockées à l'état sec car elles perdent leur viabilité à des teneurs en eau plus élevées (teneur en eau relative de 20 à 50 % selon les espèces). Les graines d'espèces tempérées comme *Quercus*, *Castanea*.

- La plupart des essences tropicales produisant des graines récalcitrantes à vie courte poussent dans les forêts tropicales humides

- Il arrive parfois qu'un genre comporte à la fois des espèces orthodoxes et des espèces récalcitrantes

- Riches en eau

- Meurent si elles se déshydratent

Selon les estimations, de 75 à 95 % des 8 000 espèces spermaphytes étudiées auraient des graines orthodoxes, 5 à 25 % produiraient des graines récalcitrantes.

Partie II
Etude Expérimentale

Chapitre IV
Matériels biologiques et Méthodes
d'études

Objectif

Dans le cadre de la conservation de la biodiversité végétale, notre travail consiste principalement à conserver les graines des espèces suivantes : *Ruta montana*, *Chamaerops humilis*, *Ceratonia siliqua*, *Gleditsia triachantos*, *Gleditsia triachantos inermis*, *Cercis siliquastrum*. Nous avons étudié les caractéristiques morphométriques et analyser le comportement germinatif de ces espèces. Ce travail a été effectué au niveau de laboratoire de la recherche biodiversité végétale : conservation & valorisation de l'université Djillali Liabes de Sidi Bel Abbès.

Il s'agit aussi de faire ressortir les prétraitements nécessaires pour lever la dormance pour les graines atteintes d'une dormance d'origine tégumentaire ou embryonnaire, et définir les conditions thermiques optimales de germination. Aussi, nous avons étudié le comportement germinatif des graines de *Ruta montana* sous différentes conditions de stress hydrique.

VI.1. Matériels biologiques

Le matériel végétal utilisé dans notre étude est représenté par les graines de (figure n° 12) :

- *Rutamontana* et *Chamaerops humilis* collectées dans le mont de Tessela (Sidi Bel Abbes),
- *Ceratonia siliqua*, *Gleditsia triachantos*, *Gleditsia triachantos inermis* collectées à l'ITMA(Sidi Bel Abbes),
- *Cercis siliquastrum* collectées à la faculté des sciences exactes (Sidi Bel Abbes).

Les graines récoltées ont été conservées dans des sachets en papier et à l'abri de l'humidité jusqu'à leurs utilisations. Leurs caractéristiques sont représentées dans le tableau 1.

Tableau n°1 : Caractéristiques des graines des espèces étudiées

Espèces	Famille	Provenances	Date de récolte	Age des graines à la date de leur utilisation	Coordonnées GPS	Caractéristiques des graines
<i>Ruta montana</i>	Rutaceae	Mont de Tessala	07-2019	18 mois	Altitude : 886m N : 35°16.117' W : 000°46.714'	Graines réniformes Brunes foncées renfermées dans un albumen charnu
			04-09-2019	16 mois		
			12-2020	1 mois		
<i>Chamaeros humilis</i>	Areaceae	Mont de Tessala	2019	18 mois	Altitude : 993m N : 35°16.573' W : 000°46.574'	La graine est en générale ovoïde, mais on trouve parfois curieusement quelque rares graines rondes parmi l'infructescence. Elle présente un albumen corné et ruminé.
<i>Ceratonia siliqua</i>	Fabaceae	ITMA	29/11/2020	1 mois	Altitude : 482 m N : 35°10.727' W : 000°39.597'	Graines sont brunes de forme ovoïde aplatie, biconvexes et très dures. Elles sont séparées les unes des autres par des cloisons pulpeuse. On en compte 15 à 20 graines par gousse.
<i>Gleditsia triachantos</i>	Fabaceae	ITMA	11/2019	13 mois	Altitude : 482 m N : 35°10.727' W : 000°39.597'	Petites graines ovales, Brunnes foncées lisses avec un dur tégument imperméable (Gold, 1997). Elles sont nomées carouge à miel (Nessom, 2003)
			25/11/2020	1 mois		
<i>Gleditsia triachantos inermis</i>	Fabaceae	ITMA	25/11/2020	1 mois	Altitude : 482 m N : 35°10.727' W : 000°39.597'	Graines ovales, avec une longueur moyenne de 1 cm brunes foncées lisses avec dur tégument imperméable
<i>Cercis siliquastrum</i>	Fabaceae	FSE Sidi Bel Abbes	26/11/2020	1 mois	Altitude : 491 N : 35°12.168' W : 000°38.351'	Petites graines ovoïdes, aplaties brunes

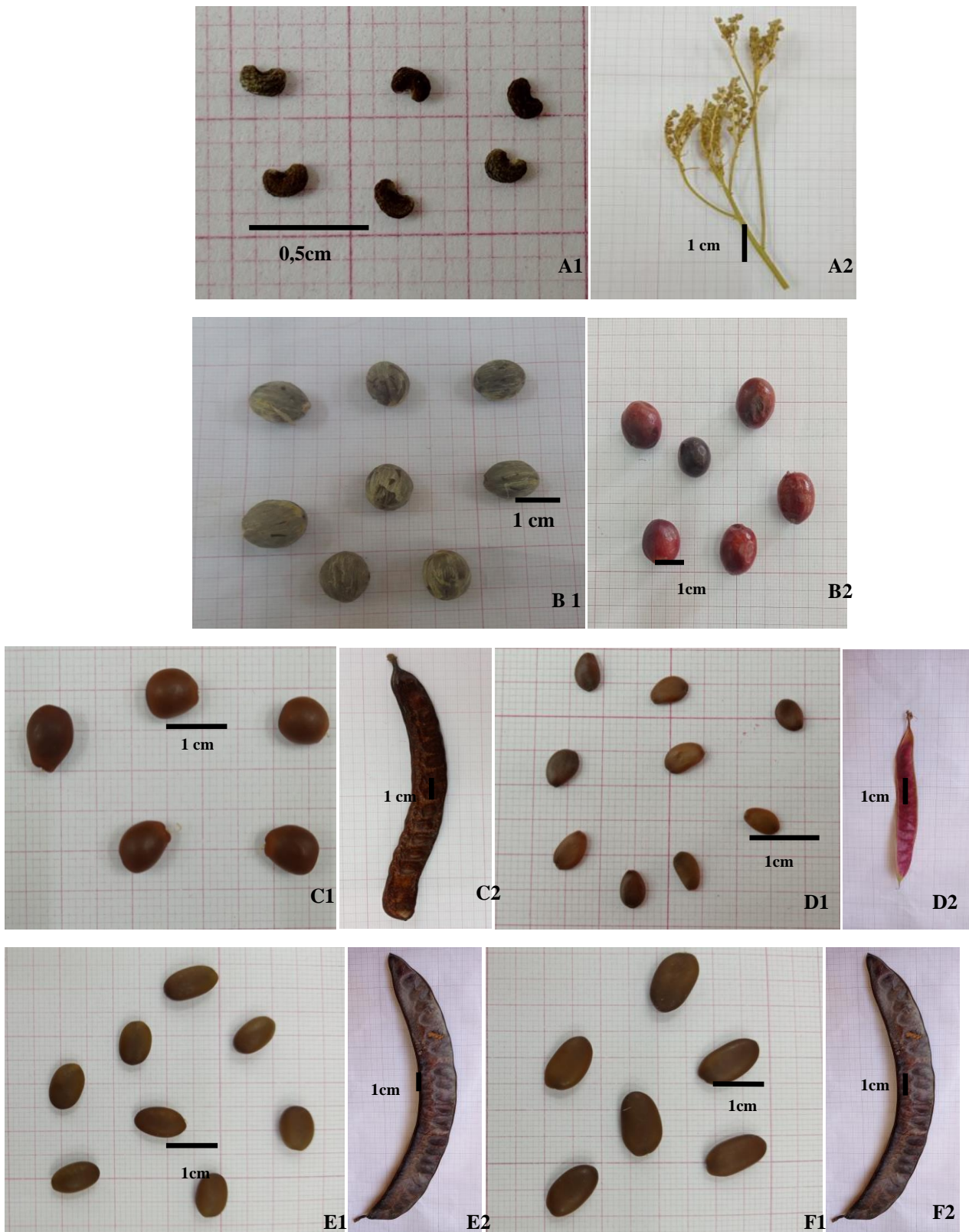


Figure n° 12 : Fruits et graines des espèces étudiées, clichées par Bendahoua et Cellali, 2021
 A1: graines de *R. montana*, A2: fruit de *R. montana*; B1: graines de *C. humilis*; B2: fruit de *C. humilis*; C1: graines de *C. siliqua*; C2: fruit de *C. siliqua*; D1: graines de *C. siliquastrum*; D2: fruit de *C. siliquastrum*; E1: graines de *G. triachantos*; E2: fruit de *G. triachantos*; F1: graines de *G. triachantos inermis*; F2: fruit de *G. triachantos inermis*.

VI.2. Méthodes d'étude

VI.2.1. Tri et nettoyage

Nous avons débarrassé les graines de leurs fruits, ensuite elles sont triées et seules les plus saines sont sélectionnées pour les tests de germination. Par la suite, toutes les graines des espèces utilisées dans nos essais ont été stérilisées en surface par une solution d'eau de javel (hypochlorite de sodium) à 5% pendant 5 à 10 min, puis rincées abondamment trois fois à l'eau distillée.

VI.2.2. Étude morphométrique

Les mesures morphométriques des graines utilisées, à savoir leurs longueurs, largeurs et épaisseurs moyennes ont été évaluées à l'aide d'un pied à coulisse. Les valeurs mentionnées sur le tableau n°2 sont des moyennes sur 10 graines pour chaque espèce.

Tableau n°2. Caractéristiques morphométriques des graines d'espèces étudiées.

Espèces	Morphométrie (10 graines)		
	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Epaisseur (mm)
<i>Ceratonia siliqua</i>	6.78	5.15	3.95
<i>Gleditsia triachantos</i>	9.59	6.10	3.82
<i>Gleditsia triachantos inermis</i>	11.39	6.34	3.52
<i>Cercis siliquastrum</i>	5.83	4.00	1.58
<i>Chamaerops humilis</i>	11.72	10.00	9.90

Remarque : Nous n'avons pas pu représenter les mesures morphométriques des graines de *Ruta montana* étant donné qu'elles sont très minuscules et aussi par manque de moyens matériels.

VI.2.3. Poids de 100 graines

Les valeurs du poids frais et sec et le pourcentage d'humidité des graines utilisées sont représentées sur le tableau n°3.

Tableau n°3 : poids frais et sec et le pourcentage d'humidité des graines utilisées.

Espèces	Poids frais (g)	Poids sec (g)	Humidité(%)
<i>Ceratonia siliqua</i>	12.858	12.785	0.567
<i>Gleditsia triachantos (2019)</i>	20.271	20.230	0.202
<i>Gleditsia triachantos (2020)</i>	18.983	18.950	0.173
<i>Gleditsia triachantos inermis</i>	22.233	22.188	0.202
<i>Cercis siliquastrum</i>	2.575	2.568	0.271
<i>Chamaerops humilis</i>	78.422	75.896	3.221
<i>Ruta montana (07-2019)</i>	0.124	0.122	1.612
<i>Ruta montana (09-2019)</i>	0.1129	0.1128	0.088
<i>Ruta montana (12-2020)</i>	0.113	0.110	2.654

Le poids sec des graines a été évalué après avoir déshydraté les graines dans un dessiccateur dans du silica gel (ISOLAB laborgerate GmbH Bahnhofstrasse 1097877 Wertheim-GERMANY) (Figure n° 13).

Le pourcentage d'humidité a été calculé selon l'équation suivante ((International Seed-Testing Association [ISTA] 2005):

$$\text{THS (\% pf)} = \frac{\text{poids humide} - \text{poids sec}}{\text{poids humide}} \times 100.$$

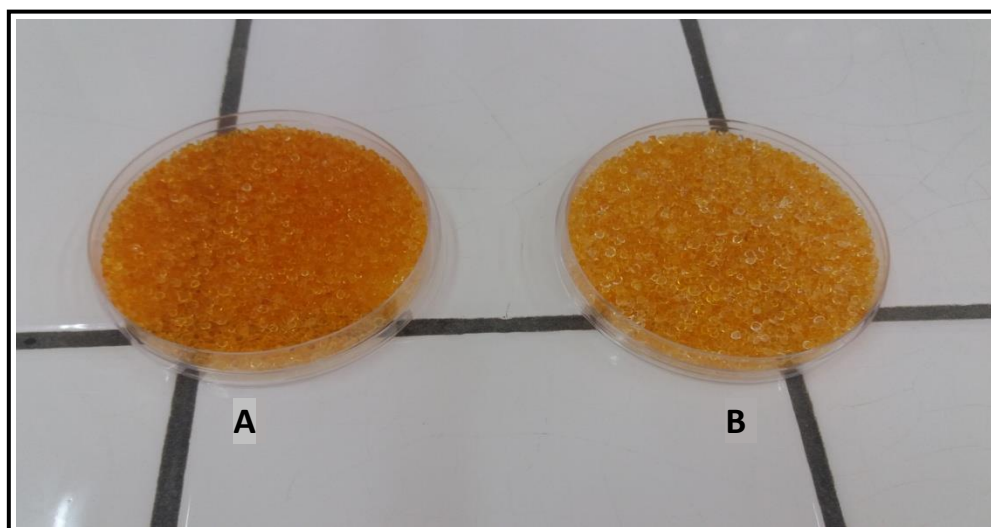


Figure n° 13 : Gel de silice avant utilisation (A) et après utilisation (B)

VI.2.4. Tests préliminaires de germination

VI.2.4.1. Essais de germination à la lumière et à l'obscurité

Nous avons effectué des essais préliminaires afin de déterminer la photosensibilité des graines. S'il s'agit des graines à photosensibilité positive (germent à la lumière) ou à photosensibilité négative (germent à l'obscurité). Les graines ont été mises à germer dans deux étuves de type Memmert réglées à 20°C dont l'une est pourvue d'une porte en verre permettant la perception de la lumière du jour et l'autre fermée offre l'obscurité. Les essais ont été réalisés dans des boîtes de pétri en plastique (9 cm de largeur et 1 cm d'hauteur), tapissées de deux couches de papier filtre (PRAT DUMAS France) imbibées d'eau distillée.

Pour *Ceratonia siliqua*, *Gleditsia triachantos*, *Gleditsia triachantos inermis*, nous avons choisi 20 graines pour chacune de ces espèces : 10 graines à l'obscurité et 10 à la lumière. Celles-ci sont scarifiées mécaniquement et trempées dans l'eau distillée pendant 24h car leurs téguments sont très durs et présentent des polyphénols (inhibition tégumentaire) qui empêchent certainement leur germination.

