

N° d'Ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

# Mémoire

De fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master II

Domaine : Sciences de la nature et de la vie (S.N.V)

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Biologie de la conservation

Intitulé du thème :

## Caractéristiques germinatives et viabilité des graines de quatre espèces d'*Eucalyptus* en vue de leur conservation

Présenté par : BOURIACH Hadjer

BOUAZA Chahrazed

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de :

Président de jury : Monsieur MEHDADI Zoheir	Professeur	Université Djilali Liabès / SBA
Examineur : Madame MAHROUG Samira	Professeur	Université Djilali Liabès / SBA
Promoteur : Madame BENDIMERED-MOURI Fatima Zohra	MCA	Université Djilali Liabès / SBA

Année universitaire 2020 - 2021

Session : « Juin 2021 »

## *Dédicaces*

*Je dédie ce travail à ....*

*Ma mère pour son amour inestimable, sa confiance, son soutien,  
ses  
sacrifices et toutes les valeurs qu'elle m'a inculqué.*

*A mon père qui m'a encouragée et conseillée, tous les mots ne  
peuvent exprimer mon amour et mon respect que Dieu le tout  
puissant te procure, santé et longue vie*

*A mon cher frère : Said qui été toujours là pour m'écouter,  
me reconforter et m'encourager dans les moments de doute*

*A mes sœurs : Ikrem et Ilhem*

*A ma chère tante maternelle Abbassia*

*A ma deuxième famille : Amina et Kadi*

*A mes chères amies : Chaima et Assma*

*A ma chère binome : Chahra*

*A toute ma famille*

*A tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à me remonter le  
moral et me soutenir dans les moments difficiles.*

***Hadjer***

## *Dédicaces*

*Je dédie ce mémoire...*

*Aux êtres les plus chers : Mes parents,*

*A ma mère,*

*Pour son affection, sa patience, sa compréhension, sa disponibilité, son écoute permanente et son soutien sans égal dans les moments les plus difficiles de ma vie.*

*Là où je suis arrivée aujourd'hui c'est à vous MES CHERS PARENTS que je le dois, que Dieu vous garde.*

*A mon père,*

*Mon plus haut exemple et mon modèle de persévérance pour aller toujours de l'avant et ne jamais baisser les bras. Pour son enseignement continu à m'inculquer les vraies valeurs de la vie et pour ses précieux conseils. J'espère que ce mémoire sera à la hauteur de tes attentes.*

*A mes chers frères : Riad et Mehdi*

*A ma chère sœur : Manel.*

*A ma chère Terghini Z.*

*A mes chères cousines: Saida, Aicha, Fatima et Maissa*

*Pour leurs soutien durant les moments difficiles de mon travail et pour vous exprimer toute mon affection et ma tendresse*

*A Asma, Soumia et Lydia, qui m'ont beaucoup aidée dans mes recherches*

*A ma chère binôme Hadjer*

*A tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à me remonter le moral et me soutenir dans les moments difficiles.*

***Chahrazed***

## Remerciements

*Tout d'abord, nous rendons grâce à Dieu le tous puissant qui nous a donné la force, le courage, la patience d'accomplir ce travail.*

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

*A notre promotrice madame BENDIMERED FZ maître de conférences (A), pour avoir encadré et veillé au bon déroulement de ce travail. Merci d'avoir toujours été disponible et pour nous guider par vos conseils et orientations. Merci infiniment pour les nombreuses heures investies dans la correction du présent manuscrit.*

*A monsieur MEHDADI Zoheir, professeur à la faculté des sciences de la nature et de la vie à l'université Djillali Liabes de Sidi Bel Abbés. D'avoir accepté de présider le jury de notre mémoire et de nous avoir partagé son savoir.*

*A madame MAHROUG Samira, professeur à la faculté des sciences de la nature et de la vie à l'université Djillali Liabes de Sidi Bel Abbés. De nous avoir fait l'honneur d'examiner notre travail.*

*A melle AISSAOUI Lydia, doctorante en biotechnologie et valorisation des plantes à la faculté des sciences de la nature et de la vie à l'université Djillali Liabes de Sidi Bel Abbés. Pour sa gentillesse et sa patience, ses précieux conseils ainsi que son aide et orientations.*

*A melle Amina et tous les membres du laboratoire de recherche « biodiversité végétale: conservation et valorisation » pour ses collaboration et ses conseils.*

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

**TABLE DES MATIÈRES**

Dédicaces  
Remerciements  
Résumés  
Liste des figures  
Liste des tableaux

**Pages**

**Introduction**..... 1

**Première partie: Synthèse bibliographique**

**Chapitre I: Présentation des 4 espèces d'*Eucalyptus***

**I.1. Généralités sur l'*Eucalyptus***.....3  
     I.1.1. La classification.....3  
     I.1.2. Origine et répartition géographique.....3  
     I.1.3. Description botanique.....4  
     I.1.4. Mode de reproduction.....5  
     I.1.5. Ecologie.....5  
     I.1.6. Intérêts et utilisation..... 7  
**I.2. Description des espèces d'*Eucalyptus* étudiées**.....8  
     I.2.1. *Eucalyptus obliqua*.....8  
     I.2.2. *Eucalyptus brockwayi*.....10  
     I.2.3. *Eucalyptus sargentii*.....12  
     I.2.4. *Eucalyptus salmonophloia*..... 14  
     I.2.5. La répartition de 4 espèces d'*Eucalyptus* étudiées dans leur région d'origine.....16

**Chapitre II: La germination**

**II.1. Définition de la graine**.....17  
**II.2. Définition de la germination**.....17  
**II.3. Type de germination**.....18  
     II.3.1. La germination épigée.....18  
     II.3.2. La germination hypogée.....18  
**II.4. Les phases de la germination**.....19  
**II.5. Les conditions de la germination**.....20  
     II.5.1. Les conditions externes.....20  
     II.5.2. Les conditions internes..... 20  
**II.6. La viabilité**.....20  
**II.7. La dormance**.....21  
     II.7.1. Dormance tégumentaire (inhibitions tégumentaires).....21  
     II.7.2. Dormance embryonnaire.....22  
     II.7.3. Levée de dormance des graines (prétraitements) .....22

**Chapitre III. La conservation**

<b>III.1. Définition</b> .....	24
<b>III.2. Les méthodes de la conservation</b> .....	24
III.2.1. La conservation <i>in situ</i> .....	24
III.2.2. La conservation <i>ex situ</i> .....	24
III.2.3. Importance de la conservation des graines .....	25
<b>III.3. Les banques des graines et des semences</b> .....	26
III.3.1. Définition et importance.....	26
III.3.2. Méthodes de collecte et de stockage.....	27

**Deuxième Partie: Etude expérimentale**

**Chapitre IV: Présentation du site de provenance des graines**

<b>IV.1. Situation géographique de la forêt domaniale de Tenira</b> .....	28
<b>IV.2. Situation forestière</b> .....	28
<b>IV.3. La géomorphologie</b> .....	29
IV.3.1. Le relief .....	29
IV.3.2. L'exposition.....	29
IV.3.3. Les pentes .....	30
IV.3.4. Le réseau hydrographique.....	30
<b>IV.4. La pédologie</b> .....	31
<b>IV.5. Le climat</b> .....	31
IV.5.1. La température.....	31
IV.5.2. Les précipitations.....	32
IV.5.3. L'humidité .....	32
IV.5.4. Les vents .....	32
<b>IV.6. Synthèse climatique</b> .....	33
IV.6.1. Indice de Demartonne .....	33
IV.6.2. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson .....	33
IV.6.3. Quotient pluviométrique d'Emberger (1955).....	34

**Chapitre V: Matériel et Méthodes**

<b>V.1. L'objectif de l'étude</b> .....	36
<b>V.2. Lieu de la réalisation de l'expérimentation</b> .....	36
<b>V.3. Matériel</b> .....	36
V.3.1. Matériel végétal.....	36
V.3.2. Matériel de laboratoire.....	37
<b>V.4. Méthodologie</b> .....	38
V.4.1. Préparation des échantillons.....	38
V.4.2. Test de viabilité par la germination.....	39
V.4.3. Recherche des conditions optimales thermiques de germination.....	39
V.4.4. Suivi et expression des résultats de germination.....	39
V.4.5. Analyse des données et Traitements statistiques des résultats.....	41

## Chapitre VI: Résultats et discussions

<b>VI.1. Résultats</b> .....	42
VI.1.1. Description des fruits et des graines des espèces étudiées.....	42
VI.1.2. Préparation des lots de graines pour le stockage.....	43
VI.1.3. Description de germination.....	44
VI.1.4. Résultats de la viabilité des graines des 4 espèces étudiées par essais de germination à la lumière et à l'obscurité.....	44
VI.1.4.1. Résultats de la cinétique de la germination des graines de 4 espèces d' <i>Eucalyptus</i> à la lumière et à l'obscurité.....	44
VI.1.4.2. Résultats du calcul des paramètres de germination des graines mise à germé à la lumière l'obscurité.....	45
VI.1.5. Détermination de l'optimum thermique de la germination des graines de 4 espèces étudiées.....	47
VI.1.5.1. La cinétique de la germination des graines aux différentes températures.....	47
VI.1.5.2. Résultats du calcul des paramètres de la germination des graines aux différentes températures.....	48
VI.1.5.3. Résultats du calcul des paramètres de la germination entre les graines de 4 espèces aux différentes températures.....	54
VI.1.5.4. Effets des températures sur le comportement germinatif des graines de 4 espèces d' <i>Eucalyptus</i> .....	56
<b>V.2. Discussion</b> .....	59
<b>Conclusion et perspectives</b> .....	62
<b>Références bibliographiques</b> .....	63
<b>Annexes</b>	

## Thème : Caractéristiques germinatives et viabilité des graines de quatre espèces d'*Eucalyptus* en vue de leur conservation

### Résumé

Les eucalyptus sont des espèces arborescentes, originaires de l'Australie qui ont été introduites en Algérie depuis le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle. Ils ont un rôle écologique important, Ils contribuent à la préservation de la biodiversité dans leurs habitats. Ils constituent un abri pour de nombreuses espèces de la flore et de la faune vivant dans la forêt ou dépendantes de la forêt, en plus de leur intérêt ethnobotanique et thérapeutique.

Dans le cadre de la conservation des ressources végétales locales et patrimoniales, un projet de recherche sur la création d'une banque de graines d'espèces locales et régionales est initié dans lequel s'inscrit la problématique du présent travail.

L'étude présentée dans ce mémoire concerne quatre espèces d'eucalyptus: *Eucalyptus obliqua*, *Eucalyptus brockwayi*, *Eucalyptus sargentii* et *Eucalyptus salmonophloia* provenant de l'arboretum de Tenira de la wilaya de Sidi Bel Abbès. Elle consiste à présenter une approche morphométrique comparative des graines des 4 espèces, à évaluer la viabilité de ces graines après 6 mois de leur récolte et de stockage dans des conditions de température ambiante, à l'abri de la lumière et de l'humidité ainsi qu'à la détermination des conditions optimales de température et de luminosité pour la germination des graines et l'effet des différentes températures sur leur comportement germinatif. Le but de cette étude est de connaître les meilleures conditions à utiliser pour le suivi ultérieur de la viabilité, par essais de germination, au cours de la conservation des graines de ces espèces par stockage dans des conditions contrôlées.

La viabilité est déterminée par test germinatif en conditions standards de température ( $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ), en présence et en absence de lumière. Les conditions optimales de température pour la germination des graines des quatre espèces et l'effet de différentes températures sur le comportement germinatif sont définies en testant les températures allant de  $5^{\circ}\text{C}$  à  $45^{\circ}\text{C}$  avec une progression de  $5^{\circ}\text{C}$  pour chaque essai. En plus de la représentation graphique de la cinétique de la germination, quatre paramètres de germination ont été pris en considération dans l'évaluation du comportement germinatif, qui sont : la capacité de germination (CG), temps de latence (TL), le coefficient de vélocité (CV) et le temps moyen de germination (TMG).

Les résultats obtenus ont montré que les graines des 4 espèces étaient viables à 70% ou plus, aussi bien à la lumière qu'à l'obscurité. L'optimum thermique pour les quatre espèces était comparable, ainsi pour *Eucalyptus obliqua* il se situait à  $30^{\circ}\text{C}$ , celui de *Eucalyptus brockwayi* et *Eucalyptus salmonophloia* à  $20^{\circ}\text{C}$  et celui de *Eucalyptus sargentii* entre  $15$  et  $20^{\circ}\text{C}$ . Les températures extrêmes ( $5$  et  $45^{\circ}\text{C}$ ) provoquaient une baisse significative de la capacité de germination des quatre espèces.

Le présent travail représente la première étape obligatoire qui doit précéder toute démarche dans la mise en stockage pour la conservation des espèces, *ex situ*, en banque de graines.

#### Mots clés:

*Eucalyptus brockwayii* ; *Eucalyptus obliqua*; *Eucalyptus salmonophloia* ; *Eucalyptus sargentii* ; Germination; Graines; Viabilité; Température optimale.

**Title: Germinative characteristics and viability of seeds of four species  
of Eucalyptus for conservation**

## **Abstract**

The eucalyptus are arborescent species, originating from Australia that were introduced in Algeria since the middle of the nineteenth century. They have an important ecological role, they contribute to the preservation of biodiversity in their habitats. They provide shelter for many species of flora and fauna living in the forest or dependent on the forest, in addition to their ethnobotanical and therapeutic interest.

Within the framework of the conservation of local plant and heritage resources, a research project on the creation of a seed bank of local and regional species is initiated in which the problem of the present work is part.

The study presented in this brief concerns four species of eucalyptus: *Eucalyptus obliqua*, *Eucalyptus brockwayi*, *Eucalyptus sargentii* and *Eucalyptus salmonophloia* from the Tenira arboretum of the wilaya of Sidi Bel Abbès. It consists of presenting a comparative morphometric approach to the seeds of the 4 species, assessing the viability of these seeds after 6 months of harvest and storage under ambient temperature conditions, away from light and moisture, and in determining the optimum temperature and luminosity conditions for seed germination and the effect of different temperatures on their germinative behaviour. The purpose of this study is to determine the best conditions to be used for the subsequent monitoring of viability, by germination tests, during the storage of seeds of these species under controlled conditions.

Viability is determined by germinative test under standard temperature conditions (20°C 2°C), in the presence and absence of light. The optimal temperature conditions for germination of the seeds of the four species and the effect of different temperatures on germinative behaviour are defined by testing the temperatures from 5°C to 45°C with a 5°C progression for each test. In addition to the graphical representation of germination kinetics, four germination parameters were considered in the evaluation of germinative behaviour, which are: germination capacity (GC), latency time (TL), velocity coefficient (CV) and average germination time (TMG).

The results showed that the seeds of the 4 species were viable at 70% or more, both in light and in darkness. The thermal optimum for all four species was comparable, with *Eucalyptus obliqua* at 30°C, *Eucalyptus brockwayi* and *Eucalyptus salmonophloia* at 20°C and *Eucalyptus sargentii* between 15 and 20°C. Extreme temperatures (5 and 45°C) caused a significant decrease in the germination capacity of the four species.

This work represents the first mandatory step that must precede any step in the storage for the conservation of species, *ex situ*, in seed bank.

### **Key words:**

*Eucalyptus brockwayi*; *Eucalyptus obliqua*; *Eucalyptus salmonophloia*; *Eucalyptus sargentii*;  
Germination; Seeds; Sustainability; Optimal temperature.

الموضوع: خصائص الانباتية لبذور اربعة انواع من الاوكالبتوس و قدرتها على البقاء من اجل الحفاظ عليها

## ملخص

إن الأوكالبتوس هي أنواع الأشجار، نشأت من أستراليا والتي تم تقديمها في الجزائر منذ منتصف القرن التاسع عشر . وهي تلعب دوراً إيكولوجي هاماً، فهي تساهم في الحفاظ على التنوع البيولوجي في مواطنها البيئية. فهي توفر المأوى للعديد من أنواع النباتات والحيوانات التي تعيش في الغابة أو التي تعتمد على الغابة، بالإضافة إلى فائدتها العرقية النباتية والعلاجية .

وفي إطار الحفاظ على الموارد المحلية للنباتات والتراث، بدأ مشروع البحث بشأن إنشاء بنك للبذور للأنواع المحلية والاقليمية تشكل فيه مشكلة العمل الحالي جزءاً من المشروع.

وتتعلق الدراسة المقدمة في هذه المدكرة بأربعة أنواع من الأوكالبتوس: اوكالبتوس أوبلكا، اوكالبتوس بروكواي، اوكالبتوس سارجنتي، اوكالبتوس سالمونوفلويأ قادمة من مشتل تنيرة في ولاية سيدي بلعباس. وهو يتألف من تقديم نهج مورفومتري مقارنة في التعامل مع بذور الأنواع الأربعة، وتقييم قدرة هذه البذور على البقاء بعد 6 أشهر من الحصاد والتخزين في ظل ظروف درجة الحرارة المحيطة، بعيداً عن الضوء والرطوبة، وفي تحديد درجة الحرارة المثالية وظروف الضياء لانبات البذور وتأثير درجات الحرارة المختلفة على سلوكها الانباتي . والغرض من هذه الدراسة هو تحديد أفضل الظروف التي ينبغي استخدامها في الرصد اللاحق للقدرة على البقاء، عن طريق اختبارات الانبات، أثناء تخزين بذور هذه الأنواع في ظل ظروف خاضعة للمراقبة.

ويحدد مدى القدرة على الانبات في ظل ظروف درجة حرارة القياسية (20 درجة مئوية 2 درجة مئوية) في وجود الضوء أو غيابه . يتم تحديد ظروف درجة الحرارة المثالية لانبات بذور الأنواع الأربعة وتأثير درجات الحرارة المختلفة على السلوك الانباتي من خلال اختبار درجات الحرارة من 5 درجات مئوية إلى 45 درجة مئوية مع تقدم 5 درجات مئوية لكل اختبار .بالإضافة إلى التمثيل البياني لحرائك الانبات، تم النظر في أربعة معلمات انبات في تقييم السلوك الانباتي، وهي: قدرة الانبات، (GC) وقت الكمون، (TL) معامل السرعة (CV) ومتوسط وقت الانبات (TMG)

ولقد أظهرت النتائج أن بذور الأنواع الأربعة كانت قابلة للبقاء عند مستوى 70% أو أكثر، سواء في الضوء أو في الظلام وكان المستوى الحراري الأمثل لجميع الأنواع الأربعة مماثلاً، حيث كانت درجة حرارة اوكالبتوس أوبلكا 30 درجة مئوية، و اوكالبتوس بروكواي و اوكالبتوس سالمونوفلويأ عند 20 درجة مئوية و اوكالبتوس سارجنتي بين 15 و 30 درجة مئوية وقد تسببت درجات الحرارة القصوى (5 و 45) درجة مئوية في انخفاض كبير في قدرة الأنواع الأربعة على الانبات.

ويمثل هذا العمل الخطوة الأولى التي يجب أن تسبق أي خطوة في عملية تخزين الأنواع خارج الموقع ،في بنك البذور .

## الكلمات المفتاحية:

اوكالبتوس أوبلكا، اوكالبتوس بروكواي، اوكالبتوس سارجنتي، اوكالبتوس سالمونوفلويأ ، الإنبات؛ البذور؛ الاستدامة؛ درجة حرارة مثالية.

Liste des figures

N° DES FIGURES	TITRES	PAGES
Figure 1.	Description botanique d' <i>Eucalyptus</i>	6
Figure 2.	<i>Eucalyptus obliqua</i>	9
Figure 3.	<i>Eucalyptus brockwayi</i>	11
Figure 4.	<i>Eucalyptus sargentii</i>	13
Figure 5.	<i>Eucalyptus salmonophloia</i>	15
Figure 6.	La répartition de 4 espèces d' <i>Eucalyptus</i> étudiées dans leur région d'origine	16
Figure 7.	La structure de la graine de haricot	17
Figure 8.	La germination de type hypogée d'une graine de pois	18
Figure 9.	Type de germination des graines	18
Figure 10.	Courbe théorique de la germination d'une semence	19
Figure 11.	Complémentarité des approches de la conservation <i>in et ex situ</i>	25
Figure 12.	Schéma des opérations des constitutions des banques de semences d'espèces végétales	26
Figure 13.	Carte de situation de la forêt de Tenira	28
Figure 14.	Carte des tranches d'Altitudes dans la forêt domaniale de Tenira	29
Figure 15.	Carte d'exposition de la forêt de Tenira	29
Figure 16.	Carte des pentes de la forêt de Tenira	30
Figure 17.	Diagramme Ombrothermique de la forêt de Tenira	34
Figure 18.	Localisation de la zone d'étude sur le climagramme pluviométrique d'EMBERGER, (1955)	35
Figure 19.	Les échantillons de graines étudiées des 4 espèces d' <i>Eucalyptus</i> âgées de 6 mois et stockées dans des sachets en papier en conditions d'obscurité et à température ambiante	36
Figure 20.	Matériels de laboratoire de recherche utilisé pour l'étude	37
Figure 21.	Graines d' <i>Eucalyptus</i> placées dans une boîte de Pétri tapissée de papier filtre imbibé	38
Figure 22.	Le fruit et la graine d' <i>Eucalyptus obliqua</i>	42
Figure 23.	Le fruit et la graine d' <i>Eucalyptus brockwayi</i>	42
Figure 24.	Le fruit et la graine d' <i>Eucalyptus sargentii</i>	43
Figure 25.	Le fruit et la graine d' <i>Eucalyptus salmonophloia</i>	43

<b>Figure 26.</b>	Description d'évolution de la germination de la graine d' <i>Eucalyptus</i>	44
<b>Figure 27.</b>	Résultats de la cinétique de germination des graines de 4 espèces d' <i>Eucalyptus</i> à la lumière et à l'obscurité	45
<b>Figure 28.</b>	Résultats du calcul des paramètres de la germination des graines de 4 espèces d' <i>Eucalyptus</i> à la lumière et à l'obscurité	46
<b>Figure 29.</b>	Résultats de la cinétique de germination des graines de 4 espèces d' <i>Eucalyptus</i> aux différentes températures testées (de 5 °C à 45 °C)	48
<b>Figure 30.</b>	Résultats du calcul des paramètres de la germination des graines d' <i>Eucalyptus obliqua</i> testées aux différentes températures (de 5 °C à 45 °C), et résultats de l'ANOVA à $p < 0,005$	50
<b>Figure 31.</b>	Résultats du calcul des paramètres de la germination des graines d' <i>Eucalyptus brockwayi</i> testées aux différentes températures (de 5 °C à 45 °C), et résultats de l'ANOVA à $p < 0,005$	51
<b>Figure 32.</b>	Résultats du calcul des paramètres de la germination des graines d' <i>Eucalyptus sargentii</i> testées aux différentes températures (de 5 °C à 45 °C), et résultats de l'ANOVA à $p < 0,05$	52
<b>Figure 33.</b>	Résultats du calcul des paramètres de la germination des graines d' <i>Eucalyptus salmonophloia</i> testées aux différentes températures (de 5 °C à 45 °C), et résultats de l'ANOVA à $p < 0,05$	55
<b>Figure 34.</b>	Effet comparatifs du calcul des paramètres de germination des graines de 4 espèces d' <i>Eucalyptus</i> aux températures testées (de 5 °C à 45 °C)	55
<b>Figure 35.</b>	Effet de différentes températures sur les paramètres de germination des graines d' <i>Eucalyptus obliqua</i>	56
<b>Figure 36.</b>	Effet des différentes températures sur les paramètres de germination des graines d' <i>Eucalyptus brockwayi</i>	57
<b>Figure 37.</b>	Effet des différentes températures sur les paramètres de germination des graines d' <i>Eucalyptus sargentii</i>	57
<b>Figure 38.</b>	Effet des différentes températures sur les paramètres de germination des graines d' <i>Eucalyptus brockwayi</i>	58

**Liste des tableaux**

<b>N° DES TABLEAUX</b>	<b>TITRES</b>	<b>PAGES</b>
<b>Tableau 1.</b>	Les différentes expositions existantes au niveau du forêt domaniale de Tenira	30
<b>Tableau 2.</b>	Les classes de pentes existantes au niveau du forêt domaniale de Tenira	30
<b>Tableau 3.</b>	Répartition des températures moyennes mensuelles (1985-2009)	31
<b>Tableau 4.</b>	Répartition des moyennes mensuelles des précipitations (1985-2009)	32
<b>Tableau 5.</b>	Humidité moyenne mensuelle (185-2009)	32
<b>Tableau 6.</b>	Vitesse moyenne mensuelle des vents (1985-2009)	33
<b>Tableau 7.</b>	Les moyennes mensuelles des températures et des précipitations (1985-2009)	34
<b>Tableau 8.</b>	Étage bioclimatique de la forêt de Tenira	35

# **Introduction**

### Introduction

De très nombreuses Myrtacées ont été introduites en Algérie comme arbres d'ornement ou reboisement. Tel est le cas en particulier pour les eucalyptus (**Quézel et Santa, 1963**). Le genre *Eucalyptus* en regroupe au moins 600 espèces disséminées un peu partout dans le monde (**Hurtel, 2001**).

Les eucalyptus sont généralement considérés comme des arbres typiquement australiens. De fait, la grande majorité des très nombreuses espèces et sous espèces d'eucalyptus sont endémiques du continent australien et des îles voisines, mais plusieurs espèces existent à l'état spontané dans la grande île de Nouvelle-Guinée au nord de l'Australie, et certaines espèces se rencontrent dans les îles des orientales de l'archipel indonésien, telles que Timor, les petites îles de la Sonde, Florès et Wetar (**Pryer, 1982**).

Les eucalyptus ont été introduits dans de nombreux pays, pour la production de bois ou pour assécher les sols. Les feuilles éloignent les insectes, d'où des plantations en Afrique pour diminuer la propagation de la *Malaria*. Il a été introduit en Algérie en 1857 pour drainer les terrains de régions touchées par la *Malaria* (Ses longues racines font qu'il joue un rôle important dans la fixation des sols -retard à la désertification- et dans le drainage des terrains marécageux) (**Treiner, 2000**).

En 2000, la superficie totale des plantations d'eucalyptus atteignait 18 millions d'hectares principalement en Inde, au Brésil, en Afrique et en Europe (**FAO, 2000**). La plupart des espèces réparties à travers le monde ont une croissance rapide et sont plutôt des espèces de climat tropical assez sensibles au froid (gel), l'eucalyptus est donc adapté aux conditions défavorables comme la sécheresse, le froid et le sel (**Gilles, 2008**).

De nombreuses études ont été menées sur quelques espèces d'eucalyptus en relation avec leurs intérêts écologiques et phyto-chimiques, tandis que celles qui traitent de leur régénération par voie sexuée à travers les graines ainsi que de l'évaluation des facteurs et des conditions de leurs germination et leur viabilité à l'état frais ou après conservation sont très rares voir inexistantes surtout en Algérie.

Dans le cadre de la réalisation d'une banque des graines des espèces végétales régionales de l'ouest algérien, le présent travail est réalisé. Il s'agit d'une contribution à l'évaluation de la viabilité des graines de 4 espèces d'eucalyptus, provenant de l'arboretum de Tenira dans la wilaya de Sidi Bel Abbés, ainsi que la détermination des conditions optimales de température, l'effet de la lumière et différentes températures sur la capacité de germination de ces graines. Une étude comparative est établie entre les quatre espèces. Les espèces étudiées dans le cadre de ce présent travail sont: *Eucalyptus obliqua*, *Eucalyptus brockwayi*, *Eucalyptus sargentii* et *Eucalyptus salmonophloia*.

