

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université 20 Août 1955 Skikda

Faculté des Sciences

Département des Sciences Agronomiques



Mémoire de fin d'études

En Vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences Agronomiques

Option : Systèmes de Production Agroécologique

Thème

Influence de climat sur les caractères morphologiques comparés (feuilles)
de l'*Eucalyptus globulus* Labill. (1800), au sein de trois populations
naturelles d'Algérie.

Présenté par :

- Mlle BELKACEM KAHLOULI Hassna
- Mlle BERRAHAIL Imene
- Mlle LOUDJANI Assia

Membres de jury :

M. HANNACHI Abdelhakim (MCB)	Présidente	Université du 20 Août 1955 – Skikda
M. HAFSI Zakaria (MCB)	Encadrant	Université du 20 Août 1955 – Skikda
M ^{me} SAYAD Ibtissem (MCB)	Examinatrice	Université du 20 Août 1955 – Skikda

Année Universitaire : 2021-2022

Remerciements

Nous remercions tout d'abord :

ALAH Le Tout Puissant,

D'avoir nous donné le courage et la patience pour mener à terme cet humble travail.

Nous tenons à remercier vivement ;

M. HAFSI Zakaria notre promoteur,

Pour avoir accepté de nous encadrer, orienter et donner les plus amples conseils précieux qui nous ont permis de s'affranchir des écueils rencontrés tout au long de la période de réalisation de ce présent travail et permettant ainsi son bon déroulement.

Nos vifs remerciements s'adressent, également,

Aux membres du jury,

Pour avoir accepté avec un bon cœur d'évaluer cette étude.

Enfin, un grand merci ;

A toute personne ayant contribué, de façon directe ou indirecte, à l'accomplissement de ce travail.

Merci

DÉDICACE

JE REMERCIE **DIEU** DE M'AVOIR DONNÉ LE COURAGE POUR ACCOMPLIR CE MODESTE TRAVAIL QUE JE DÉDIE :

À MES PARENTS :

À MON PÈRE, QUI A TRAVAILLÉ DUR, FAIT TOUS LES EFFORTS ET M'A SOUTENU FINANCIÈREMENT ET MORALEMENT DE TOUT CE QU'IL POUVAIT.

À MA MÈRE ; QUI M'A TOUJOURS ACCOMPAGNÉ DE SES PRIÈRES BÉNIES ET DE SES MOTS GENTILS,

JE VOUS DÉDIE CETTE REMISE DES DIPLÔMES DU FOND DU CŒUR POUR VOUS DEUX AVEC REMERCIEMENTS ET GRATITUDE.

À MES SŒURS « LAMIA _ RIMA »

À MES FRÈRES « HICHEM _ ABD REZAK »

AUX PETITS ENFANTS « DJOURI _ SIRADJE _ TAKI _ ALA _ TASNIM _ LOUAI »

À MES AMIES « SARA _ MANEL _ CHAIMA _ NESRINE _ SAÏDA »

À TOUTE MA GRANDE FAMILLE ET À TOUS CEUX QUE J'AIME ET QUI M'AIMENT.

À TOUS CEUX QUI M'ONT AIDÉE À RÉALISER LE PRÉSENT TRAVAIL.



HASSNA

DÉDICACE

CE PROJET FIN D'ÉTUDE EST DÉDIÉ À :

MES CHERS PARENTS ;

QUI M'ONT TOUJOURS POUSSÉ ET MOTIVÉ DANS MES ÉTUDES. SANS EUX, JE
N'AURAIS CERTAINEMENT PAS FAIT D'ÉTUDES CONQUES.
CE PROJET FIN D'ÉTUDE REPRÉSENTE DONC L'ABOUTISSEMENT DU SOUTIEN ET
DES ENCOURAGEMENTS QU'ILS M'ONT PRODIGUÉS TOUT AU LONG DE MA
SCOLARITÉ. QU'ILS EN SOIENT REMERCIÉS PAR CETTE TROP MODESTE DÉDICACE.