Pour *Ruta montata*, nous avons choisi 30 graines (15 à l'obscurité et 15 à la lumière) pour chaque date de récolte.

Le comptage des graines germées est fait quotidiennement, toute les 24 heures. Nous avons retenu comme critère de germination, la percée des enveloppes par la radicule.

VI.2.4.2. Recherche des conditions optimales thermiques de germination

Dans le but de compléter les informations sur la germination des graines des espèces étudiées, nous avons effectué des essais afin de déterminer la température optimale de germination. Les graines ont été mises à germer à l'obscurité dans les étuves réglées aux températures continues suivantes (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 et 40°C) à l'exception des graines de *Chamaerops humilis* qui ont été mises à germer à la température optimale de 25°C, d'après Medjati *et al.* (2013). La germination des graines de *Cercis siliquastrum* a été testée à la température optimale de 20°C.

Pour *Ruta montana*, la recherche des conditions thermiques optimales de germination a porté sur les graines récoltées en juillet 2019 car ces dernières se sont révélées les plus viables selon nos tests préliminaires. A cet effet, nous avons choisi 60 graines réparties en quatre lots de 15 graines chacun. Les tests de germination ont été réalisés aux températures suivantes : 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35°C.

Pour les graines de *Chamaerops humilis*, nous avons effectué deux essais de germination, l'un par la méthode entre papier et l'autre en utilisant du coton hydrophile comme substrat. Trente graines sont réparties en trois lots de 10 graines pour chacune des deux méthodes puis mises à germer à l'étuve réglée à 25°C.

Etant donné que le tégument de ces graines est coriace et très lignifié, celles-ci ont subi au préalable une scarification manuelle.

Pour les graines de *Ceratonia siliqua*, *Gleditsia triachantos*, *Gleditsia triachantos inermis*, nous avons scarifié mécaniquement les graines, puis nous les avons trempées dans l'eau distillée pendant 24h pour faire dissoudre les polyphénols existants dans leurs téguments. Quarante graines de chaque espèce sont réparties en 4 lots de 10 graines puis mises à germer dans une étuve réglée aux températures suivantes : 5°C à 40 °C

Pour *Cercis siliquastrum*, nos essais préliminaires ont montré que ses graines sont dormantes, ce qui nous a poussés à combiner certains prétraitements physico-chimiques pour lever cette dormance, à savoir :

- Stratification + scarification: les graines scarifiées ont été disposées dans des boîtes de Pétri munies de papier filtre imbibé d'eau distillée et placées dans un réfrigérateur à la température de 5°C pendant 8 semaines.

- Prérémpage dans l'eau chaude à 80°C pendant 5mn + imbibition à l'acide gibbéréllique (AG₃) 100ppm, 150ppm et 200ppm.
- Scarification mécanique + stratification : les graines scarifiées ont été disposées dans des boites de Pétri munies de papier filtre imbibé d'eau distillée et placées dans un réfrigérateur à la température de 5°C pendant 8 semaines. Elles sont ensuite mises à germer sur du papier filtre imbibé d'acide gibbéréllique à différentes concentrations (100ppm, 150ppm et 200ppm) (Figure n° 14).

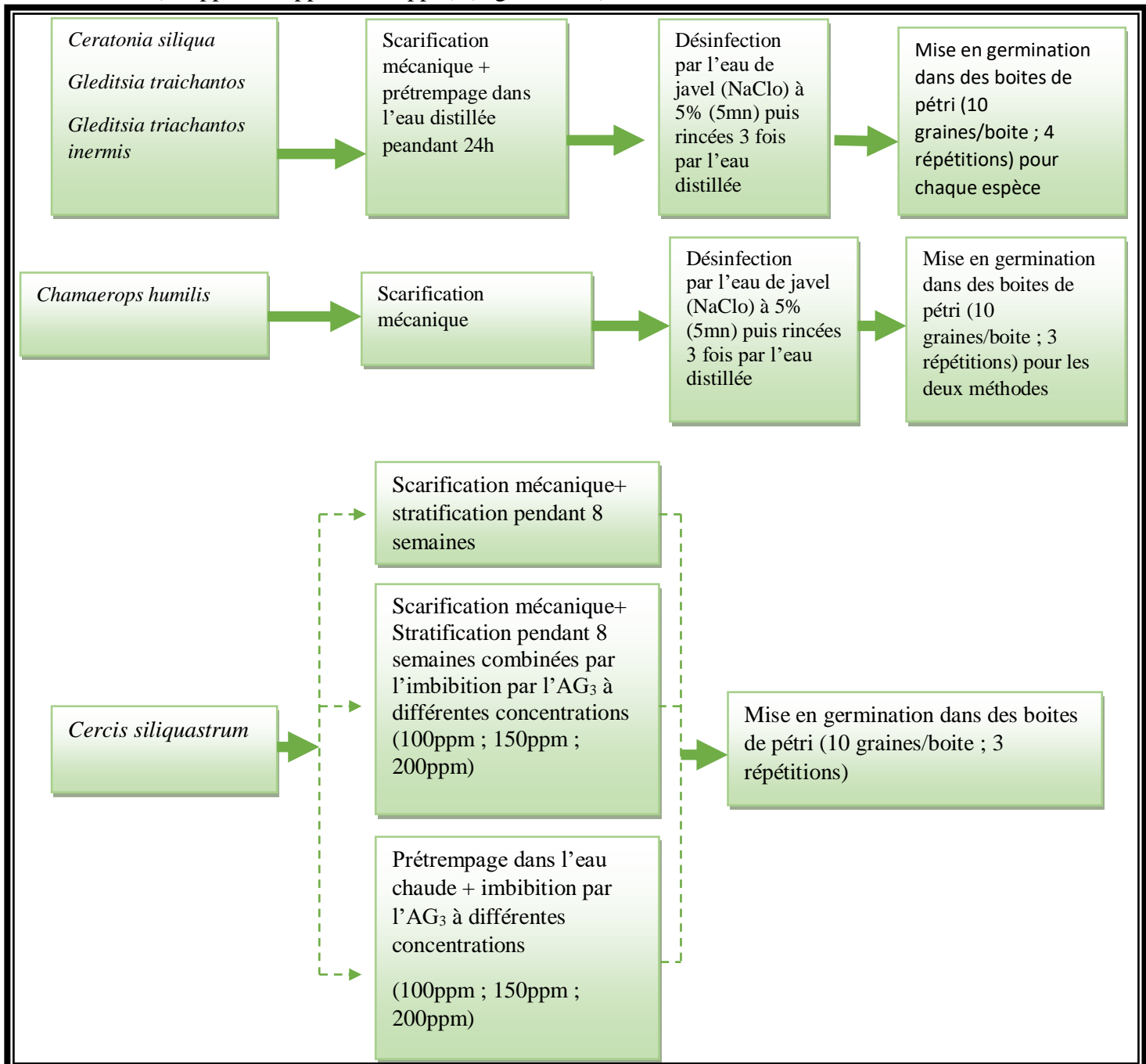


Figure n° 14 : Schéma récapitulatif des prétraitements appliqués

VI.3. Effets du stress hydrique sur la germination des graines de *Ruta montana*

Il s'agit d'étudier l'effet du déficit hydrique sur le processus de la germination des graines de *Ruta montana*. Les essais de germination ont été réalisés sous différents niveaux de potentiels hydriques par l'utilisation du polyéthylène glycol (PEG₆₀₀₀), à l'obscurité dans une étuve réglée à la température optimale continue de germination (20°C) définie selon nos essais.

Les différentes concentrations de PEG testées sont 0 (témoin : eau distillée), 112, 169, 214, 251, 284, 314 g/l qui correspondent respectivement aux potentiels hydriques de 0, -0.2Mpa, -0.4Mpa, -0.6Mpa, -0.8Mpa, -1Mpa, -1.2Mpa.

Le potentiel hydrique est calculé comme suit (Michel et Kaufman, 1973) :

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

Ψ : le potentiel hydrique (en bar),

C : est la concentration de PEG₆₀₀₀ en g / kg dans H₂O,

T : est la température en degrés Celsius

1 bar = 0.1 Mégapascal (MPa)

IV.4. Expression des résultats et traitement des données

IV.4.1. La précocité de germination ou temps de latence (TL)

En général, chaque espèce dispose d'une précocité de germination spécifique à sa nature. Car même placée dans les mêmes conditions expérimentales, le début d'apparition de la racine à travers la membrane n'aura pas lieu en même temps chez toutes les graines (Renard et Quillec, 1975). Ce paramètre est déterminé lorsque nous observons les premières graines germées. Dans ce cas, la précocité de la germination est exprimée par le nombre de jours nécessaires pour le déclenchement de la germination et qui correspondent à l'intervalle de temps entre le semis des graines et les premières graines germées (Belkhodja, 1996).

IV.4.2. Estimation du taux final de germination (TFG) ou capacité de germination (CG)

Sur la base du nombre total de graines utilisées (Nt), nous calculons le pourcentage final ou maximum des graines germées (Ni) selon la relation :

$$\text{TFG} = \text{Ni} \times 100 / \text{Nt}$$

Ce paramètre constitue le meilleur moyen d'identification des conditions environnementales qui présentent la limite physiologique de germination des graines (Maraghni *et al.*, 2010).

IV.4.3. Coefficient de vélocité :

Le coefficient de vélocité (CV) ou vitesse de germination est déterminé par la formule suivante (Jones & Sanders, 1987):

$$Cv = \frac{N1 + N2 + N3 + \dots + Nn}{N1T1 + N2T2 + N3T3 + \dots + NnTn} * 100$$

N1 : nombre de graines germées durant le temps T1.

N2 : nombre de graines germées entre le temps T1 et T2.

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

IV.4.4. Cinétique de germination

La cinétique de germination est une courbe de germination qui décrit le déroulement de la germination du lot de semences considéré placé dans des conditions bien précises. Elle représente le plus souvent l'évolution des pourcentages de germination cumulés en fonction du temps. Cette cinétique est établie à partir des taux cumulés de graines germées c'est-à-dire la variation des taux de germination en fonction du temps exprimé en jour. Les courbes de germination donnent une idée complète de l'évolution de la germination d'un lot de semences placées dans des conditions déterminées (Mguis *et al.*, 2011).

IV.5. Traitements de données

L'effet de la température sur les différents paramètres de germination (CG, CV, TL) des graines des espèces étudiées a été vérifié par l'analyse de la variance à un facteur contrôlé (ANOVA I).

Les comparaisons multiples des moyennes des différents paramètres mesurés ont été effectuées par l'analyse de variance et les comparaisons deux à deux ont été réalisées par le test de Duncan au seuil de 5% en utilisant le logiciel IBM SPSS Statistics 20

VI.6. Stockage et conservation

Nous avons déshydraté les graines à l'aide d'un dessiccateur (silica gel), puis nous les avons mises dans des flacons hermétiques étiquetés (portant le nom de l'espèce et leurs dates de récolte) dans un réfrigérateur à 5°C. Les flacons doivent être aseptiques, qui offrent aux graines l'impossibilité d'attaque de microorganismes (bactéries, virus, ...ect), et donc évitant la détérioration des graines.

Chapitre V

Résultats et Discussion

V. Résultats et discussion

V.I. Résultats

Les essais de germination préliminaires ont montré que les graines non traitées de *C. siliqua*, *G. trichantos*, *G. trichantos inermis* sont inaptes à germer car elles sont atteintes d'une dormance ou inhibition tégumentaire. Cette dormance tégumentaire a été levée par scarification mécanique suivi d'un prétrempage dans l'eau distillée pendant 24 heures.

Les résultats des essais de germination ci-dessous des trois fabacées suscitées correspondent aux graines ayant subi au préalable une scarification mécanique suivi d'un prétrempage dans l'eau distillée pendant 24 heures.

V.I.1. Effet de l'alternance lumière du jour / obscurité (nuit) sur la germination des graines des espèces étudiées

V.I.1.a. *Ceratonia siliqua*

Les résultats de l'effet de l'alternance lumière du jour / obscurité (nuit) sur la germination des graines de *C. siliqua*, à la température continue de 20°C, sont représentés par la figure n° 15 et sur le tableau n° 4.

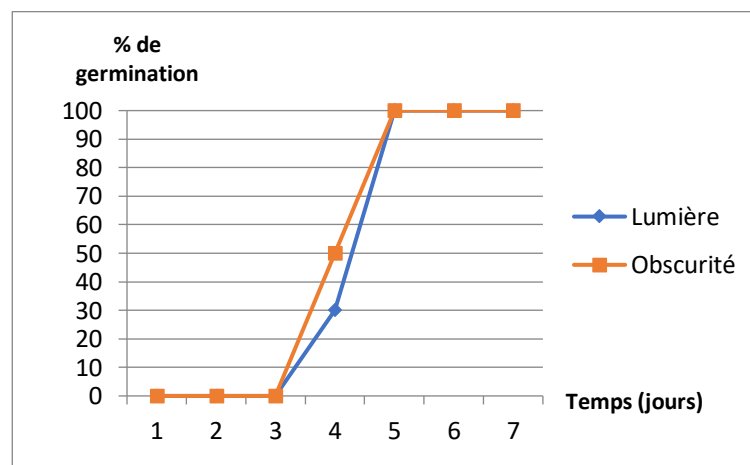


Figure n° 15 : Cinétique de germination des graines de *Ceratonia siliqua* en fonction de l'alternance de la lumière du jour/ et obscurité nuit et de l'obscurité continue.

Le tableau suivant représente les variations de la capacité de germination, du coefficient de vélocité et du temps de latence des graines de *Ceratonia siliqua* sous l'effet de l'alternance lumière du jour / obscurité (nuit) et de l'obscurité continue.

Tableau n°4 : Les valeurs de (CG, CV, et de TL) de la germination des graines de *C. siliqua*.

Paramètres	Lumière jour/obscurité nuit	Obscurité continue
CG (%)	100	100
CV (%)	21.27	22.22
TL (jour)	4	4

Selon les résultats représentés par la figure 15 et sur le tableau n°4, nous constatons que la capacité de germination des graines de *C. siliqua* est maximale à l'obscurité et à la lumière (100%). Donc, elles sont indifférentes à la photosensibilité. Les valeurs de la vitesse de germination et du temps de latence sont aussi comparables.

V.I.1.b. *Gleditsia triachantos*

Les résultats de l'effet de l'alternance lumière du jour / obscurité (nuit) sur la germination des graines de *G. triachantos* sont représentées sur la figure n° 16 et sur le tableau n° 5.