Cette étude préalable est indispensable dans la mise en œuvre de procédure de stockage des graines en vue de leur conservation à plus ou moins long terme.

Le mémoire est structuré comme suit:

- Une première partie présente une synthèse bibliographique, comprenant un chapitre présentant les 4 espèces d'*Eucalyptus*, un chapitre décrivant le phénomène de la germination et un chapitre sur la conservation

- Une deuxième partie est consacrée à l'étude expérimentale comprenant les chapitres suivants:  
Le premier présente les caractéristiques écologiques du site de provenance des 4 espèces d'*Eucalyptus*, le deuxième en décrit la méthodologie de l'étude expérimentale, l'analyse des données et le dernier présente les résultats obtenus et la discussion. Des perspectives de l'étude sont présentées en conclusion.

**Première partie:**

**Synthèse bibliographique**

## **Chapitre I:**

### **Présentation des 4 espèces d'*Eucalyptus* étudiées**

## Chapitre I: Présentation des 4 espèces d'*Eucalyptus*

### I.1. Généralités sur l'*Eucalyptus*

Les eucalyptus sont des angiospermes dicotylédones de la famille des Myrtacées, originaire d'Australie. *Eucalyptus* est l'une des principaux genres forestiers plantés dans le monde, ils comptent environ 600 à 700 espèces et variétés (Warot, 2006).

Ils ont été introduits dans des nombreux pays, ils ont une croissance très rapide. L'eucalyptus est un genre très cultivé, a pris rapidement une grande extension en Algérie entre 1860 et 1870 (Daroui, 2012). Il est un ingrédient approprié pour la fabrication du papier (Takahashi, 2004).

#### I.1.1. La classification

La principale classification d'eucalyptus est celle de Pryor et Johnson en 1971, qui définit sept sous-genres (*Corymbia*, *Blakella*, *Eudesmia*, *Gaubaea*, *Idiogenes*, *Monocalyptus* et *Symphyomyrtus*). Un huitième sous-genre (*Telocalyptus*) a été suggéré en 1976 par Johnson.

Plus récemment les sous-genres *Corymbia* et *Blakella* ont été formellement séparés du reste des *Eucalyptus* et placés dans un nouveau genre *Corymbia* (Hill et Johnson, 1995). Actuellement, les eucalyptus sont répartis dans les genres *Eucalyptus*, *Corymbia* et *Angophora*. Le genre *Eucalyptus* comprend principalement les sous-genres des *Symphyomyrtus* et des *Monocalyptus* qui contiennent la plupart des espèces cultivées.

#### - Classification dans la systématique botanique d'après (Goetz et Ghadira, 2012):

**Règne:** *Plantae*

**Sous-règne:** *Tracheobionta*

**Division:** *Magnoliophyta*

**Classe:** Dicotylédones

**Ordre:** *Myrtales*

**Famille:** *Myrtaceae*

**Genre:** *Eucalyptus*

#### I.1.2. Origine et répartition géographique du genre *Eucalyptus*

##### a. La répartition dans le monde

De croissance rapide et pouvant atteindre des dimensions considérables (plus de 100 m de haut), le genre *Eucalyptus* est endémique en Australie et en Tasmanie.

L'eucalyptus est cultivé de nos jours dans quelques régions subtropicales d'Afrique, d'Asie (Chine, Inde, Indonésie) et d'Amérique du Sud ainsi qu'en Europe méridionale et aux États-Unis. Les espèces appartenant à ce genre sont utilisées pour assécher certaines zones marécageuses et se sont acclimatées à la région méditerranéenne (Wichtl *et al.*, 2003).

## b. La répartition en Algérie

En Algérie le reboisement d'*Eucalyptus* est de 29355 hectares qui représentent un taux de 2 % du total des reboisements forestiers dans différentes wilaya du Nord (El taraf, Skikda, Jijel, Bejaia, Annaba, Tizi-Ouzou, et les wilayas Tlemcen, Tissemsilt, Sidi Bel Abbes, Tipaza, Bouira et Guelma (Meddouar et Elderriji, 2012). Son introduction en Algérie date de 1861, la plantation massive de ces arbres ne se fera qu'à partir de 1950, grâce à leur facilité d'adaptation (Métro, 1970).

### I.1.3. Description botanique

#### a. L'arbre

L'*eucalyptus* est un arbre de 30 à 35 m, jusqu'à 100 m dans son milieu naturel (Traor, 1991) (figure 1. A).

On peut retenir la classification suivante par rapport à la taille adulte:

- Petits *eucalyptus* si moins de 10 mètres.
- Moyens *eucalyptus* entre 10 et 30 mètres.
- Grands *eucalyptus* entre 30 et 60 mètres.
- Très grands *eucalyptus* de plus de 60 mètres (espèces les plus grandes: *obliqua*, *delegatensis*, *diversicolor*, *nitens*, *globulus* et *viminalis*) (site web 1).

#### b. L'écorce

L'écorce est de couleur et de texture variables selon les espèces. Souvent elle présente plusieurs couleurs, comme un platane, et se détache en lambeaux qui tombent au sol, mais l'écorce peut être aussi dure, fibreuse, floconneuse, lisse (Mekelech, 2015) (figure 1. B).

#### c. La feuille

Les *eucalyptus* portent des feuilles persistantes, coriaces, glabres mais différentes en fonction de l'âge des rameaux:

- **Les jeunes rameaux** : possèdent des feuilles larges, courtes, opposées, sessiles, ovales, bleu-blanc et cireuses, avec un vrai limbe nervuré.
- **Les rameaux plus âgés** : possèdent des feuilles aromatiques, falciformes, longues de 12 à 30 cm, étroites, pointues, épaisses, vert foncé, courtement pétiolées, alternes et pendantes verticalement (Goetz et Ghedira, 2012) (figure 1. C).

#### d. La fleur

Les fleurs d'*eucalyptus* sont très variées (en bouton de couleur blanc-bleu), en toupie sur montée d'une pseudo-corolle en forme de coiffe qui tombe lors de l'épanouissement, laissant apparaître un panache d'étamines (Baba, 1999). Au départ, les étamines sont enfermées dans un étui fermé par un opercule formé par la fusion des pétales et des sépales (Serventy, 1968) (figure 1. D).

### e. Le fruit

Le fruit ligneux est une grosse capsule glauque prenant une teinte marron à maturité, dure, anguleuse, verruqueuse, et s'ouvrant légèrement par trois, quatre ou cinq fentes (qui dessinent une étoile à son sommet) pour libérer de nombreuses graines sombres et minuscules (Goetz et Ghedira, 2012) (figure 1. E).

### f. La graine

Les graines d'eucalyptus sont très petites. Leur nombre au kilogramme varie de 150.000 pour *E. maculata* à 14 millions pour *E. deglupta*. Elles germent dès que les conditions favorables de température et d'humidité sont réunies. Elles se conservent cependant, en chambre froide, plusieurs années sans baisse notable du pouvoir germinatif. Leur abondance et leur taille constituent de réels atouts pour la dissémination (Boland, 1987) (figure 1. F)

#### I.1.4. Mode de reproduction

La majorité des espèces d'eucalyptus présentent un nombre de chromosome de  $2n = 22$ . Les fleurs sont hermaphrodites, les organes mâles et femelles se trouvent dans la même fleur. L'âge de maturité oscille selon les espèces de 3 à 10 ans, mais un décalage de floraison existe entre les différentes unités génétiques (individus, provenances, espèces).

La pollinisation est principalement entomophile ou réalisée par les oiseaux pour les espèces à grandes fleurs (Hopper et Moran, 1981), ce qui favorise dans ce dernier cas l'hybridation inter-spécifique. La distance de dispersion du pollen est généralement inférieure à 100 mètres (Eldridge *et al.*, 1993).

#### I.1.5. Ecologie

##### a. Le sol

L'eucalyptus s'adapte à toutes les textures, même très argileuses. Il tolère l'engorgement temporaire, mais préfère les sols drainants, en légère pente, chargés en cailloux et galets. Ces espèces ont un système racinaire superficiel, l'épaisseur de sol prospecté est généralement de l'ordre de 0,50 m, même si l'on trouve quelques racines à plus grande profondeur. La fertilité chimique du sol influe peu sur sa croissance (Djellato, 2018).

##### b. Le climat

Résistants en général assez bien à la sécheresse, les eucalyptus aiment la lumière et sont très sensibles au froid (facteur limitant essentiel sur le Nord de la Méditerranée). Des dégâts importants sont provoqués à des écarts brutaux de température, alors que l'exposition progressive au froid provoque un certain durcissement.



A. L'arbre d'*Eucalyptus grandis*  
(Site web 2)



B. L'écorce d'*Eucalyptus dorrigoensis*  
(Site web 3)



C. Les feuilles d'*Eucalyptus citrone*  
(Site web 4)



D. La fleur d'*Eucalyptus brookeriana*  
(Site web 5)



E. Les fruits d'*Eucalyptus paniculata*  
(Site web 6)



F. Les graines d'*Eucalyptus lacrimanes*  
(Site web 7)

Figure 1. Description botanique d'*Eucalyptus*

La majorité des espèces endommagées à  $-3^{\circ}\text{C}$ , la plupart à  $-10^{\circ}\text{C}$ , quelques unes résistent ou rejettent des souches entre  $-15^{\circ}\text{C}$  et  $-20^{\circ}\text{C}$ . Il existe toutefois une très grande variabilité climatique dans l'aire d'origine et les zones d'Australie les plus froides (au Sud du 30<sup>ème</sup> parallèle, dans les états de Tasmanie, Victoria et Nouvelles-Galles du Sud); lorsque l'altitude de la provenance augmente, la résistance au froid augmente, mais la croissance diminue (**Alexandrien, 1992 ; Bell, 1999**).

### **I.1.6. Intérêts et utilisation**

Les eucalyptus revêtent une importance considérable à l'échelle de l'économie forestière mondiale (**Lanier, 1986**). Ils ont bien démontré une capacité de production assez supérieure à celle enregistrée en Australie (**Metro, 1954**). Des plantations de bois dur d'intensité très élevée ont été établies avec succès au Brésil, en Californie et bien ailleurs.

Les eucalyptus présentent, incontestablement, les plus importantes plantations du bois dur dans le monde (**Turnbull, 1991**). Doté d'une grande adaptabilité et d'une croissance rapide, l'eucalyptus présente un large éventail d'utilisation.

A Madagascar, la litière de feuilles d'eucalyptus décomposées, se récolte et se vend comme engrais de complément (**Rakotavao, 1995**). Ceci constitue une source de revenus non négligeable pour les femmes et les enfants (**Bertrand, 1992**). Du point de vue écologique, les eucalyptus sont plantés le long des vergers dans les régions productrices de fruits. Leurs fleurs attirent les abeilles et la pollinisation est nettement améliorée. En plus, ceci favorise la production de miel de très bonne qualité.

Au Soudan, les eucalyptus sont plantés pour protéger les récoltes contre les vents de sable. Cet arbre a servi l'humanité grâce aux puissantes émanations de ses feuilles et à sa capacité de pomper d'impressionnantes quantités d'eau. Assainissant de ce fait les marais, les sites de reproduction des insectes ont été fortement réduits. L'Afrique qui concentre à elle toute seule environ 90% des cas de paludisme dans le monde (**Nchinda, 1998**) a été sauvée par les eucalyptus ainsi que tous les pays où ce fléau sévissait.

Les eucalyptus sont aussi extrêmement intéressants pour leurs tanins, résines et huiles essentielles que renferment les feuilles, les tiges et même l'écorce et qui ont des applications très importantes en médecine (**Anonyme, 1953; Kajangwe et Mukarusine, 2001; Rodolfo, 2003; Bigendako, 2004**).

En outre, cet arbre a été choisi pour répondre à plusieurs fins:

- Production destinée à l'industrie papetière en Algérie (**Villagran et Kadic, 1981**) et dans d'autres pays.
- Approvisionnement du chemin de fer (**Bertrand, 1992**) et approvisionnement énergétique en bois de feu et en charbon (**Charries, 1980; Bertrand, 1992**).

## I.2. Description des espèces d'*Eucalyptus* étudiées

### I.2.1. *Eucalyptus obliqua*

#### a. L'arbre

C'est un arbre atteignant 90 m de haut, ou parfois une mallee (désigne tout arbre ou arbuste qui pousse en émettant de nombreuses tiges à partir du sol et d'une hauteur inférieure à 10 m), et former un lignotuber (un lignotuber est un renflement riche en amidon qui se forme sur les racines ou les tiges souterraines de certaines plantes) (**figure 2. a**)

#### b. L'écorce

L'écorce est épaisse, filandreuse ou rugueuse et a de petites branches ou parfois avec des branches de diamètre inférieure à 8 cm, lisse; brune à gris-brun, sillonnée longitudinalement (**figure 2. b**)

#### c. La feuille

Les feuilles adultes alternes, avec pétiole de 0,7 à 3,4 cm de long; limbe lancéolé à falciforme, de 6 à 22 cm de long et de 1,5 à 7 cm de large. La base est généralement oblique, concolore, brillante, verte, nervures latérales aiguës, faiblement à modérément réticulées, veine intra marginale parallèle et bien retirée de la marge, îlot de glandes sébacées, irrégulière ou obscure (**figure 2. c**).

#### d. Le fruit

Le fruit sur pédicelle de 0,1 à 0,5 cm de long, en forme de coupe ou de tonneau, de 0,6 à 1,2 cm de long et de 0,5 à 1,1 cm de large, disque généralement descendant, à 3 ou 4 valves, près du niveau du bord ou fermé (**figure 2. d**).

#### e. La fleur

La fleur est blanche, les étamines sont dressées ou irrégulièrement, les anthères sont réniformes à cordées, polyvalent et dorsifixed, le style est long et le stigmatte effilé, à 3 ou 4 locules, placentae avec chacune 2 rangées verticales d'ovules.

L'inflorescence d'*Eucalyptus obliqua* est axillaire non ramifiée, avec des pédoncules de 0,4 à 2,5 cm de long, des bourgeons de 11 à 15 ou plus par ombelle, avec des pédicelles de 0,3 à 0,8 cm de long, habituellement, la cicatrice est absente et opercules conique à arrondi (**site web 7**).

#### f. La graine

La graine est brune, de 1,5 à 3 mm de long. Elle est pyramidale ou obliquement pyramidale, avec une face dorsale lisse et le hile est terminal (**figure 2. e**)

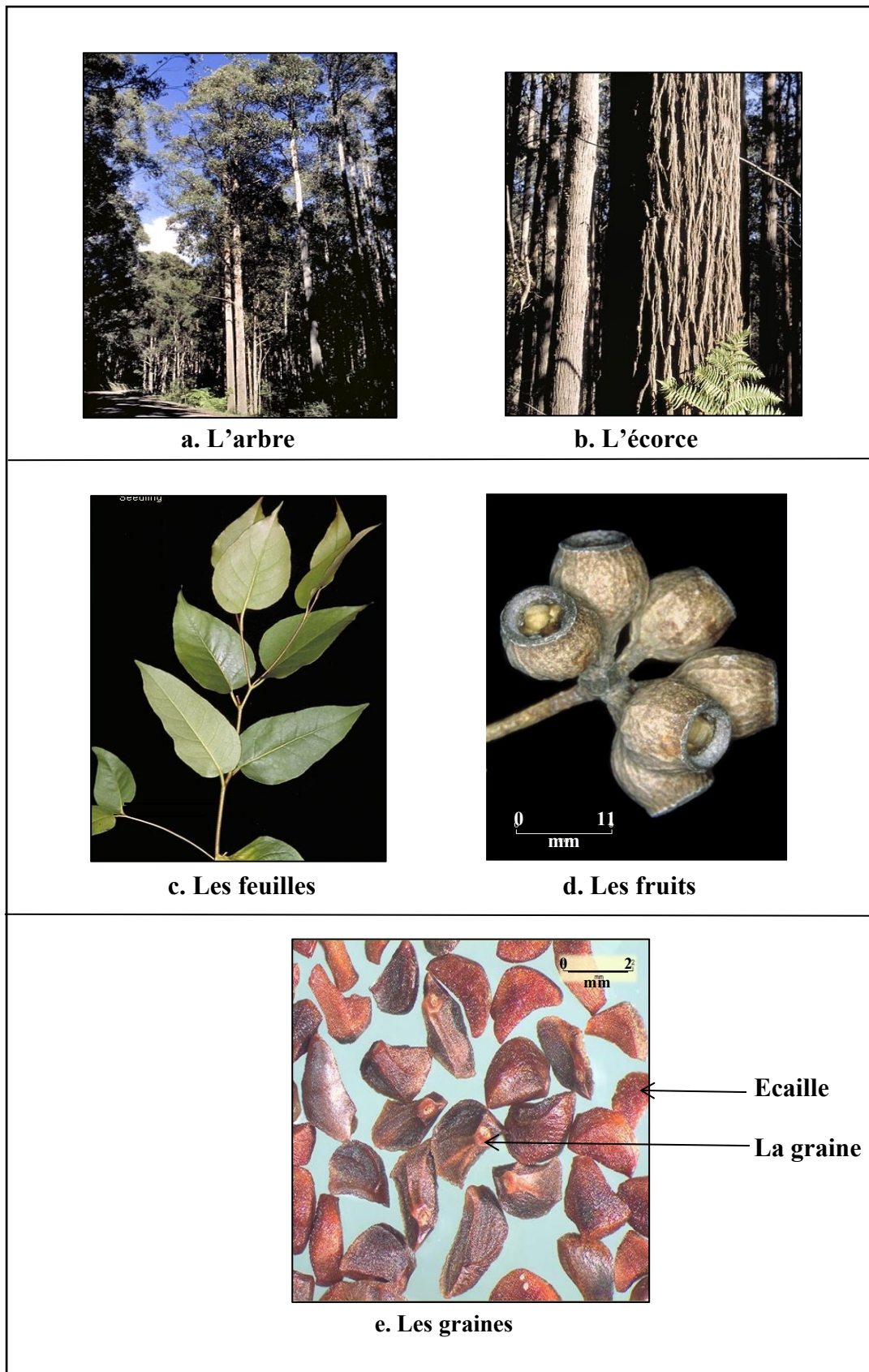


Figure 2. *Eucalyptus obliqua* (site web 7)

### ***1.2.2. Eucalyptus brockwayi***

#### **a. L'arbre**

C'est un arbre d'une hauteur de 15 mètres sans lignotuber (**figure 3. a**)

#### **b. L'écorce**

L'écorce est lisse partout, brillante, tachetée de gris clair, rose saumon et blanc crème (**figure 3. b**)

#### **c. La feuille**

Les feuilles adultes alternes, avec des pétioles de 1,2 à 2 cm de long; lambe linéaire à étroitement lancéolé, de 7 à 15 cm de long et 0,8 à 1,8 cm de large, avec une base effilée au pétiole, à marge entière, à apex finement acuminé, vert, très brillant, avec des nervures latérales à un angle aigu ou plus large par rapport à la nervure médiane (**figure 3. c**)

#### **d. Le fruit**

Le fruit est pédicellé à sessile (pédicelle de 0 à 0,2 cm de long), globuleux (**figure 3. d**)

#### **e. La fleur**

La fleur est blanche, les étamines sont inflexées, les anthères sont plus ou moins sphériques, polyvalentes et sous-basifixées, le style est court et droit, et le stigmate est émoussé à arrondi, à 3 ou 4 locules, placentae chacune avec 4 rangées verticales d'ovules.

L'inflorescence est axillaire non ramifiée, avec des pédoncules légèrement aplatis, de 0,5 à 1,3 cm de long. Les bourgeons matures sont cylindriques à ovoïdes allongés (de 0,6 à 0,8 cm de long et de 0,3 à 0,4 cm de large), dilaté à la base, la cicatrice est présente, l'opercule franchement est conique à arrondi (**site web 7**)

#### **f. La graine**

La graine est gris-brun, de 1 à 2 mm de long, aplatis-ovoïdes, avec une face dorsale lisse, le hile est ventral (**figure 3. e**)

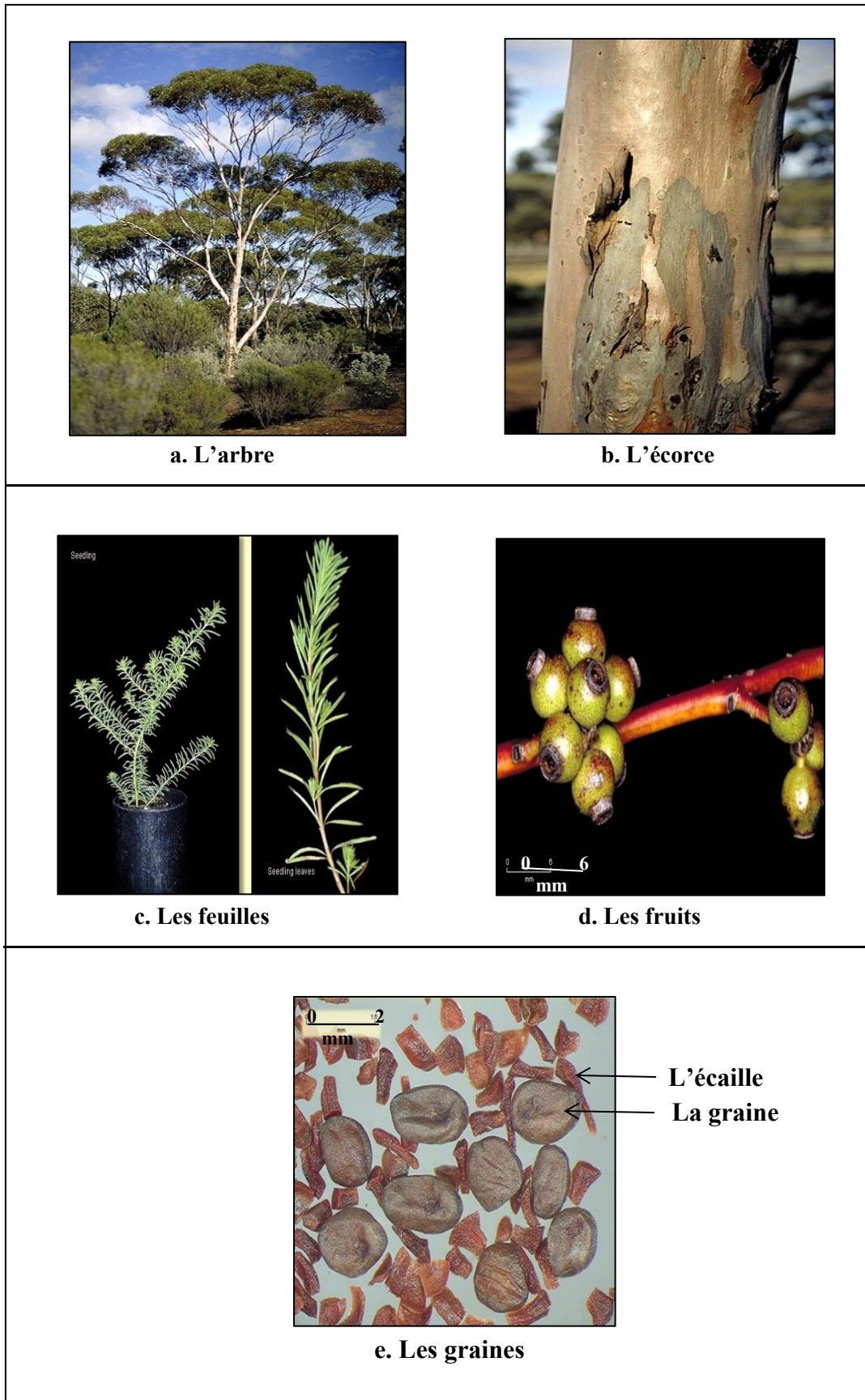


Figure 3. *Eucalyptus brockwayi* (site web 7)

### **I.2.3. *Eucalyptus sargentii***

#### **a. L'arbre**

C'est un arbre atteignant 11 m de haut, sans lignotuber (**figure 4. a**)

#### **b. L'écorce**

L'écorce est rugueuse sur une partie ou la totalité du tronc, grise à noire et grossièrement squameuse et friable, rarement lisse partout; écorce lisse gris verdâtre sur brun rosé (**figure 4. b**)

#### **c. La feuille**

Les feuilles adultes alterne, avec des pétioles de 0,5 à 1,8 cm de long; limbe linéaire à étroitement lancéolé ou falciforme, de 5,3 à 12,5 cm de long, de 0,5 à 1,3 cm de large, à base effilée au pétiole, à marge entière, à apex pointu, concolores, légèrement brillant, vert, avec des nervures latérales aiguës, réticulation clairsemée mais claire, veine intra marginale près de la marge, nombreuses glandes sébacées (**figure 4. c**)

#### **d. Le fruit**

Le fruit est pédicellé (pédicelle de 0,2 à 0,5 cm de long), généralement obonique, de 0,6 à 0,9 cm de long, de 0,5 à 0,8 cm de large, au niveau du disque d'abord puis en descendant, à 3 ou 4 valves, au niveau du bord ou légèrement exsertées (**figure 4. d**)

#### **e. La fleur**

La fleur est blanche, les étamines sont dressées, les anthères sont polyvalentes et dorsifixes, le style est long et droit, et le stigmate arrondi, à 3 ou 4 locules, placentae à 4 rangées verticales d'ovules.

L'inflorescence est axillaire non ramifiée, dressée, étalée ou plus ou moins pendante, à pédoncules minces, non aplatis, bourgeons de 0,7 à 2 cm de long, pédicellés (pédicelles de 0,3 à 0,6 cm de long). Bourgeons matures sont allongées-ovoïdes et légèrement incurvés, de 1,6 à 2,6 cm de long et de 0,4 à 0,5 cm de large et cicatrice présente ou obscure (opercule externe libéré très tôt), opercule externe en forme de corne (**site web 7**).