AUSSI, C'EST UN MOMENT DE PLAISIR DE DÉDIER CET ŒUVRE À :

MES BELLES SŒURS : **DJIHEN ET HAZAR,**

MON CHER FRÈRE : **AHMED,**

POUR LA RECONNAISSANCE ET LA GRATITUDE ET LES SACRIFICES
DONT VOUS AVEZ FAIT TOUJOURS PREUVÉ À MON ÉGARD.

ET FINALEMENT,

À MES AMIES : **MARWA, GHADA, INES, HASSNA ET ASSIA ,**
QUI N'ONT JAMAIS CESSÉES DE ME SOUTENIR.



IMENE

DEDICACE

JE CONSACRE LE FRUIT DE MES EFFORTS À ;

CEUX QUI ONT FERMÉ LES YEUX SUR NOTRE ÉCHEC ET APPLAUDI NOTRE TENTATIVE, ET NOUS ONT ENCOURAGÉS À NOUS LEVÉR GRATUITEMENT.... **MES PARENTS.**

À MA MERE ;

MON CIEL, LA PRUNELLE DE MES YEUX, QUI M'A GUIDÉE ET SOUTENUE.

À MON PERE, QUE DIEU LUI FASSE MISÉRICORDE ;

CELUI QUI A BU LA COUPE VIDE POUR ME DONNER UNE GOUTTE D'AMOUR ...CELUI QUI A CUEILLI DES CHARDONS SUR MON CHEMIN POUR OUVRIR LE CHEMIN DE LA CONNAISSANCE.

ET À CEUX QUI DÉPENDENT DE LUI DANS CHAQUE GRANDE ET PETITE CHOSE , MA SŒUR « **MERIEM ET RACHIDA** » .

À MES FRÈRES ;

« RIYAD, SHAWKI, SAMI ET FATEH »

CEUX PARMIS LESQUELS DIT MON SEIGNEUR « NOUS RENFORCERONS TON BRAS AVEC TON FRÈRE »

AUX PETITES ENFANTS ;

« ABD ALNOUR _BOUDAINA _ABD ALRAHIM_HAITEM_ FARAH_ YASMINE_ YUCEF »
LES FLEURS DE MA VIE

À MA FAMILLE ET MES PROCHES ;

À MES CHÈRES AMIES ET LES FEUILLES DU CHEMIN,

EN PARTICULIER **MARWA, AMANI, IHSEN, ZAHRA, FATIMA ET ZINA.**

À TOUS CEUX ;

QUI ONT TRAVERSÉ MON CŒUR ET LAISSÉ UNE BONNE TRACE.



ASSIA

Abréviations

E	El Ghedir
D	Dj Ouahch
B	Babor
T	Valeur de la moyenne annuelle °C
m	Valeur de la moyenne des minimas du mois le plus froid °C
M	Valeur de la moyenne des maximas du mois le plus chaud °C
M'	Valeur de la moyenne des minimas du mois le plus chaud °C
T min	Valeur la plus faible des moyennes mensuelles °C
T max	Valeur la plus forte des moyennes mensuelles °C
P	Pluviométrie totale annuelle mm/ an
A ou Ic	Amplitude thermique annuelle moyenne T max- T min
Q₃	Quotient pluviothermique d'Emberger modifié par Stewart
ONM	Office national métrologique
LNF	Longueur de la feuille en mm
LRF	Largeur de la feuille en mm
R	Rapport longueur / largeur de la feuille
LNP	Longueur du pétiole en mm
RP	Rapport longueurs feuille / pétiole
DM	Diamètre maximal du pétiole en mm
DN	Diamètre minimal du pétiole en mm
A	Angle défini par la nervure principale et celle secondaire en ° C
NB	Nombre des boutons floraux par grappe
LP	Longueur du pétiole par grappe
LPL	Longueur du pédicelle la plus longue par grappe en mm
LPC	Longueur du pédicelle la plus courte par grappe en mm
SF	Symétrie de la feuille
FF	Forme de la feuille
CF	Couleur de la feuille
FA	Forme de l'apex
FB	Forme de la base
FP	Forme du pétiole
ACP	Analyse en composantes principales
CHA	Classification hiérarchique ascendante