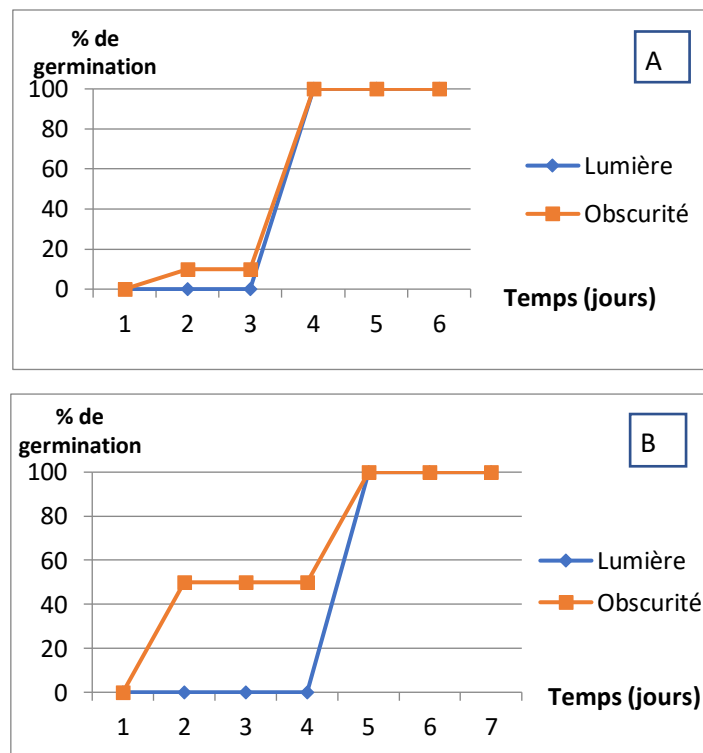


Figure n° 16 : Variation de cinétique de germination des graines de *Gleditsia triachantos* [récoltées en 2019 (A), et en 2020 (B)] en fonction de l'alternance de la lumière du jour/obscurité nuit et de l'obscurité continue.

Le tableau suivant représente les variations de la capacité de germination, du coefficient de vélocité et du temps de latence des graines de *G. triachantos* (récoltées 2019 et 2020).

Tableau n°5 : Les valeurs de (CG, CV, et de TL) de la germination des graines *G. triachantos*.

<i>Gleditsia triachantos</i>	Paramètres	Lumière jour/obscurité nuit	Obscurité continue
2019 (A)	CG (%)	100	100
	CV (%)	25	26,31
	TL (jour)	4	2
2020 (B)	CG (%)	100	100
	CV (%)	20	28,57
	TL (jour)	5	2

Selon les résultats représentés par la figure 16 et le tableau n°5, nous avons constaté que le taux de germination des graines de *G. triachantos* des deux dates de récolte est maximal à l'obscurité continue et à l'alternance de la lumière du jour / obscurité (nuit). Donc, elles sont indifférentes à la photosensibilité. Les valeurs de la vitesse de germination sont comparables, le temps de latence est court à l'obscurité (2 jours) et s'allonge à la lumière de 4 à 5 jours.

V.I.1.c. *Gleditsia triachantos inermis*

Les résultats de l'effet de l'alternance lumière du jour / obscurité (nuit) sur la germination des graines de *G. triachantos inermis* sont représentées sur la figure n° 17 et sur le tableau n°6.

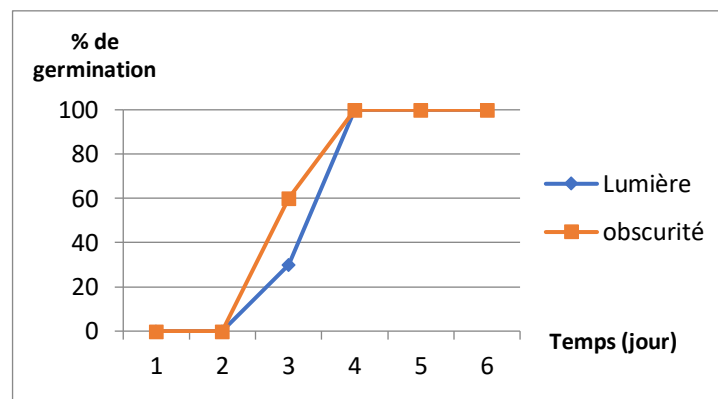


Figure n° 17 : Variation de la cinétique de germination des graines de *Gleditsia triachantos inermis* en fonction de l'alternance de la lumière du jour/ obscurité nuit et de l'obscurité continue.

Le tableau suivant représente les variations de la capacité de germination, du coefficient de vélocité et du temps de latence des graines de *Gleditsia triachantos inermis*.

Tableau n°6 : variation de CG, CV, TL des graines de *G. triachantos inermis*

Paramètres	Lumière jour/obscurité nuit	Obscurité continue
CG (%)	100	100
CV (%)	27,02	29,41
TL (jour)	3	3

Selon les résultats représentés sur la figure 17 et le tableau n°6, nous constatons que le taux de germination des graines de *G. triachantos inermis* est maximal (100 %) à la lumière et l'obscurité, avec des vitesses de germination et des temps de latence comparables.

V.I.1.d. *Cercis siliquastrum*

Selon les résultats obtenus, nous avons constaté une absence de germination des graines de *C. siliquastrum* que ce soit à l'alternance de la lumière du jour/obscurité nuit et à l'obscurité continue. Ceci montre que nos graines sont dormantes. C'est pour cette raison que nous avons par la suite de notre travail, appliqué sur ces graines des prétraitements pour lever cette inaptitude à la germination.

V.I.1.e. *Chamaerops humilis*

Conformément aux travaux de Médjati, *et al.* (2013), nous avons effectué le test de germination directement à l'obscurité et à la température optimale de 25°C.

V.I.1.f. *Ruta montana*

Les résultats de l'effet de l'alternance lumière du jour / obscurité (nuit) sur la germination des graines de *R. montana* sont représentées par la figure n° 18 et sur le tableau n°7.

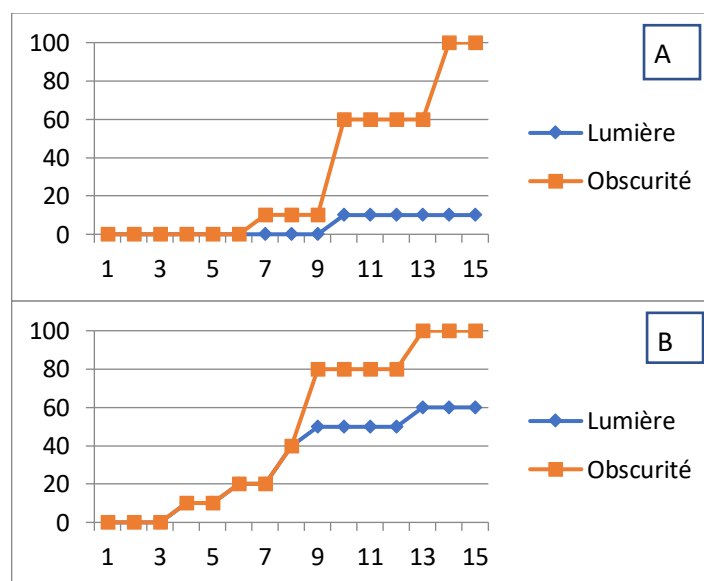


Figure n° 18 : Cinétique de germination des graines de *Ruta montana* (B : prélevées en juillet 2019, A : septembre 2019) en fonction de l'alternance de la lumière du jour/ obscurité nuit et de l'obscurité continue.

Le tableau suivant représente les variations de la capacité de germination, du coefficient de vélocité et du temps de latence des graines de *Ruta montana* pour les trois dates de récolte en fonction de l'alternance de la lumière du jour/obscurité nuit et de l'obscurité continue.

Tableau n°7 : variations de CG, CV, et de TL des graines de *R. montana*

<i>Ruta montana</i>	Paramètre	Lumière jour/obscurité nuit	Obscurité continue
07-2019 (B)	CG (%)	60	100
	CV (%)	12.50	11.36
	TL (jour)	4	4
09-2019 (A)	CG (%)	10	100
	CV (%)	10	8.84
	TL (jour)	10	7
12-2020	CG (%)	0	0
	CV (%)	0	0
	TL (jour)	0	0

Selon les résultats représentés par la figure 18 et sur le tableau n°7, nous constatons que la capacité de germination des graines de *R. montana* est supérieure à l'obscurité par rapport à l'alternance de la lumière du jour/obscurité nuit pour les dates de récolte juillet 2019 et septembre 2019, donc les graines semblent être à photosensibilité négative mais elles peuvent germer à la lumière mais à faible pourcentage. Nous remarquons aussi que les graines récoltées en juillet 2019, en alternance lumière/obscurité, présente un pourcentage de viabilité élevé par rapport aux graines récoltées en septembre 2019. Tandis que les graines récoltées en décembre 2020 ne présentent aucune germination. Ce qui laisse penser que ces dernières sont soit dormantes soit ne sont pas viables.

V.I.2. Effets de la température sur la germination

Les figures n° 19, 21, 23, 25, 27, 29, représentent les courbes de cinétique de germination des graines des espèces étudiées (*Ruta montana* (07-2019), *Chamaerops humilis*, *Ceratonia siliqua*, *Gleditsia triachantos* (2019), *Gleditsia triachantos inermis*, *Cercis siliquastrum*). Pour chacune des températures testées, ces courbes de germination affichent trois phases :

- ✓ Phase de latence : c'est le temps nécessaire pour que la racine perce les enveloppes,
- ✓ Phase d'accélération : il se produit une augmentation exponentielle du nombre de graines germées en fonction du temps,
- ✓ Phase stationnaire : qui est un palier correspondant à un arrêt de la germination.

V.I.2.a. *Ceratonia siliqua*

Les résultats relatifs aux essais de germination réalisés à différentes températures sont représentés par les figures n° 19, et 20.

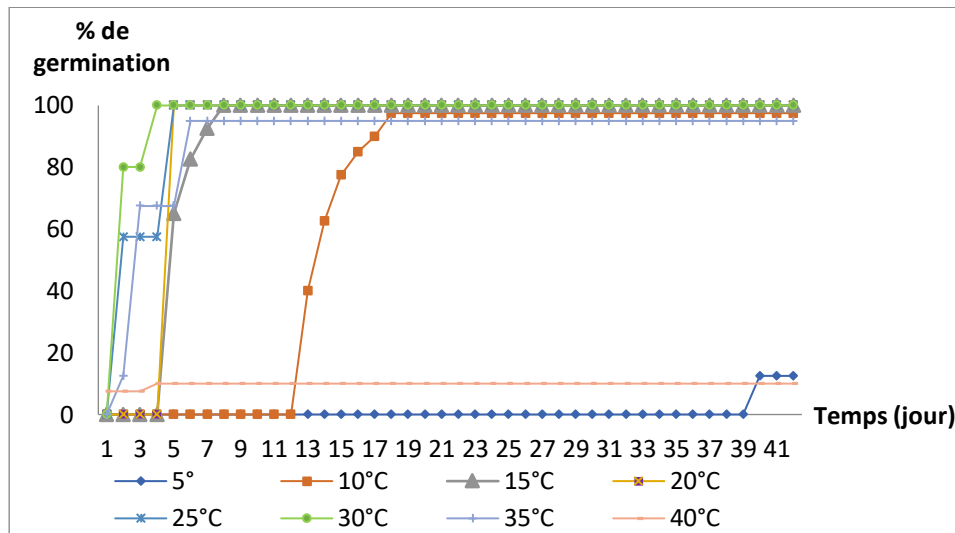


Figure n° 19 : Cinétique de germination des graines de *Ceratonia siliqua*.

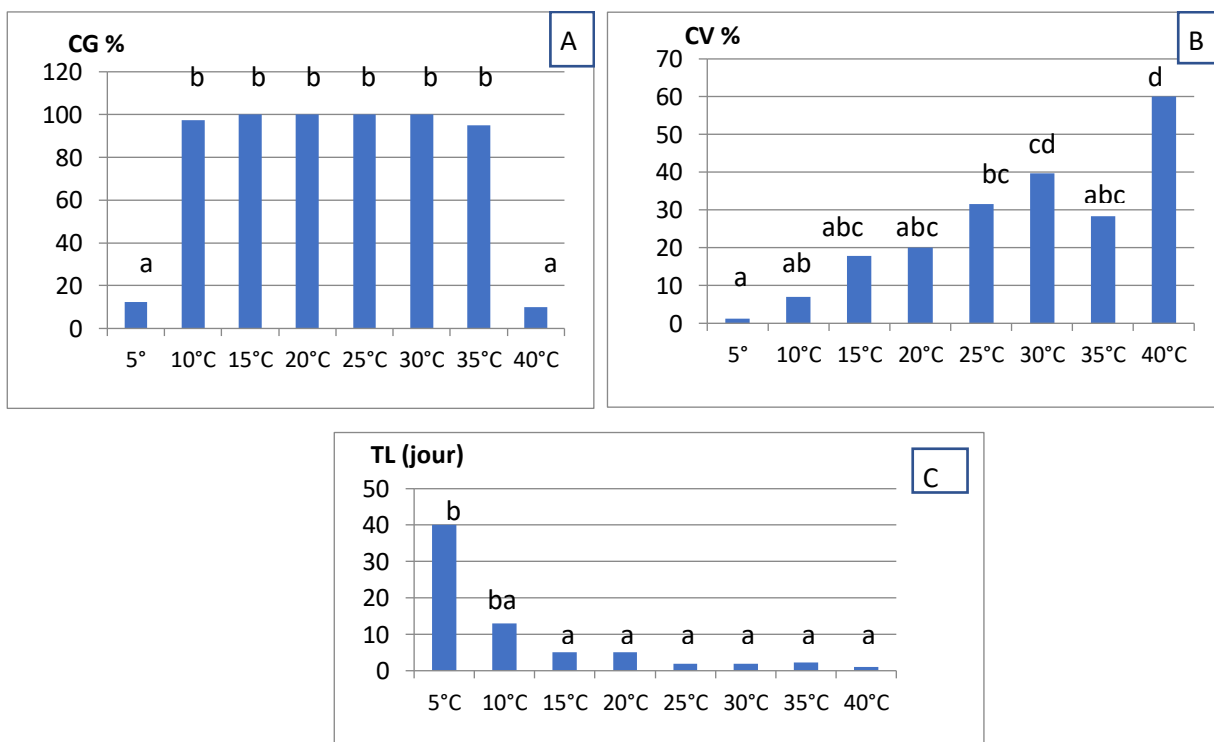


Figure n° 20 : Variation de la capacité de germination (A), du coefficient de vélocité (B) et du temps de latence (C) des graines de *Ceratonia siliqua*.