#### **f. La graine**

La graine brun noirâtre, de 0,7 à 2 mm de long, ovoïde à aplatie-ovoïde, avec une face dorsale légèrement réticulée, le hile est ventral (**figure 4. e**)

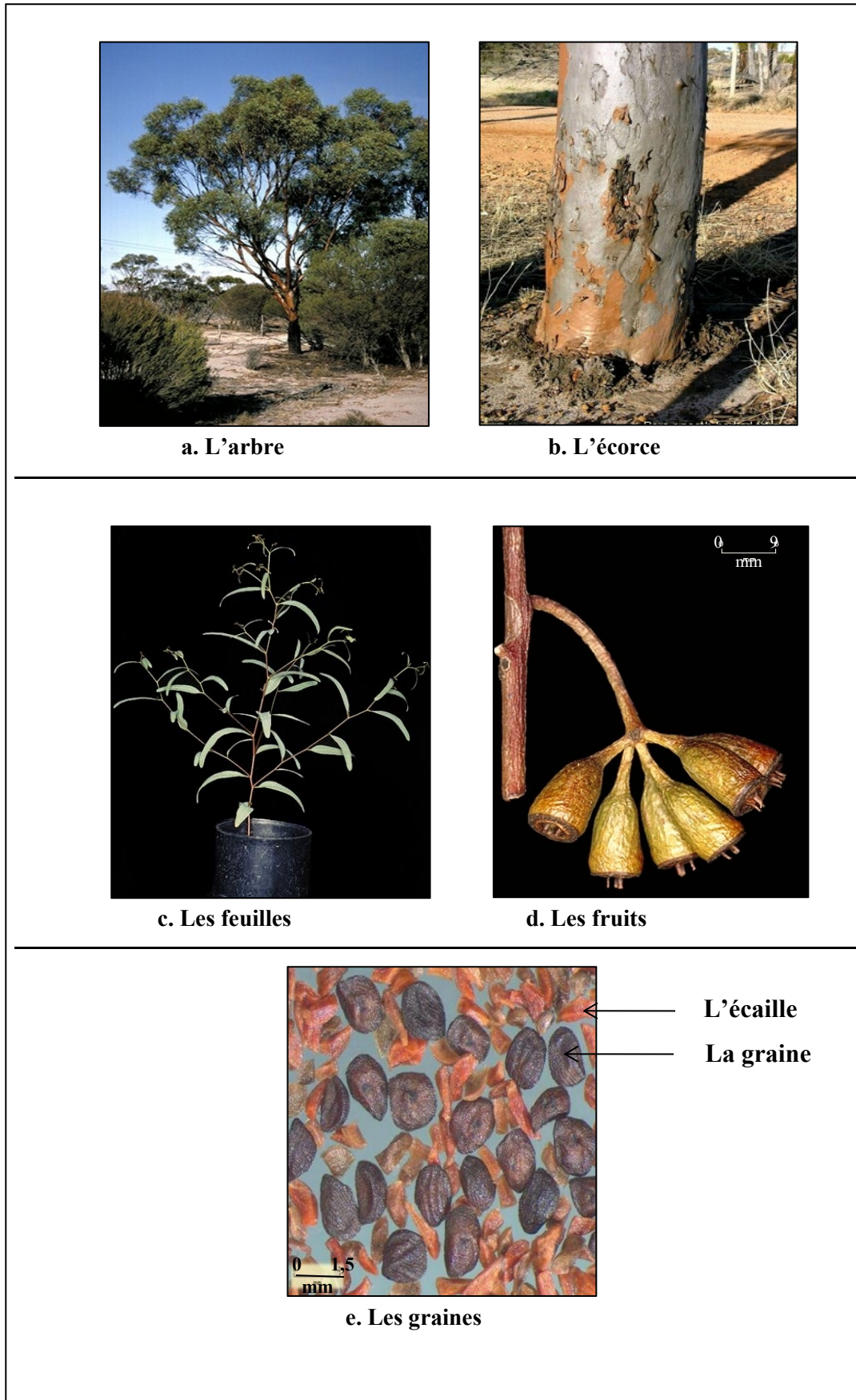


Figure 4. *Eucalyptus sargentii* (site web 7)

#### **1.2.4. *Eucalyptus salmonophloia***

##### **a. L'arbre**

C'est un arbre atteignant 25 m de haut. Le lignotuber n'est apparemment pas formé; des bourgeons épïcormiques ont produit la tige (**figure 5. a**).

##### **b. L'écorce**

L'écorce est lisse partout, de couleur gris pâle sur rose saumon à crème, se dissipant en flocons (**figure 5. b**).

##### **c. La feuille**

Les feuilles adultes alternes, avec des pétioles de 0,7 à 2 cm de long; limbe étroitement lancéolé à falciforme, de 6 à 12 cm de long et de 0,6 à 1,7 cm de large, à base effilée au pétiole, à bord entier, à apex finement acuminé, très brillant, vert, concolore, avec des nervures latérales à un angle aigu ou plus large par rapport à la nervure médiane, réticulation veine intra marginale dense à très dense, proche ou éloignée de la marge, glandes sébacées rondes, intersectionnelles (**figure 5.c**).

##### **d. Le fruit**

Le fruit est pédicellé (pédicelle de 0,2 à 0,4 cm de long), hémisphérique à légèrement obconique, de 0,3 à 0,5 cm de long, de 0,4 à 0,5 cm de large, le disque est étroit, descendant, à 3 valvules, déployée et fragile (**figure 5. d**).

##### **e. La fleur**

La fleur est de couleur blanc crémeux, les étamines sont irrégulièrement fléchies, les anthères sont globuleuses à cuboïdes, peu polyvalentes et basifixées, le style est long et droit, et le stigmate est plus ou moins émoussés à 3 locules, les placentas comportant chacun 4 rangées verticales d'ovules.

L'inflorescence est axillaire non ramifiée, avec des pédoncules de 0,4 à 1,3 cm de long, les bourgeons matures sont globuleux à ovoïdes (de 0,4 à 0,7 cm de long et de 0,3 à 0,4 cm de large), la cicatrice est présente et l'opercule est arrondi à conique (**site web 7**).

##### **f. La graine**

La graine brune, de 0,8 à 2 mm de long, aplatie-ovoïde, avec une face dorsale lisse, le hile est ventral (**figure 5. e**).

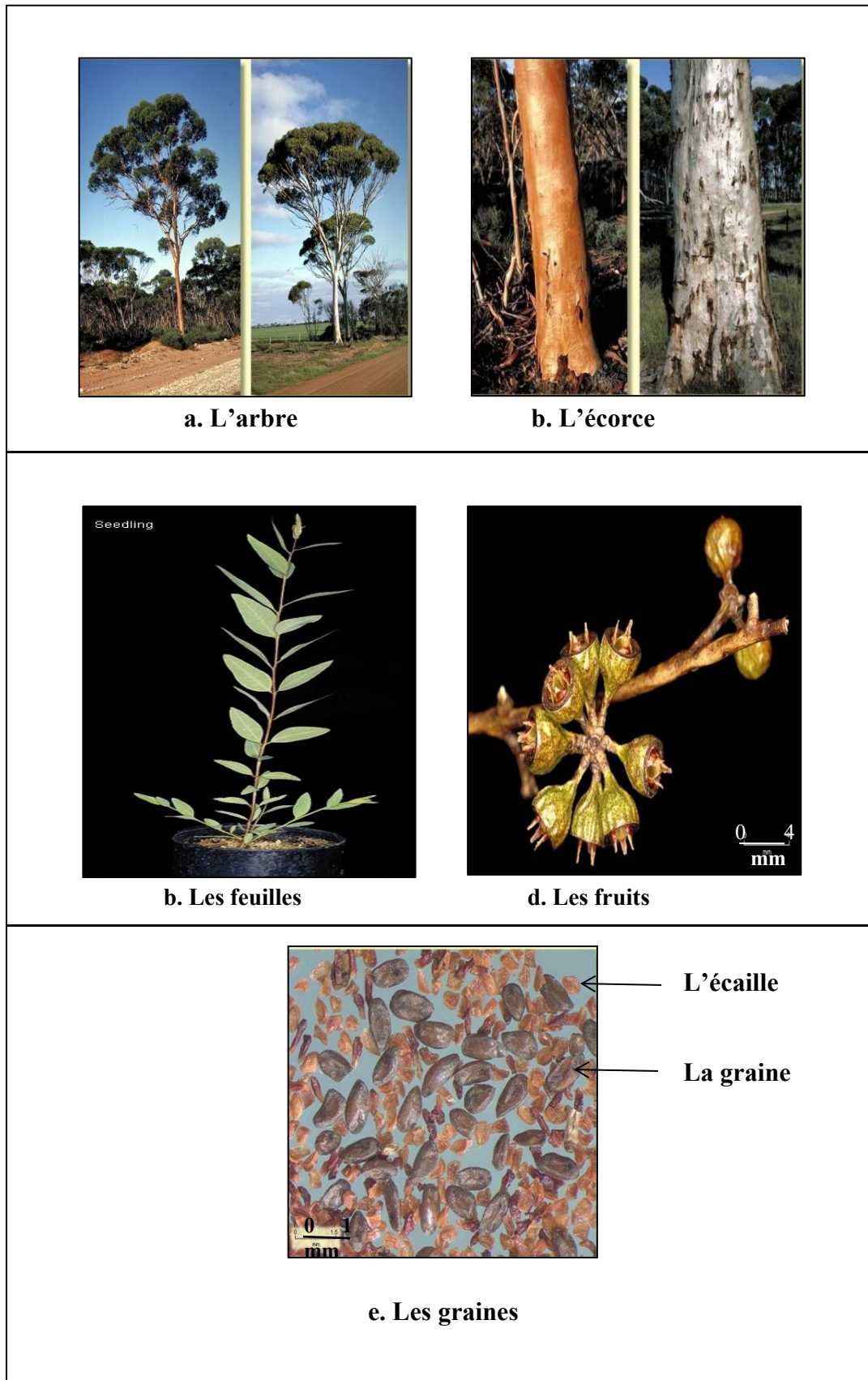


Figure 5. *Eucalyptus salmonophloia* (site web 7)

I.2.5. La répartition de 4 espèces d'*Eucalyptus* étudiées dans leur région d'origine





<p><b>a. Aire de répartition d'<i>Eucalyptus obliqua</i></b></p> <p>C'est un arbre à grand répanu dans les forêts humides et les localités côtières de l'île Kangourou en Australie-Méridionale au sud de Victoria, en Tasmanie et dans l'est de la Nouvelle-Galles du Sud, avec quelques occurrences très disjointes dans l'extrême sud-est du Queensland s'étendant jusqu'à Mt Castle à l'extrémité sud des montagnes Mistake (au nord-est de Warwick). Il se produit sur des sols bien drainés.</p>	
<p><b>b. Aire de répartition d'<i>Eucalyptus brockwayi</i></b></p> <p>C'est un arbre endémique à l'ouest de l'Australie, trouvé uniquement dans les champs aurifères du sud autour de Norseman sur un limon graveleux à sableux.</p>	
<p><b>c. Aire de répartition d'<i>Eucalyptus sargentii</i></b></p> <p>C'est un arbre (maillet) ou mallee, de distribution dispersée dans la ceinture de blé de l'ouest de l'Australie, de Pithara au sud-est jusqu'à la région du lac Grace. Il est toujours associé aux lacs salés et aux ruisseaux salés.</p>	
<p><b>d. Aire de répartition d'<i>Eucalyptus salmonophloia</i></b></p> <p>C'est un arbre endémique de l'ouest de l'Australie, très commun et répandu dans la ceinture de blé et les champs aurifères, de l'est de la chaîne Darling à Cundeelee à l'est de Kalgoorlie</p>	

Figure 6. La répartition de 4 espèces d'*Eucalyptus* étudiées dans leur région d'origine (site web 7)

# **Chapitre II:**

## **La germination**

## Chapitre II: La germination

Chez les Spermaphytes (plante à graine), la propagation de l'espèce est réalisée grâce à la graine, qui provient de la transformation de l'ovule après la fécondation. A un stade plus ou moins précoce de son développement, l'embryon cesse sa croissance et entre dans un état de vie ralentie. Cette phase de repos (diapause) s'accompagne d'une déshydratation importante qui permet à l'embryon, d'une part, de pouvoir attendre très longtemps les conditions favorables à la reprise de son activité (germination), et d'autre part, de résister aux agressions extérieures (Côme, 1970).

### II.1. Définition de la graine

Une graine est une structure unitaire de dissémination contenant un embryon, des substances de réserve et protégée par un ou plusieurs téguments. En botanique, la graine désigne l'organe de dissémination de la plante provenant de la maturation de l'ovule fécondé, une semence (site web 8) (figure 7).

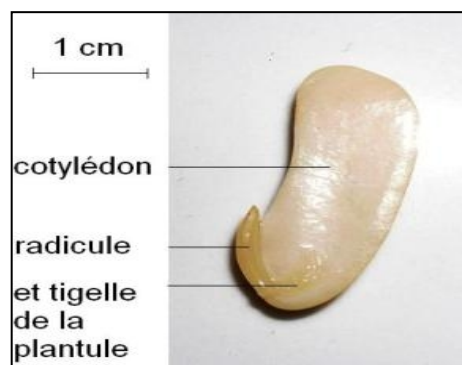


Figure 7. La structure de la graine de haricot (site web 9)

### II.2. Définition de la germination

La germination est une période transitoire au cours de laquelle la graine qui était à l'état de vie latente, manifeste une reprise des phénomènes de multiplication et d'allongement cellulaire (Deysson, 1967), à l'état de vie active, que les réserves qui jusque là assuraient le métabolisme résiduel de l'embryon, vont être activement métabolisées pour assurer la croissance de la plantule (Jeam *et al.*, 1998). Selon Guyot (1978) la germination, phase première de la vie de la plante, assure la naissance d'une jeune plantule aux dépens de la graine (figure 8). Une semence a germé lorsqu'elle a donné une plantule capable de croître normalement (Côme, 1970). Cependant, la germination est aussi décrite comme l'émergence et le développement à partir de l'embryon de structures essentielles qui sont indicatrices de la capacité de la graine à produire une plante normale sous des conditions favorables (Willan, 1984)



Figure 8. La germination de type hypogée d'une graine de pois (site web 8)

### II.3. Types de germination

#### II.3.1. La germination épigée

La graine est soulevée hors du sol par accroissement rapide de la tige qui donne l'axe hypocotyle qui soulève les deux cotylédons hors du sol. La gemmule se développe (après la radicule) et donne une tige feuillée au-dessus des deux cotylédons. Le premier entre-nœud donne l'épicotyle. Les premières feuilles, au-dessus des cotylédons sont les feuilles primordiales qui sont d'une morphologie plus simple que les futures feuilles (Heller *et al.*, 1998).

#### II.3.2. La germination hypogée

La graine reste dans le sol, la tige ne se développe pas et les cotylédons restent dans le sol (Heller *et al.*, 1998).

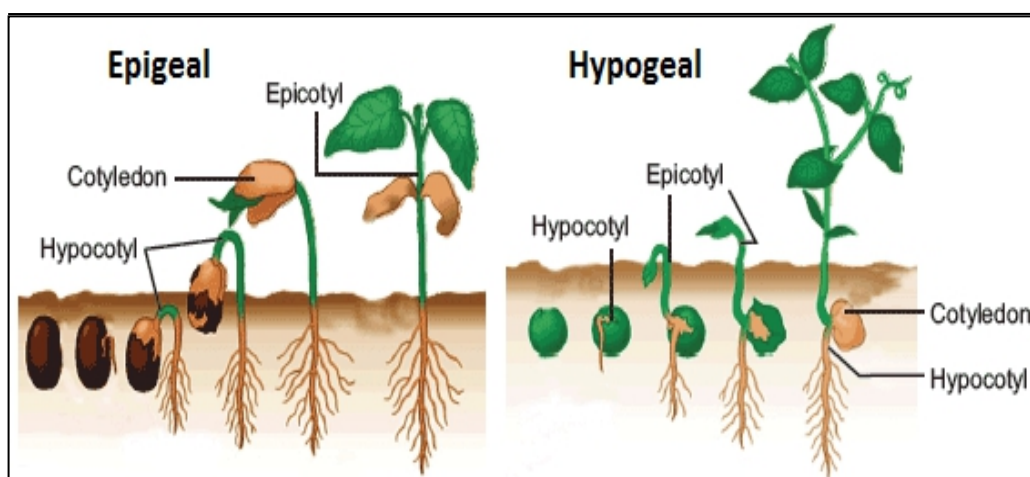


Figure 9. Type de germination des graines (site web 10)

## II.4. Les phases de la germination

### Phase I: Phase d'imbibition

Pendant cette phase, la graine absorbe l'eau du milieu externe. Elle gonfle et le tégument se rompt. L'imbibition peut durer de quelques minutes à trois heures suivant la structure et la perméabilité des téguments. On assiste à la reprise des activités métaboliques, il faut donc de l'énergie. Dans ce cas, la respiration est très active.

### Phase II: Phase de germination *sensu stricto*

C'est une phase caractérisée par une stabilisation de l'hydratation et de l'activité respiratoire. Cette seconde phase se termine par la sortie de la radicule. Cette sortie marque le passage d'un état physiologique réversible à un état irréversible.

### Phase III: Phase de croissance

Durant cette phase, la graine reprend l'absorption de l'eau avec une élévation de la consommation d'oxygène. On assiste à la croissance et au développement des racines et de la tige (Bekhouche et Benberkat, 2018).

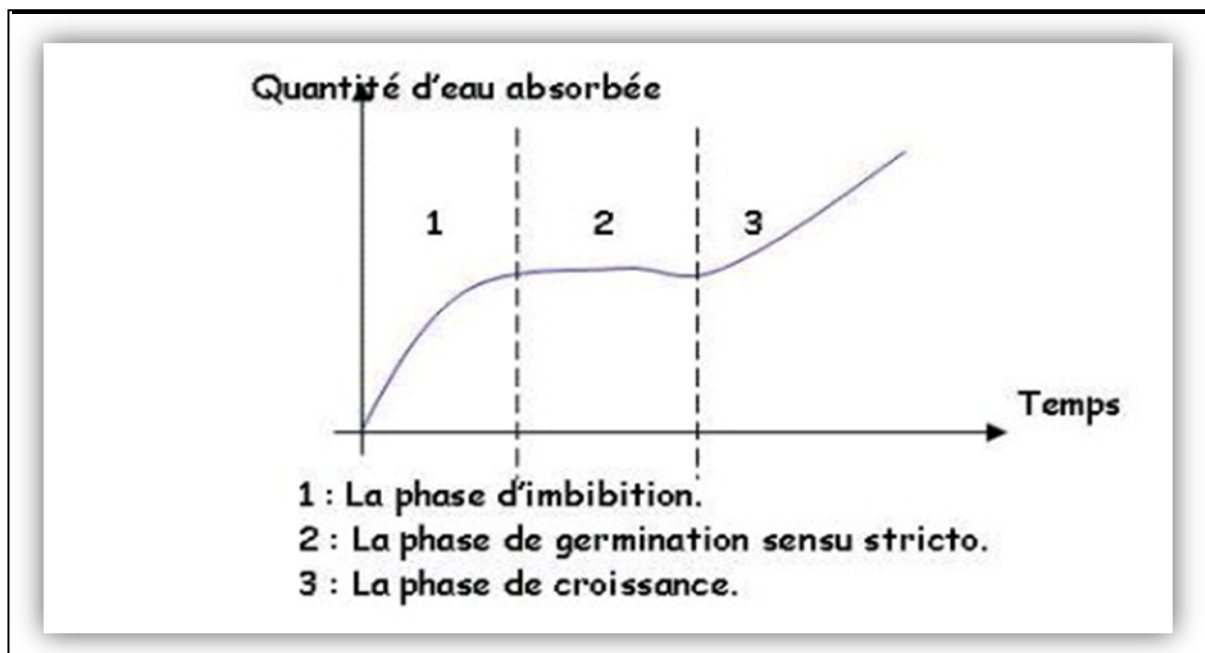


Figure 10. Courbe théorique de la germination d'une semence (Côme, 1982)

## II.5. Les conditions de la germination

### II.5.1. Les conditions externes

#### a. L'eau

C'est indispensable dans le milieu extérieur en quantité suffisante pour que la graine puisse l'absorber. La quantité de l'eau dépend de la nature spécifique de la graine et de la température. En général, le besoin en eau augmente avec la température (**Binet et Brunel, 1968**). Un excès d'eau est souvent néfaste à la germination, c'est la raison pour laquelle les semences ne germent généralement pas quand elles sont complètement immergées (**Mazliak, 1982**).

#### b. L'oxygène

D'une façon générale, la germination exige en effet assez peu d'oxygène (**Mazliak, 1982**).

#### c. La température

La température influe sur les activités enzymatiques, la perméabilité des membranes et l'entrée d'oxygène.

#### d. La lumière

Selon **Heller *et al.*, en 1990**, 70 % des graines ont une photosensibilité positive, 25% sont à photosensibilité négative et 5% sont indifférentes.

### II.5.2. Les conditions internes

#### a. La maturité

Pour qu'une semence germe, il faut qu'elle soit mature et toutes les parties constitutives soient complètement différenciées morphologiquement.

#### b. La longévité

C'est la durée pendant laquelle les semences restent vivantes et gardent leur pouvoir germinatif. La longévité varie selon les espèces et elle dépend des conditions de conservation, d'humidité et de température (**Heller *et al.*, 1990**).

## II.6. La viabilité

La viabilité des semences est la mesure du nombre de semences dans un lot de semences qui sont vivantes et peuvent se développer en plantes qui vont se reproduire dans les conditions appropriées au champ.

De nombreuses méthodes différentes existent pour tester la viabilité des semences. La méthode la plus précise et fiable est le test de germination. Il existe aussi des tests biochimiques, qui ont l'avantage d'être plus rapides, mais qui ne sont pas aussi précis que le test de germination. Ils demandent également des connaissances particulières pour être réalisés et interprétés. Ces tests ne sont généralement pas recommandés pour un usage général pour tester la viabilité des semences dans les banques de gènes.

### **- Les tests de germination**

Un test de germination est réalisé pour déterminer quelle proportion de semences dans une accession va germer dans des conditions favorables et produira des plantules normales (des plantules qui comportent les structures essentielles, racines, tiges et des réserves alimentaires suffisantes), capables de se développer en plantes matures pour leur reproduction.

### **- Le test au tétrazolium**

Le test au tétrazolium peut être utilisé comme une procédure de secours pour identifier des semences viables mais dormantes, qui n'ont pas germé à la fin d'un test de germination (**Rao et al., 2006**). Il s'agit d'une coloration à base d'une solution de 2,3,5 Triphényl tétrazolium qui colore les cellules vivantes en rouge, une réaction qui libère du triphényl-formazan, appliquée aux semences, l'embryon vivant prend cette couleur. Cette technique est difficilement applicable aux semences de petites tailles.

## **II.7. La dormance**

Lorsque des semences viables n'arrivent pas à germer ou germent difficilement dans un environnement habituellement convenable, elles sont considérées comme dormantes (**Côme, 1982**).

La dormance peut concerner soit les téguments, on parle, alors plutôt d'inhibitions tégumentaires, soit l'embryon, on parle alors de dormance au sens strict, soit les deux à la fois (**Soltner, 2007**).

### **II.7.1. La dormance tégumentaire (ou inhibition tégumentaire)**

Les téguments assurent normalement la protection des graines mais dans de nombreux cas ils peuvent empêcher la germination (**Konate, 1987**).

Les semences de certaines essences ont des téguments durs, qui empêchent totalement l'imbibition de l'eau et parfois même les échanges gazeux. Or, sans imbibition et échanges gazeux, la reprise de la croissance embryonnaire et de la germination est impossible (**Willan, 1985**). L'inhibition tégumentaire peut être due à une imperméabilité à l'eau ou à l'oxygène ou aux deux, à des substances inhibitrices (phénols, aldéhyde, etc); à une résistance des téguments à l'expansion de l'embryon (**Konate, 1987**).

### II.7.2. La dormance embryonnaire

Ces inaptitudes à la germination résident dans l'embryon en premier lieu et elles constituent les véritables dormances, ce phénomène caractérise non seulement la famille des Anacardiacees aussi d'autres familles comme les Rosacées (**Kofler, 1969**).

Pour être sûr que l'absence de germination d'une semence est d'origine embryonnaire, il faut pouvoir isoler l'embryon. Mais très souvent, il suffit de scarifier plus ou moins les enveloppes, pour que l'embryon se comporte comme s'il était totalement dénudé. L'embryon peut entrer en dormance au moment de la récolte de la semence, malgré qu'il n'ait subi aucun traitement particulier, ce phénomène est qualifié par une « dormance primaire ».

Dans d'autres cas, l'embryon est parfaitement viable et germe mais avec le temps il perd son aptitude à la germination, sous l'influence de certains facteurs, il s'agit alors d'une « dormance secondaire » (**Kofler, 1969**).

#### a. La dormance primaire

Ce type de dormance embryonnaire primaire selon **Kofler** en **1969** est réalisée au cours du développement de l'embryon, à un stade qu'il est souvent difficile de préciser. De plus, un embryon immature peut être considéré comme dormant, donc il n'est d'ailleurs pas impossible qu'il se développe, dès le début, à l'état dormant.

#### b. La dormance secondaire

Correspond à la perte de l'aptitude à germer lorsque l'embryon, à l'état imbibé, est placé dans des conditions incompatibles avec sa germination (températures trop élevées, manque d'oxygène, présence de lumière) (**Kaliche et Lemkeddem, 2016**).

### II.7.3. Levée de la dormance des graines (prétraitements)

La graine dormante peut rester dans cet état durant une longue période et même plusieurs années.

Pour que la graine germe, il faut que l'état de dormance dans lequel elle se trouve soit levé. Pour ce faire, plusieurs conditions favorables doivent se produire en même temps pour que ce processus s'enclenche. En effet, comme indiqué par **Nivot** en **2005**, les graines ne passent pas de l'état dormant à celui de "prêt à germer" de façon brutale. Il faut en effet leur faire subir un traitement spécial (prétraitement ou levée de dormance) destiné à accélérer la germination. Les prétraitements sont définis comme étant le (ou les) traitement(s) appliqué(s) aux semences avant le semis en vue de favoriser ou d'accélérer la germination.

De par leur nature, les méthodes de levée de la dormance peuvent être mécaniques, chimiques, physiques ou biologiques. Toutefois, étant des organes vivants assez diversifiés, les

graines peuvent perdre leur viabilité pendant le prétraitement, si ce dernier est mal choisi et mal appliqué.

Chaque espèce a ses propres exigences de levée de dormance, ce qui nécessite une recherche approfondie avant de faire germer des graines dormantes (**Finch et Leubner, 2006**). Néanmoins, dans la pratique, les prétraitements à appliquer aux graines sont choisis en fonction des causes de la dormance dont les principales sont l'imperméabilité à l'eau et à l'oxygène (résistance des téguments) et l'inaptitude de l'embryon (dormance intrinsèque par asphyxie ou immaturité de l'embryon).

#### **- La levée de la dormance tégumentaire**

Consiste à ramollir, à percer ou à faire une ouverture dans le tégument afin de faciliter la pénétration de l'eau et/ou des échanges gazeux (**Willan, 1992; Schmidt, 2000; Rao et al., 2006**).

Les principales techniques utilisées sont:

- \* Le trempage dans l'eau froide ou l'eau chaude (ébullition, cuisson);
- \* La destruction partielle ou totale des téguments (couper, percer ou limer les téguments) qu'on appelle le plus souvent la scarification (**Nivot, 2005**);
- \* Le traitement chimique à l'acide: le trempage dans l'acide sulfurique est le plus fréquent, mais on peut utiliser l'alcool éthylique, l'alcool méthylique, le xylène, l'éther, l'acétone, le chloroforme, l'acide chlorhydrique, l'acide nitrique, la soude caustique, etc.;
- \* Le traitement biologique (par exemple, passage de la graine dans l'estomac d'animaux);
- \* Autres traitements spécifiques (feu, chaleur sèche, chaleur humide, enrobage, etc.) (**Sanogo, 2015**).