Liste des tableaux

Numéro	Titre	Page
CHAPITRE II. ETUDE DU MILIEU, MATERIEL ET METHODES		
1	Principales caractéristiques géographiques des sites étudiés.	20
2	Caractéristiques des stations climatiques de référence, périodes et sources des données (O.N.M. d'Alger).	24
3	Paramètres et indices climatiques appliqués pour les sites d'échantillonnage.	24
4	Données thermiques (en C°) et pluviométriques (en mm) corrigées des sites étudiés.	26
5	Types de régime saisonnier correspondants aux sites d'échantillonnage.	26
6	Types et sous-types de continentalité thermique selon Rivas-Martinez (2005a)	27
7	Valeurs de l'amplitude annuelle moyenne et Bioclimats correspondants selon les classifications de Rivas-Martinez (2005)	28
8	Pluviométrie, températures et quotients d'aridité des sites étudiés	30
9	Caractères morphologiques quantitatifs étudiés.	33
10	Caractères morphologiques qualitatifs étudiés.	33
CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSIONS		
11	Caractéristiques des caractères quantitatifs mesurés pour les feuilles des trois stations.	43
12	Fréquences (%) pour les variables qualitatives par station.	44
13	Corrélations entre les variables quantitatives mesurées.	45
14	Valeurs propre issues de l'ACP.	47
15	Corrélation entre les variables sur le plan factoriel (1×3) .	47
ANNEXES		
16	Corrélation entre les variables sur le plan factoriel (1×3) révèle par l'ACP.	

Liste des figures

Numéro	Titre	Page
CHAPITRE I. PRESENTATION L'ESPECE		
1	Sujets d' <i>Eucalyptus</i> de la station de Dj. Ouahch de Constantine (photographie de Hafsi, 2022).	4
2	Encore d'un arbre d' <i>Eucalyptus globulus</i> de la station de Babor de Sétif (photographie de Belkacem, 2022).	5
3	Tronc d'un arbre d' <i>Eucalyptus globulus</i> de la station de Babor Sétif (photographie de Belkacem, 2022).	6
4	Feuille d' <i>Eucalyptus globulus</i> de la station de Babor Sétif (photographie de Belkacem, 2022).	6
5	Racines d' <i>Eucalyptus globulus</i> de la station de Babor Sétif (photographie Belkacem2022).	7
6	Fruits d' <i>Eucalyptus globulus</i> de la station de Babor Sétif (photographie par Hafsi 2022).	8
7	Répartition du l' <i>Eucalyptus</i> cultivé dans le monde (FAO Map.2008).	15
CHAPITRE II. ETUDE DU MILIEU, MATERIEL ET METHODES		
8	Localisation des sites d'échantillonnage de notre espèce. El Ghedir (E). Djebel Ouahch (D) et Babor (B).	20
9	Diagramme ombrothermique de Bagnouls &Gausсен des deux stations d'échantillonnage. El Ghedir (E). Djebel Ouahch (D) et Babor (B).	29
10	Situation des sites d'échantillonnage dans le climagramme d'Emberger concernant notre espèce .El Ghedir (E).Djebel Ouahch (D). Babor (B).	31
11	Matériel utilisé au laboratoire .A, Stéréoscope (Grossissement ×40.Novex) et B, Pieds à coulisse digital (150mm. Bricoman)	33
12	Quelques caractères morphologiques étudiés pour les feuilles de notre espèce.	34
CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSIONS		
13	Analyses en composantes principales (ACP) des variables morphologiques quantitatives et environnementales concernant les feuilles : Cercle de corrélation des variables (A), Diagramme de dispersion des 60 arbres (B) et Classification hiérarchique ascendante obtenue par la méthode de Ward (C).	48