N.B : les lettres différentes indiquent une différence significative confirmée par le test de Duncan ($p < 0.05$). Idem pour les figures qui suivent.

Selon la figure 19 et la figure 20 (A), l'optimum de germination se situe entre 10°C et 35 °C avec une capacité de germination moyenne qui varie entre 95 et 100 %. A la température basse de 5°C et à la température élevée de 40°C, la capacité de germination s'affaiblit. Au-delà de 40 °C, elle s'inhibe. L'analyse de la variance a fait ressortir une différence hautement significative ($P < 0,001$) entre les capacités de germination moyennes enregistrées au niveau des températures testées (Annexe I).

La vitesse de germination est proportionnelle à la température jusqu'à 30 °C puis diminue à 35°C et augmente de nouveau à 40°C. Cette variation dans les vitesses de germination moyennes est significative ($P < 0,05$) (Annexe I).

Le temps de latence devient de plus en plus court quand la température de germination augmente. Le temps de latence le plus long (40 jour) est à 5°C et le plus court (1 jour) à 40 °C. La variation dans les temps de latence moyens notée au niveau des températures testées est également confirmée par le test de l'analyse de la variance ($P < 0,05$) (Annexe I).

V.I.2.b. *Gleditsia triachantos*

Les résultats relatifs aux essais de germination réalisés à différentes températures sont représentés par les figures n° 21, et 22.

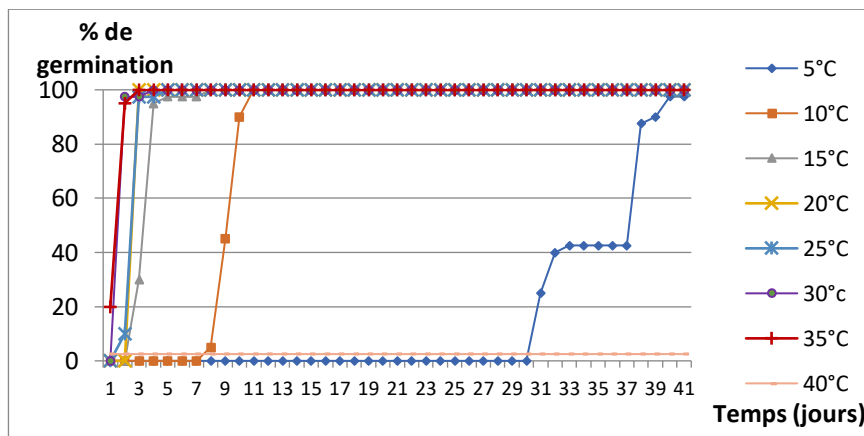


Figure n° 21 : Cinétique de germination des graines de *Gleditsia triachantos*.

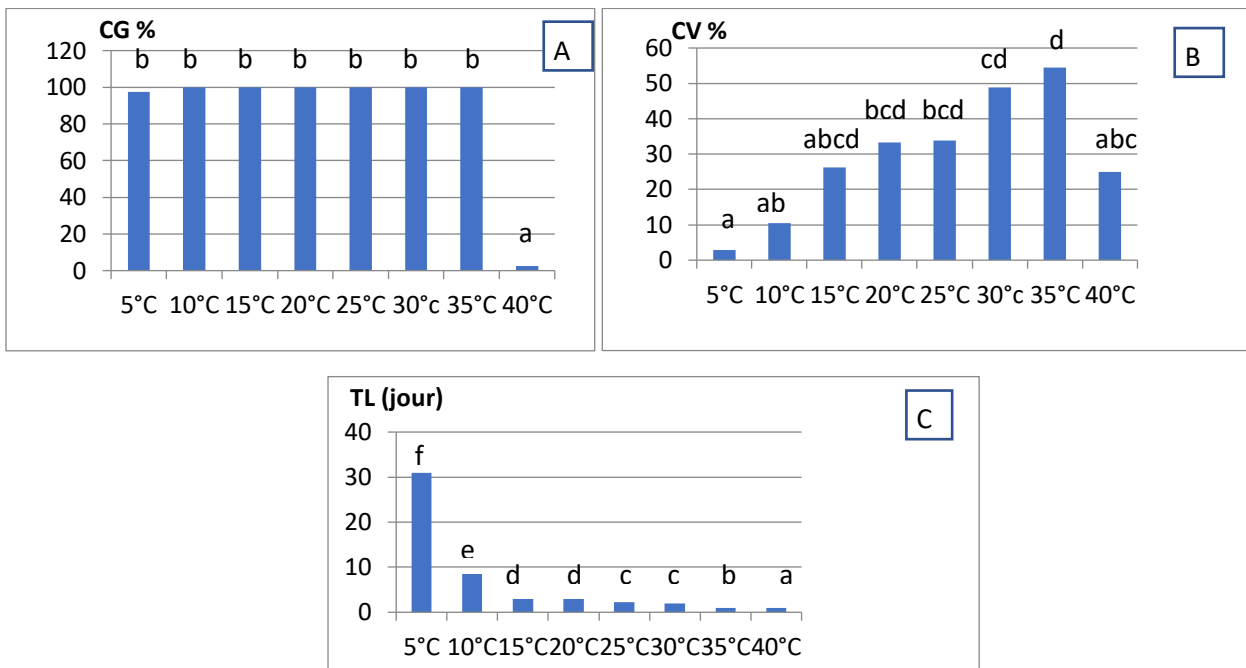


Figure n° 22 : Variation de la capacité de germination (A), du coefficient de vélocité (B) et du temps de latence (C) des graines de *Gleditsia triachantos*.

Selon la figure 21 et la figure 22 (A), l'optimum de germination se situe entre 5 °C et 35 °C avec une capacité de germination moyenne qui varie entre 97,50 et 100%. A la température élevée 40 °C, la capacité de germination moyenne s'affaiblit, au-delà de 40 °C, elle s'inhibe. L'analyse de la variance a fait ressortir une différence hautement significative ($P < 0,001$) entre les capacités de germination moyennes enregistrées au niveau des températures testées (Annexe II).

La vitesse de germination est proportionnelle à 35 °C, puis elle s'affaiblit à 40 °C et elle est très lente à 5 °C. Cette variation dans les vitesses de germination moyennes est significative ($P < 0,05$) (Annexe II).

Le temps de latence devient de plus en plus court quand la température de germination s'élève, le temps de latence le plus long est à 5 °C (31 jours) et le plus court est à 35 °C et 40°C (1 jour). La variation dans les temps de latence moyens notée au niveau des températures testées est également confirmée par le test de l'analyse de la variance, cette différence est hautement significative ($P < 0,001$) (Annexe II).

V.I.2.c. *Gleditsia triachantos inermis*

Les résultats relatifs aux essais de germination réalisés à différentes températures sont représentés par les figures n° 23, et 24.

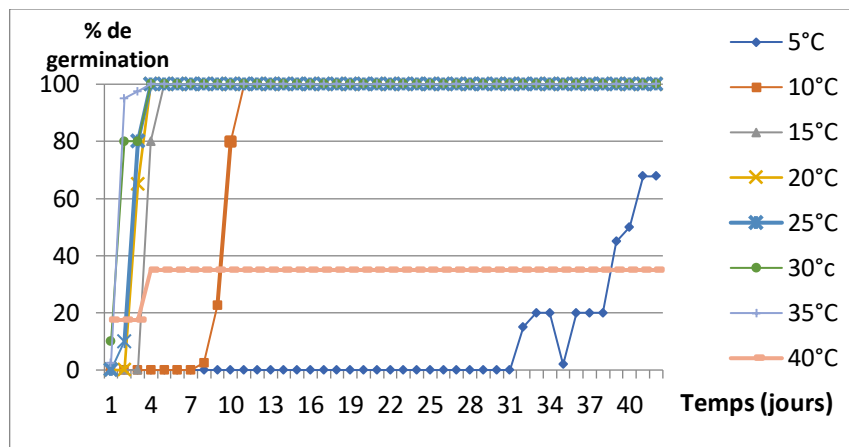


Figure n° 23 : Cinétique de germination des graines de *Gleditsia triachantos inermis*.

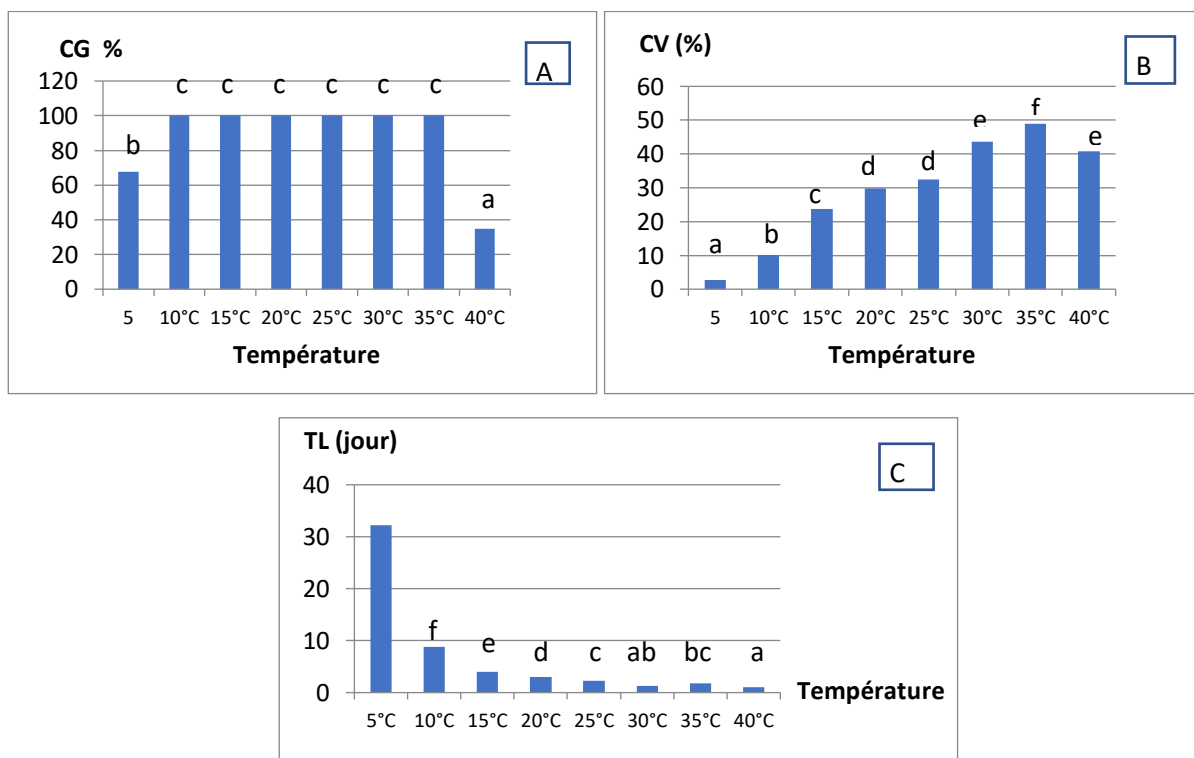


Figure n°24 : Variation de la capacité de germination des (A), du coefficient de vélocité (B) et du temps de latence (C) des graines de *Gleditsia triachantos inermis*.

Selon les figure 23, et 24 (A), l'optimum de germination se situe entre 10 et 35 °C avec une capacité de germination moyenne de 100%. A la température basse 5 °C, la capacité de germination moyenne diminue (67,5%), tandis qu'à 40 °C elle s'affaiblit (35%). Au delà de 40 °C, la capacité moyenne de germination s'inhibe. L'analyse de la variance a fait ressortir une différence hautement significative ($P < 0,001$) entre les capacités de germination moyennes enregistrées au niveau des températures testées (Annexe III).

La vitesse de germination est proportionnelle jusqu'à 35 °C, elle augmente avec l'augmentation des températures, puis elle diminue à 40 °C. Cette variation dans les vitesses de germination moyennes est hautement significative ($P < 0,001$) (Annexe III).

Le temps de latence devient plus en plus court quand la température de germination augmente. Le temps de latence le plus long est 32 jours à 5 °C et le plus court situé entre 30 °C et 40 °C (1,75 et 1 jour respectivement). La variation dans les temps de latence moyens notée au niveau des températures testées est également confirmée par le test de l'analyse de la variance, cette différence est hautement significative ($P < 0,001$) (Annexe III).

V.I.2.d. *Cercis siliquastrum*

Sur l'ensemble des prétraitements employés (voir chapitre matériel biologique et méthodes d'étude), seul le prétrempage des graines dans l'eau chaude à 80 °C pendant 5min suivi d'une imbibition à l'acide gibbérellique (AG₃) 100ppm, 150ppm et 200ppm a permis de lever la dormance de ces graines (figure n° 25).

Remarque : *les autres prétraitements utilisés (voir chapitre matériel et méthodes) n'ont pas levé la dormance de ces graines.*

Les résultats des essais de germination sont représentés par les figures n° 25, et 26.

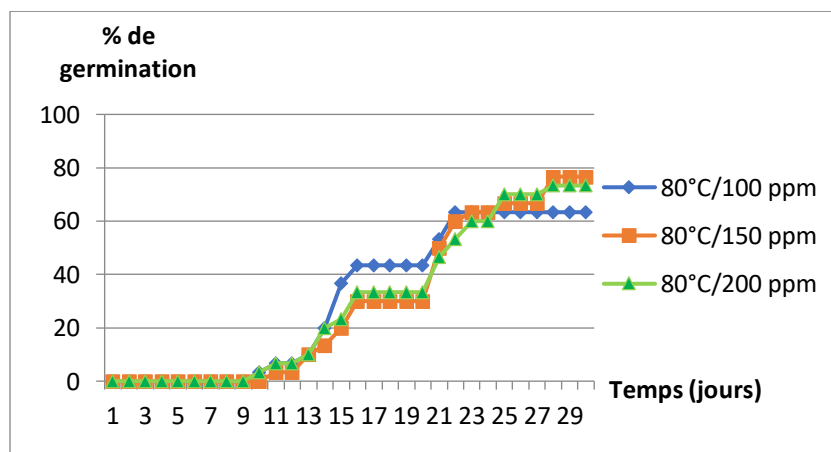


Figure n° 25 : Cinétique de germination des graines de *Cercis siliquastrum*.