#### **- La levée de la dormance embryonnaire**

Consiste à appliquer des traitements qui peuvent provoquer ou favoriser des changements physiologiques de l'embryon afin de déclencher la germination (**Profizi, 1993; Bolingue et al., 2010**). Les traitements appliqués pour lever la dormance embryonnaire sont:

- \* La vernalisation ou stratification qui consiste à faire subir aux graines une période de fraîcheur humide (5 à 10 °C);
- \* La sur-maturation qui consiste à laisser longtemps les fruits ou graines mûrs sur l'arbre après la récolte;
- \* La post-maturation qui consiste à stocker les graines récoltées pendant des jours ou plusieurs mois à la température ambiante (**Profizi, 1993; Baskin et Baskin, 1998**);
- \* La privation partielle d'oxygène, appelée anoxie;
- \* L'action de la lumière (par exemple éclairage continu);
- \* La lixiviation qui consiste à l'élimination d'inhibiteurs solubles par trempage;
- \* Les traitements oxydants par l'eau oxygénée (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) qui consiste à saturer en oxygène les composés phénoliques des téguments;
- Les chocs thermiques (**Sanogo, 2015**).

## **Chapitre III:**

# **La conservation**

## Chapitre III : La conservation

### III.1. Définitions

La conservation des espèces végétales se fait de différentes manières et est soumise à une maîtrise des techniques et des méthodes de préservation et de maintien des populations sauvages et cultivées dans des conditions bien définies qui doivent s'appliquer aux différentes espèces en général, et aux espèces endémiques, rares et menacées en particulier. L'étude des populations et leurs maintien relève de la biologie de la conservation. Cette dernière vise à identifier les populations en déclin ou rélictuelles et les espèces en danger, pour en déterminer les causes de leur déclin, proposer, tester et valider des moyens de remédier à ce déclin (Robert, 1997).

### III.2. Les méthodes de la conservation

Les conservations *ex situ* et *in situ* constituent deux stratégies complémentaires de conservation (figure 11).

#### III.2.1. La conservation *in situ*

Cette méthodes de conservation, impliquant la protection des écosystèmes, assure la conservation de la diversité globale à l'échelle du gène, des populations, des espèces, des communautés et des processus écologiques ; elle consiste à maintenir les organismes vivants dans leurs milieux naturels. Elle nécessite l'établissement d'un réseau d'aires protégées représentatif de la diversité biologique qui reste difficile à mettre en œuvre face aux enjeux économiques de l'exploitation intensive des ressources naturelles. A l'heure actuelle, on estime qu'il y aurait plus de 100 000 sites protégés dans le monde. Hors de ces zones protégées, la conservation *in situ* nécessite une gestion durable de l'exploitation des ressources naturelles afin de réduire les pressions anthropozoogènes sur les populations naturelles. Cette conservation doit, chaque fois que possible, être accompagnée de la conservation *ex situ* des ressources génétiques des espèces (Cohen *et al.*, 1991 ; Maunder et Byers, 2005).

#### III.2.2. La conservation *ex situ*

La conservation *ex situ* signifie littéralement la conservation « hors site ». La conservation *ex situ* est une technique de conservation de la faune et de la flore qui intervient hors du milieu naturel. La conservation *ex situ* est établie dans les jardins botaniques par la mise en culture des espèces menacées d'extinction, par la création de banques de germoplasmes, de graines, de pollen, de plantules, de culture de tissus, de gènes,..etc (Guerrant *et al.*, 2004). Néanmoins, elle reste une solution complémentaire à la conservation *in situ* ou pour une sauvegarde d'urgence (Guerrant *et al.*, 2004). Le processus de protection d'une espèce menacée de plante ou d'animal permet d'enlever une partie de la population de l'habitat menacé et de la

placer dans un nouvel environnement, qui peut être une aire sauvage ou sous les soins de l'homme.

Les lieux de conservation des espèces végétales ou animales peuvent être: les jardins botaniques, les conservatoires botaniques, les arboretums, les banques de semences.

La conservation des ressources biologiques permet :

- La préservation des espèces en voie de disparition
- La reconstitution et la régénération des espèces menacées
- Les programmes de réintroduction des espèces dans leur habitat naturel dans de bonnes conditions.

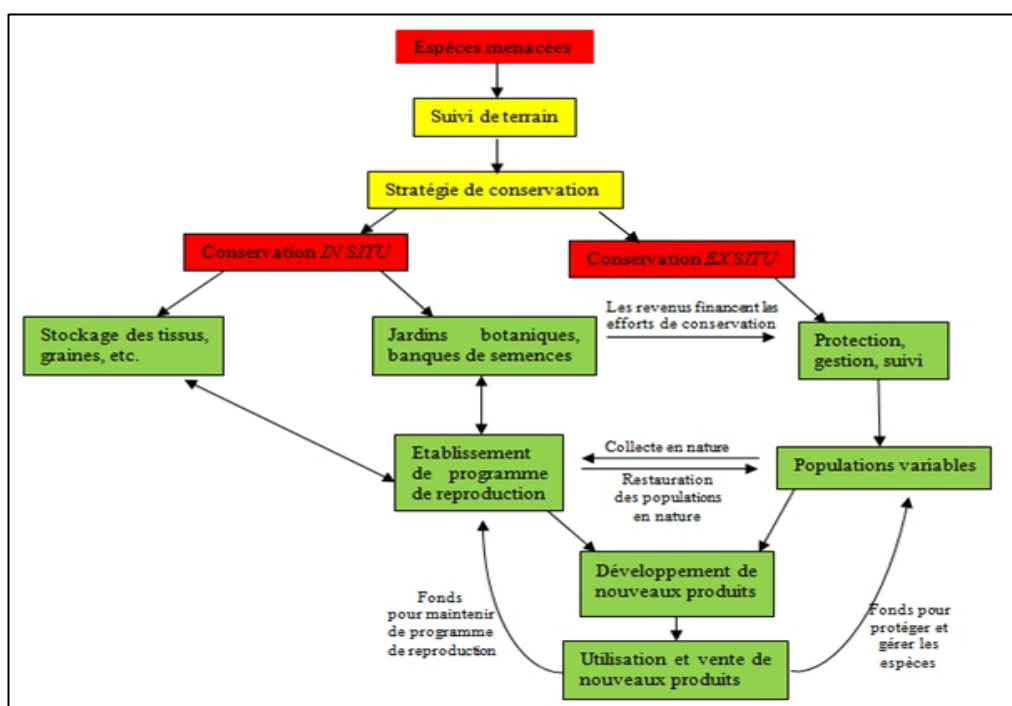


Figure 11. Complémentarité des approches de la conservation *in* et *ex situ* (Maxted, 2001).

Ce schéma montre comment les efforts de conservation *in situ* et *ex situ* peuvent être bénéfiques et fournir des stratégies de conservation alternatives.

### III.2.3. Importance de la conservation des graines

La conservation à long terme d'organes végétaux en général et de graines en particulier semble être une nécessité absolue pour assurer le maintien du potentiel génétique des espèces (Côme et Engelmann, 1989). Elle permet de prévenir et de compenser les années de mauvaise fructification et d'éviter les pertes d'espèces et de populations (Willan, 1992). La conservation des semences facilite l'acquisition et l'utilisation des graines en temps voulu. D'importants efforts ont été déployés et/ou sont en cours pour l'installation de multiples banques de semences et/ou banques de gènes. Le rôle de ces banques est d'assurer une survie prolongée des graines de

multiples espèces agricoles et plantes sauvages. Les banques de semences garantissent les échanges de matériel végétal pour les activités commerciales et/ou de recherche scientifique.

### III.3. Les banques des graines et des semences

#### III.3.1. Définition et importance

En plus de la culture de plantes, les jardins botaniques et les instituts de recherche ont développé des collections de graines, parfois connues sous le nom de banques de graines ou des semences. Ces graines sont recueillies dans la nature ou à partir de plantes cultivées et constituent une contribution essentielle aux collections vivantes (**Johnson, 2008**). Les graines de près de 10 % de la flore mondiale et de 70 % des espèces de plantes en Europe, sont conservées dans des banques de graines (**Godefroid *et al.*, 2011**). Des efforts sont mis en œuvre pour étendre la couverture de ces banques de graines, notamment pour inclure du pollen de plante à graines et des spores de fougères, de mousses, de champignons et de microorganismes.

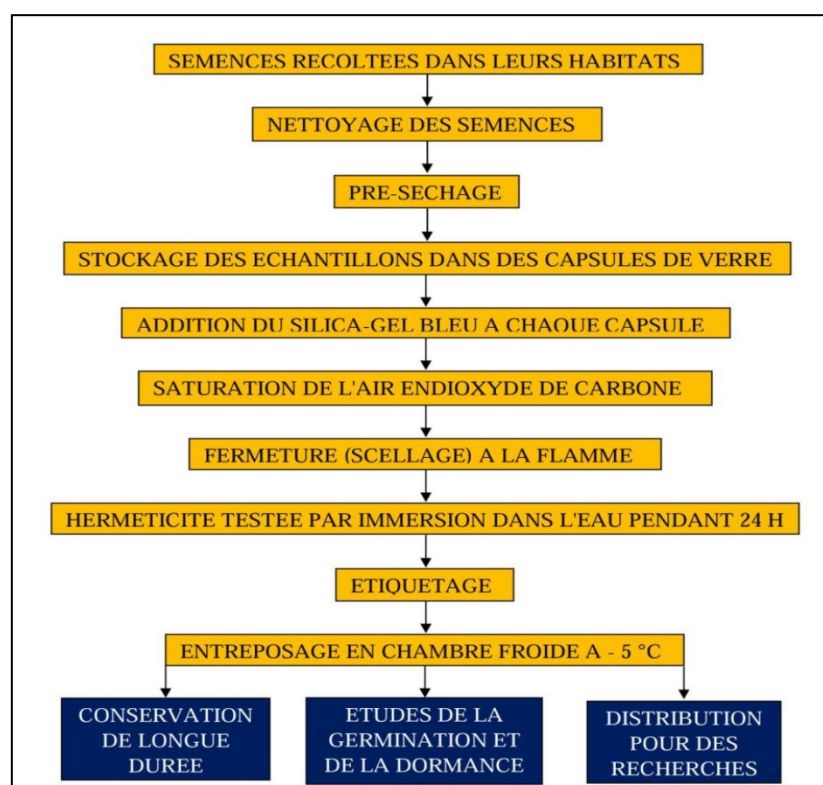


Figure 12. Schéma des opérations des constitutions des banques de semences d'espèces végétales (Gomez.1985)

La banque de semences des plantes sauvages n'est ni chère, ni difficile à créer, spécialement en comparaison avec les banques de semences des plantes cultivées, plus élaborées et plus grandes. Les espèces sauvages ont des graines beaucoup plus petites, aussi les échantillons à conserver sont de même plus petits et en nombre plus réduit, en général, car elles

se réfèrent essentiellement aux espèces et sous-espèces, alors que le nombre des plantes cultivées peut atteindre plusieurs milliers en prenant en considération les nombreuses variétés, cultivars, génotypes, populations etc. (Meddour et Derridj, 2007).

### III.3.2. Méthodes de collecte et de stockage

Lorsque les graines sont récoltées, des efforts sont alloués à l'échantillonnage de populations représentatives de la distribution de l'espèce afin d'accéder à la gamme de sa variabilité génétique (Guerrant *et al.*, 2004).

Les graines de la plupart des espèces végétales peuvent être stockées dans des conditions froides et sèches dans ces banques pour de longues périodes de temps et ensuite mises à germer. La capacité des graines à rester en dormance est extrêmement précieuse pour la conservation *ex situ* car elle permet aux graines d'un grand nombre d'espèces rares d'être congelées et conservées dans un petit espace, avec un maximum de supervision et à faible coût.

Les trois facteurs qui montrent une influence positive sur la longévité des semences conservées sont: les basses températures, les basses humidités et les faibles teneurs en oxygène.

Au lieu de garder leur aptitude à germer pour 5-25 ans ou plus, la plupart des semences, si elles sont correctement conservées dans des conditions de basse température et de faible humidité, peut rester viable durant des centaines d'années.

D'après Harrington en 1972, les rôles relatifs à la température et à l'humidité se résument comme suit:

- pour chaque 5 °C d'abaissement de la température à laquelle les graines sont stockées, leur durée de vie double approximativement,
- indépendamment de l'effet de la température, pour chaque diminution de 1 % de la teneur en eau des graines, la durée de vie est également doublée.

La résistance des graines aux faibles températures est d'autant plus grande que leur dessiccation est plus poussée (Meddour et Derridj, 2007).

**Deuxième partie:**

**Étude expérimentale**

## **Chapitre IV:**

### **Présentation du site de provenance des graines**

## Chapitre IV: Présentation du site de provenance des graines

### IV.1. Situation géographique de la forêt domaniale de Tenira

La forêt domaniale de Tenira s'étend sur une superficie de 8838 ha, située à une altitude moyenne de 734 m. Elle prend une forme allongée Sud-Est et Nord-Ouest avec un prolongement vers le sud à son extrême ouest. Elle recouvre une série de djebels (monts) en mamelon avec une dénivellation assez faible à moyenne, dépassant les 25% parfois (Raik, 2018).

La forêt domaniale de Tenira se trouve à 15 km au sud de la wilaya de Sidi Bel Abbès, à 12 km au Nord de Tighalimet et à 09 km à l'Est de Boukhanifis. Elle est limitée à son extrême Est par la forêt domaniale de Moksi, au Nord par la forêt sectorielle de Tilmouni, au Nord-Est par la forêt domaniale de Louza, au Sud-Ouest par la forêt domaniale de Kountaida et au Sud-Est par la forêt domaniale de Bouyetas et la forêt domaniale d'Okkar-Zeboudj (figure 13).

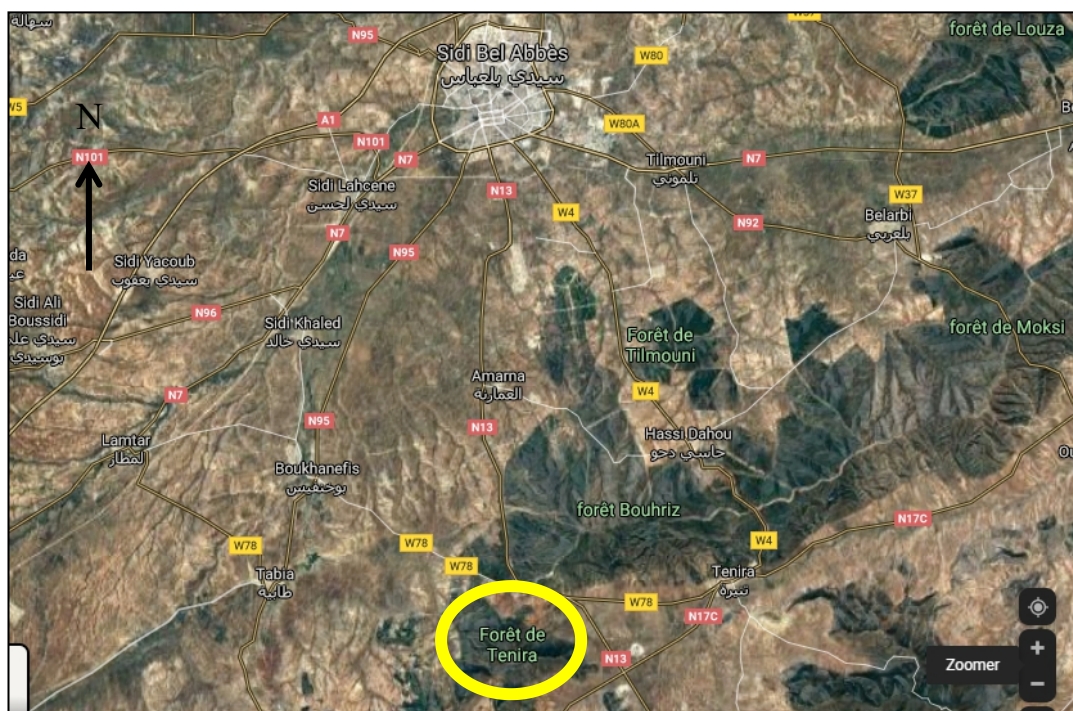


Figure 13. Carte de situation de la forêt domaniale de Tenira (site web 10)

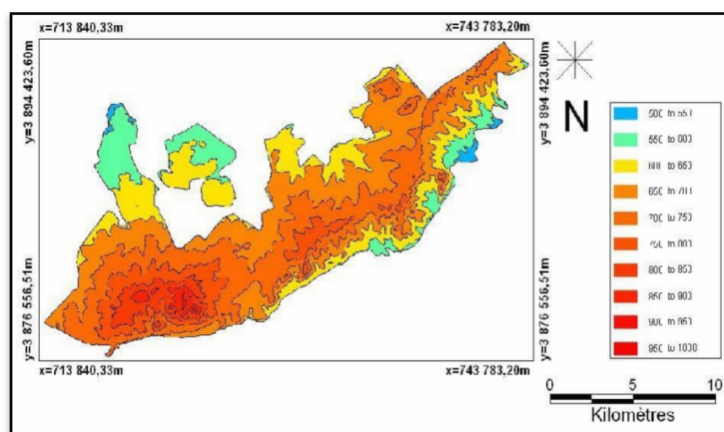
### IV.2. Situation forestière

La forêt domaniale de Tenira est soumise à la gestion de la conservation des forêts de la wilaya de Sidi Bel-Abbes (Raik, 2018).

### IV.3. La géomorphologie

#### IV.3.1. Le relief

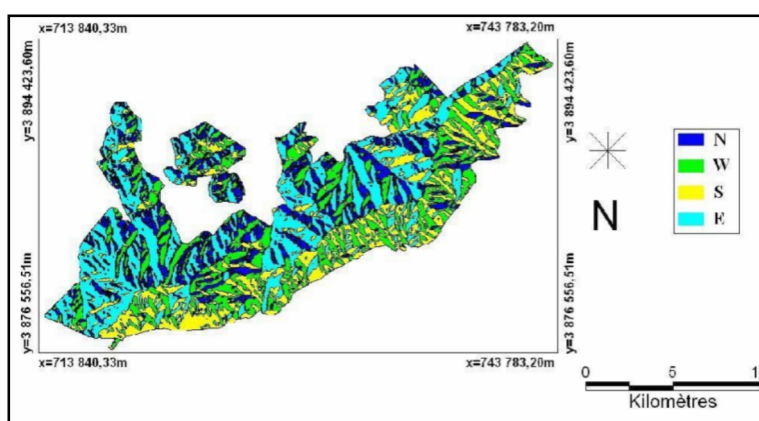
Le relief contribue d'une manière directe sur le comportement d'un feu de forêt, pour cela la connaissance de l'aspect géomorphologique d'une forêt est nécessaire pour mieux connaître le comportement et le développement d'un incendie et de trouver la bonne et la plus efficace méthode de lutte anti-incendie par la suite. La carte des classes d'altitudes a été réalisée à l'aide du MNT de la wilaya de Sidi Bel Abbes (**figure 14**).



**Figure 14. Carte des tranches d'Altitudes dans la forêt domaniale de Tenira (Raik, 2018)**

#### IV.3.2. L'exposition

Les différentes expositions qui caractérisent l'ensemble de la forêt domaniale de Tenira sont représentées dans la **figure 15 (Raik, 2018)**.



**Figure 15. Carte d'exposition de la forêt de Tenira (Raik, 2018)**

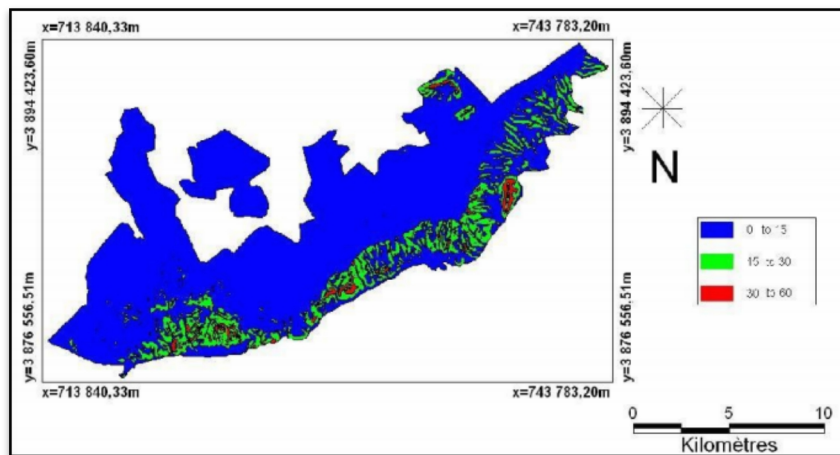
D'après l'analyse des données du **tableau 1** et la **figure 15 (Raik, 2018)**, on peut dire que l'exposition Est et celle du Nord, sont les expositions dominantes avec des pourcentages successifs de 33,97 et 26,31% de la surface de notre forêt soit 20400 ha.

**Tableau 1. Les différentes expositions existantes au niveau de la forêt domaniale de Tenira (Raik, 2018)**

Exposition	% de surface
Nord	26,31
West	18,44
Sud	21,28
Est	33,97

#### IV.3.3. Les pentes

La lutte et la défense contre les incendies de forêt sont fortement liées à la configuration du terrain qui les conditionne et les guide. La carte suivante **figure 16**, montre les différentes catégories de pentes qui existent au niveau de notre zone d'étude (**Raik, 2018**).

**Figure 16. Carte des pentes de la forêt de Tenira (Raik, 2018)**

L'analyse du **tableau 2** et la **figure 16**, montre la dominance de la classe des pentes faibles avec un pourcentage de 85,03%, ce qui indique que la zone de Tenira est une forêt de plaine.

**Tableau 2. Les classes de pentes existantes au niveau de la forêt domaniale de Tenira (Raik, 2018)**

Pente	Classes	% de surface
<b>0 - 15 %</b>	Faible	85,03
<b>15 - 30 %</b>	Moyenne	13,51
<b>Plus de 60%</b>	Forte	1,45

#### IV.3.4. Le réseau hydrographique

Au niveau de la zone d'étude, il existe un Oued qui s'appelle O. Tenira. Il est situé entre les monts de Béni Chougrane et le Djbel Bouyetas. Il s'écoule en méandre dans un synclinal du

Sud-Ouest ou Nord-Est sur une quinzaine de km. Il se divise en deux bras sur une bonne partie de son parcours avant de rejoindre l'oued Melghir.

Les principaux influents sont: Chaabat Tassa, Zededka, El- Maisna, Chaabat El-Halouf, Soubia, Emaït Chouich, Oued –Mtaleh, Cht Bouzerrouk, Cht Bouazza, Cht Ramla, Cht Samsal (Raïk, 2018).

#### IV.4. La pédologie

Le sol est l'un des facteurs limitants du développement des peuplements forestiers, leur croissance dépend en grande partie de la nature, de la profondeur et des propriétés physico-chimique du sol. La forêt domaniale de Tenira est caractérisée par des sols calcimagnésique. Classe appartenant aux groupes des sols suivants (brun calcaire et les rendzines vraies). Il existe des terres de hauts piedmonts, des monts et des plaines où les phénomènes d'érosion apparente, faible ou moyenne sont limités (Raïk, 2018).

#### IV.5. Le climat

Le climat est un facteur très important dans la vie de végétation. Le climat de la zone étudiée est pratiquement du type méditerranéen comme tout le Nord Algérien. En effet, on a pris en considération les paramètres climatiques les plus importants comme les températures, les précipitations et les vents. Les données sont prises de la station météorologique de Sidi Bel-Abbes, qui est proche de la forêt de Tenir (Raïk, 2018).

##### IV.5.1. La température

La température joue un rôle écologique et physiologique très important dans le cycle de vie de la végétation. La moyenne mensuelle de la station de référence souligne l'existence de deux saisons bien distinctes (Tableau 4) (Raïk, 2018)

**Tableau 4. Répartition des températures moyennes mensuelles (1985-2009) (Raïk, 2018)**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D	Moyenne
M (°C)	9,37	11,42	13,5	15,81	19,94	25,42	29,82	29,95	25,71	19,88	13,96	10,51	18,77
m (°C)	- 0,22	0,79	1,95	3,77	7,24	11,02	13,77	14,49	11,66	7,84	3,63	1,27	6,44
(M+m)/2 (°C)	4,57	6,1	7,72	9,79	13,59	18,22	21,79	22,2	18,85	13,82	8,95	5,89	12,62

- Une saison chaude qui s'étale sur six mois allant du mois de mai jusqu'au mois d'octobre et pendant lesquels les moyennes mensuelles des maxima dépassant les 29 °C.
- Une saison froide qui s'échelonne sur un semestre allant du mois de novembre au mois d'avril, enregistrant les minimas les plus bas allant de -0,22 °C à 3,77 °C.

### IV.5.2. Les précipitations

Les précipitations sont un facteur climatique qui conditionne la répartition de la végétation et participe aussi à la dégradation du milieu naturel par le phénomène de l'érosion hydrique (Raik, 2018).

**Tableau 5. Répartition des moyennes mensuelles des précipitations (1985-2009) (Raik, 2018)**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D	Myn
Moyenne (mm)	52,88	41,53	41,94	29,86	2,725	4,9	0,76	0,36	17,63	36,95	51,04	40,38	320,95

La pluviométrie du massif forestier de Tenira, est de 320,95 mm annuellement. Les pluies sont concentrées durant la saison froide, et plus on va vers la saison sèche, plus la pluviométrie diminue.

### IV.5.3. L'humidité

L'humidité relative ou degré hygrométrique est le pourcentage de vapeur d'eau qui existe réellement dans l'aire par rapport à la quantité maximale que pouvait contenir l'atmosphère.

Pour la forêt de Tenira, les moyennes annuelles de l'humidité relative sont pour la plupart supérieures à 50%. Les mois enregistrant un taux annuel d'humidité relative inférieur à 50% sont Juillet et Aout (Tableau 6). On remarque que plus on tend vers l'été, plus le taux d'humidité annuel diminue ce qui peut être un facteur propice à la propagation du feu (Raik, 2018).

**Tableau 6. Humidité moyenne mensuelle (1985-2009) (Raik, 2018)**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
Taux (%)	75,11	74,12	70,7	66,08	61,81	54,88	48,03	47,85	56,05	63,27	70,14	73,67

### IV.5.4. Les vents

Le vent est un élément très important ou il peut jouer le rôle d'élément favorisant l'éclosion des foyers, par l'accélération du phénomène d'évapotranspiration entraînant la sécheresse du combustible.

Les vents les plus fréquents et les plus dominants durant toute l'année pour cette région sont les vents du Sud (secs et chauds) et ceux du Nord-Ouest (secs et froids), leur vitesse est stable pendant toute l'année (Raik, 2018).

Tableau 7. Vitesse moyenne mensuelle des vents (1985-2009) (Raik, 2018)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
V (m/s)	2,7	2,2	2,4	3,1	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	1,9	2,5	2,4

Le sirocco se manifeste en moyenne 13 jours par an, plus fréquemment à Tenira, où il se produit en moyenne de 20 à 22 jours par an, comme c'est le cas pour Sfifef et Telagh. Ou les zones sud de Sidi Bel-Abbes sont les plus exposées, le mois d'aoutspécialement à ce type de vents chauds. Donc il est à craindre surtout le mois de Juillet et Aout comme c'est indiqué dans le **tableau 7 (Raik, 2018)**.