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction

1

CHAPITRE I. PRESENTATION DE L'ESPECE

1. Présentation du genre dans le monde	4
1.1. Généralité	4
1.2. étymologie	5
1.3. Classification	5
1.4. Description	5
1.4.1. Ecorce	5
1.4.2. Tronc	6
1.4.3. Feuilles	6
1.4.4. Racines	7
1.4.5. Fleurs	7
1.4.6. Fruits	8
1.5. Exigences édaphiques et climatique	8
1.5.1. Ecologie	8
1.5.2. Sol	9
1.5.3. Climat	9
1.5.4. Croissance et longévité	9
1.5.5. Régénération naturelle	10
1.5.6. Sensibilité	10
1.5.7. Traitement	10
1.6. Usages et intérêts	11
1.6.1. Bois	11
1.6.1.1. La production	11
1.6.1.2. La qualité	11
1.6.2. Autres produits	12
1.6.2.1. Le miel	12
1.6.2.2. Les feuilles	12
1.6.2.3. Les huiles essentielles	12
1.7. Répartition géographique	13
1.7.1. Répartition mondiale	13
1.8. Ennemis et maladies	13
2. Présentation du genre en Algérie	14
2.1. Description et répartition	14

2.2. Les principales espèces d' <i>Eucalyptus</i> en Algérie	15
2.2.1. <i>Eucalyptus botryoïdes</i>	15
2.2.2. <i>Eucalyptus camaldulensis</i> (gommier rouge – variétés diverses)	15
2.2.3. <i>Eucalyptus citriodora</i> et <i>Eucalyptus maculata</i>	16
2.2.4. <i>Eucalyptus cladocalyx</i> ou <i>Eucalyptus corynocalyx</i>	16
2.2.5. <i>Eucalyptus diversicolor</i>	16
2.2.6. <i>Eucalyptus globulus</i> ou gommier bleu (notre espèce choisie)	16
2.2.7. <i>Eucalyptus gomphocephala</i>	16
2.2.8. <i>Eucalyptus leucoxylon</i>	17
2.2.9. <i>Eucalyptus melliodora</i>	17
2.2.10. <i>Eucalyptus occidentalis</i>	17
2.2.11. <i>Eucalyptus ovata</i>	17
2.2.12. <i>Eucalyptus paniculata</i>	17
2.2.13. <i>Eucalyptus robusta</i>	17
2.2.14. <i>Eucalyptus salmonofloia</i>	18
2.2.15. <i>Eucalyptus saligna</i>	18
2.2.16. <i>Eucalyptus sideroxylon</i>	18
2.2.17. <i>Eucalyptus umbellata</i>	18
2.2.18. <i>Eucalyptus viminalis</i>	18

CHAPITRE II. ETUDE DU MILIEU, MATERIELS ET METHODE

1. Etude du milieu	20
1.1. Cadre physique	20
1.1.1. Choix et localisation	20
1.1.2. Contexte administratif et biogéographique	21
1.1.2.1. El Ghedir (Skikda)	21
1.1.2.2. Djebel Ouahch (Constantine)	22
1.1.2.3. Babor (Sétif)	23
1.2. Cadre climatique	24
1.2.1. Sources et période des données météorologique	24
1.2.2. Paramètres et indices climatique étudiés	24
1.2.3. Données et paramètres climatiques	25
1.2.4. Synthèse climatique	25
1.2.4.1. Le régime saisonnier	25
1.2.4.2. Evaluation de la continentalité	27
1.2.4.2.1. La continentalité thermique	27
1.2.4.3. Evaluation de la sécheresse	28
1.2.4.3.1. Indice de Bagnouls et Gaussen (1953) et diagramme ombrothermique	28
1.2.4.3.2. Quotient pluviothermique et climagramme d Emberger	29
2. Matériel et méthodes	32
2.1. Matériel	32
2.1.1. Matériel végétal	32
2.1.2. Dispositif expérimental	32

2.2. Méthode	32
2.2.1. Etude morphométrique	32
2.2.1.1. Observation et choix des caractères	32
2.2.1.2. Mensurations	32
2.2.2. Méthodes d'analyses statistiques	34
2.2.2.1. Types des caractères	34
2.2.2.2. Tests de normalité	35
2.2.2.3. Statistiques descriptives	35
2.2.2.4. Tests de significativité	35
2.2.2.5. Tests de corrélation	35
2.2.2.6. Analyses factorielles	35
2.2.2.7. Logiciels appliqués	35

CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION

1. Résultat	37
1.1. Morphométrie	37
1.1.1. Les caractères quantitatifs	37
1.1.1.1. Longueur de la feuille (LNF)	37
1.1.1.2. Largeur de la feuille (LRF)	37
1.1.1.3. Rapport (longueur / Largeur) de la feuille (R)	37
1.1.1.4. Longueur du pétiole (LNP)	37
1.1.1.5. Rapport longueur (feuille / pétiole) (RP)	37
1.1.1.6. Diamètre maximal de pétiole (DM)	38
1.1.1.7. Diamètre minimal du pétiole en mm (DN)	38
1.1.1.8. Angle défini par la nervure principale et celle secondaire (A)	38
1.1.1.9. Nombre des boutons floraux par grappe (NB)	39
1.1.1.10. Longueur du pédoncule par grappe (LP)	39
1.1.1.11. Longueur du pédicelle le plus long par grappe en mm (LPL)	39
1.1.1.12. Longueur du pédicelle le plus court par grappe en mm (LPC)	39
1.1.2. les caractères quantitatifs	40
1.1.2.1. Symétrie de la feuille (SF)	40
1.1.2.2. Forme de la feuille (FF)	40
1.1.2.3. Couleur de la feuille (CF)	40
1.1.2.4. Forme de l'apex (FA)	40
1.1.2.5. Forme de la base (FB)	41
1.1.2.6. Forme du pétiole (FP)	41
1.2. Analyse de la diversité morphologique	41
1.2.1. Tests de significativité	41
1.2.2. Tests de corrélation	41
1.2.3. Tests multivariés	46
2. Discussion	48
2.1. Effet des facteurs environnementaux (tableaux 12 et 13 ; figure 13)	49
2.2. Comparaison des données recueillies	50

Conclusion	51
Références bibliographiques	52
Annexes	56
Résumé	

Introduction

De très nombreuses espèces de la famille des *Myrtaceae* 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 disséminées un peu partout dans le monde (Hurtel, 2001).

Les *Eucalyptus* représentent des arbres forestiers originaires d'Australie et plus de 600 espèces sont répertoriées à ce jour. Parmi ces espèces un grand nombre est originaire de l'île de Tasmanie et de l'île principale d'Australie et seulement quelques espèces ont pour origine l'Indonésie. Il est probable que l'*Eucalyptus* par ses qualités de repousse après incendies ait pu coloniser de grandes surfaces en Australie, la croissance rapide et la qualité de son bois font de l'*Eucalyptus* le feuillu le plus planté au monde pour des usages industriels, principalement pour la pâte à papier. En 2000, la superficie totale des plantations d'*Eucalyptus* ont atteint 18 millions d'hectares principalement en Inde, au Brésil, en Afrique et en Europe (FAO, 2000).

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 1857 en Algérie pour drainer les terrains de régions touchées par la malaria (Treiner, 2000).

L'étude du polymorphisme des végétaux se fait par le biais des caractères taxonomiques, qui sont des traits ou des propriétés d'un végétal susceptible d'être mesurés. Parmi ces caractères, les plus fréquemment utilisés sont les structures des feuilles (Bidault, 1971).

Notre travail est porté donc sur la variabilité morphologique du feuillage d'*Eucalyptus globulus* Labill., provenant de trois régions (El Ghedir à Skikda), (Dj. Ouahch à Constantine) et (Babor à Sétif) en Algérie. Aussi, cette étude nous permettra de faire un état de connaissances sur l'effet des pressions d'ordre abiotique sur la diversité et même l'adaptation de cette espèce intéressante.

Dans le but d'atteindre notre objectif d'étude, notre mémoire est structuré en trois chapitres une introduction :

- Dans le premier chapitre, une synthèse bibliographique sur les espèces du genre *Eucalyptus* a été bien développée.
- Le deuxième chapitre est une description de la zone d'étude : la situation géographique et celle climatique ont été étudiées ainsi que le matériel nécessaire et les méthodes appliquées.
- Le troisième chapitre traite les résultats obtenus avec leur discussion.