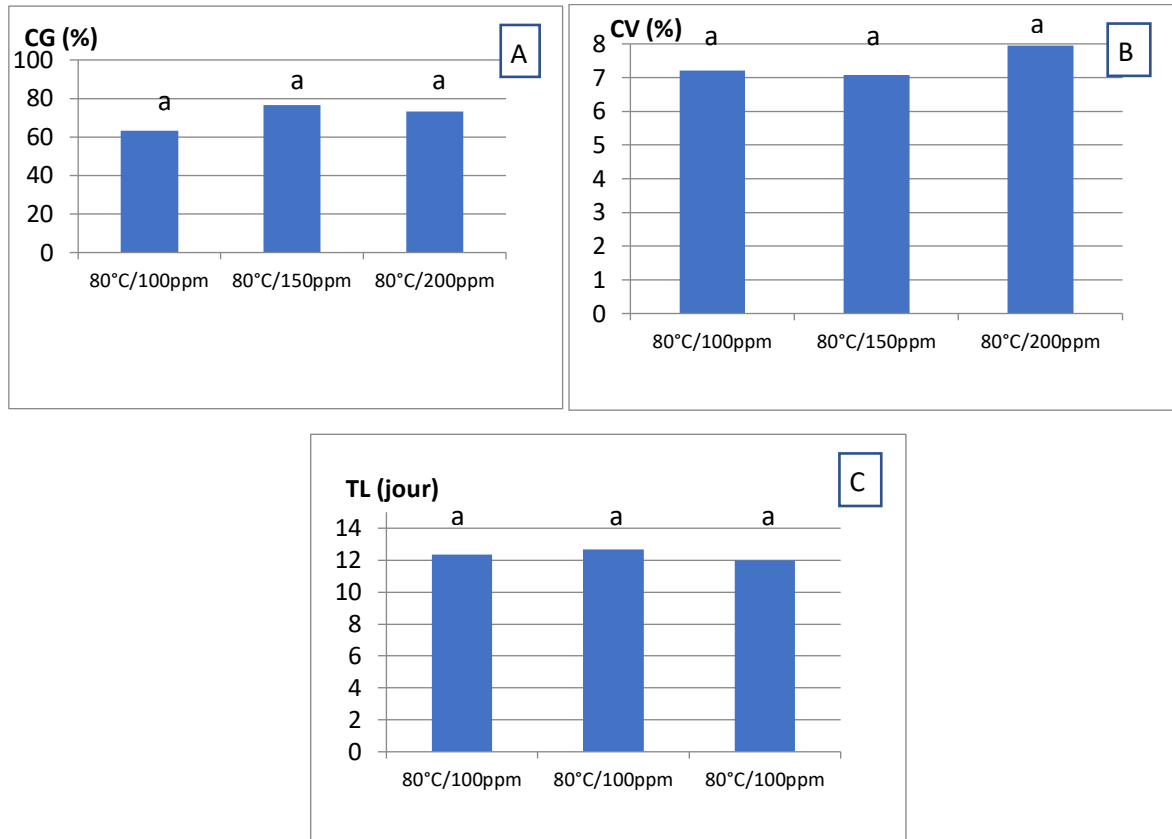


Figure n° 26 : Variation de la capacité de germination (A), du coefficient de vélocité (B) et du temps de latence (C) des graines de *Cercis siliquastrum*.

Selon les figures 25, et 26 (A) et en comparaison avec l'essai témoin (utilisant des graines non traitées) qui a révélé une dormance des graines (absence de germination), nous constatons que le prétraitement des graines par l'application de la combinaison du prétrempage à l'eau chaude (80°C) aux trois concentrations d'AG₃ a un effet améliorateur sur la germination des graines de *C. siliquastrum* à la température continue de 20 °C. Les valeurs des capacités de germination obtenues sont plus au moins comparables. La meilleure capacité de germination est obtenue avec la combinaison prétrempage dans l'eau chaude (80 °C) suivie par une imbibition à l'AG₃ 150ppm avec une capacité de germination (76,66%). L'analyse de la variance a fait ressortir un effet similaire (non significatif) des trois prétraitements (eau chaude/AG₃) sur la capacité de germination moyenne ($P > 0,05$) (Annexe IV).

Les valeurs de la vitesse de germination et du temps de latence sont comparables ($P > 0,05$). (Annexe IV).

V.I.2.e. *Chamaerops humilis*

Les résultats relatifs aux essais de germination à 25°C sont représentés par la figure n° 27, et 28.

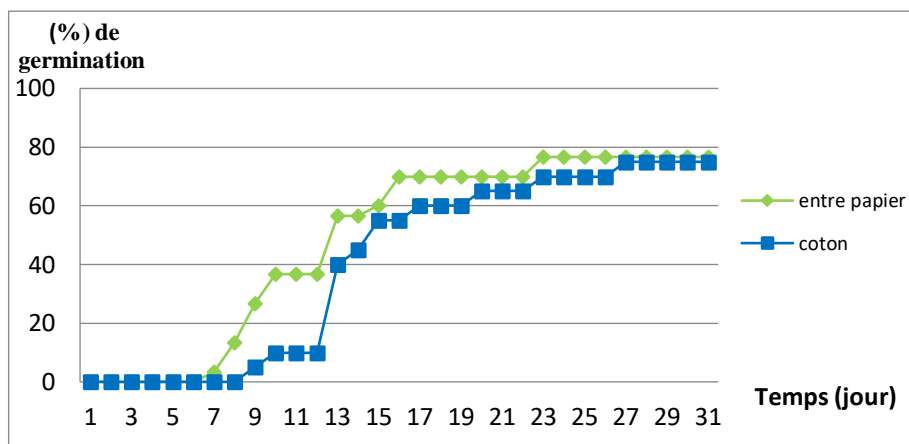


Figure n° 27 : Cinétique de germination des graines de *Chamaerops humilis*.

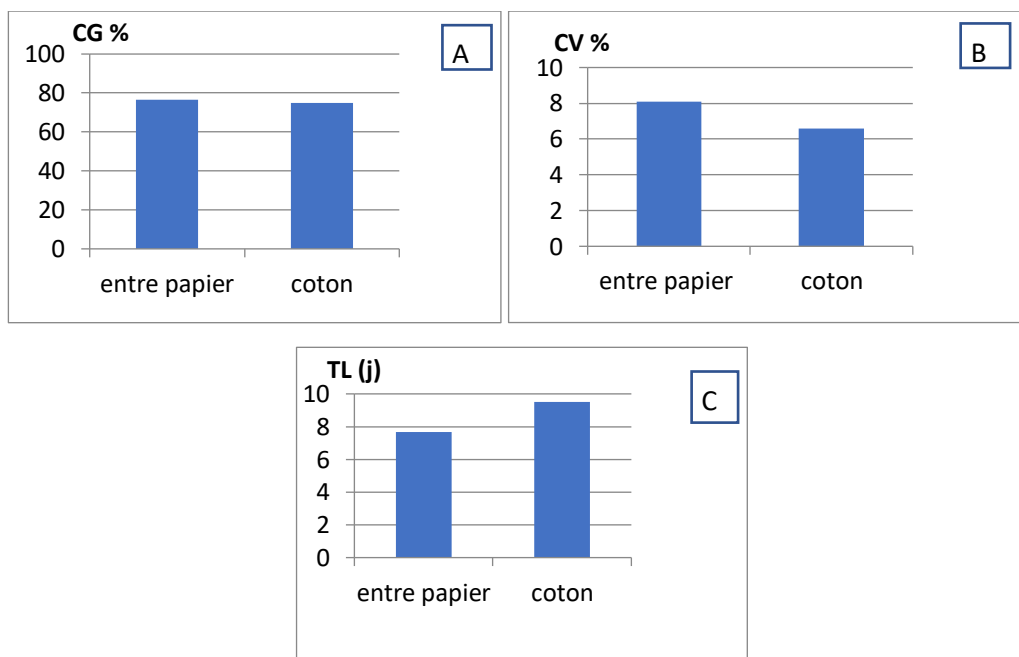


Figure n° 28 : Variation de la capacité de germination (A), du coefficient de vélocité (B) et du temps de latence (C) des graines de *Chamaerops humilis*.

Selon les figures 27, et 28 (A), nous constatons que le taux de germination moyen des graines scarifiées préalablement à 25°C est élevé par les deux méthodes utilisées. Il est de 76,66 % et de 75 % par la méthode entre papier filtre et la méthode du coton respectivement.

Les résultats des deux méthodes utilisées présentent une différence non significative ($P > 0,05$) (Annexe V).

La vitesse de germination moyenne est élevée dans la méthode entre papier (8,10 jour), tandis qu'elle diminue par la méthode de coton (6,59 jour). Les valeurs moyennes du moyennes de germination des deux méthodes présentent une différence significative ($P < 0,05$) (Annexe V).

Le temps de latence moyen est court par la méthode entre papier (7.6 jour) par rapport à l'autre de coton qui est de 9.5 jours. Les résultats du temps de latence présentent une différence significative des deux méthodes utilisées ($P < 0,05$) (Annexe V).

V.I.2.f. *Ruta montana*

Les résultats relatifs aux essais de germination réalisés sur les graines récoltées en juillet 2019 (graines les plus viables et les plus mûres selon nos tests préliminaires) à différentes températures sont représentés par les figures n° 29 et 30.

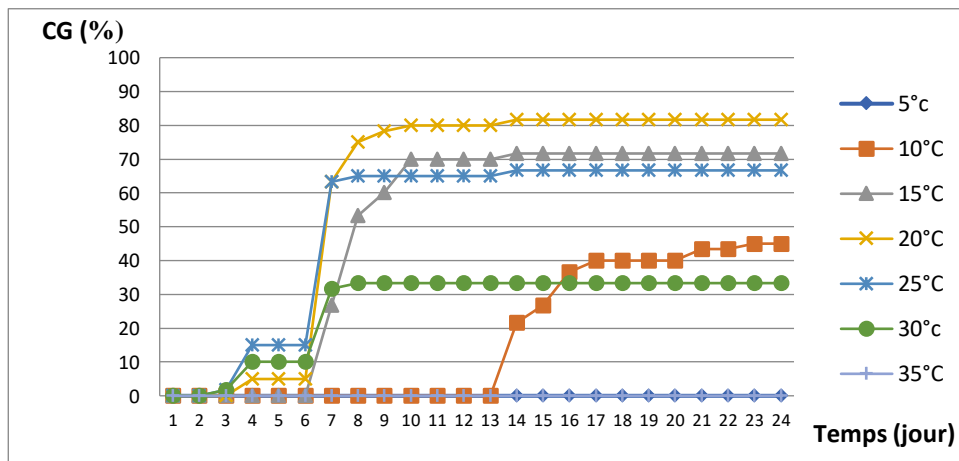


Figure n° 29 : Cinétique de germination des graines de *Ruta montana*.

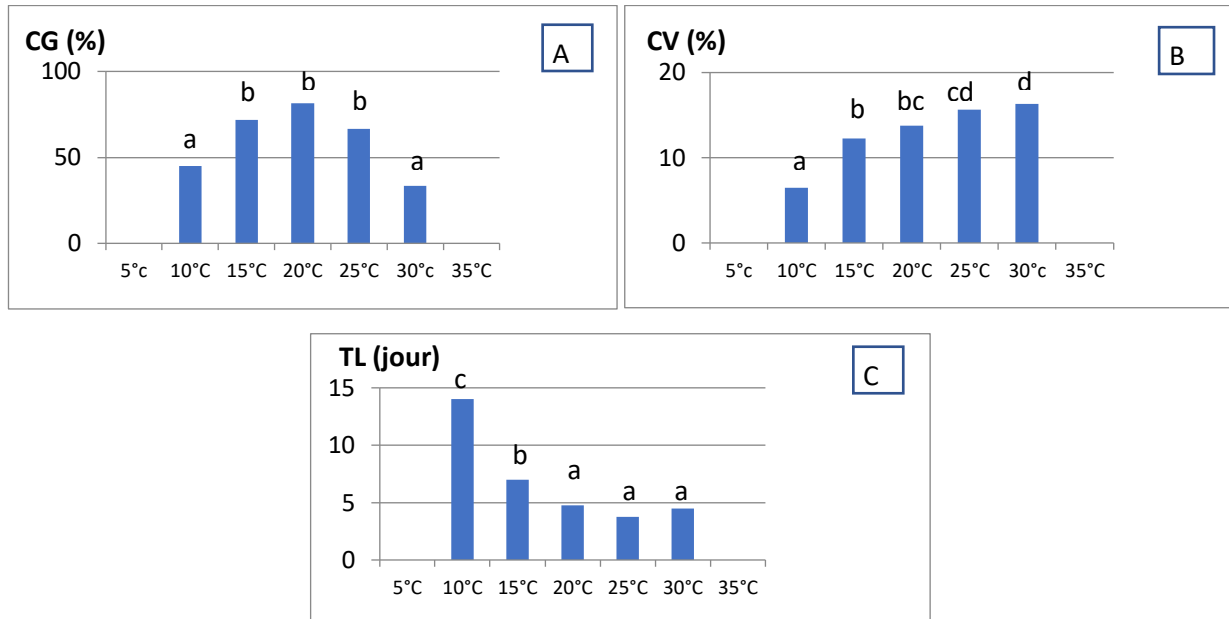


Figure n° 30 : Variation de la capacité de germination (A), du coefficient de vélocité (B) et du temps de latence (C) des graines de *Ruta montana*.

Selon les figures 29 et 30 (A), la germination est possible entre 10 °C à 30 °C. Les températures de 15 °C à 25 °C ont donné les meilleures capacités de germination moyennes (71.68%, 81.66% et 66.66%). L'optimum thermique correspond à 20 °C. La capacité de germination moyenne s'affaiblit à 10 °C et 30 °C. Aux températures inférieures à 10°C et supérieures à 30 °C, elle s'inhibe. L'analyse de la variance a fait ressortir un effet hautement significative de la température sur la capacité de germination moyenne ($P < 0,001$) (Annexe VI).

La vitesse de germination augmente avec l'élévation des températures, elle est proportionnelle jusqu'à 30 °C. Cette variation dans les vitesses de germination moyennes est hautement significative ($P < 0,001$) (Annexe VI).

Le temps de latence devient de plus en plus court quand la température de germination augmente. Le temps de latence moyen le plus long est à 10 °C (14 jours) et le plus court est à 25 °C (3,75 jours). Les résultats du temps de latence montrent aussi une différence hautement significative ($P < 0,001$) (Annexe VI).

V.I.3. Effet du stress hydrique sur la germination des graines de *Ruta montana*

V.I.3.1. Influence du stress hydrique sur la cinétique de germination

La cinétique de germination en conditions de stress hydrique est représentée par la figure n°31.

Nous avons remarqué que les courbes de cinétique de germination affichent trois phases : Latence, accélération de façon exponentielle et enfin palier correspondant à un arrêt de germination.