## IV.6. Synthèse climatique

### IV.6.1. Indice de De Martonne

C'est un indice exprimé sous forme d'un rapport mathématique, on le nomme aussi l'indice d'aridité ou encore mieux d'humidité. Cette formule a été améliorée par de Martonne sous la forme suivante:

$$I = \frac{P}{T+10}$$

P : précipitations moyennes annuelles en mm

T : température moyenne annuelle en °C

Ainsi, pour:

**20 < I < 30:** Climat tempéré

**10 < I < 20:** Climat semi-aride

**7, 5 < I < 10:** Climat steppique

**5 < I < 7.5:** Climat désertique

**< 5 :** Climat hyper-aride

Pour la zone d'étude :  $I = 320.95 / 12,62 + 10$

La valeur calculée de l'indice Demartonne pour la région d'étude est de 14,18, où elle traduit un type de climat: Semi-aride.

### IV.6.2. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson

Le diagramme Ombrothermique de **Bagnouls et Gausson (1953)**, permet de calculer la durée de la saison sèche sur un seul graphe, il porte la pluviométrie mensuelle (P) et la température moyenne (T°). L'échelle des températures est généralement la moitié de l'échelle des précipitations. Il prend comme échelle: P égale ou inférieur de 2T (**Tableau 8**).

Tableau 8. Les moyennes mensuelles des températures et des précipitations (1985- 2009)

Moins	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
T (°C)	4,57	6,1	7 2,2	9,79	13,59	18,22	21,79	22 ,2	18,85	13,82	8,95	5,89
P (mm)	65,38	54,03	54,44	42,36	40,05	4,9	0,76	0,36	30,13	49,45	63,9	52,88

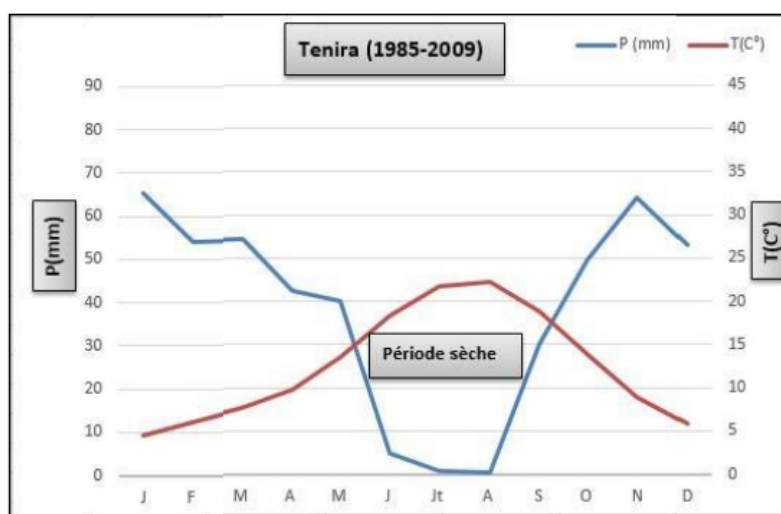


Figure 17. Diagramme Ombrothermique de la forêt de Tenira (1985-2009)

#### IV.6.3. Quotient pluviométrique d'Emberger (1955)

Le système d'Emberger (1955), permet de terminer les étages bioclimatiques de la région, grâce au calcul d'un quotient qui est donné par la formule suivante :

$$Q2 = 2000 P / (M2 - m2)$$

**P** : moyenne des précipitations annuelles (mm)

**M** : moyenne des maxima du mois le plus chaud (K°)

**m** : moyenne des minima du mois le plus froid (K°)

(Température en K° = T°C + 273).

Les valeurs du quotient combinées à celle de « m » sur le climagramme d'Emberger permettent de déterminer l'étage et les variantes climatiques. D'une manière générale, un climat méditerranéen est d'autant plus humide que le quotient est plus grand.

Tableau 9. Étages bioclimatiques de la forêt de Tenira (Raik, 2018)

Station	P (mm)	M (°K)	M (°K)	Q2	Étages bioclimatiques
Tenira	320,95	302,95	272,78	36,95	Semi-aride à hiver frais

Le site de provenance des graines est localisé dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais **figure 18**.

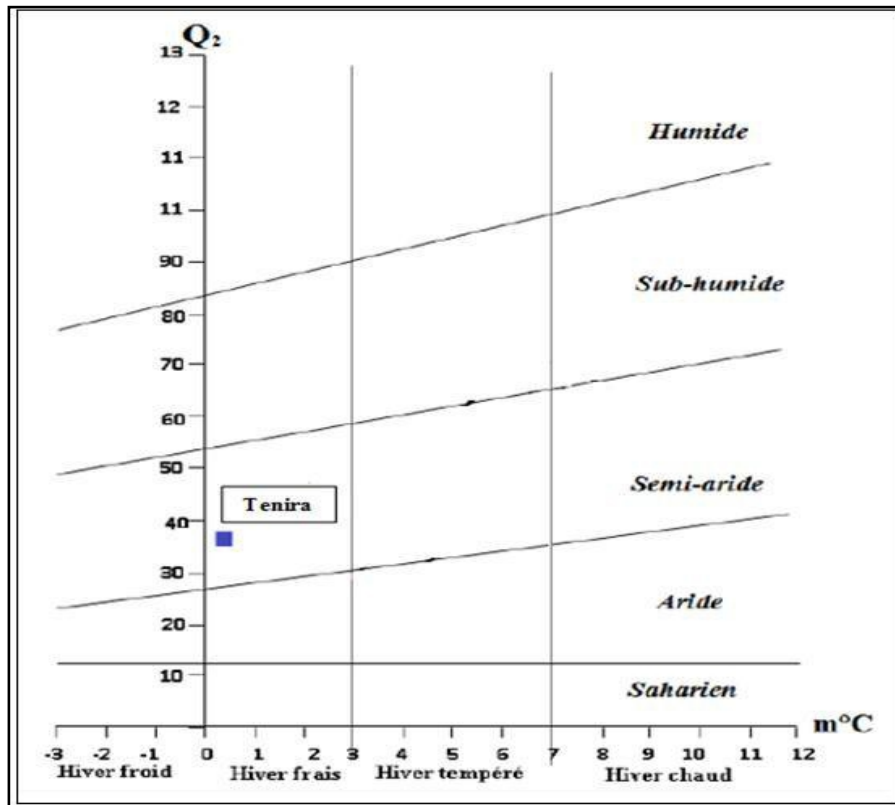


Figure 18. Localisation de la zone d'étude sur le Climagramme pluviométrique d'EMBERGER, (1955) (Raik, 2018)

# **Chapitre V:**

## **Matériel et méthodes**

## Chapitre V: Matériel et méthodes

### V.1. L'objectif de l'étude

La présente étude s'intéresse à l'évaluation de la viabilité des graines des 4 espèces d'eucalyptus, à l'étude des conditions optimales de température ainsi que l'étude de l'effet des différentes températures sur leur comportement germinatif ceci dans le but de pouvoir réaliser un suivi sur leur aptitude germinatives dans les meilleures conditions après des durées croissantes de stockage. Ce travail s'inscrit dans le cadre d'un projet de recherche sur la réalisation d'une banque de graines et de semences d'espèces végétales patrimoniales de l'Algérie.

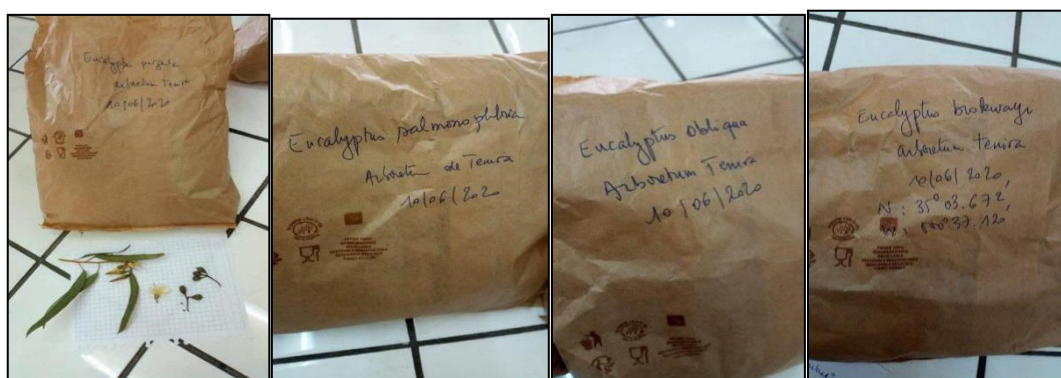
### V.2. Lieu de la réalisation de l'expérimentation

Le travail expérimental a été réalisé au laboratoire de recherche de « Biodiversité Végétale : Conservation et Valorisation », affilié à la faculté SNV de l'université UDL de Sidi Bel Abbès, et situé à la faculté des sciences exactes durant la période du janvier au juin 2021.

### V.3. Matériel

#### V.3.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est composé des graines de 4 espèces d'*Eucalyptus* récoltées de l'arboretum de Tenira le 10/06/2020, l'âge des graines étant de 6 mois après leur récolte. Avant leur utilisation, elles ont été conservées dans des sacs en papier, à température ambiante, à l'abri de la lumière (**figure 19**).



**Figure 19. Les échantillons de graines étudiées des 4 espèces d'Eucalyptus âgées de 6 mois et conservées dans des sachets en papier en conditions d'obscurité et à température ambiante (Cliché par Bourriach et Bouaza, 2021)**

## V.3.2. Matériel de laboratoire

Pour la réalisation de l'expérimentation, le matériel et les produits suivants ont été utilisés (**figure 20**):

Des boîtes de pétri pour la réalisation des essais de germination , du papier filtre, une loupe binoculaire (de marque ZEISS) avec logiciel de capture d'images, des béchers, des fioles, des pinces, une pissette, du papier d'aluminium, du silica-gel de couleur orange, balance électronique de laboratoire (PI), du papier absorbant, les étuves (Memmert), agitateur (Fisher Scientific), des pipettes graduées et pompe à pipeter, de l'eau distillée stérilisée pour les rinçages et l'arrosage, de l'hypochlorite de Sodium, (NaClO) dilué à 10%.



**Figure 20. Matériels de laboratoire de recherche utilisé pour l'étude (Cliché par Bouaza et Bouriach, 2021)**

## V.4. Méthodologie

### V.4.1. Préparation des échantillons

Nous avons réalisé les étapes suivantes:

#### a. Tri et nettoyage

Les graines d'*Eucalyptus* sont extraites très facilement lorsque le dessus des fruits devient marron (site web 11). Elles sont séparées de leurs capsules. Vu la petite taille des graines, le tri est fait par la loupe binoculaire (pour choisir les graines saines et intactes).

Une partie des graines triées et sélectionnées ont été réservées pour la germination et l'autre partie pour la conservation.

#### b. Préparation des graines pour l'étude morpho-métrique et les essais de germination

Un échantillon de graines de chaque espèce est pris au hasard sur lesquelles sont enregistrées respectivement leur formes et leurs dimensions sur trois dimensions.

Parallèlement, pour les essais de germination, les graines sont préalablement désinfectées avec de l'hypochlorite de sodium (NaClO) dilué à 10 % pendant 5 minutes puis rincées abondamment trois fois à l'eau distillée stérilisée pour éliminer toute trace de chlore. Pour chaque lot, 30 graines sont réparties en 3 répétitions de 10 graines (pour chaque espèce). Les graines sont mises à germer dans des boîtes de Pétri stérilisées contenant 2 couches de papier filtre imbibé d'eau distillée.

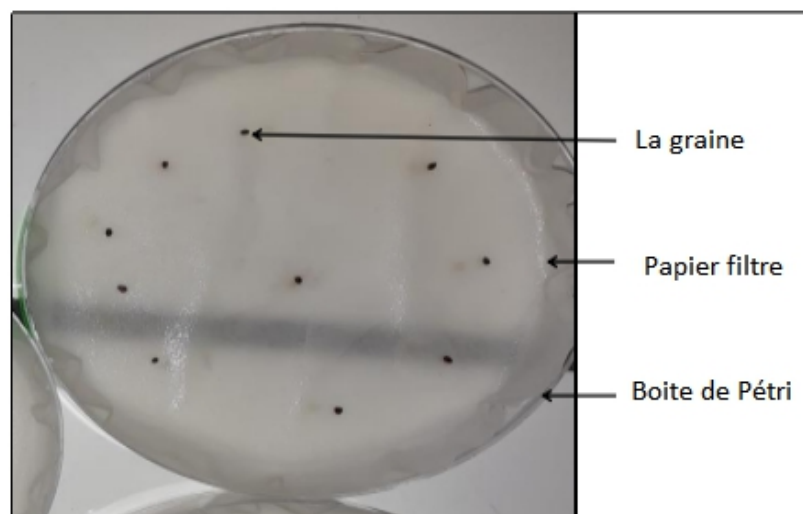


Figure 21. Graines d'*Eucalyptus* placées dans une boîte de Pétri tapissée de papier filtre imbibé (Cliché Bourriach et Bouaza, 2021)

#### V.4.2. Test de viabilité par germination

Avant de tester les réponses germinatives des graines aux différentes températures et la détermination de l'optimum thermique de germination et la mise en conservation des lots de graines, un test de viabilité s'impose afin de déterminer si les embryons sont vivants ou si les graines sont atteintes ou non de dormances pour lesquelles une étude de levée de dormance serait nécessaire.

La viabilité d'un lot de semences, de même que la germination maxima possible à atteindre, sont indiquées par les résultats de l'essai de viabilité (Nour, 2017).

Ce test a été réalisé à la température de 20°C, un essai à la lumière et un à l'obscurité. Le mode opératoire suivi pour le test viabilité est le suivant:

- un échantillon de 20 graines saines et pleines sont prélevées du lot et partagées en 2 ensembles de 10 graines.
- les boîtes portant les graines sont couvertes et placées dans des étuves réglées à 20 °C aux conditions de luminosité choisies (une partie à la lumière et une autre partie à l'obscurité continue), pour les 4 espèces étudiées.

#### V.4.3. Recherche des conditions optimales thermiques de germination

Etant donné qu'aucune information n'est disponible sur l'optimum thermique de germination des quatre espèces d'*Eucalyptus* étudiées, les essais de germination ont été effectués séparément dans des étuves réglées aux différentes températures continues : 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 et 45 °C à l'obscurité.

Pour ces essais, le papier filtre est imbibé à chaque fois qu'il est nécessaire par l'eau distillée afin de maintenir une humidité suffisante et permanente pour la germination et éviter ainsi les stress dus à un déficit hydrique en combinaison avec le stress thermique testé.

#### V.4.4. Suivi et expression des résultats de germination

Aussi bien pour le test de viabilité par germination que pour l'étude de l'effet des températures sur le germination, le suivi de la germination a été réalisé par comptage quotidien des graines germées.

Le critère principal pris en considération pour la germination est la percée du tégument par la radicule.

L'enregistrement des données et leur exploitation ont été faits à partir du tracé des courbes de germination traduisant l'évolution de la germination en fonction du temps pour chaque condition testée et pour les quatre espèces, ainsi que par le calcul de paramètres de germination les plus représentatifs.

### a. La 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 jours.

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).

### b. Calcul des paramètres de germination

Dans le présent travail, la germination des graines est également exprimée par les paramètres suivants :

#### - La Capacité de germination (Cg)

Elle représente le pourcentage de germination maximal (final), ou taux de germination maximal, obtenu dans des conditions expérimentales bien définies. Sa valeur dépend des conditions expérimentales et des traitements préalablement subis par les semences. En fait, le pouvoir germinatif et la capacité de germination ne donnent qu'une idée très imparfaite de l'aptitude à la germination d'un lot de semences, car ils ne tiennent pas compte de la vitesse de germination (Heller *et al.*, 1990).

#### - La Vitesse de germination

La vitesse de germination permet d'exprimer l'énergie de germination responsable de l'épuisement des réserves de la graine. C'est la variation dans le temps des taux de germination dès l'apparition de la première pointe de la radicule d'une ou des graines jusqu'à la stabilité de la germination, s'exprimant par le taux de germination obtenu à un moment donné. Elle peut s'exprimer par différentes méthodes. Ainsi, diverses grandeurs faciles à déterminer peuvent être choisies pour exprimer la vitesse de germination.

- **Le temps de latence (TL):** C'est le temps nécessaire pour le déclenchement de la germination. il est exprimé en jours ;
- **Le coefficient de vélocité (Cv),** proposé par Kotowski (1962):

Est une expression de la vitesse de germination moyenne au cours de toute la durée d'observation, elle s'exprime en pourcentage, dont la formule est la suivante :

$$Cv (\%) = \frac{N1 + N2 + N3 + \dots + Nn}{N1T1 + N2T2 + N3T3 + \dots + NnTn} \times 100$$

N1: Nombre de graines germées durant le temps T1.

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

Nn: Nombre de graines germées après n jours

- **Le Temps moyen de germination (TMG)**

Temps Moyen de Germination: c'est un mode d'expression de la vitesse de germination d'une population de semences mises à germer dans des conditions Contrôlées. Le temps moyen de germination (TMG) se calcule de la façon suivante selon **Redondo-Gomez *et al.*, en 2007** :

$$\text{TMG (jours)} = \frac{\sum i (N_i \times D_i)}{N}$$

Où  $N_i$  est le nombre de graines germées au jour  $i$ ,  $D_i$  est la période de germination en jours et  $N$  est le nombre total des graines germées.

#### **V.4.5. Traitements statistiques**

Les résultats obtenus sur trois répétitions à raison de 10 graines par boîte de Pétri sont statistiquement analysées par le logiciel *Statistica* pour Windows, version 7. Une analyse de la variance (ANOVA) et comparaison des moyennes deux à deux par le test de TUKEY sont effectuées pour les paramètres évalués.

Une ACP est utilisée pour montrer l'effet de la température sur le comportement germinative des graines des 4 espèces étudiées.

# **Chapitre VI:**

## **Résultats et discussion**

## Chapitre VI: Résultats et discussion

### VI.1. Résultats

Etude expérimentale menée dans le présent travail a permis de révéler les caractéristiques morphologiques des fruits et les graines des 4 espèces d'*Eucalyptus*, et de déterminer la viabilité et l'effet de la lumière, ainsi l'optimum thermique. Les résultats sont décrits dans ce qui suit:

#### VI.1.1. Description des fruits et des graines des espèces étudiées

##### a. *Eucalyptus obliqua*

Le fruit est souvent évasé légèrement près du bord, de 1,4 cm de long et de 0,9 cm de large, de couleur marron. Il contient des graines de couleur brunes, de 0,15 cm de long, de 0,12 cm de large et de 0,05 cm d'épaisseur.

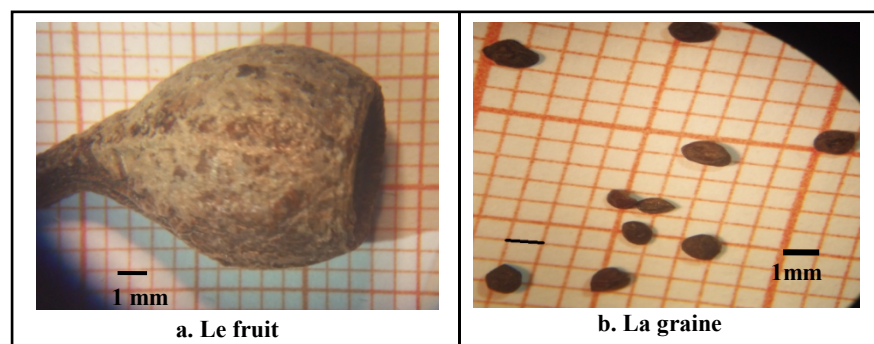


Figure 22. Le fruit et la graine d'*Eucalyptus obliqua*

##### b. *Eucalyptus brockwayi*

Le fruit est globuleux de couleur vert- marron, de 0,6 cm de long et de 0,5 cm de large. Il contient des graines de couleur marron, de 0,12 cm de long, de 0,1 de large et de 0,05 cm d'épaisseur.

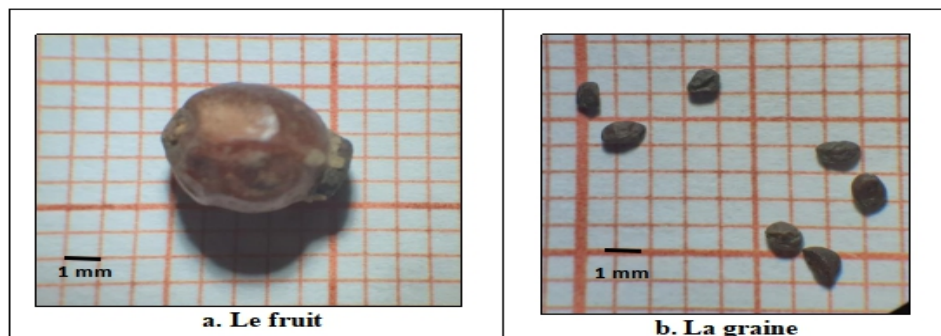
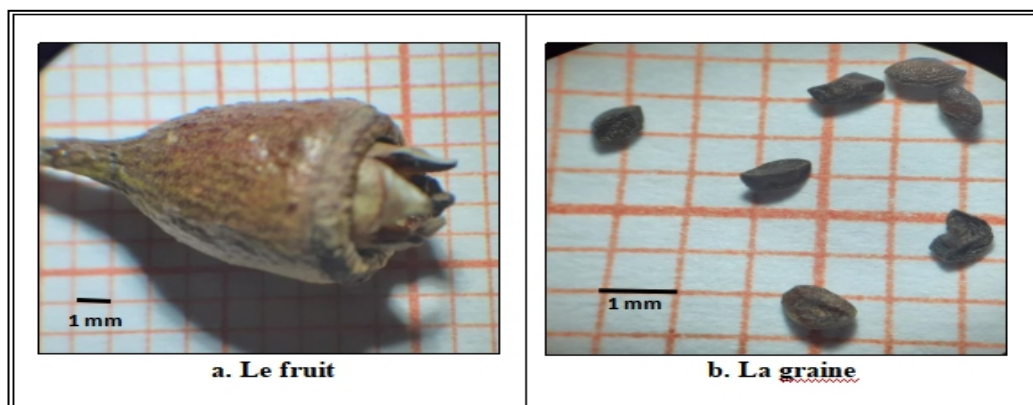


Figure 23. Le fruit et la graine d'*Eucalyptus brockwayi*

**c. *Eucalyptus sargentii***

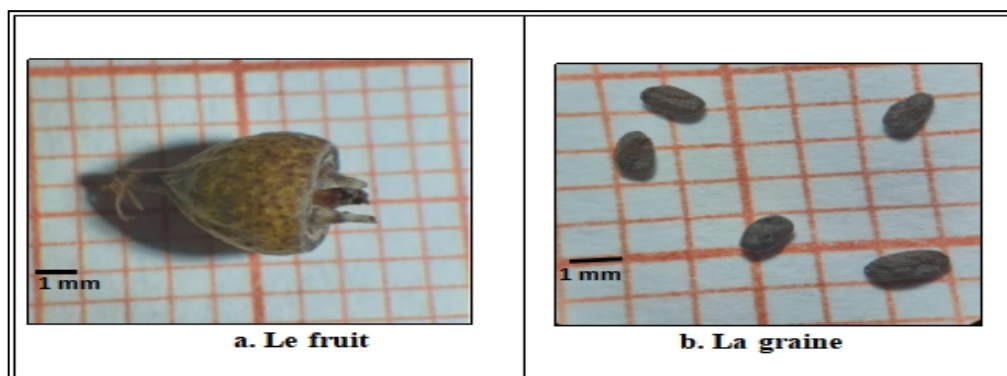
Le fruit est une capsule de couleur marron, de 1,1 cm de long, de 0,6 cm de large. Il contient des graines de couleur brunes noirâtres, de 0,1 cm de long, de 0,06 cm et de 0,01 cm d'épaisseur.



**Figure 24. Le fruit et la graine d'*Eucalyptus sargentii***

**d. *Eucalyptus salmonophloia***

Le fruit de couleur vert-marron, de 0,7 cm de long et de 0,45 cm de large. Il contient des graines de couleur brunes, de 0,1 cm de long, de 0,6 cm de large et de 0,05 cm d'épaisseur



**Figure 25. Le fruit et la graine d'*Eucalyptus salmonophloia***

**VI.1.2. Préparation des lots de graines pour le stockage**

Toutes les graines des 4 espèces d'*Eucalyptus* après tri et dessiccation au silicagel jusqu'à poids constant, sont mises dans des flacons hermétiques en présence de silicagel pour éviter l'humidification du milieu et sont stockés au froid (5 °C).

### VI.1.3. Description de la germination

Après un temps de latence, les graines d'*Eucalyptus* mises à germer, commencent leur développement. La graine commence à gonfler et la radicule perce les téguments et allonger figure 26.

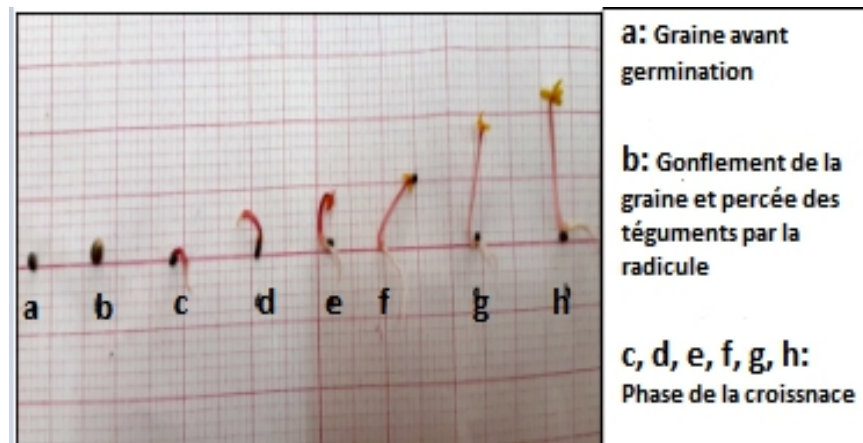


Figure 26. Description d'évolution de la germination de la graine d'*Eucalyptus* (Cliché par Bouaza et Bouriach, 2021)

### VI.1.4. Résultats de la viabilité des graines des 4 espèces étudiées par essais de germination à la lumière et à l'obscurité

La détermination de la viabilité des graines des 4 espèces s'est basée sur les résultats des essais de germination de ces graines à la lumière et à l'obscurité traduits sous forme de courbes de germination et par le calcul des paramètres de germination.

#### VI.1.4.1. La cinétique de la germination

Les résultats de la cinétique de la germination des graines des 4 espèces d'*Eucalyptus* mises à une température de 20 °C sont présentés dans la figure 27 et montrent que les graines étaient viables et non dormantes.

Le comportement germinatif des graines placées à la lumière et à l'obscurité est similaire, pour chaque espèce d'*Eucalyptus* étudiée. Néanmoins, la lumière a provoqué un léger ralentissement de la germination, mais le taux de final des graines germées est le même.