Enfin ce document est terminé par une conclusion qui résume les principaux résultats avec les perspectives souhaitables.

CHAPITRE I

PRESENTATION DE L'ESPECE



I. Présentation du genre dans le monde

I.1. Généralités

Les *Eucalyptus* représentent des arbres forestiers originaires d'Australie et plus de 600 espèces sont répertoriées à ce jour. Parmi ces espèces un grand nombre est originaire de l'île de Tasmanie et de l'île principale d'Australie et seulement quelques espèces ont pour origine l'Indonésie. Il est probable que l'Eucalyptus par ses qualités de repousse après incendies ait pu coloniser de grandes surfaces en Australie, la croissance rapide et la qualité de son bois font de l'Eucalyptus le feuillu le plus planté au monde pour des usages industriels, principalement pour la pâte à papier. En 2000, la superficie totale des plantations d'Eucalyptus ont atteint 18 millions d'hectares principalement en Inde, au Brésil, en Afrique et en Europe (FAO, 2000). Ce genre (figure 1) appartient à la famille des Myrtacées qui constituent la famille la plus importante de l'ordre des Myrtales. Elle est très ancienne et peut être suivie jusque dans le crétacé inférieur.



Figure 1. Sujet d'*Eucalyptus globulus* de la station de Dj. Ouahch de Constantine (Photographie, Hafsi-2022)

I.2. Étymologie :

Nous avons :

- «**Eu**» est un préfixe d'origine grecque et signifiant «bien» et
- «**Kalyptos**» veut dire «couverture».

Le nom générique signifie donc : «bien couvert», car les pétales et sépales sont soudés. Le nom commun est le Gommier bleu fait allusion à la gomme résineuse qu'ils exsudent quand ils sont blessés. Les plus populaires (les noms vernaculaires) en Algérie qui sont appelés dans plusieurs différentes régions sont : **Calitouss** « le nom le plus connue», ou **Calibtus, Kafor**.

I.3. Classification

D'après la classification scientifique APG (Angiospères Phylogeny Group) (**Guignard, 2001**), le gommier bleu appartient à :

Règne	<i>Végétale</i>
Embranchement	<i>Spermaphytes</i>
Sous-embranchement	<i>Angiospermes</i>
Classe	<i>Eudicotes</i>
Sous-classe	<i>Rosidés</i>
Ordre	<i>Myrtales</i>
Famille	<i>Myrtacées</i>
Genre	<i>Eucalyptus</i>
Espèce	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.

I.4. Description botanique

I.4.1 Ecorce

L'écorce fréquemment blanche et lisse et s'exfoliant en plaques roussâtres. Elle peut être caduque ou persistante (FAO, 1982 ; Alexendrien, 1992).

Figure 2. Ecorce d'un arbre d'*Eucalyptus globulus* de la station de Babor de Sétif (photographie par Belkacem, 2022)



I.4.2 Tronc

Au niveau du tronc, l'écorce est très utile pour l'identification et la distinction entre les nombreuses espèces, car elle peut présenter de grandes différences dans son apparence : se décortiquant, dure, fibreuse, floconneuse, lisse, ou possédant de profonds sillons (FAO, 1982 ; Alexendrien, 1992).



Figure 3. Tronc d'un arbre d'*Eucalyptus globulus* de la station de Babor de Sétif (photographie de Belkacem, 2022).

I.4.3 Feuilles

Les feuilles sont coriaces, persistantes, glabres, très odorantes. Elles se présentent sous deux sortes :

- Feuilles de jeunesse plus ou moins opposées, souvent sessiles, rondes et glauques.
- Feuilles adultes généralement alternes, pétiolées, entières, pendantes à deux faces identiques, l'angle d'insertion des nervures latérales est un caractère distinctif important.

Les feuilles comportent de nombreuses vacuoles qui contiennent des huiles riches en cinéol ou en eucalyptol (FAO, 1982 ; Alexendrien, 1992).