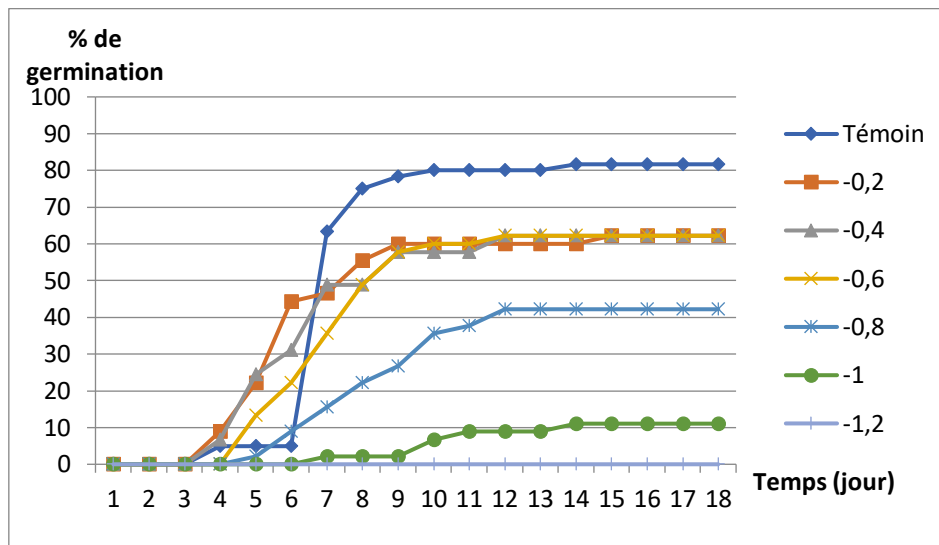


Figure n° 31 : Variation de la cinétique de germination des graines de *Ruta montanosous* différents potentiels hydriques induits par différentes concentrations de PEG₆₀₀₀.

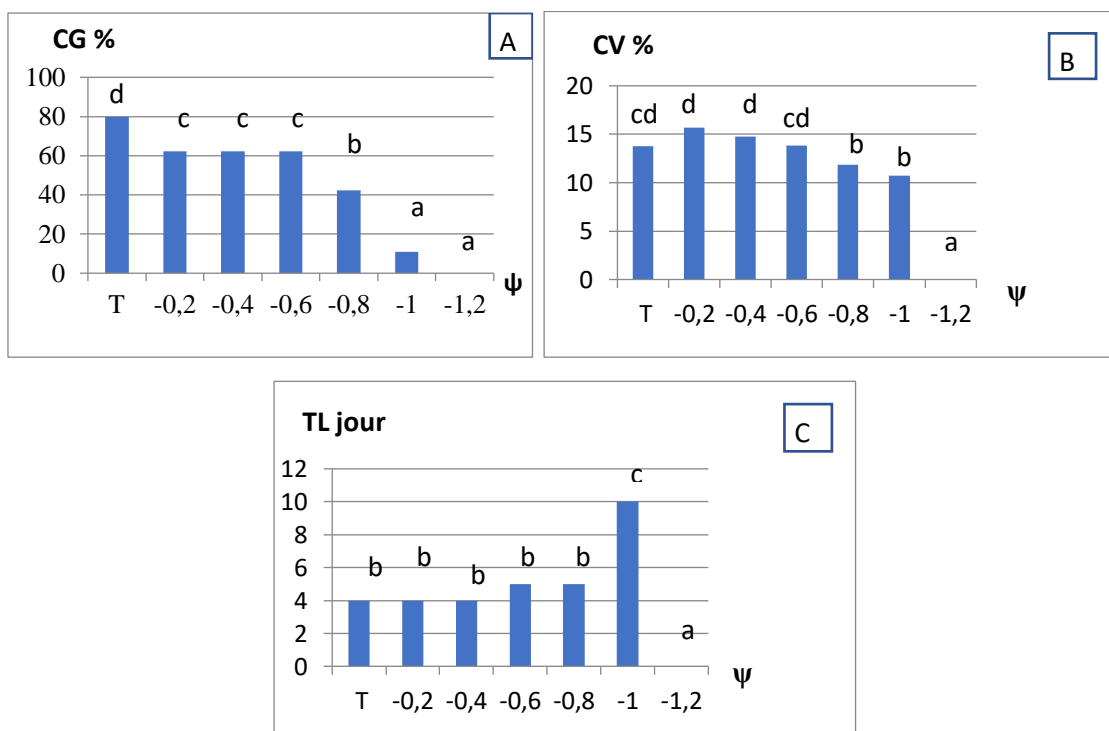


Figure n° 32 : Variation de la capacité de germination (A), du coefficient de vélocité (B) et du temps de latence (C) des graines de *Ruta montana* sous l'effet sous différents potentiels hydriques induits par différentes concentrations de PEG₆₀₀₀.

ψ : potentiel hydrique

Selon la figure 31 et la figure 32 (A), nous constatons que l'effet du stress hydrique sur la germination se traduit par une diminution du taux de germination par rapport au témoin. La capacité de germination est stable (62,2%) pour les potentiels hydriques -0.2, -0.4, et -0.6 MPa, puis elle diminue progressivement à partir de - 0.8 MPa (42,2 %) jusqu'à -1 MPa (11,06 %), pour s'annuler à -1.2 MPa. L'analyse de la variance a fait ressortir un effet hautement significatif de la température sur la capacité de germination moyenne ($P < 0,001$) (Annexe VII).

Les coefficients de vélocité et les temps de latence sont plus ou moins comparables avec ceux du témoin pour les potentiels hydriques -0.2, -0.4, et -0.6MPa. Cependant, aux potentiels hydriques supérieurs à -0,8MPa la vitesse de germination diminue, et le temps de latence devient long jusqu'à 10 jours pour le potentiel hydrique de -1MPa. Le seuil de tolérance est situé au potentiel hydrique -1MPa. Les variations des vitesses moyennes et des temps de latence sont hautement significatives ($P < 0,001$) (Annexe VII).

V.II. Discussion

Les résultats obtenus ont montré que les graines de *C. siliqua*, *G. triachantos*, *G. triachantos inermis* sont indifférentes à la photosensibilité dans la mesure où leurs taux de germination sous l'alternance de la lumière du jour/obscurité (nuit) et sous l'obscurité continue sont plus ou moins identiques.

De ces résultats, il ressort aussi que les graines de *C. siliqua*, *G. triachantos*, *G. triachantos inermis* sont atteintes d'une dormance tégumentaire qui a empêché leur germination. Cette dormance a été levée par scarification mécanique suivie d'un prétrempage dans l'eau distillée pendant 24 heures. Cette absence de germination s'explique donc par la dureté des téguments des graines en les rendant imperméables à l'eau mais aussi par la présence de polyphénols qui piègent l'oxygène en l'empêchant d'atteindre l'embryon.

Il est à noter que les graines des trois espèces suscitées présentent un comportement germinatif similaire. Leurs optimums thermiques de germination se situent entre 10°C et 35°C, avec des pourcentages de germination compris entre 95% et 100%. Au delà de 40°C, ces graines sont subies des contaminations dès le premier jour avec perte de leur viabilité. A cette température, les pourcentages de germination deviennent faibles. Il est signalé que cette dormance tégumentaire est une caractéristique d'une grande partie de plantes de la famille des fabacées. En effet, nos résultats se rapprochent de ceux de Kheloufi (2017) qui a montré que la scarification chimique par l'acide sulfurique effectuée sur les graines de *Gleditsia triachantos* et de *Acacia karroo* a permis de lever leur dormance tégumentaire en améliorant leurs taux de germination à 96% pour *G. triachantos* et 99 % *A. karroo*.

Aussi les travaux de José *et al.*, (2019) sur *Acacia mearnsii* montrent que l'immersion des graines dans de l'eau chaude à 80°C était le traitement le plus optimal à la germination (83 %).

Cette dormance tégumentaire caractérise les graines d'autres espèces comme *Retama raetam* (Mehdadi *etal.*, 2017) dont les graines ont pu germer après scarification chimique par l'acide sulfurique. Ceci a été aussi noté dans les travaux de Bouredja *et al.*, (2011) sur la germination de *Retama monosperma*.

Les graines de *Cercis siliquastrum* sont également atteintes certainement d'une dormance tégumentaire et embryonnaire. Seul le traitement combiné par le trempage à l'eau chaude (80°C) pendant 5mn (traitement destiné à scarifier les téguments) suivi par l'imbibition à l'acide gibbéréllique (AG₃) (traitement destiné à lever la dormance embryonnaire) a exercé un effet important sur l'amélioration du pouvoir germinatif de ces graines. La meilleure capacité de germination est de 76,66%, obtenue par le traitement combiné à l'eau chaude et imbibition

par AG₃ (150ppm). L'effet favorable de L'AG₃ sur la germination s'explique par son pouvoir neutralisant de l'effet inhibiteur de L'acide abscissique (ABA) (Kumar *et al.*, 2014).

Nos résultats rejoignent ceux de Gebre et Karam (2004) sur *C. siliquastrum*. Ces derniers ont pu lever l'inaptitude de germination des graines par scarification à l'eau chaude (80°C) pendant 5mn ou par scarification chimique par l'acide sulfurique (H₂SO₄) pendant 15mn, suivi par traitement à l'AG₃ (1,4Mm) qui a donné 48% de germination, ou par stratification au froid pendant 16 semaines qui a donné un pourcentage de germination de 77%.

Les travaux de Pipinis *etal.*, (2011) sur *Cercis siliquastrum* ont montré que la scarification acide (H₂SO₄) concentré 95%-97% combiné à la stratification au froid pendant 3 mois a donné des pourcentages de viabilité élevés 94%, 88%, 98% pour les graines scarifiées pendant 20, 40, 60mn.

La dormance caractérisant les graines de *Cercis siliquastrum* a été également observée chez *Cercis chinensis*. La méthode optimale permettant de lever cette dormance était le trempage des graines scarifiées dans 500 mg/L de GA₃ pendant 24h suivi d'une stratification pendant 2 mois (Yunpen Gao, *etal.*, 2020).

Pour les graines de *Chamaerops humilis*, et conformément aux travaux de Médjati *et al.* (2013), les graines sont scarifiées manuellement car leurs téguments présentent une forte inhibition tégumentaire. Après scarification, ces graines ont présenté un pourcentage de viabilité élevé 76,66% à la température optimale 25°C.

Les résultats de Médjati *et al.*, (2013) montrent un effet améliorateur de la scarification manuelle sur la capacité de germination des graines de *C. humilis* en atteignant un taux de 92% en 16 jours.

Les graines de *Ruta montana* récoltées en juillet 2019 présentent un pourcentage de viabilité important comparativement aux graines récoltées en septembre 2019 et en décembre 2020. Cela signifie que la date de récolte est très importante et intervient principalement dans la germination. C'est certainement le stade de maturité des graines (Côme et francoise, 2006) et aussi les facteurs avant la récolte liés au climat (température, pluie, et lumière) qui expliquent cette différence de la viabilité des graines. Le faible taux de germination caractérisant les graines collectées septembre 2019 peut s'expliquer aussi par les conditions de stockage.

Les résultats relatifs aux essais de l'effet de alternance de la lumière de jour /obscurité nuit et l'obscurité continue montrent que les graines de *Ruta montana* germent mieux à l'obscurité continue (100% de germination d'après nos essais préliminaires). Elles sont capables de germer aussi sous l'alternance de la lumière du jour /obscurité nuit mais avec des taux inférieurs (60%) donc elles semble être à photosensibilité négative. Contrairement aux résultats

de Hamdini (2017), les graines de *Ruta chalepensis* présentent un pourcentage de germination meilleur à la lumière qu'à obscurité.

Aussi l'optimum thermique de germination des graines de *Ruta montana* est compris entre 15°C et 25°C, tandis que les travaux de Hamdini *et al.*, (2021) montrent que les graines de *Ruta chalepensis* germent mieux dans l'optimum thermique situé entre 15°C et 20°C avec capacité de germination de 85% et 76,66% respectivement). Les travaux de Mguis *etal.*, (2011) indiquent que l'optimum thermique de germination des graines de *Ruta graveolens* correspond à 30°C.

Hakmi *etal.*, (2020) dans leurs travaux ont montré que l'optimum thermique des graines de *Aristolochia baetica* L. du mont de Tessela, se situe entre 15°C et 20°C. Bouker *etal.*, (2016) d'après leurs travaux sur les graines du *Centaurea eriophora* L., la capacité de germination maximale de des graines de cette espèce correspond à 20°C.

Pour cela nous distinguons que les plantes de montagne leur graines germent mieux à l'intervalle optimal thermique de 15°C à 25°C. De ces travaux, il ressort que les exigences thermiques de ces espèces sont liées certainement avec le milieu dans lequel elles évoluent.

Nos résultats montrent que *R. montana* présente un comportement germinatif différent vis-à-vis des différents potentiels hydriques testés. Les résultats relatifs à l'effet du stress hydrique sur la germination montrent que les graines de *R. montana* sont moyennement tolérantes au stress hydrique. Ces graines germent mieux aux faibles potentiels hydriques (0, -0, 2, -0,4 et -0,6 MPa) avec un pourcentage de germination de 62,2% et des vitesses de germination et des temps de latence comparables. La valeur limite du potentiel se situe à 314g/L de PEG₆₀₀₀ qui correspondent à -1,2Mpa. Le potentiel hydrique -1MPa est considéré comme le seuil de tolérance des graines de *R. montana* où la capacité de germination est de 11,06%. Au-delà de ce potentiel, la germination n'est plus possible.

Plus la pression osmotique est élevée plus la capacité de germination diminue, c'est-à-dire que notre espèce n'arrive pas à extraire l'eau, donc la capacité germinative commence à diminuer pour s'annuler -1,2MPa.

Les travaux de Hamdini *etal.*, (2021) sur *Ruta chalepensis* montrent que la germination de *Ruta chalepensis* est possible au potentiel hydrique de -1,16 bar qui correspond à -0,16MPa. Donc, elle est sensible au déficit hydrique par rapport aux graines de *Ruta montana*.

Nos résultats permettent de supposer que les graines de *Ruta montana* peuvent tolérer la sécheresse dans les premiers stades de développement. Elles ne présentent pas des difficultés

à germer dans les zones arides et semi arides dans la mesure où elle tolère un potentiel hydrique de l'ordre -1MPa.

Dadache *etal.* (2016) dans leurs travaux montrent que les graines de *Thymus serpyllum* L. poussant dans les monts de Tessala, présentent un seuil de tolérance au déficit hydrique de l'ordre de – 1,4 MPa, qui se rapproche de celui de *R. montana* (- 1 MPa).