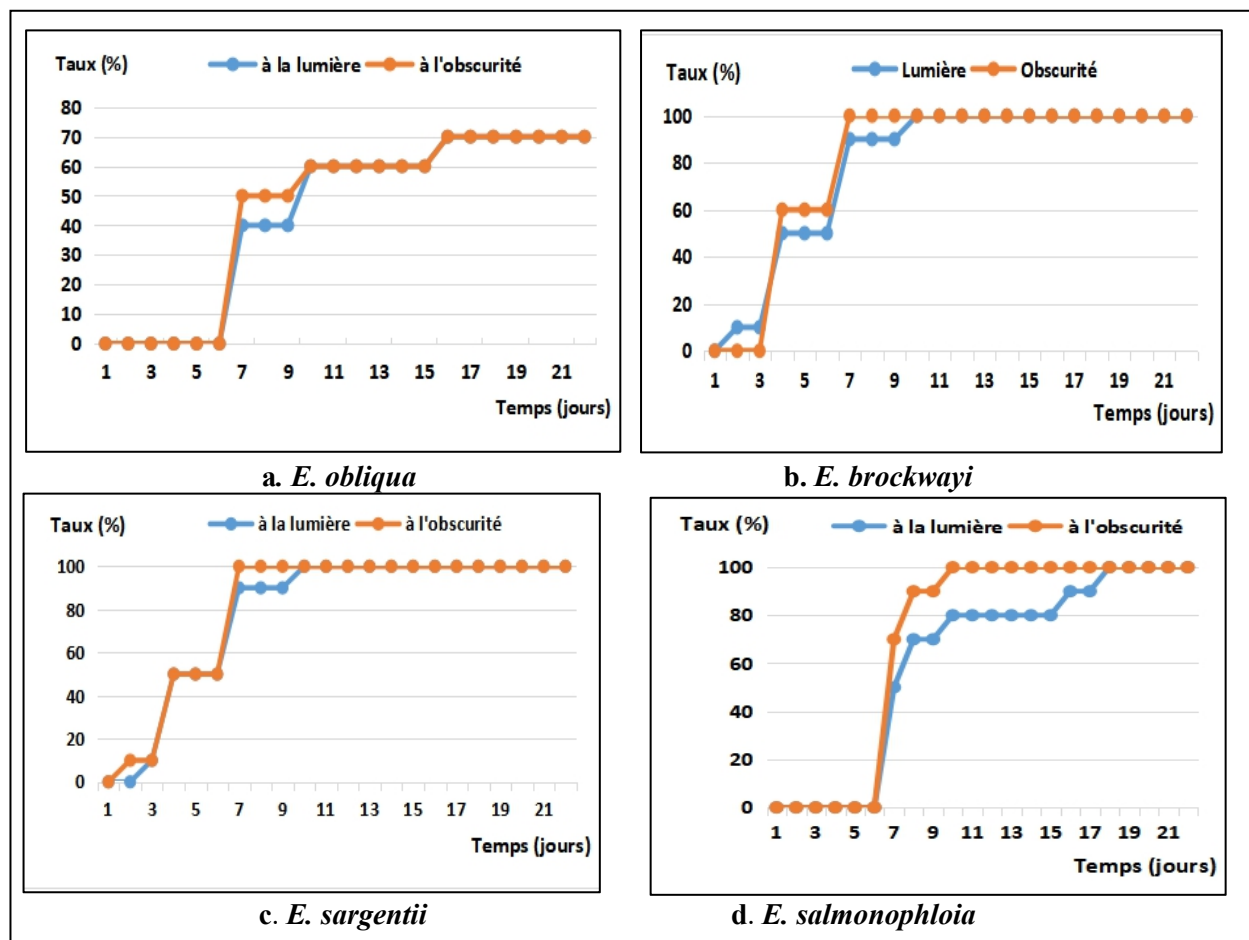


Figure 27. Résultats de la cinétique de germination des graines des 4 espèces d'*Eucalyptus* à la lumière et à l'obscurité

#### VI.1.4.2. Résultats du calcul des paramètres de germination des graines mises à germer à la lumière et à l'obscurité

##### a. La capacité de germination (CG)

Nous avons observé une légère différence de taux de germination entre les graines a été enregistrée entre des 4 espèces testées à la lumière et à l'obscurité. Des valeurs moyennes étaient de: 70 % pour *E. obliqua*, et 100 % pour les 3 autres espèces: *E. brockwayi*, *E. sargentii* et *E. salmonophloia* ont été trouvés, ce qui prouve que pour ces espèces les graines sont toutes viables et non dormantes (figure 28. a).

##### b. Le temps de latence (TL)

Le temps de latence d'*Eucalyptus sargentii* a montré une différence d'un seul jour entre les graines placées à la lumière et celles placées à l'obscurité, avec la valeur de 1 jour notée à l'obscurité et 2 jours notés à la lumière (figure 28. b).

Pour *E. brockwayi*, il y a eu une différence de 2 jours entre la lumière et l'obscurité avec une durée d'un seul jour pour les graines placées à la lumière et 3 jours pour celles testées à

l'obscurité. Le temps de latence de la germination des graines d'*Eucalyptus obliqua* et d'*Eucalyptus salmonophloia* était de 6 jours aux deux conditions, à la lumière et à l'obscurité.

### c. Le coefficient de vélocité (CV)

Nous avons observé que les graines germaient mieux à l'obscurité qu'à la lumière avec une vitesse légèrement plus élevée, les valeurs respectives sont de: 12 % à la lumière et à l'obscurité pour *Eucalyptus obliqua*, 21 % à la lumière et de 23 % à l'obscurité pour *Eucalyptus brokwayi* et *Eucalyptus sargentii*, et 11 % à la lumière et de 15% à l'obscurité pour *Eucalyptus salmonophloia* (figure 28. c).

### d. Le temps moyen de germination (TMG)

*Eucalyptus obliqua* a montré un temps moyen de germination à la lumière et à l'obscurité avec une durée de 8,33. Ce paramètre est élevé à la lumière qu'à l'obscurité avec des valeurs moyennes de 4,76 jours à la lumière et 4,34 jours à l'obscurité pour *Eucalyptus brockwayi* et *Eucalyptus sargentii*, et de 9,09 jours à la lumière et 6,66 jours à l'obscurité pour *Eucalyptus salmonophloia* (figure 28. d).

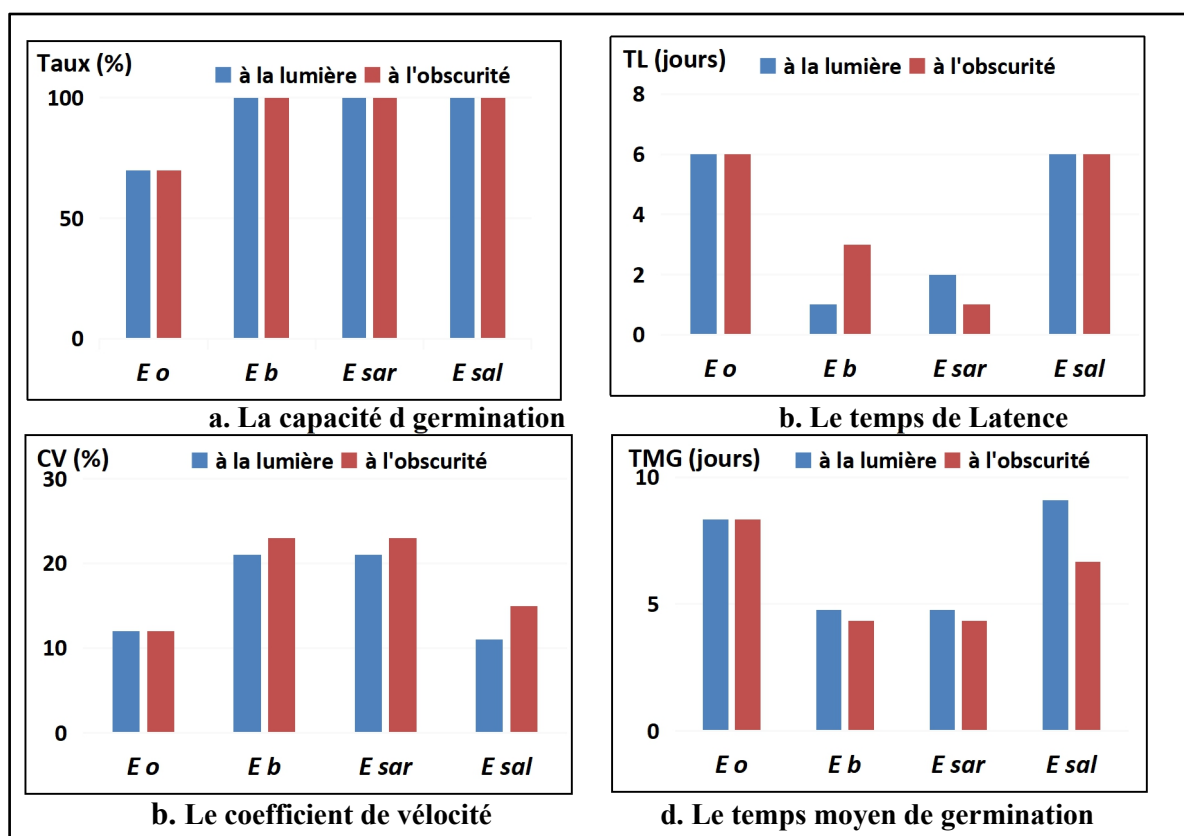


Figure 28. Résultats du calcul des paramètres de germination des graines des 4 espèces d'*Eucalyptus* à la lumière et à l'obscurité

*E o*: *Eucalyptus obliqua*; *E b*: *Eucalyptus brockwayi*; *E sar*: *Eucalyptus sargentii*; *E sal*: *Eucalyptus salmonophloia*.

### VI.1.5. Détermination de l'optimum thermique de la germination des graines des 4 espèces d'*Eucalyptus* étudiées

#### VI.1.5.1. La cinétique de la germination des graines aux différentes températures

Les courbes représentées par la **figures 29**, montrent la cinétique de germination des graines de 4 espèces d'*Eucalyptus* aux différentes températures de 5 °C à 45 °C testées pendant 25 jours à l'obscurité .

Nous avons remarqué, pour toutes les températures et pour les 4 espèces, que la germination a montré 3 phases:

- Une phase de latence : phase qui marque la préparation à la germination.
- Une phase d'accélération qui est plus ou moins exponentielle selon les températures.
- Une phase stationnaire qui exprime le maximum des graines germées qui est plus ou moins étalée dans le temps.

Pour les quatre espèces, la germination a été possible dans l'intervalle de températures entre 10 et 40°C, et les 4 espèces, considérées séparément, ont donné les résultats suivants :

##### a. *Eucalyptus obliqua*

La réponse des graines aux températures testées de 10 °C à 40 °C était différente. A ces températures, la germination des graines était de plus en plus importante jusqu'à la température de 35°C. Aux températures de 5 °C et de 45 °C, la germination était très réduite. Le meilleur résultat était obtenu à 30 °C (**figure 29. a**)

##### b. *Eucalyptus brockwayi*

Nous avons noté que les températures de 5 °C a provoqué un blocage de la germination. La température de 45 °C a favorisé moyennement la germination, entre 10 et 40 °C la germination était possible avec une variation des taux au cours du temps et un taux final supérieur à 60 %. Le meilleur résultat était obtenu à 20 °C (**figure 29. b**)

##### c. *Eucalyptus sargentii*

La germination d'*Eucalyptus sargentii* est meilleure et rapide aux températures de 10 °C à 40 °C, faible à 45 °C et totalement absente à 5 °C. Les meilleurs résultats étaient obtenus à 20 °C (**figure 29. c**)

##### d. *Eucalyptus salmonophloia*

La germination d'*Eucalyptus salmonophloia* était possible et de plus en plus importante aux températures de 10 °C à 40 °C, faible à 5 °C et nulle à 45 °C. Les meilleurs résultats étaient obtenus à la température de 20 °C (**figure 29. d**)

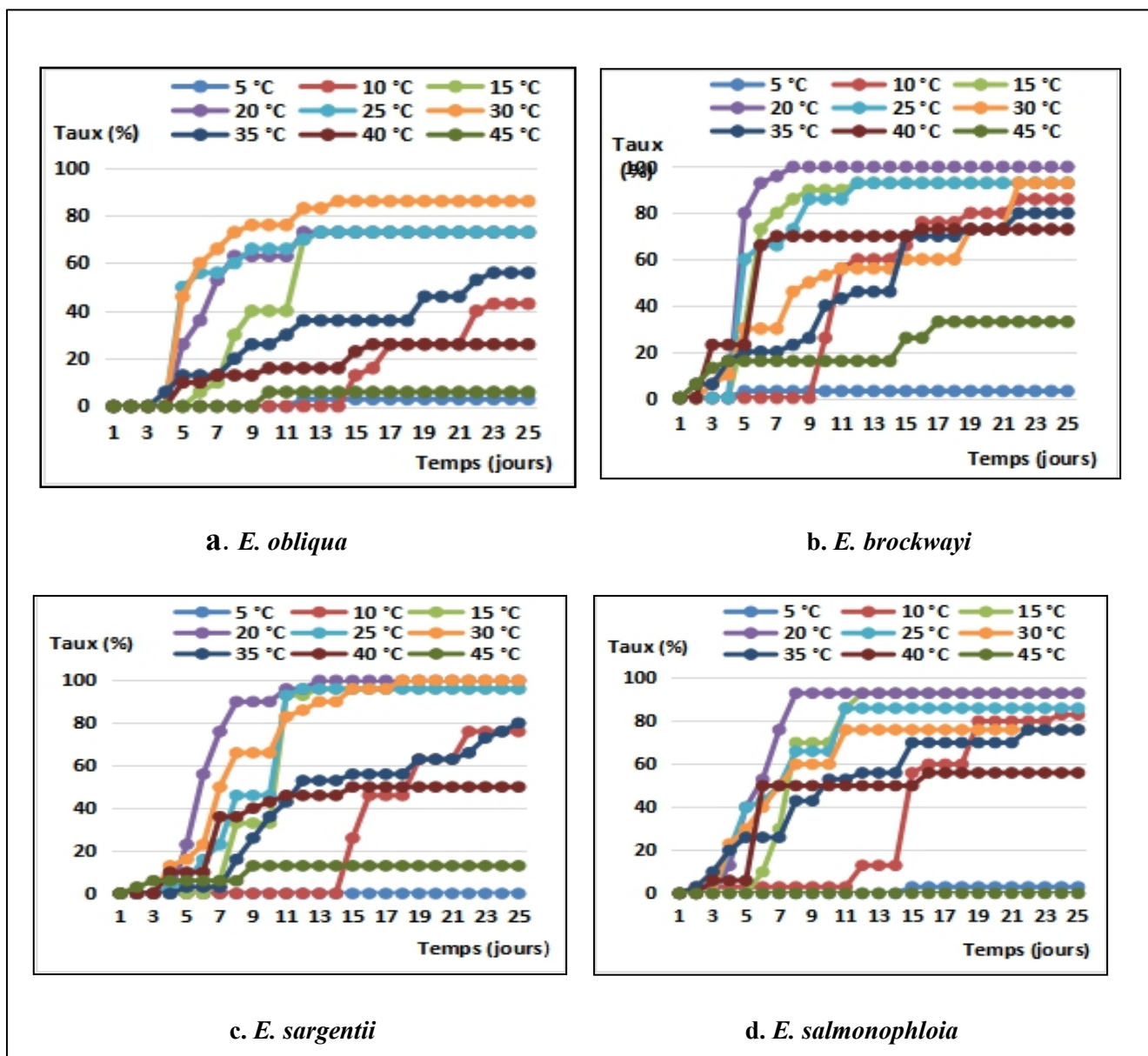


Figure 29. Résultats de la cinétique de germination des graines des 4 espèces d'*Eucalyptus* aux différentes températures testées (de 5 °C à 45 °C).

#### VI.1.5.2. Résultats du calcul des paramètres de la germination des graines aux différentes températures

Les résultats du calcul des paramètres montrent des différences significatives ( $P < 0.05$ ) dans la germination des graines des espèces étudiées, testée aux différentes températures.

##### a. *Eucalyptus obliqua*

Les graines d'*Eucalyptus obliqua* ont montré une capacité germinative finale supérieure à 50 % aux températures entre 15 et 35 °C, et le taux plus élevé était noté à 30 °C avec 86 %. La germination était moyenne à 10 °C et 40 °C et faible à 5 °C et 45 °C (figure 30. a)

Le temps de latence le plus court était noté à 35 °C où la germination a commencé dès le 3<sup>ème</sup> jour, le plus long à 10 °C (avec une valeur moyenne de 14 jours) par rapport aux autres températures (**figure 30. b**)

La vitesse de germination la plus élevée était enregistrée à 25 °C, la valeur moyenne était de 19,73 % et la plus basse à 5 °C par rapport aux autres températures (**figure 30. c**)

Le temps moyen de germination le plus court était noté à 5 °C et le plus long par rapport aux autres températures était enregistré à 10 °C (**figure 30. d**)

L'optimum thermique de germination pour cette espèce se situe donc entre 20 et 30 °C.

### **b. *Eucalyptus brockwayi***

Les graines d'*Eucalyptus brockwayi* ont montré une capacité supérieure à 70 % aux températures comprises entre 10 et 40 °C, et le taux plus élevé noté à 20 °C qui était de 100 %. La germination est faible à 5 °C et 45 °C (**figure 31. a**)

Le temps de latence le plus court était noté à 5 °C où la germination a commencé dès le 1<sup>er</sup> jour, le plus long correspond à 10 °C (avec 9 jours), par rapport aux autres températures (**figure 31. b**)

La vitesse la plus élevée était enregistrée à 20 °C et 40 °C respectivement de 23,31 %, 24,47 % et la plus faible à 5, 10 et 30°C par rapport aux autres températures ou la vitesse est moyenne (**figure 31. c**)

Le temps moyen de germination le plus court était noté à 5 °C et le plus long à 10 °C par rapport aux autres températures (**figure 31. d**).

L'optimum thermique de germination pour cette espèce se situe donc autour de 20 °C.

### **c. *Eucalyptus sargentii***

Les graines d'*Eucalyptus sargentii* avaient une capacité égale ou supérieure à 50 % pour les températures comprises entre 10 et 40 °C, le taux est le plus élevé élevé aux températures de 15, 20 et 30 °C avec la valeur de 100 %. Le taux de germination était faible à 45 °C et nul à 5 °C (**figure 32. a**)

Le temps de latence le plus court était noté à 30 °C où la germination a commencé dès 3<sup>ème</sup> jour, le plus long à 10 °C (14 jours) par rapport aux autres températures (**figure 32. b**)

La vitesse de germination la plus élevée était enregistrée à 20 °C, avec une valeur moyenne de 17,35 %, et la plus basse à 10 °C, par rapport aux autres températures (**figure 32. c**).

Le temps moyen de germination le plus court était noté à 45 °C et le plus long à 10 °C par rapport aux autres températures (**figure 32. d**)

L'optimum thermique de germination pour cette espèce se situe également autour de 20 °C.

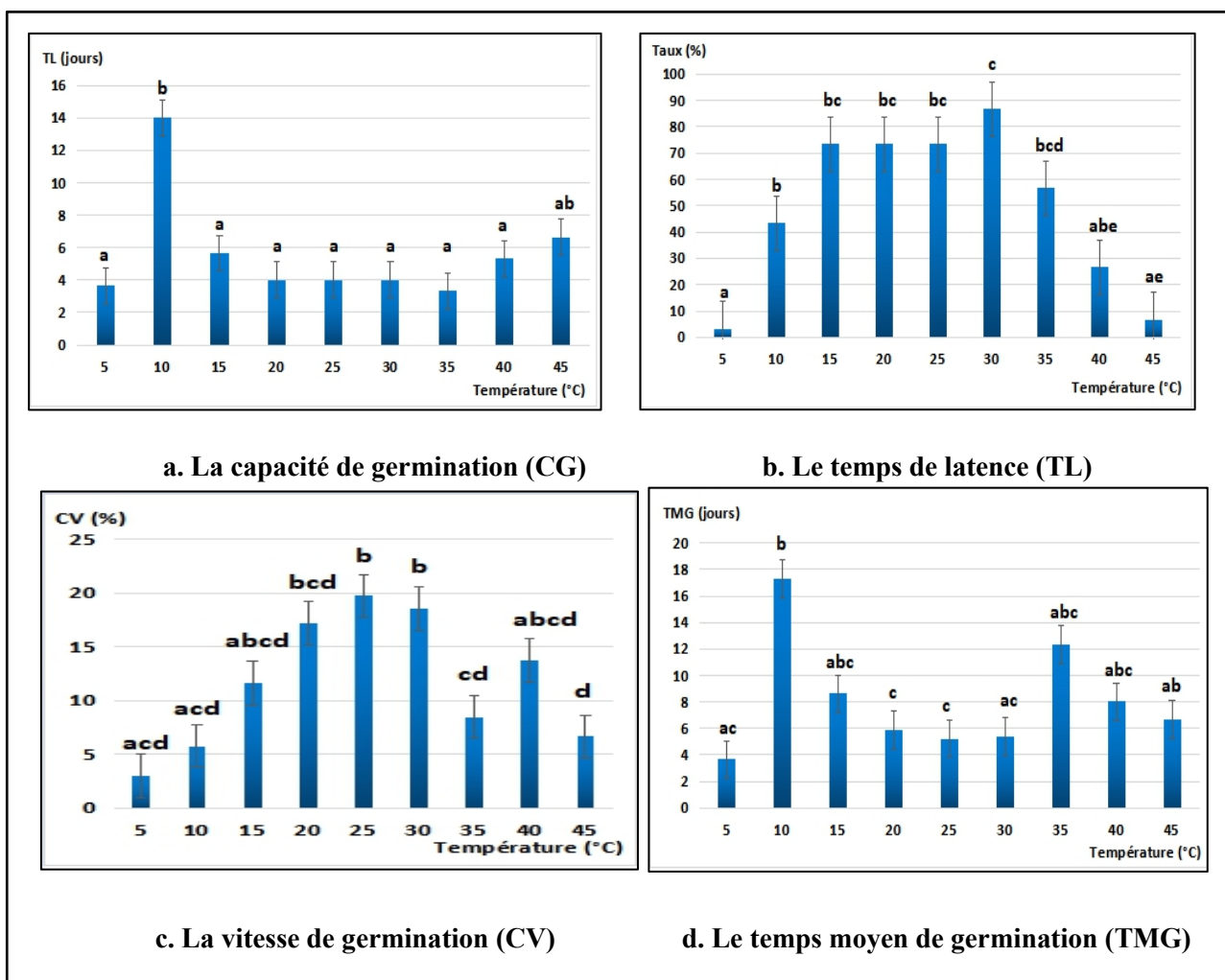
d. *Eucalyptus salmonophloia*

Les graines d'*Eucalyptus salmonophloia* ont montré une capacité de germination supérieure à 50 % aux températures variant de 10 à 40 °C, et le taux le plus élevé à 20 °C avec une valeur moyenne de 96 %. Il est faible à 5 °C et nul à 45 °C (**figure 33. a**)

Le temps de latence le plus court est noté à 35 °C où la germination commence dès 2<sup>ème</sup> jour, le plus long à 10 °C (6 jours) par rapport aux autres températures (**figure 33. b**).

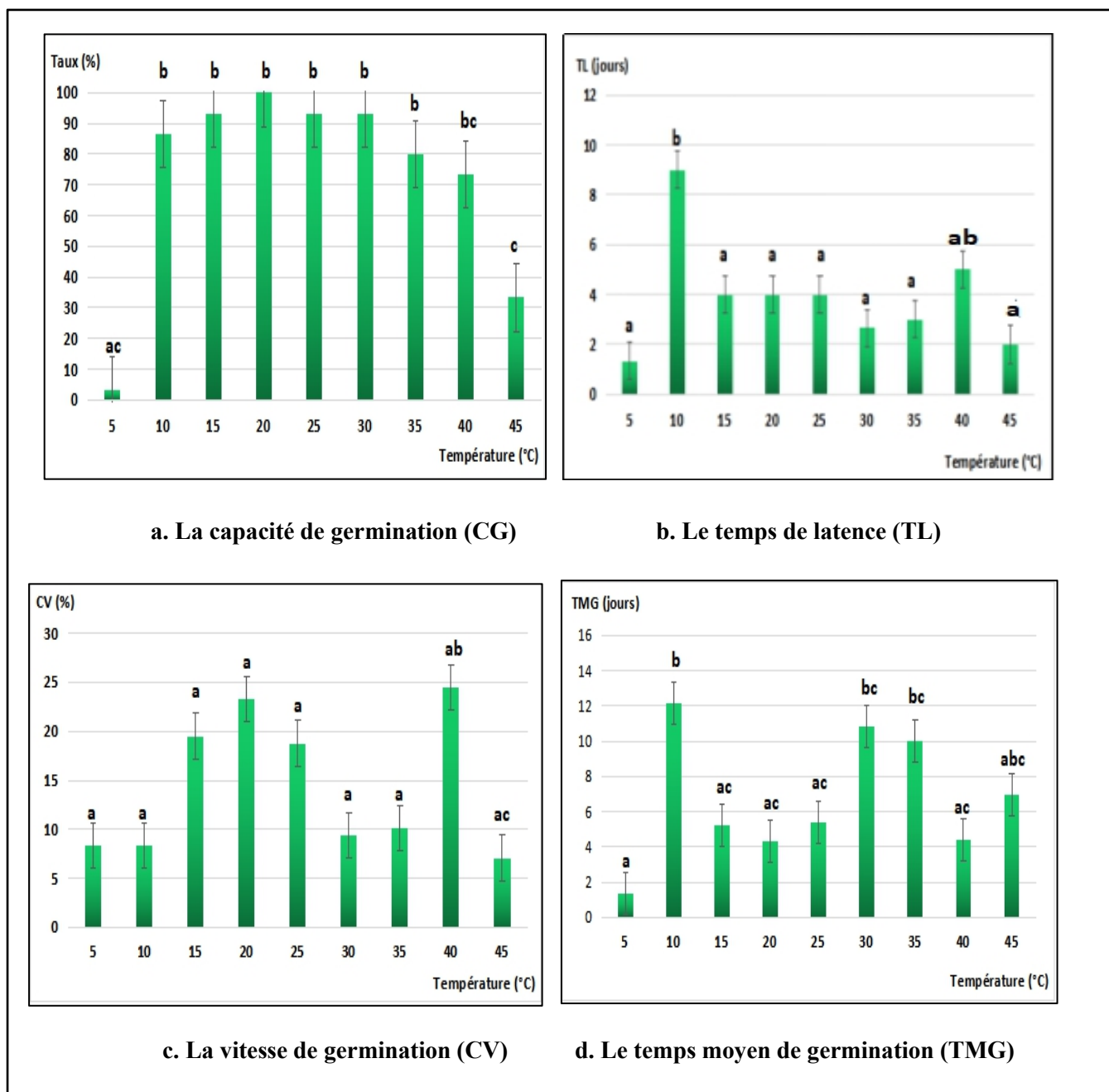
La vitesse de germination la plus élevée est enregistrée à 20 °C avec la valeur moyenne de 19,25 % et la plus faible à 5 °C, avec la valeur de 2,38 % par rapport aux autres températures où la vitesse est faible (**figure 33. c**).

Le temps moyen de germination le plus court était noté à 5 °C (4,66 jours) et le plus long à 10 °C (14,4 jours) par rapport aux autres températures (**figure 33. d**). L'optimum thermique de germination pour cette espèce se situe aussi autour de 20 °C.