Figure 4. Feuilles d'*Eucalyptus globulus* de la station de Babor de Sétif (photographie de Belkacem, 2022).

I. 4.4 Racines

La plupart des *Eucalyptus* possède également des organes de sauvegarde souterrains appelés lignotubes. Ces lignotubes se présentent sous forme de renflements à la base du collet racinaire ; ce sont des massifs cellulaires indifférenciés contenant des réserves glucidiques comme l'amidon. Les *Eucalyptus*, pour la majorité d'entre eux indigènes de l'Australie, ont évolué dans un environnement difficile, aride et soumis aux incendies répétés. Or, les lignotubes permettent justement à l'*Eucalyptus* d'engendrer de nouvelles pousses si une perturbation majeure vient à détruire l'appareil végétatif aérien de la plante, partiellement ou dans sa totalité. Les lignotubes favorisent donc la survie des espèces d'*Eucalyptus* possédant cette adaptation (FAO, 1982 ; Alexendrien, 1992).

Figure 5. Racines d'*Eucalyptus globulus* de la station de Babor de Sétif (photographie de Belkacem, 2022).



I.4.5 Fleurs :

Les fleurs peuvent être blanches, jaunes ou rouge, à étamines nombreuses ordinairement groupées en ombelles. Malgré la grande taille de certaines espèces et leur longévité, les *Eucalyptus* se mettent à fleur à un âge très peu avancé ; quelques fois 4 ou même 2 ans, il y a sous ce rapport des différenciations soit spécifiques, soit individuelles considérables. La floraison est annuelle au début de l'automne ou au printemps, mais pour certaines espèces elle est estivale. Quand l'épanouissement des fleurs se fait au coeur de l'hiver, comme c'est le cas de l'*Eucalyptus globulus*, elles peuvent être endommagées par le froid. En général, la fructification est abondante (FAO, 1982 ; Alexendrien, 1992).

I.4.6 Fruits

Généralement les fruits se présentent sous forme de graines anguleuses, nombreuses, contenues dans une capsule. Le regroupement des fruits est aussi un facteur de détermination (FAO, 1982 ; Alexendrien, 1992).



Figure 6. Fruits d'*Eucalyptus globulus* de la station de Babor de Sétif (photographie de Hafsi, 2022).

I.5. Exigences édaphiques et climatiques

I.5.1 Ecologie

Résistant en général assez bien à la sécheresse, les Eucalytus aiment la lumière, sont très sensibles au froid (facteur limitant essentiel sur le Nord de la méditerranée). Dégâts importants provoqués par des écarts brutaux de température, alors que l'exposition progressive au froid provoque un certain durcissement. La majorité des espèces endommagées à -3° C, la plupart à -10° C, quelques une résistent ou rejettent de souches entre -15° C et -20° 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 ème parallèle, dans les états de Tasmanie, Victoria et Nouvelles-Galles du Sud); lorsque l'altitude de la provenance augmente, la résistance au froids augmente, mais la croissance diminue (Alexendrien, 1992 ; Bell, 1999).

I.5.2 Sol

L'Eucalyptus exige un sol riche en éléments minéraux et acide, plaine alluviale ou piémonts en zone côtières siliceuses (exemple type : plaine orientale corse).

Quelques rares espèces se développent sur sol calcaire, mais leur résistance au froid n'est toujours pas assurée car en Australie, les terrains calcaires sont situés à basses altitudes. On peut trouver les Eucalyptus sur des substrats très variés, des sols pauvres, ils craignent généralement les chlorures mais quelques espèces tolèrent des concentrations modérées de sel, et peuvent souvent s'adapter à la présence de calcaire (Mokrani, 2002).

I.5.3 Climat

L'Eucalyptus par ses qualités de repousse après incendies a pu coloniser de grandes surfaces en Australie. Sur ce continent, tous les types de climats sont représentés sauf les gels extrêmes, l'Eucalyptus s'est donc adapté aux conditions défavorables comme la sécheresse, le froid et le sel et présente une diversité spécifique très forte pour une île-continent.