Conclusion et perspective

Conclusion et perspectives

Le travail réalisé s'inscrit dans le cadre de la conservation *ex-situ* de quelques phytotaxons faisant partie de la flore d'Algérie, à savoir : *Ruta montana*, *Chamaerops humilis*, *Ceratonia siliqua*, *Gleditsia triachantos*, *Gleditsia triachantos inermis* et *Cercis siliquastrum*. Ces trois dernières espèces ont été introduites, mais elles se sont naturalisées et qui font donc partie du cortège floristique de l'Algérie. Il s'agit notamment d'étudier leur comportement germinatif en faisant le point sur la viabilité de leurs graines.

Les résultats des tests préliminaires ont montré que les graines de *C. siliqua*, *G. triachantos*, *G. triachantos inermis* sont indifférentes à la photosensibilité ; tandis que les graines de *R. montana* semblent être à photosensibilité négative (100% de germination à l'obscurité continue). Les graines de *R. montana* peuvent donc germer à l'alternance de la lumière de jour/obscurité nuit mais avec de faibles pourcentages de germination (60%) par rapport à l'obscurité.

Les graines de *C. siliqua*, *G. triachantos*, *G. triachantos inermis* scarifiées mécaniquement et prétrempées dans l'eau distillée ont présenté un pourcentage de viabilité très élevé, jusqu'à 100%. Cependant, les graines de *C. siliquastrum* sont dormantes et donc inaptes à germer. Les graines de *C. humilis* scarifiées manuellement ont donné un pourcentage de viabilité important (76,66%) par la méthode entre papier filtre à 25 °C. Pour les graines de *R. montana*, elles présentent un pourcentage de viabilité aussi important (81,66%).

L'étude de l'influence de la température sur la germination, nous a permis de distinguer l'intervalle optimal thermique pour la germination des graines de chaque espèce. En effet l'optimum thermique de germination est situé entre 10 à 35°C pour les graines de *C. siliqua*, *G. triachantos*, *G. triachantos inermis*, avec des pourcentages de germination entre 95% et 100%. Sur l'ensemble des prétraitements appliqués sur les graines de *C. siliquastrum*, seule la combinaison de prétrempage des graines à l'eau chaude (80°C pendant 5mn) suivi par imbibition par l'acide gibbérellique (AG₃) ont permis la levée de la dormance affectant ces graines, et donc ont contribué dans l'amélioration notamment de leurs taux de germination. A 20°C, les résultats ont montré une différence non significative où la meilleure capacité de germination a été obtenue par la combinaison du prétrempage à l'eau chaude (80°C, 5mn) suivi avec d'une imbibition à AG₃ (150ppm), qui a donné une capacité de germination importante (76,66 %). De cela, nous pouvons déduire que les graines de *C. siliquastrum* sont

Conclusion et perspectives

affectées par une dormance embryonnaire et tégumentaire due à la présence de polyphénols dans leurs enveloppes, en plus de leur dureté.

La température optimale pour la germination des graines de *R. montana* est 20°C avec une capacité de germination importante de 81,66%.

Nos résultats ont montré aussi que le stress hydrique appliqué avec différentes concentrations de PEG₆₀₀₀ a un effet hautement significatif sur la germination des graines de *R. montana*. La capacité de germination diminue avec la diminution du potentiel hydrique dans le milieu. Les graines se sont adaptées aux potentiels hydriques -0,2, -0,4, et -0,6Mpa avec une capacité de germination stable (62,2%). Le seuil de tolérance au déficit hydrique correspond à la concentration 284g/L de PEG₆₀₀₀ qui correspond à un potentiel hydrique de -1Mpa.

Il est important de suivre le développement des végétaux et surtout dans les premiers stades de développement, pour savoir la tolérance ou l'adaptation des plantes aux contraintes environnementales. Donc à travers les résultats de l'effet du stress hydrique sur la germination des graines de *R. montana*, il ressort que cette espèce peut résister au déficit hydrique au stade de la germination. Pour compléter ces résultats, il serait intéressant aussi de suivre le comportement de *R. montana* vis-à-vis du stress hydrique dans les conditions naturelles aux stades de la germination et de la croissance.

Pour compléter ce travail et tenir compte de l'objectif de la conservation *ex-situ* en général, et la banque des graines particulièrement, il serait important de tester et suivre l'évolution de la viabilité des graines à des intervalles de temps de conservation réguliers pendant leur stockage au froid.

Ces données serviront dans le cadre de la production de plants qui seront utilisés dans le cadre de l'aménagement et la réhabilitation des écosystèmes dégradés et aussi dans le cadre du renforcement des populations menacées.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Abdelguerfi A., Laouar M. (1999).** Autoécologie et variabilité de quelque légumineuses d'intérêt fourrager et/ou pastoral : possibilités de valorisation en régions méditerranéennes *.j.pastagens e Forragens*, 20 :81-112.
- Ait Chitt M., Belmir M., et Lazrek A. (2007).** Production des plantes sélectionnées et greffées du caroubier. Transfert de technologie en Agriculture. N° 153. IAV Rabat, pp. 1-4.
- Alard D., Poudevigne I., Dutoit T., et Decaéns. (1998).** Dynamique de la biodiversité dans un espace en mutation : le cas des pelouses calcicoles de la basse vallée de Seine. *J.Acta Oecologica* .19 (3):275-284.
- Allouni R. (2018).** Etude des aspects morphologiques, phytochimiques et pharmacotoxicologiques de la plante de *Ruta montana*. <http://dspace.univ-setif.dz:8888/jspui/handle/123456789/2382>.
- Allouni R. (2018).** Etude des aspects morphologiques, phytochimiques et pharmacotoxicologiques de la plante *Ruta montana*. Thèse de doctorat. Univ Ferhat Abbas Sétif 1.
- Ammari S. (2011).** Contribution à l'étude de germination des graines des plantes sahariennes Broutées par le dromadaire, 46p.
- Amraoui M. (2014).** Contribution à l'étude floristique post-incendie dans la subéraie de Zariffet « wilaya de Tlemcen ». Mémoire de Master. Univ. Aboubaker Belkaïd, Tlemcen.
- Augier J., Rubat M.L. (1982). Cours de botanique, Monocotylédones. Le chevalier (Ed.) Paris, 325p.
- Barbero M., Bonin G., Quezel P., et Loisel R. (1990).** Changes and disturbances of forests ecosystems caused by human activities in the western part of the Mediterranean basin; vegetation, 87:151-173.
- Baskin C.C., et Baskin J.M. (1998).** Seeds : Ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination Academic press, San Diego, CA.
- Battle I., et Tous J. (1997).** Carob tree. *Ceratonia siliqua* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 17. Institute of plant Genetic and crops Plant Research. Gatersleben/International Plant Resources Institute. Rome. Italy. 97 p.
- Belazizia N., Askri M., Malki S. (2020).** Etude des activités antioxydante et antibactérienne de la plante *Ruta montana* L. <http://hdl.handle.net/123456789/9369>.

- Belkhodja M. (1996).** Action de la salinité sur le comportement physiologique, métabolique, minéral et recherche des marqueurs moléculaires chez la fève (*Vicia faba* L.). Thèse de doctorat d'état en science naturelle. Univ. D'Es-Senia. Oran.
- Benhamiche S. (2012).** Autoécologie du févier d'Amérique (*Gleditsia triacanthos* L.) et valorisation de ses coproduits en Algérie. Mémoire de Magister. Univ. Sidi bel Abbes.
- Benhamiche S. (2017).** Contribution à l'étude des stratégies adaptatives et comportement d'une plante invasive (*Gleditsia triacanthos* L.): écophysiologie et valorisation. Thèse de Doctorat. Univ. Djilali Liabès de Sidi Bel Abbès.
- Bennaoum Z. (2018).** Enveloppe écologique, caractères microphytodermiques et effets allélopathiques des composés phytochimiques des espèces du genre Ruta dans la région nord occidentale oranaise. Thèse de Doctorat. Univ Djilali Liabès de Sidi Bel Abbès.
- Bewley J.D. (1997).** Seed germination and dormancy. *Plant cell* 9 : 1055-1066.
- Bewley J.D., et Black M. (1994).** Mobilization of stored seeds reserves. In seeds : Physiology of development and germination. *New york, plenum press*, 293-310.
- Bezanger, B. L., Pinkas, M., Torck, M. (1976).** Les plantes dans la thérapeutique moderne, Maloine, Paris.
- Bezanger, B. L., Pinkas, M., Torck, M. (1986).** Les plantes dans la thérapeutique moderne, 2eme Ed.
- Bilem A. (2012).** Contribution à l'étude histologique de *Chamaerops humilis*. : Approche comparative des peuplements des Monts de Traras et des Monts de Tlemcen. Mémoire de Magister. Univ. ES-SENIA Oran.
- Binnet J., et Brunel P. (1968).** Physiologie végétale, Tome I, Dion (Ed.) Paris.
- Boualem S. (2014).** Contribution à l'amélioration des techniques de stratification et de greffage de quelques espèces du genre Pistacia. Thèse de Doctorat en Sciences. Faculté S.N.V, Université de Mascara.
- Boublenza I. (2012).** Contribution à l'étude de multiplication du caroubier: *Ceratonia siliqua*. Mémoire de Magister. Univ. Abou-Bekr Belgaid, Tlemcen.
- Bouhrem I. (2019).** Le caroubier : Valorisation et utilisation industrielle. Mémoire de Master. Univ. Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.
- Bouker A., Mehdadi Z., Latreche A., Saidi B., Adjouj A., Dadach M. (2016).** Research of the Optimal Temperature Conditions for Germination of *Centaurea eriophora* achenes from Tessala Mount (western Algeria). *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*. Vol 6 (1) : 06-11.

- Bouredja N., Mehdadi Z., Bendimred F.Z., Chérifi K. (2011).** 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. <https://doi.org/10.1080/12538078.2011.10516300>.pp 633-643.
- Chaussat R., Le Deunff Y. (1975).** La germination des semences. Bordars (Ed.) Paris, 232p.
- 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. *Journal of Materials*, 8(9) : 3184-3191.
- Cherifi K., Mehdadi Z., Latreche A. & Bachir bouiadjara S.E. (2011).** Impact de l'action anthropozoogène sur l'écosystème forestier du mont de Tessala (Algerie occidentale). *Sécheresse*, 22 (3) : 197–206.
- Chiali C.K. (2018).** Contribution à une étude des incendies de forêts dans le massif de Telagh (Algérie occidentale). Thèse de Doctorat. Univ. Djilali Liabès de Sidi Bel Abbès.
- Clevely A et Richmond K.(1997).** Plantes et herbes aromatiques, connaître et préparer, Larousse Paris.
- Come D, francoise C. (2006).** Dictionnaire de la biologie des semences et des plantules ; Lavoisier.
- Côme D. (1970).** Les obstacles à la germination (monographie et physiologie végétale). Masson et Cie (Ed.) Paris, 162p.
- Craig W.J., et Nguyen T.T. (1984).** Caffeine and theobromine level in cocoa and carob products. *J. Food Sci.* 49: 302-305.
- Dadach M. (2016).** Recherche des conditions optimales de la germination des de quelques labiées du mont de Tessala (Ouest Algérien) et perspectives de conservation. Thèse de Doctorat. Univ Djilali Liabès de Sidi Bel Abbès.
- Dadach M., Mehdadi Z. et Latreche A. (2015).** Effect of Water Stress on Seed Germination of *Thymusserpyllum* L. from Tessala mount. *Journal of Plant Sciences*, 10 (4): 151-158.
- Dakia P.A., Wathelet B., et Paquot M. (2007).** Isolation and chemical evaluation of carob (*Ceratonia siliqua* L.) seed germ food *Chemistry* 102 (4) : 1368- 1374.
- Doerper S., (2008).** Thèse Doctorat. Modification de la synthèse des furocoumarines chez *Ruta graveolens* L. par une approche de génie métabolique, p: 39-41.
- Douaer A., Houaia D. (2018).** Contribution à l'étude de l'effet du stress hydrique sur quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Mémoire de Master. Univ. Djilali Bounaâma Khemis-Miliana.

- Dransfield J., UHL N.W., Asmussen C.B., Baker W.J., Harley M.M., et Lewis C.E. (2005).** A new phylogenetic classification of the palm family, Areaceae. *Kew Bull.*, Vol. 60 (4): 559-569.
- Drioiche A., Amine S., Boutahiri S., Saidi S., Ailli A., Rhafouri R. (2020).** Antioxidant and Antimicrobial Activity of Essential Oils and Phenolic Extracts from the Aerial Parts of *Ruta montana* L. of the Middle Atlas Mountains-Morocco. *Journal of Essential Oil Bearing Plants* 23 (5) : 902-917.
- Edward F., Gilman W., Dennis G. (1993).** *Gleditsia triacanthos* var *inermis* Honey locust tree. Institute of Food and Agricultural Sciences University of Florida FL 32611.
- Evenari M. (1957).** Les problèmes physiologiques de la germination. *Soc. France, Physiologie végétale.* (3), 2451-2494.
- Fenner M., Thompson K. (2005).** *The Ecology of Seeds* .1stEdn., Cambridge University Press. Cambridge ,UK .,ISBN:0521653681,264p.
- Filali T. (2017).** Condition optimale de la germination des graines de *Zizyphus lotus* à différentes température et durées de trempage. Mémoire de Master, Univ. Msila.
- Finch-Savage W.E et Leubner-Metzger G. (2006).** Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*.
- Font Quer P. (1988).** *Las plantas medicinales.* Diosc-rides renovado, 11^aEd. Labor. Barcelona.
- Frangoie N., Bidiaka M., Mahungu N.M. (2012).** Outils d'apprentissage à l'adaptation du secteur agricole au changement climatique. Tome 3 : la production des semences certifiées. International Institute of Tropical Agriculture (IITA), 52p.
- Freitag H. (1971).** Die naturliche végétation des Sudotspanisenen Trockengebietetes.
- Gebre G.H. et Karam N.S. (2004).** Germination of *Cercis siliquastrum* seeds in response to gibberellic acid and stratification. *La revue*, 32, 255-260.
<https://www.researchgate.net/publication/233657568>
- Grandi M., Kebbas S, Rihane Y., Benhbiles F., Guendouz-benrima A., et Hirche A. (2020).** *Gleditsia triacanthos* L., entre résistance au stress hydrique et statut écologique : quelle place pour cette espèce dans le cadre de la réhabilitation des zones dégradées en Algérie. *Agrobiologia* 10(2): 2141-152.
- Hakemi Z., Mehdadi Z., El Mestari O., Dellaoui H. (2020).** Study of the germinative behaviour of *Aristolochia baetica* L. seeds of Tessala mount (west of Algeria). *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 16 (1) : 39-49.