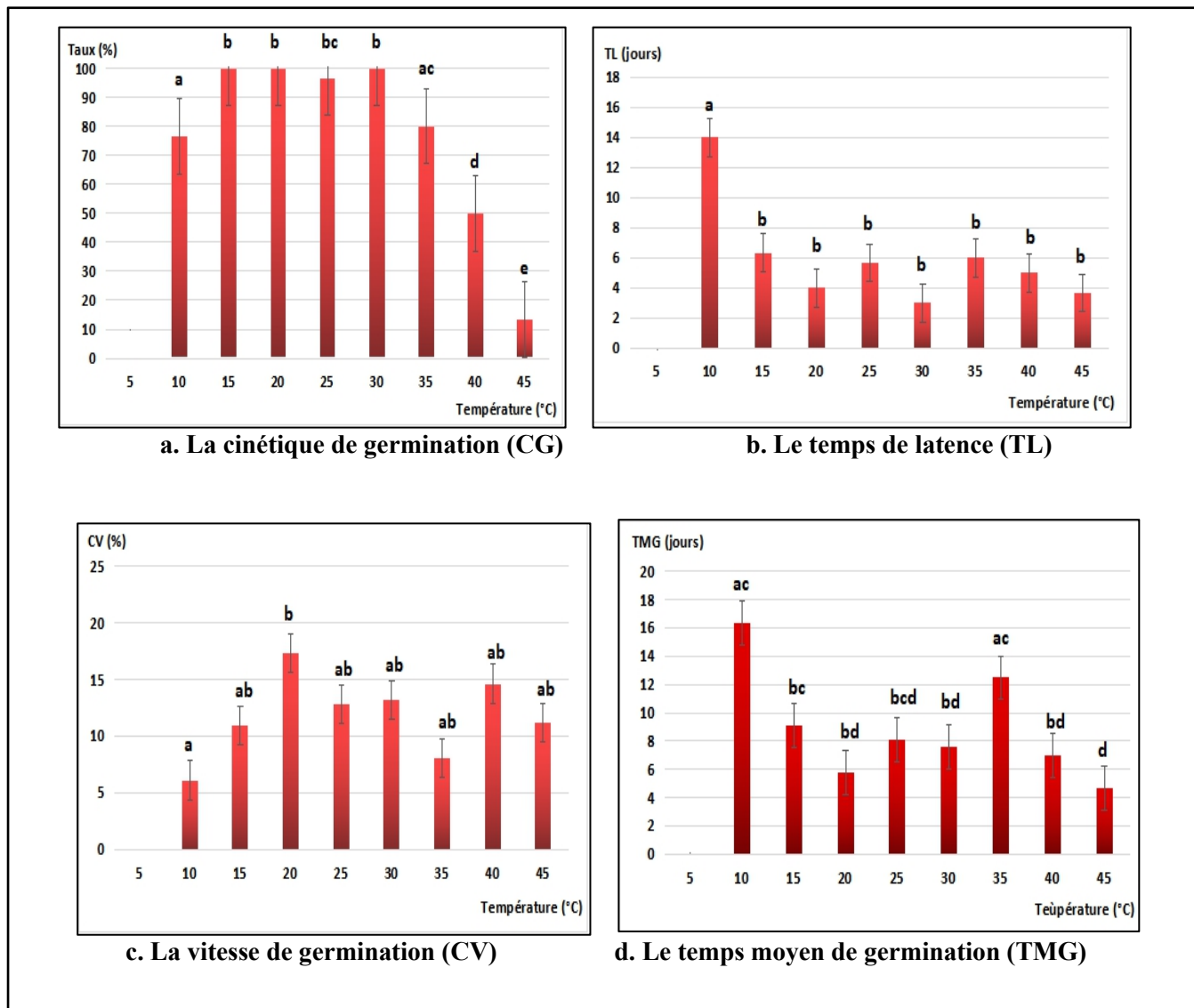
**Figure 30. Résultats du calcul des paramètres de la germination des graines d'*Eucalyptus obliqua* testées aux différentes températures (de 5 °C à 45 °C), et résultats de l'ANOVA à  $p < 0,005$ .**

Les barres d'erreur des histogrammes représentent l'écart-type de la moyenne. Les mêmes lettres en minuscules indiquent une différence non significative au seuil de 5 %.



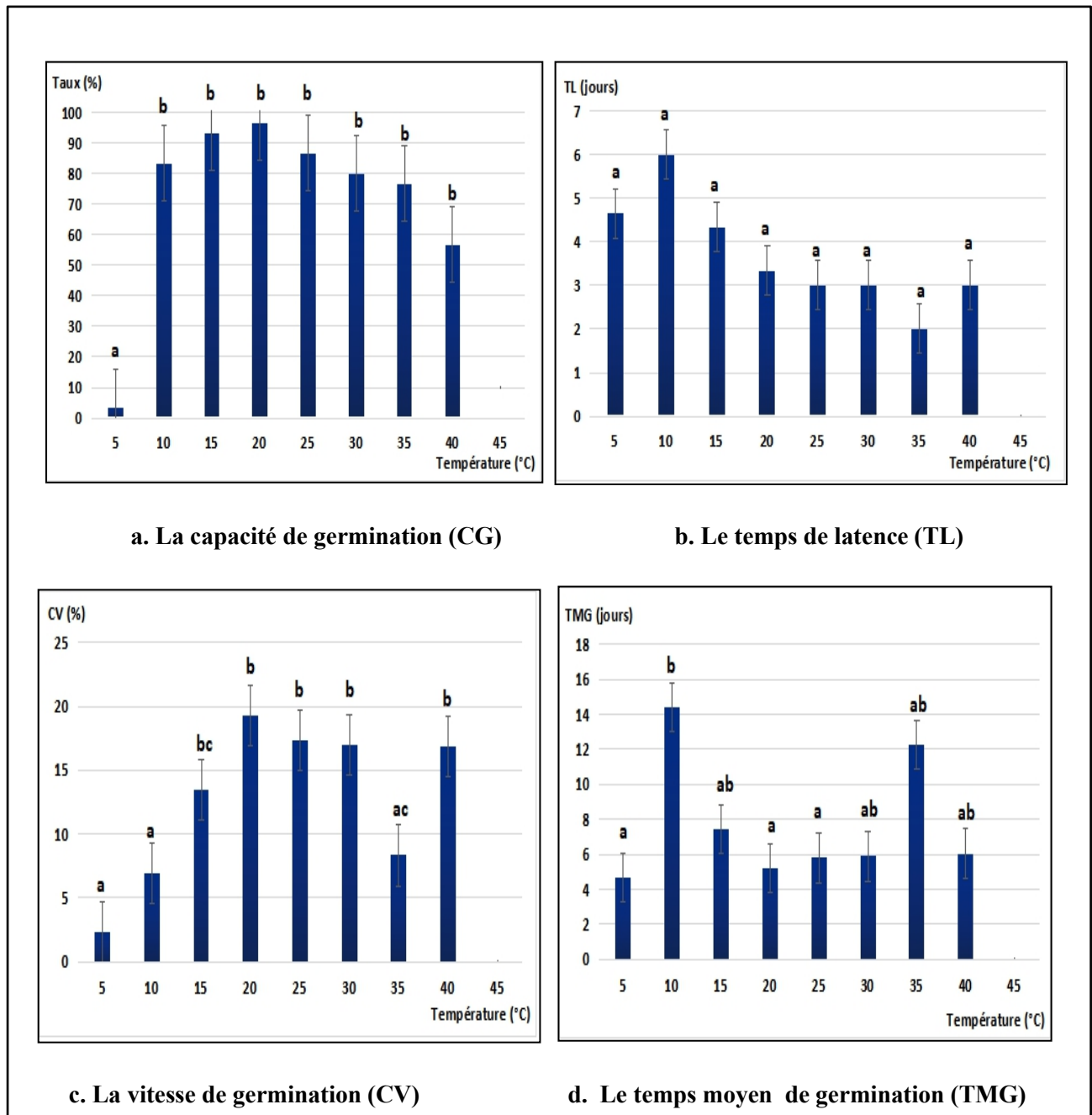
**Figure 31. Résultats du calcul des paramètres de la germination des graines d'*Eucalyptus brockwayi* aux différentes températures (de 5 °C à 45 °C), et résultats de l'ANOVA à  $p < 0,005$**

Les barres d'erreur des histogrammes représentent l'écart-type de la moyenne. Les mêmes lettres en minuscules indiquent une différence non significative au seuil de 5 %.



**Figure 32. Résultats du calcul des paramètres de la germination des graines d'*Eucalyptus sargentii* aux différentes températures (de 5 °C à 45 °C), et résultats de l'ANOVA à  $p < 0,05$**

Les barres d'erreur des histogrammes représentent l'écart-type de la moyenne. Les mêmes lettres en minuscules indiquent une différence non significative au seuil de 5 %.



**Figure 33. Résultats du calcul des paramètres de la germination des graines d'*Eucalyptus salmonophloia* aux différentes températures (de 5 °C à 45 °C ), et résultats de l'ANOVA à  $p < 0,05$**

Les barres d'erreur des histogrammes représentent l'écart-type de la moyenne. Les mêmes lettres en minuscules indiquent une différence non significative au seuil de 5 %.

### VI.1.5.3. Résultats du calcul des paramètres de la germination entre les graines des 4 espèces aux différentes températures

Les résultats montrent des différences significatives ( $P < 0.05$ ) entre les graines des 4 espèces aux différentes températures.

#### a. La capacité de germination (CG)

L'optimum thermique de germination se situe pour l'espèce *Eucalyptus obliqua* à 30 °C avec un taux de 86%, *Eucalyptus brockwayi* à 20 °C de 100%, *Eucalyptus sargentii* à 15, 20 et 30 °C de 100% et *Eucalyptus salmonophloia* à 20 °C de 93%, d'une part et, d'autre part la germination des graines des 4 espèces est possible aux températures entre 10 et 40 °C.

- La capacité de germination est nulle à 5 °C pour *Eucalyptus sargentii* et à 45 °C pour *Eucalyptus salmonophloia*.

- *Eucalyptus brockwayi* présente un taux élevé que les autres espèces dans la température 10, 40 et 45 °C de %, et même capacité avec *E. sargentii* à 20 °C et 35 °C.

- *Eucalyptus sargentii* a une capacité plus élevée par rapport aux autres espèces étudiées à 15, 25 et 30 °C.

- *Eucalyptus obliqua* a une capacité faible par rapport aux autres espèces à des températures différentes, sauf à 30 °C (**figure 34. a**).

Les résultats ont montré que l'effet des températures sur le CG était très hautement significatif ( $p < 0,005$ ).

#### c. Le temps de latence (TL)

Le temps de latence le plus court était enregistré aux températures 5, 15, 30 et 45 °C pour les graines d'*Eucalyptus brockwayi*, à 10, 20, 25, 35 et 40 °C pour celles d'*Eucalyptus salmonophloia*; et le plus long à 45 °C pour *Eucalyptus obliqua*, à 15 et 35 °C pour *Eucalyptus sargentii*, à 5 °C pour *Eucalyptus salmonophloia* et à 10 °C les deux espèces *Eucalyptus obliqua* et *Eucalyptus sargentii* (**figure 34. b**). Les résultats ont montré que l'effet des températures sur le TL était hautement significatif pour *Eucalyptus obliqua*, très hautement significatif pour les espèces *Eucalyptus sargentii* et *Eucalyptus brockwayi* ( $p < 0,005$ ). Par contre, non significatif pour l'*Eucalyptus salmonophloia* ( $p > 0,005$ ).

#### c. La vitesse de germination (CV)

La vitesse la plus élevée est enregistrée chez *Eucalyptus brockwayi* à 20 °C et 40 °C; à 25 et 30 °C chez *Eucalyptus obliqua*; et à 45 °C chez *Eucalyptus sargentii* (**figure 34. c**). Les résultats ont montré que l'effet des températures sur le CV était non significatif pour les deux espèces *Eucalyptus sargentii* et *Eucalyptus brockwayi* ( $p > 0,005$ ), contrairement aux deux

espèces *Eucalyptus obliqua* et *Eucalyptus salmonophloia* qui sont très hautement significatif ( $p < 0.005$ ).

#### d. Le temps moyen de germination (TMG)

Le temps moyen de la germination le plus bas a été enregistré à 5, 10, 15, 20, 35 et 40 °C pour *Eucalyptus brockwayi*, à 45 °C pour l'*Eucalyptus sargentii*, et à 25 et 30 °C l'*Eucalyptus obliqua* (figure 34. d). Les résultats ont montré que l'effet des températures sur le TMG était très hautement significatif ( $p < 0,005$ ).

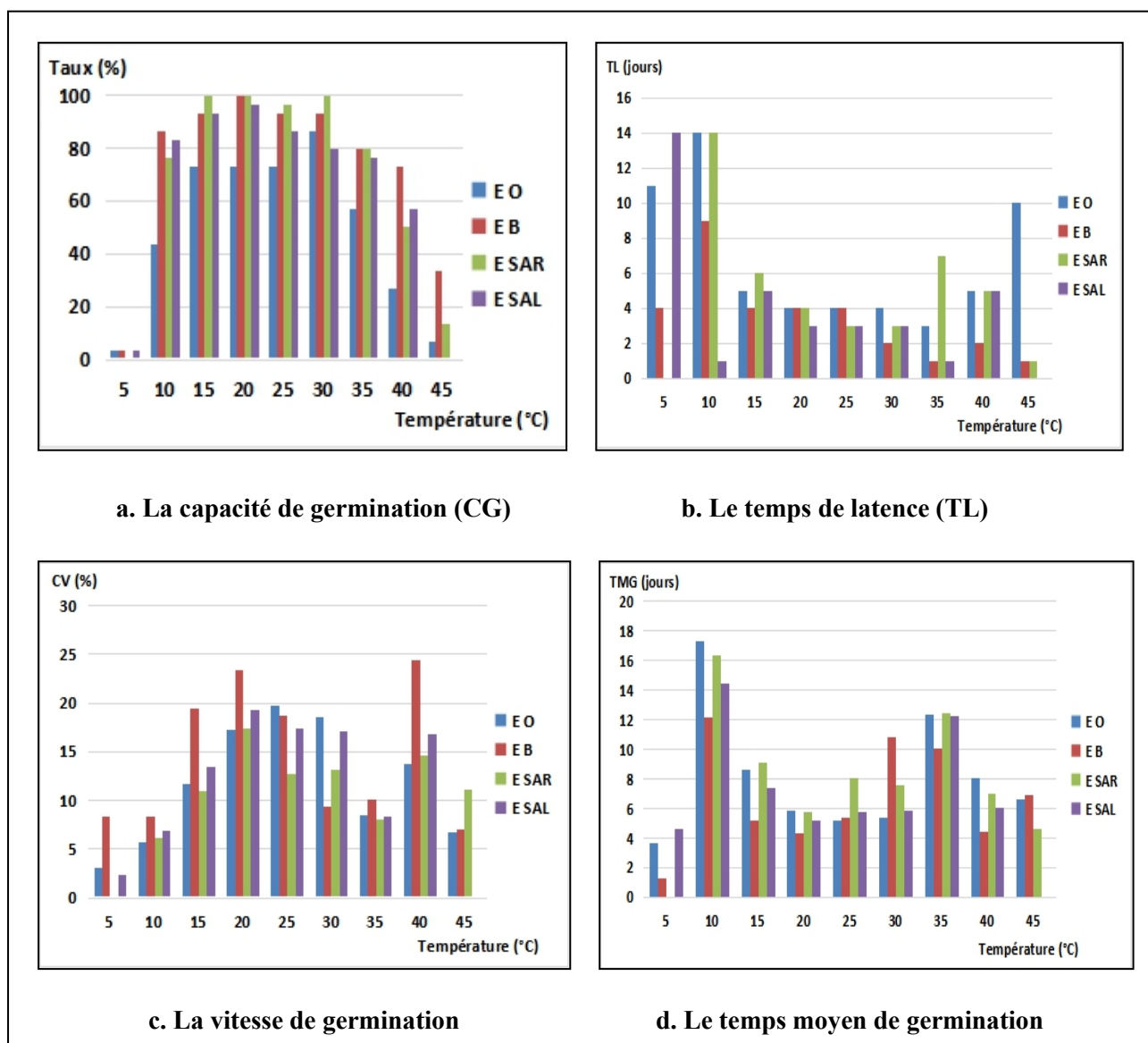


Figure 34. Résultats comparatifs du calcul des paramètres de germination des graines de 4 espèces d'*Eucalyptus* aux températures testées (de 5 °C à 45 °C)

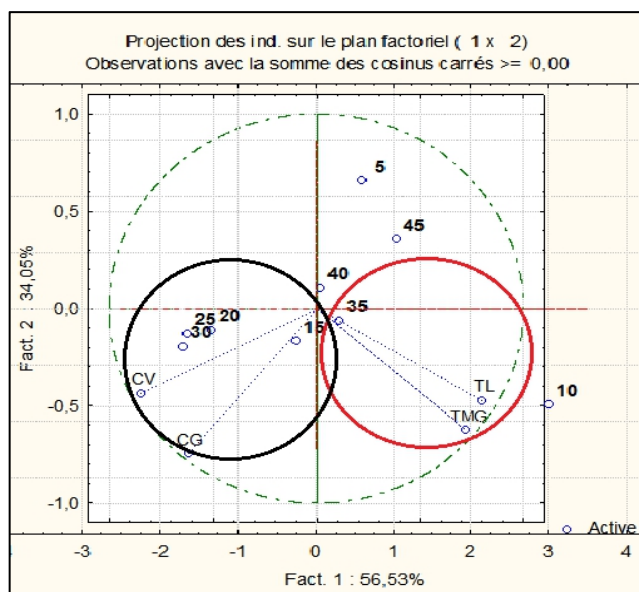
#### VI.1.5.4. Effets des températures sur le comportement germinatif des graines des 4 espèces d'*Eucalyptus*

L'effet des températures sur le comportement germinatif des graines a été mis en évidence par une analyse en composante principale (ACP)

Le plan F1/ F2 est retenu, car il rend compte d'un maximum d'informations sur les corrélations existantes entre la distribution des paramètres calculés et les températures, pour les quatre espèces.

##### a. *Eucalyptus obliqua*

Deux groupes homogènes sont délimités **figure 35**: le premier est représenté par la capacité et la vitesse de germination avec les températures de 15 °C à 30 °C ( $r = -0,43$ ), le seconde groupe montre une corrélation positive entre le temps de latence et le temps moyen de germination à 35 °C où les valeurs sont plus élevées ( $r = 0,80$ ) La température 10 °C est en dehors du cercle ce qui signifie une absence d'interprétation (**Annexe 1**).



**Figure 35.** Effet de différentes températures sur les paramètres de germination des graines d'*Eucalyptus obliqua*

##### b. *Eucalyptus brockwayi*

Nous avons observé qu'il y a 2 groupes homogènes. Le premier groupe représente une corrélation positive entre la vitesse et la capacité de germination aux températures 15, 20, 25 et 40 °C ( $r = 0,95$ ), le seconde montre une corrélation positive entre le temps de latence et le temps moyen de germination avec les températures de 30 et 35 °C ( $r = 0,82$ ). La température 10 °C est en dehors du cercle **figure 36** (**Annexe 2**).

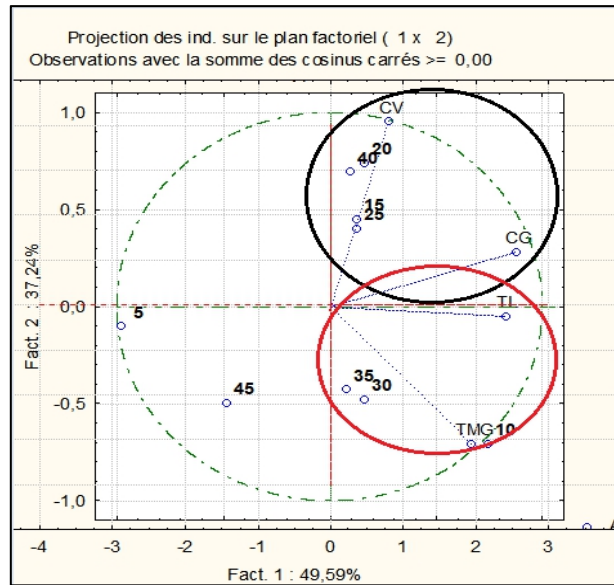


Figure 36. Effet de différentes températures sur les paramètres de germination des graines d'*Eucalyptus brockwayi*

c. *Eucalyptus sargentii*

Trois groupes homogènes sont délimités **figure 37**: le premier est représenté par le temps de latence avec la température 35 °C ( $r=0,93$ ), le seconde groupe montre une corrélation positive entre temps moyen et la capacité de germination et la température 15 °C ( $r=0,97$ ), où les valeurs sont plus élevés et le troisième groupe montre une corrélation négative entre la vitesse de germination et les températures de 20 °C à 30 °C ( $r= -0,29$ ). Les températures 10 °C et 45 °C sont en dehors du cercle (**Annexe 3**).

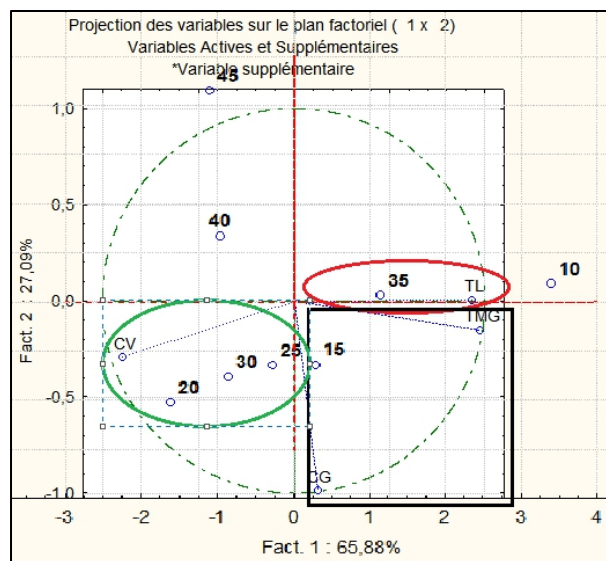
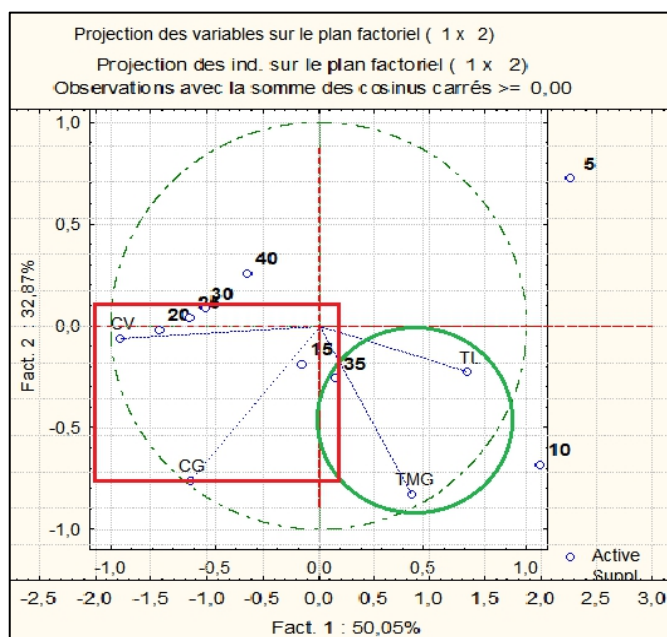


Figure 37. Effet de différentes températures sur les paramètres de germination des graines d'*Eucalyptus sargentii*

*d. Eucalyptus salmoniphloia*

Deux groupes sont homogènes sont délimités **figure 38**: le premier montrant une corrélation positive entre le temps de latence et le temps moyen de la germination avec la température 35 °C ( $r= 0,71$ ), et le deuxième présente une corrélation négative entre la capacité et la vitesse de germination avec les températures 15 °C et 20 °C ( $r= -0,06$ ). La température 5 °C et 10 °C est en dehors du cercle (**Annexe 4**).



**Figure 38.** Effet de différentes températures sur les paramètres de germination des graines d'*Eucalyptus salmoniphloia*

## V. Discussion

Le présent travail a porté sur 4 espèces d'*Eucalyptus* (*E. obliqua*, *E. brockwayi*, *E. sargentii*, *E. salmonophloia*), provenant du l'arboretum de Tenira (W. SBA) après 6 mois de la récolte, il s'agit de déterminer la viabilité de leurs graines après la récolte, les conditions optimales de leurs germination et l'effet des températures sur cette dernière afin de pouvoir effectuer une conservation et une gestion des graines en banque de semences et établir une méthodologie de suivi de leur viabilité au cours de leur conservation.

Les eucalyptus revêtent une importance considérable à l'échelle de l'économie forestière mondiale (**Lanier, 1986**). Ils présentent, incontestablement, les plus importantes plantations du bois dur dans le monde (**Turnbull, 1991**). Doté d'une grande adaptabilité et d'une croissance rapide, et aussi présente un large éventail d'utilisation.

Répondant à la consommation croissante de pâte à papier, l'Eucalyptus permet déjà de réduire la pression sur les forêts naturelles. De plus, il sera probablement une des essences de base pour la constitution des puits de carbone ; en effet, parfaitement adapté à l'afforestation des savanes et à la recolonisation des terres agricoles abandonnées, c'est un pionnier, qui non seulement, fixe très vite un maximum de carbone, mais en plus, favorise le recrû naturel. Doué d'une grande longévité, il peut, grâce à une sylviculture adaptée, conduire à des boisements stables à long terme et bio diversifiés. L'Eucalyptus est donc en passe de devenir un des premiers instruments écologiques de la planète (**Bernard, 2003**).

Chacune des 4 espèces étudiées a son environnement particulier (**Pryor, 1982**):

- *Eucalyptus brockwayi* se trouve à des altitudes allant jusqu'à 420 m, elle représente une possibilité pour les climats aride du type méditerranéen, et pousser en Afrique du sud.
- *Eucalyptus obliqua* réponde dans les zones fraîches et montagneuses, elle support du gelées et peu tolère à la sécheresse.
- *Eucalyptus sargentii* vit dans des zones basses le long des rivières, est caractérisé par une large capacité adaptative au sel.
- *Eucalyptus salmonophloia* préfère un sol léger à moyen bien drainé dans une position ensoleillé ouverte, résistant à la sécheresse et au gel.

Les variations de ces espèces est nécessaire vu leur importance écologique, c'est dans ce but que le présent travail à été réalisé. L'approche à concerne une étude sur la viabilité et le comportement germinatif des graines de ces 4 espèces et l'influence de la lumière et des différentes températures et la détermination de l'optimum thermique pour la germination.

La germination des graines est une étape importante et vulnérable dans le cycle de vie des plantes, détermine l'établissement des semis et la croissance des plantes. Elle est régulée par

l'interaction des conditions environnementales et l'état de préparation physiologique (Steckel *et al.*, 2004).

Parmi ces différents facteurs de germination, la température est le facteur le plus important de régulation et le développement des plantes (Koger *et al.*, 2004). Les plantes ont des températures de base ou minimale, optimale et des températures de plafond pour la germination des graines.

La température minimale ou de base est la plus basse température où les graines peuvent germer. La température optimale est la température dont les graines atteignent le taux de germination le plus élevé, et la température maximale ou de plafond est la température au-dessus de laquelle les graines ne peuvent pas germer (Alvarado et Bradford, 2002).

D'une part, les résultats des tests de viabilité par la germination montrent que les graines de ces 4 espèces d'*Eucalyptus* étudiées sont viables et leurs comportements germinatif à la lumière et à l'obscurité est similaire, où la lumière n'a pas d'effet significatif sur la germination des graines des 4 espèces d'*Eucalyptus*.

D'autre part, pour la germination nos résultats relatifs au comportement germinatif des graines des 4 espèces d'*Eucalyptus* en terme de taux, temps de latence, vitesse et temps moyen de germination sous l'effet des différentes températures testées à l'obscurité, pour avoir des conditions optimales de germination, en utilisant l'analyse statistique de la variance (Tucky), se discutent comme suite :

La germination est possible dans une large gamme de température de 5 °C à 45 °C et l'optimum thermique est variable d'une espèce à l'autre.

L'optimum thermique d'*Eucalyptus obliqua* se situe autour de 30 °C, pour *Eucalyptus sargentii* et *Eucalyptus brockwayi* se retrouve environ 20°C, et l'*Eucalyptus salmonophloia* autour de 15°C et 20°C.

Nos résultats montrent des différences significative entre les graines des 4 espèces aux différentes températures.

*Eucalyptus brockwayi* présente une meilleure germination et s'adapte à toutes les températures par rapport aux autres espèces. Par ailleurs, la germination était faible et lente chez *Eucalyptus obliqua*.

Les 4 espèces étudiées sont sensibles aux basses températures inférieur ou égale à 5 °C et le plus élevé de 40 °C où la germination est assez faible.

Selon Hawker et Black en 1993 les hautes températures inhibent la germination des graines en limitant la disponibilité d'énergie et des hydrolysats, événement conséquent d'un retard et d'une inhibition de la synthèse et/ou les activités des enzymes hydrolytiques. De même, Nykiforuk et Johnson-Flanagan en 1994, ont déterminés que les basses températures entraînent une perturbation et un retard de coordination lors de la mobilisation des réserves.

Des travaux antérieurs sur *E. globulus* recommandaient une température de 25 °C (Boland *et al.*, 1980), tandis que les espèces d'*Eucalyptus* poussant en Afrique du Sud faisaient

mieux à 17 – 22 °C (**Donald et Jacobs , 1993**). Un optimum de 15° et 20 °C a été signalée pour *E. delegatensis*, et tandis que de courtes périodes de température plus élevée n'ont pas sérieusement affecté la germination (**Battaglia, 1993**), d'autres chercheurs ont montré les effets néfastes de la température élevée sur la capacité de germination de cette espèce (**Grose, 1963**).

La synthèse de toutes les données obtenues par l'ACP fait ressortir sur l'ensemble des paramètres de germination testés aux différentes températures chez les graines de quatre (04) espèces d'*Eucalyptus*. Nous avons constaté d'après cette analyse que les températures de 15 °C à 35 °C sont idéales pour la germination des graines d'*Eucalyptus*, par ailleurs les températures 5 °C et 45 °C ont des effets négatifs sur la germination.

En fonction de leur répartition naturelle, les variations à l'intérieur des diverses espèces d'eucalyptus peuvent être écotypiques. Ces variations de provenances sont généralement révélées par les caractères morphologiques, mais elles s'accompagnent presque toujours de variations dans les caractères physiologiques importants (**Pryor, 1978**). Certaines espèces d'eucalyptus (par exemple *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus tereticornis*, *Eucalyptus microtheca*) se rencontrent dans une large gamme de milieux et couvrent des aires étendues. Les variations à l'intérieur de ces espèces peuvent parfois être aussi grandes que celles que l'on constate entre espèces voisines.

D'autres espèces ont une répartition plus limitée, mais qui peut parfois comporter des provenances isolées adaptées à des conditions écologiques bien particulières (*E. globulus*, *E. cloeziana*, *E. bicostata*). D'autres encore, telles que l'*Eucalyptus dunnii*, peuvent avoir une aire de répartition naturelle très limitée et cependant présenter une grande variabilité génétique leur permettant de s'adapter à des conditions diverses lorsqu'on les plante comme essences exotiques (**Pryor, 1982**).

A la fin de cette expérimentation, le reste des graines ont été réservées pour la conservation. les résultats obtenus sur les conditions optimales de germination de ces espèces sont d'une grande importance et doivent permettre un suivi de la viabilité de leurs graines stockées en conditions prédéterminées.

## **Conclusion et perspectives**

### Conclusion et perspectives

Cette expérimentation avait pour objectif d'évaluer la viabilité et le comportement germinatif des graines des 4 espèces d'*Eucalyptus* sous l'effet de température, la lumière et la détermination de l'optimum thermique de ces graines.

Les résultats obtenus ont montré que la faculté germinative des 4 espèces retenues sont satisfaites c'est à dire supérieure à 50 % pour la gamme de température allant de 10 °C à 40 °C, sauf pour *Eucalyptus obliqua* qui a une capacité de germination moins que les autres espèces. Par contre pour la température 5 et 45 °C, celles des variétés d'*Eucalyptus* montrent un pouvoir germinatif inférieur à 50 %.

L'optimum thermique est à 30 °C pour l'espèce *Eucalyptus obliqua*, à 20 °C pour les deux espèces d'*Eucalyptus brockwayi* et *Eucalyptus salmonophloia*, enfin, de 15 à 30 °C pour l'*Eucalyptus sargentii*.

D'après tout les résultats, nous concluons que l'*Eucalyptus brockwayi* germe mieux aux différentes températures, par contre l'*Eucalyptus obliqua* a une faible et lente germination par rapport aux 3 espèces. Les espèces étudiées sont sensibles à des basses températures de moins 5 °C, de meme ils s'adaptent aux températures élevées de 40 °C. Et donc, les températures 5 °C et 45 °C influent négativement sur la germination des graines des 4 espèces d'*Eucalyptus*.

De plus, l'influence de différentes températures sur le comportement germinatif pour avoir une cause génétique et écologique.

Des variations dans la viabilité et les pourcentages de germination étaient apparentes dans certains cas où plus d'une collection de graines était disponible pour les tests, indiquant que d'autres aspects, tels que l'âge des graines, la maturité à la récolte, la conservation, les conditions de stockage et la profondeur de la dormance des graines, restent à prendre en compte.

# **Liste des références bibliographiques**

### A

**Alexendrien D., 1992.** Essences forestières, Guide technique du forestier méditerranéen français. Edition techniques et documentation lavoisier, paris. 80 p.

**Alvarado V. et Bradford K. J., 2002.** A hydrothermal Time Model Explains The Cardinal Temperatures For Seed Germination. *Plant Cell Environ* 25(8): 1061-1069.

**Anonyme , 1953.** FAO, Tournées d'étude sur l'Eucalyptus. *Unasyuva*. Vol. 7. N°1.

### B

**Baba Aissa F., 1999.** Les plantes médicinales en Algérie, Ed. Addiwane, Alger, 184 p.

**Baskin C.C. et Baskin J. M., 1998.** Seeds Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. Academic Press, San Diego. 666 p.

**Battaglia M., 1997.** Seed Germination Model for *Eucalyptus delegatensis* Provenances Germinating Under Conditions of Variable Temperature and Water Potential, *Aust. J. Plant Physiol.* 69-79 p.

**Bekhouche I. et Benberkat N., 2018.** Essais de germination sous une contrainte imposée par l'utilisation d'un métal trace, Mémoire de master en Biodiversité et sécurité alimentaire, Université A. MIRA - Béjaia, 56p .

**Bell D. T., 1999.** Australian Trees For The Rehabilitation of Waterlogged and Salinity-Damaged Landscapes. *Aust.J. Bot.* (47) : 697-716.

**Bernard M., 2003.** L'Eucalyptus: Un arbre forestier stratégique. Aménagement et gestion. *Rev. For. Lv*, 2. 152 p

**Bertrand A., 1992.** Les filières d'approvisionnement en bois-énergie d'Antananarivo et Mahajanga. Evolutions et perspectives, Propositions pour la planification des actions. UPED ; CIRAD-Forêt, Nogent/Marne.

**Bigendako M. J., 2004.** Identification et zonage des *Eucalyptus globulus* au Rwanda. Chemonics International Inc., sous le projet ADAR .31 p.

**Binet P. et Brunel J. P., 1968.** Physiologie végétale : Photosynthèse. Paris, Ed Doin. Paris. 793 p.

**Boland D. J., Frooker M.I.H., Turnbull J.W., 1980.** *Eucalyptus* Seed. CSIRO Australia, Melbourne, 191 p.

## Liste des références bibliographiques

---

**Boland DJ., Brooker M.I.H., Turnbull J. W., 1987.** *Eucalyptus* Seed. Csiro, Camberra, Australia, 183 p.

**Bolingue W., Ly Vu B., Leprince O., Buitink J., 2010.** Characterization of Dormancy Behaviour in Seeds of The Model Legume *Medicago truncatula*. *Seed Science Research* 20: 97-107.

### C

**Campo C.G., 1995.** Vers un réseau de banques de graines en Méditerranée, *Ecologia Mediterranea*. France, pp 305-307.

**Charries J., 1980.** L'eucalyptus sur les hauts plateaux malgaches : Témoin, acteur et victime de comportements sociaux et politiques. *Cah.O.R.S.T.O.M., Sér. Sci. Hum.*, 17: 267- 268.

**Cohen j., Donald l., Henry S., Joel I., Plucknett, Trevor W., 1991.** Conservation *ex situ* des ressources phytogénétique: développement mondial et préoccupations environnementales. 153: 866-872.

**Côme D., 1970.** Les obstacles à la germination (monographie et physiologie végétale). Masson et Cie (Ed.) Paris, 162 p.

**Côme D., 1982.** Les semences, organe de survie, In "Conservation et stockage des graines et produits dérivés", Tec et Doc, Lavoisier, Paris. pp. 233-253.

**Côme D. et Engelmann F., 1989.** L'utilisation du froid pour la conservation à long terme des organes végétaux. *R. G. F.*, p319-323.

### D

**Daroui M. H., 2012.** Etude phytochimique et biologique des espèces *Eucalyptus globulus* (*Myrtaceae*), *Smyrniolobos olusatrum* (*Apiaceae*), *Asteriscus maritimus* et *Chrysanthemum trifurcatum* (*Asteraceae*). Thèse de doctorat en Biochimie Appliquée. Université Badji Mokhtar-Annaba. 8-28 p.

**Davidson NJ. et Reid JB., 1985.** Frost as a Factor Influencing the Growth and Distribution of Subalpine *Eucalypts*. *Australian Journal of Botany* 33, 657-667.

**Deysson G., 1967.** Physiologie et biologie des plantes vasculaires, croissance, production, écologie, physiologie. Ed Société d'édition déneigement supérieur. Paris, 335 p.

**Djellato A., 2018.** Etude de la diversité génétique de quelques espèces d'Eucalyptus par l'utilisation des marqueurs morphologiques, Mémoire de Master en biologie, Université Saad Dahlab, Blida I. 84 p.

**Donald D.G., Jacobs C.B ., 1993.** The Effect of Temperature on the Germination Capacity and Dormancy Percent of Seed of Cold Tolerant *Eucalyptus* Species, *Seed Sci.Technol.* 255-268 p.

E

**Eldridge K., Davidson J., Harwood C., van Wyk G., 1993.** Eucalypt domestication and breeding, Oxford University Press Inc., New York, 288 p.

F

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

**FAO, 2000.** Global Forest Resource Assessment, Main Report. Dans forestry paper, FAO, Rome.

G

**Gilles M., 2008.** Isolement et caractérisation chez l'Eucalyptus de gènes codant les facteurs de transcription CBF impliqués dans la réponse au froid, thèse de doctorat en Biosciences Végétales, Université Toulouse III - Paul Sabatier. 258 p.

**Gholami M., Mokhtarian F., Baninasab B., 2015.** Seed Halopriming Improves the Germination Performance of Black Seed (*Nigella sativa*) under Salinity Stress Conditions. *J. Crop Sci. Biotech.* 18(1): 21-26.

**Godefroid S., Piazz C., Rossi G., et al. 2011.** How Successful are Plant Species Reintroductions. *Biological Conservation*. 144: 672–82.

**Goetz P. et Ghedira K., 2012.** Phytothérapie infectieuse, Springer Verlag, France, 272 p.

**Gomez C., 1985.** Seed banks as an Emergency Conservation Strategy. *Plant Conservation in the Mediterranean Area*. Dr. W. Junk Publ., Dordrecht, pp : 237-247.

**Grose R.J., 1963,** The silviculture of *Eucalyptus delegatensis*, Part 1, Germination and Seed Dormancy, University of Melbourne, Bulletin N° 2, Melbourne.

**Guerrant E.O. et al. 2004.** Ex situ Conservation Supporting Species Survival in the Wild. Island press. Washington.

**Guyot L., 1978.** La biologie végétale. 4ème édition. Collection "que sais-je ". Presses Universitaires de France, 127p.

H

**Harrington J.F. 1972.** Seed storage and longevity, In Koslowski T. T. "Seed Biology", Academic Press, New York-London. pp. 145-245

**Hawker JS, Jenner, C F (1993).** High Temperature Affects the Activity of Enzymes in the Committed Pathway of Starch Synthesis in Developing Wheat Endosperm. *Aust J Plant Physiol* 20:197-209.

**Heller R., Esnault R., Lance C., 1990.** Abrégés de physiologie végétale (Tome II). Ed Masson, Paris, 266 p.

**Heller R., Esnault R., Lance C., 1998.** Physiologie végétale, Tome 1: Nutrition Dunod (ed.), Paris 322 p.

**Herranz J. M., Ferrandis P., Copete M. A., Martinez S. J. J., 2002.** Influencia de la temperatura de incubation sobre la germination de 23 endemismes végétales ibéricos o iberoafricanas. Invest. Agric. Prod. Prot. Veg., 17: 230-245.

**Hill KD. et Johnson LAS., 1995.** Systematic Studies in The Eucalypts, A Revision of The Bloodwoods, Genus *Corymbia* (*Myrtaceae*), Telopea 6,185-504.

**Hopper SD. et Moran GF., 1981.** Bird Pollination and The Mating System of Eucalyptus Stoatei. Australian Journal of Botany 29, 625-638.

**Hurtel J.M ., 2001.** Phytothérapie, plantes médicinales, aromathérapie, huiles essentielles.

### J

**Jeam P., Catmrine T. et Giues L., 1998.** Biologie des plantes cultivées. Ed. L'Arpers, Paris, 150 p.

**Johnson LAS., 1976.** Problems of Species and Genera in *Eucalyptus*(*Myrtaceae*). Plant Systematics and Evolution 125, 155-167.

**Johnson R.C., 2008.** Gene Banks Pay Big Dividends to Agriculture, the Environment, and Human Welfare Plos biology 6: e148.

### K

**Kajangwe V. et Mukarusine E., 2001.** Etude comparative de la teneur en huiles essentielles de 61 espèces d'*Eucalyptus* de l'arboretum de Ruhande. Bulletin de l'Institut Rwandais de Recherche Scientifique et Technologique (I.R.S.T).

**Kaliche F.Z. et Lemkeddem H., 2016.** L'effet de quelque températures sur la germination des graines du palmier-dattier (*Phoenix dactylifera* L.) cultivar GHARS. Mémoire de master en biotechnologie végétale. Université Kasdi Merbah- OUARGLA. 86p.

**Kofler L., 1969.** Croissance et développement des plantes Collection d'enseignement biologique. Ed: Gautier- Villard. Paris. 234p.

## Liste des références bibliographiques

---

**Koger C.H., Reddy K.N., Poston D.H., 2004.** Factors Affecting Seed Germination, Seedling Emergence and Survival of Texas weed (*Caperonia palustris*). Weed Science 52: 989–995.

**Konate, 1987,** L'étude de l'influence de la température et de la lumière sur la germination des graines de *Ziziphus mauritiana* et de *jatropha curcas*. Etude des prétraitements à appliquer pour la germination des graines de *Acacia senegal*, *Bauhinia* Université de Ouagadougou, BURKINA FASO, 144 p.

**Kotowski F., 1962.** Temperature Relations to Germination of Veg. Seeds Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 23: 176-184.

### L

**Lanier L., 1986.** Maladies de l'Eucalyptus. Bult. OEPP/EPPOB 16. 255 - 263.

**Leborgne N., Teulières C., Cauvin B., Travert S. et Boudet AM., 1995.** Carbohydrate Content of *Eucalyptus gunnii* Leaves Along an Annual Cycle in the Field and During Frost-Hardening in Controlled Conditions. Trees - Structure and Function 10, 86-93.

### M

**Maxed N., 2001.** *Ex situ, in situ* coservation. In S. A. Levin (ed). *Encyclopedia of biodiversity* 2: 683-696. Academic Press. San Diego. CA.

**Mazliak P., 1982.** Physiologie végétale et métabolisme, Ed Herman, Paris. 230 p.

**Meddouar S. et Eldjerriji, 2012,** Bilan des feux de forets en Algérie: Analyse spatio-temporelle et cartographe de risque (Période 1985-2010), Article de recherche, rev, Sécheresse, Algérie, vol 23, pp: 133-141, Méditerranéenne. Bult. OEPP/EPPOB 16, pp: 265-283.

**Mekelleche H., 2015.** L'étude morpho-métrique d'*Eucalyptus globulus Labill* (*Myrtacées*) dans la région de Tlemcen. Mémoire de master en écologie et environnement. Université Aboubaker Belkaid Tlemcen. 74 p.

**Méto A., 1954.** Les eucalyptus dans les reboisements. Ed. Organisation des Nations Unies, FAO. 395 p.

**Méto A., 1970.** Les eucalyptus dans le monde méditerranéen. Ed. Masson et cie, Paris, 513 p.

**Maunder M., et Byers B., 2005.,** The IUCN Technical Guidelines on the Management of *Ex Situ* Populations for Conservation: reflecting major changes in the application of *ex situ* conservation. (39): 95-98.

**Mguis k., Albouchi A., Ben Brahim N., 2011.** Effect of Temperature and Salinity on Germination of *Ruta graveolens* L. Acta Bot. Gallica 158(4): 645-652.

N

**Nehinda T. C., 1998.** *Malaria: Are-emerging Disease in Africa* OMS. Geneve. Emerging Infectious Disease. 4(3): 398-403.

**Nivot N., 2005.** Essais de germination et de bouturage de six espèces indigènes sciaphytes du Canada. Mémoire (M.Sc.), Université de Laval (Québec), 129 p.

**Nour A., 2017.** Etude de la viabilité et vigueur des semences de blé pendant le stockage, Thèse de doctorat en biologie végétale et environnement, Université Badji Mokhtar Annaba. 179 p.

**Nykiforuk C L and Johnson Flanagan A M., 1994.** Germination and early seedling development under low temperature in canola. Crop Science 34: 1047-1054.

P

**Profizi JP., 1993.** Le palmier raphia. Le Flamboyant 25: 11-14.

**Pryor LD. et Johnson LAS., 1971.**A Classification of the Eucalypts, Australian National University, Canberra, Australia.

**Pryer LD., 1982.** Les eucalyptus dans les reboisements. Etudes des forêts et des produits forestiers, N° 11, FAO. Rome, 1 p.

Q

**Quézel P. et Santa S., 1963.** Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed CNRS, Paris. Pp : 571-1170

R

**Raik M., 2018.** Contribution à l'étude de l'état de lieu des tranchées pare-feu dans la forêt de Tanira (Wilaya de Sidi Bel-abbès), Mémoire de master en foresterie, Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen, 84 p.

**Rakotavao N. A., 1995.** Enquête sur les activités et produits de cueillette-extractivisme dans la zone de Manjakandriana et particulièrement dans les zones boisées en *Eucalyptus robusta*. CIRAD-forêt & FOFIDA-DRD, Antananarivo.

**Roberts E.H., Ellis R.H., 1977.** Prediction of Seed Longevity at Sub-Zero Temperatures and Genetic Resources Conservation, Nature. pp. 431-432.

**Rao NK., Hanson J., Dulloo ME., Ghosh K., Nowell D., Larinde M., 2006.** Manuel de manipulation des semences dans les banques de gènes. Manuels pour les banques de gènes N° 8. Bioversity International, Rome, Italie. pp: 57-83.

**Redondo G. S., Mateos N. E., Wharmby C., Davy C.J., Figueroa M.E., 2007.** Bracteoles Affect Germination and Seedling Establishment in Mediterranean Population of *Atriplex portulacoides*. *Aquatic Botany* 86: 93-96.

**Richard N. R., 2007.** Essai de scarification par la méthode thermique pour améliorer la germination des graines d'*Eucalyptus grandis* à Kisangani. Travail d fin d'étude en science agronomique. Université de KISANGANI. 52 p.

**Rodolfo J., 2003.** Quality Characters of Essential Oils From Rwanda. Part II : *Eucalyptus*, Basil and Vetiver. A SNAPP-USA, ASNAPP-Rwanda.

### S

**Sanogo S., 2015.** Essai de germination et conservation de fruit et grains de quelques especes ligneuses à usages multiples au Mali. These de doctorat (PhD). Faculté des sciences en Bio-Ingénierie. Université de Gand. Belgique. p231.

**Schmidt LH., 2000.** Guide to Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed. Danida Forest Seed Centre, Humlebaek, Denmark.

**Serventy V., 1968.** Wildlife of Australia. Thomas Nelson LTD. Canada. 28 p.

**Soltner D., 2007.** Les bases de la production végétale tome III, la plante, Ed. Collection science et technique agricole Paris, 304 p.

**Steckel L.E., Sprague C., Stoller E.W., Wax L., 2004.** Temperature Effects on Germination of Nine Amaranthus Species. *Weed Sci.* 52: 217-221.

### T

**Takahashi T., Kokubo R. et Sakaino M., 2004.** Antimicrobial Activities of *Eucalyptus* Leaf Extracts and Flavonoids From *Eucalyptus maculata*. *Letters in Applied Microbiology*, 39(1), 60–64.

**Trainer J., 2000.** Extrait du Bulletin officiel n° 6, France. 39-143.

**Traore N., Sidibe L., Bouare S., Harama D., Somboro A., Fofana B., Diallo D., Figueredo G., et Chalchat J.C., 1991.** Activités antimicrobiennes des huiles essentielles d'*Eucalyptus citriodora* Hook et *Eucalyptus houseana* W.Fitzg. ex Maiden. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7(2): 800-804, ISSN 1991-8631.

**Turnbull, J. W., 1991.** Future Use of Eucalyptus: Opportunities and Problems. *in*: A.P.G. Schonau (ed.). IUFRO Symp Intensive for the Role of *Eucalyptus*. Southern African Institute of Forestry, Pretoria. 2-27 p.

### V

**Villagran J. et Kadik B., 1981.** Étude préliminaire sur l'évolution de *Phoracanthasemipunctata* Fab., ravageur des forêts en Algérie. C.N.R.E.F. 6 p.

### W

**Warot S., 2006.** Les Eucalyptus utilisés en Aromathérapie .Préparatrice en pharmacie. Mémoire de fin de formation en Phyto-aromathérapie. 3 p.

**Wichtl M. et Anton R., 2003.** Plantes thérapeutiques, EMI/Tec & Doc, Paris, 200-2 p.

**Willan RL., 1984.** A Guide to Forest Seed Handling With Spécial Référence to the Tropics. DANIDA Forest Seed Centre, DK-3050 Humlebaek, Denmark, 394 p.

**Willan RL., 1985,** Guide de manipulation des semences forestières, Etude FAO forets 20/2. DANIDA, organisation des notions unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome.

**Willan RL., 1992.** Guide de manipulation des semences forestières (dans le cas particulier des régions tropicales). Etude FAO Forêts, 20/2.

### Webographie

**Site web 1:** <http://www.vegetalis.fr/conseil-view/eucalyptus-generalites> (consulté le 18/02/2021)

**Site web 2:** <https://pixabay.com/photos/gum-trees-eucalyptus-grandis-trees-3989281> (consulté le 18/02/2021)

**Site web 3:** <https://www.lepeupledacote.com/plante/eucalyptus-dorrigoensis> gommier blanc-dorrigo (consulté le 22/02/2021)

**Site web 4:** <https://www.ladrome.bio/plante/herbier-plantes-eucalyptus-citronne> (consulté le 18/02/2021)

**Site web 5:** <https://palmiersetcompagnie.fr/produit/eucalyptus-brookeriana> (consulté le 3/03/2021)

**Site web 6:** <https://trees.stanford.edu/ENCYC/EUCpan.htm> (consulté le 02/03/2021)

**Site web 7:** [https://apps.lucidcentral.org/euclid/text/entities/eucalyptus\\_lacrimans.htm](https://apps.lucidcentral.org/euclid/text/entities/eucalyptus_lacrimans.htm) (consulté le 08/01/2021)

**Site web 8:** <https://www.aquaportail.com/definition-788-graine.html> (consulté le 10/03/2021)

**Site web 9:** <https://diprospiweux.wordpress.com/2014/12/08/la-structure-dune-graine-de-haricot/> (consulté le 26/03/2021)

**Site web 10 :** <https://www.google.com/maps/place/Forêt+Domaniale+de+Tenira/> (consulté le 07/07/2021)

**Site web 11:** <https://www.plantscience4u.com/2014/08/types-of-seed-germination-epigeal-and.html> (consulté le 29/03/2021)

# *Annexes*

## RÉSULTATS DE L'ANALYSE EN COMPOSANTE PRINCIPALES (ACP)

### 1°/ *Eucalyptus obliqua*

Variable	Fact. 1	Fact. 2
CG	0,760859	-0,294137
TL	0,063214	-0,966866
CV	0,940866	0,173730
TM	-0,971869	-0,124975

Individus	Fact. 1	Fact. 2
5	-5,92349	-0,50630
10	-2,41123	-4,24395
15	-0,18654	-0,88832
20	0,70574	-0,06046
25	1,04465	0,02350
30	1,07670	-0,12884
35	-0,01752	0,20191
40	-0,50083	-0,27590
45	-2,89631	-1,05949

### 2°/ *Eucalyptus brockwayi*

Variable	Fact. 1	Fact. 2
CG	0,760859	-0,294137
TL	0,063214	-0,966866
CV	0,940866	0,173730
TM	-0,971869	-0,124975

Individus	Fact. 1	Fact. 2
5	-2,09281	0,14212
10	-0,76421	-2,48090
15	1,31077	-0,15763
20	1,87858	-0,10093
25	1,21500	-0,18152
30	-0,47553	0,19257
35	-0,50353	0,72685
40	1,58306	0,93083
45	-2,15134	0,92860

3°/ *Eucalyptus sargentii*

Variable	Fact. 1	Fact. 2
CG	-0,749313	-0,506404
TL	-0,863358	0,449322
CV	-0,406397	-0,843258
TMG	-0,888697	0,376086

Individus	Fact. 1	Fact. 2
5	3,32674	1,12238
10	-2,25356	2,01911
15	-0,65492	-0,22418
20	-0,24538	-1,67569
25	-0,47620	-0,65335
30	-0,11536	-1,04570
35	-0,67293	0,57169
40	0,25357	-0,52533
45	0,83804	0,41107

4°/ *Eucalyptus salmonophloia*

Variable	Fact. 1	Fact. 2
CG	-0,944382	0,184862
TL	0,893615	-0,412540
CV	-0,797269	-0,599123
TM	0,982309	0,066750

Individus	Fact. 1	Fact. 2
5	4,36594	-0,257806
10	-0,08753	1,311865
15	-0,56994	-0,044063
20	-1,31681	-0,549354
25	-1,03485	-0,357465
30	-0,82985	-0,392874
35	-0,33581	1,027767
40	-0,19114	-0,738070