- Hamdini A. (2017).** Etude de la germination de *Ruta chalepensis* L. des monts de Tessela (Wilaya de Sidi bel Abbès). Mémoire de Master. Djilali Liabès de Sidi Bel Abbès.
- Hamdini A., Mehdadi Z., Dadach M., Latreche A. 2021.** Effect of abiotic stresses on germination behaviour of *Ruta chalepensis*. *Botanica*, 27(1): 23–33.
- Hamidat A., Boudraa S. (2017).** Biodiversité des arbres d’alignement de la ville de M’sila. Mémoire de Master. Univ. Mohamed Boudiaf de M’Sila.
- Hasnaoui O. (2008).** Contribution à l’étude de la chamaeropaie de la région de Tlemcen : aspect écologique et cartographie. Thèse de doctorat .Univ.Tlemcen 203 pp annexes.
- Heller R. (1990).** Physiologie végétale. Tome 2 : Développement. N°4, Paris, Masson (Ed.), 266p.
- Heller R., et Esnault R., et Lance C. (2000).** Physiologie végétale et développement, Dunod (Ed.) Paris, 366p.
- Hopknis W.G. (2003).** Physiologie végétale. Traduction de la 2^{ème} édition américaine par serge R. ED. De Boeck, 66-81.
- José JFB São, Volpiano CG, Vargas LK, Hernandes MAS, Lisboa BB, et G Schlindwein. (2019).** Influence of hot water on breaking dormancy, incubation temperature and rhizobial inoculation on germination of *Accacia mearnsii* seeds. *Australian Forestry* 82 (3), 157-161.
- Kaddour N. (2014).** Contribution à l’étude phytoécologique du *Chamaerops humilis* L. dans les versants sud des monts de Tlemcen. Univ Abou-Beker Belgaid, Tlemcen.
- Kheloufi A. (2017).** Germination of seeds from two leguminous trees (*Accacia karroo* and *Gleditsia triachantos*) following different pre-treatments. *Seed Science and Technology* 45(1), 259-262.
- Kiani p. (2007).** Analyse génétique des réponses physiologique du tournesol (*Helianthus annuus* L.) Soimis à la sécheresse .Thèse Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Toulouse.
- Kumar R., Shamet G.S., Mehta H., Alam N.M., Tomar J.M.S., Chaturvedi O.P et Khajuria N. (2014).** Influence of gibberellic acid and temperature on seed germination in chilgoza pine (*Pinus gerardiana* wall.). *Indian Journal of plant physiology*, 19 : 363-367.
- Lamaze T.,Tousch D.,Sarda X. ,Grignon C.,Depigny-This D ., Monneveux P. et Belhassen E. (1994).** Résistance de plantes a la sécheresse: mécanismes physiologique .le sélectionneur Français, 45 :75-85.
- Larcher W.(1995).** Plant understress.In *Physiological Plant Ecology* .^{3ème} ed .springer:321-448.

- Lavallée P.(1962).** Le caroubier, son utilisation dans l'alimentation du bétail en Algérie et en Tunisie. Alger, 47p.
- Lewis G., Schrire B., Mackinder B., et Lock M. (2005).** Legumes of the world. London, UK: Royal Botanic Gardens Kew.
- López G. (1982).** La guía de Incafo de los árboles y arbustos de la Península Ibérica. Incafo. Madrid.
- Louca A., et Papas A. (1973).** The effect of different proportions of carob pod meal in the diet on the performance of calves and goats. Anim. Prod. 17: 139-146.
- Mabberley D. J. (1990).** The plant-book. A portable dictionary of the higher plants. Cambridge University Press.
- Mahdad M.Y. (2013).** Situation et perspectives d'amélioration du caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) dans le Nord-ouest de l'Algérie. Mémoire de Magister. Univ Abou-Beker Belgaïd, Tlemcen.
- Maire R. (1957).** Flore de l'Afrique du Nord. Le chevalier édit., paris, (4) p196-197.
- Makris D. P., et Kefalas P. (2004).** Carob pod as a source of polyphenolic Antioxidants, Food Technol. Biotechnol 42 (2) : 105-108.
- Maraghi M., Gorai M., Neffati M. (2010).** Seed germination at different temperatures and water stress levels, and seedling emergence from different depths of *Ziziphus lotus*. South African Journal of Botany 76: 453–459.
- Matilla A. et Matilla-Vzquez M.a. (2008).** Involvement of ethylene in seed physiology. *Plant Sci* .175:87-97.
- Mazliak P. (1982).** Croissance et développement. Physiologie végétale II. Hermann ed., paris, collection méthode, 461.
- Meddour O., Meddour R. et Derridj A. (2008).** Analyse des feux de forêts en Algérie sur le temps long (1876-2007). Note d'analyse du Ciheam ; n°3, 11p.
- Meddour, R ; Derridj, A.(2007).** Les banques de semences : une stratégie de conservation ex-situ des plantes et endémiques. Revue campus (5). P 71-79.
- Medjati N. (2014).** Contribution à l'étude biologique et phytoécologique du *Chamaerops humilis* L. dans la partie occidentale de l'Algérie. Univ. Aboubaker Belkaïd, Tlemcen.
- Mehdadi Z., Bendimered F.Z., Dadach M., et 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.
- Merlo M., Alemán E., Cabello J. & Penas J. (1993).** On the mediterranean Fan palm (*Chamaerops humilis*). Principes, 37(3). pp.151-158.

- Meyer J. (2004).** Botanique, biologie et physiologie végétale, Edition Maloine, Paris, Collection des sciences fondamentales, 461p.
- Mguis K., Albouchi A. & Ben Brahim N. (2011).** Effect of temperature and salinity on germination of *Ruta graveolens* L., Acta Botanica Gallica, 158 (4) : 645-652.
- Michael B.E., kaufman M.R. (1973).** The osmotic potential of polyethylene Glycol 6000. Plant Physiol. 51 (5) : 914-916.
- Nambara E et Marion-Poll A. (2005).** Abscisic acid biosynthesis and catabolism. Plant Biology. 56 : 165-185.
- National Academy of Sciences.(1979).** Tropical Legumes: Resources for the Future. National Academy of Sciences. Washington DC, USA, 109-116.
- National Academy of Sciences. (1983).** Firewood crops and tree species for energy production. Washington DC United States. Volume 2.
- N'dri A.A.N.,Irie V; Patrice L.K; Irie A.Z. (2011).**Bases génétiques et biochimiques de la capacité germinative des graines :implication pour les systèmes semenciers el la production alimentaire .*Sci.Nat .Vol.8 N° :119-137.*
- Nessom G. (2003).** Plant Guide for live oak (*Quercus virginiana*). Biota of North America Program, Chapel Hill, NC. Prepared for the USDA NRCS National Plant Data Center. Baton Rouge, LA.
- Nour A. (2017).** Etude de la viabilité et vigueur des semences de Blé pendant le stockage. Mémoire de Master. Univ. Badji Moukhtar de Annaba.
- Ouici H. (2019).** Analyse et évaluation de la phytodiversité du mont de Tessela (wilaya de Sidi Bel Abbès, Algérie occidentale). Thèse de Doctorat. Univ. Djilali Liabès de Sidi Bel Abbès.
- Ozenda P. (1985).** La végétation de la chaîne alpine dans l'espace montagnard européen. Paris : Masson.
- Ozenda P.(1981).** Végétation des alpes Sud-occidentales. notice détaillée des feuilles 60Gap-61 Larche-67 Nice-75 Antibes. Paris : CNRS.
- Pipinis E, Milios E, Smiris P, Gioumousidis C. (2011).** Effect of acid scarification and cold moist stratification on the germination of *Cercis siliquastrum* L. seeds. Turk J Agric For 35 (2011) 259-264.
- Putod R. (1982).** Les arbres fourragers : le févier. Forêt méditerranéenne, 4(1) : 33-42.
- Quezel, P et Santa, S. (1962).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales (vol.1). Paris, France : C.N.P.S.
- Rebour H.(1968).** Fruits Méditerranéen. La maison rustique Paris : pp 330.

- Regagba M. (2019).** Contribution à la mise en place d'un système d'information géographique (SIG) dédiée au suivi de la biodiversité de la région saharienne algérienne. Thèse de Doctorat. Univ Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem.
- Rejeb M.N., Laffray D., and Louget P. (1991).** Physiologie du caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) en Tunisie. Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semiarides. Group d'Etude de l'arbre, Paris, France : pp. 417-426.
- Renard J.L., Quillec G. (1975).** L'Helminthosporiose du cocotier. Etudes préliminaires. Oléagineux 30 (5): 209-213.
- Resico C. (2001).** Estado actual de la información sobre productos forestales no madereros.. http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/006/AD393S/AD39s13.htm.
- Richardson D.M., Pyšek P., Rejmánek M., Barbour M.G., Panetta F.D., et West C.J. (2000).** Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. Diversity and distributions, 6(2) : 93-107.
- Rojas- Arechiga M., Vazquez-Yanes C., Orozco-Segovia A.(1998).**Seed response to temperature of Mexican cacti species from two life forms: An ecophysiological interpretation .Plant Ecol., 135:207-214.
- Rojas-Arechiga M., Vazquez-Yanes C., et Orozco-Segovia A. (1998).** Seed response to temperature of Mexican cacti species from two life forms: an ecophysiological interpretation. Plant Ecology 135: 207–214.
- Sahle M., Coleon J., et Haas C. (1992).** Carob pod (*Ceratonia siliqua*) meal in geese diets. Brit. Poultry Sci. 33: 531-541.
- Saidi. I. (2019).** Caractérisation et valorisation d'une plante de la famille des *fabaceae* : *Gleditsia triacanthos* de la région de Sidi Bel Abbès : Extraction des substances bioactives. Thèse de Doctorat. Univ Djilali Liabès de Sidi Bel Abbès.
- San Miguel E. (2003).** Rue (*Ruta* L., Rutaceae) in traditional Spain: frequency and distribution of its medicinal and symbolic applications. Economic Botany 57(2): 231-244.
- Sánchez S., Lozano L.J., Godinez C., Juan D., Pérez A. & Hernández F.J. (2010).** La gousse de caroube comme une matière première pour la production de bioéthanol dans les régions méditerranéennes. Énergie appliquée 87: 3417-3424.
- Sánchez S., Lozano L.J., Godinez C., Juan D., Pérez A., et Hernández F.J. (2010).** Carob pod as a feedstock for the production of bioethanol in Mediterranean areas. Applied Energy 87: 3417-3424.
- Sary H., et Some L.M. (1987).** Comment choisir les prétraitements à appliquer aux semences forestières? Fiche technique M.E.T. /C.N.S.F, 12 p.

- Sbay H. et M. Abourouh. (2006).** Apport des espèces à usages multiples pour le développement durable : cas du pin pignon et du caroubier, Centre de Recherche Forestière Haut-commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification, Rabat, pp.1-9.
- Schneider A., et Huyghe C. (2015).** Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables. Paris, France : Quæ.
- Skerman P.J. (1977).** Tropical forage legumes. FAO United Nations Rome: p 507.
- Soltner D. (2007).** Les bases de la production végétale. Tome III, la plante. Ed. Collection sciences et technique agricole Paris, 304p.
- Steckel L.E., Sprague C., Stoller E.W., wax L. (2004).** Temperature effects on germination of nine Amaranthus species. Weed Sci. 52 : 2017-221.
- Steckel L.E.Sparague C., Stoller E.W., Wax L.(2004).** Temperature effects on germination of nine Amaranthus species. Weed Sci .52:217-221.
- Vallée. (1999).** Les techniques de culture en multicell, google.
- Vela E.et Benhouhou S.Evaluation. (2007).** un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le Bassin méditerranéen (Afrique du Nord).*J.C.B.Biologies* . 330 :589-605.
- Veslelovsky H. (1985).**Sunflower growing .J. Selyskoe Hozayaystvo I lesovodstvo.T.O.XLVIII(In Russian).
- Wang W .X.,Brakt.; T., Vinocur B.,Shoseyov O.et Altman A. (2003).**Abiotic resistance and chaperones: possible physiological role of SP1 .a stable and stabilizing protrin from Populus.In: Vasil IK(ed),Plant biotechnology 2000and beyond .Kluwer,Dordrecht:439-443.
- Wentao Z., Sheila D.S., Chiwocha R., Trischuk L et Gusta V. (2009).** Profile of plant Hormones and their Metabolites in Germinated Ungerminated canola (*Brassica napus*) seeds Imbibed at 8°C in either GA4+7, ABA, or a saline solution. J Plant Growth Regul 29 : 91-105.
- Wojciechowski M.F., Lavin M., et Sanderson M.J. (2004).** A phylogeny of Legumes (Leguminosae) based on analysis of the plastid MATK gene resolves many well-supported subclades within the family. American Journal of Botany, 91(11) : 1846-1862.
- Yakoubi F. (2014).** Réponse hormonale des graines du gombo (*Abelmoschus esculentus*.L) Mémoire de magister Physiologie végétale. Mémoire de Master. Univ d'Oron.
- Yokota A., Takahara k.et Akashi K .et Akashi K. (2006).** physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants. Springer: 15-39.
- Yousif A.K., et Alghazawi H.M. (2000).** Processing and caracterezation of carob powder, Food chemistery 69 (3) : 283-287.

- Yunpeng Gao, Mingwei Zhu, Qiuyue Ma, et Shuxian Li. (2020).** Dormancy breakage in *Cercis chinensis* seeds. Canadian Journal of Plant Science 100 (6), 666-673.
- Zegeur A., Bissar M. (2020).** Le caroubier en Algérie : Valorisation et perspectives. Mémoire de Master. Univ Mohamed Boudiaf de M'Sila.
- Zemour K. (2014).** Etude des effets du déficit hydrique sur le processus de germination chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). Diplôme de Magistère. Univ. Abou Beker Belkaid Tlemcen
- Zitouni A. 2010.** Monographie et perspectives d'avenir du caroubier (*Ceratonia siliqua*) en Algérie. Thèse Ingénieur Agronomie, INA, El-Harrach.
- Zouhair O. (1996).** Le caroubier : situation actuelle et perspectives d'avenir, Document interne, Eaux et forêts, Maroc, pp 22.

Webographies

- Web master 1:** <http://jardinage.ooreka.fr> ; Consulté le 05.05.2021.
- Web master 2:** www.gammvert.fr ; Consulté le 20.04.2021.
- Web master 3:** tela-botanica.org ; Consulté le 01.06.2021.