Lorsque la partie aérienne est détruite par un incendie ou un gel ou par une coupe en production, des bourgeons dormants situés sous l'écorce peuvent rapidement donner de nouvelles tiges permettant d'occuper très rapidement l'espace libre. 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) (FAO, 2000).

L'implantation de l'Eucalyptus est donc réservée aux pays ayant des périodes de gel très courtes et peu prononcées. Par contre au plan fondamental, l'Eucalyptus constitue un modèle intéressant pour l'étude de la tolérance au froid, car il ne perd pas ses feuilles en hiver, et présente une croissance opportuniste. Certaines espèces ont une bonne tolérance intrinsèque au froid, mais surtout elles sont capables de s'acclimater quand la température diminue progressivement pendant l'automne. Ainsi, après acclimatation l'espèce *Eucalyptus gunnii* peut tolérer des gels jusqu'à -18 °C (FAO, 2000).

I.5.4 Croissance et longévité

La croissance de l'Eucalyptus est généralement très rapide. Hauteur maximale élevée pour beaucoup d'espèces ; *Eucalyptus regans* est l'un des arbres les plus hauts du monde (100 m) (Alexandrien, 1992).

Le genre *Eucalyptus* revêt une importance considérable à l'échelle de l'économie forestière mondiale, et en particulier par l'extension considérable des reboisements (plus de 4 millions d'hectares) en régions tropicales sahéliennes et tempérées chaudes (Lanier, 1986).

La majorité des pays circum-méditerranéens sont largement déficitaires quant au bilan de leur filière bois; l'Algérie à un déficit de 65 000 m³ (LANIER, 1986). En Algérie, l'*Eucalyptus* qui se caractérise par sa rapidité de croissance, a été choisi pour constituer les plantations dont la production est destinée pour l'alimentation des usines de pâte à papier (Villagran, & Kadik, 1981).

Un pied d'*Eucalyptus* peut produire en 20 ans ce qu'un pin d'Alep par exemple, produit en 60 ans. En foresterie, les arbres produisent généralement tous les 80 à 100 ans. Alors que l'*Eucalyptus* produit tous les 15 ans. Ce qui amène à conclure qu'il n'y a pas d'hésitation possible en matière de choix d'espèces de reboisement. Les forêts d'*Eucalyptus* sont capables de jouer un rôle primordial dans la filière bois, et diminuer ainsi en grande partie les importations de ce produit vital à l'économie d'une manière générale (Meziane, 1996).

I.5.5 Régénération naturelle

Parfois considérée comme un signe d'adaptation visible, la régénération naturelle est souple pour *E. pauciflora*, *E. nectarthuri*, *E. viminalis*, *E. cinerea*, *E. stellulata*, *E. globulus*, *E. camaldulensis*, *E. gunii*, *E. darlympleana* (Alexendrien, 1992).

I.5.6 Sensibilité

Les *Eucalyptus* sont sensibles aux ravageurs, et sont gravement menacés par deux d'entre eux : défoliateurs *Gonypterus scutellatus* (Coléoptère), et surtout, le xylophage *Phoracantha semipunctata* (Coleoptère), ce dernier peut décimer des peuplements entiers, notamment ceux situés en conditions limites (Alexendrien, 1992).

I.5.7 Traitement

Le traitement peut s'effectuer en futaie pour les espèces fournissant du bois d'œuvre ou pour la constitution de pare-feu arboré. En taillis pour la production du bois d'industrie ou de chauffage. L'aptitude des souches n'est pas la même pour toutes les espèces, ni toutes les provenances. En outre, le nombre de souches qui rejettent et la production totale diminuent à chaque rotation, notamment à la troisième (vieillessement des souches) (Alexendrien, 1992).

I.6. Usages et intérêts

L'Eucalyptus peut être utilisé de diverse manière : La protection contre l'incendie *E. macarthurii*, *E. cordata* et *E. nitens* éliminent la strate arbustive ce qui rend les formations peu combustibles. Inversement, les espèces dont l'écorce se desquame en lambeaux constituent des peuplements plus combustibles. L'élagage précoce est nécessaire pour une discontinuité entre le sol et les cimes ; il supprime en outre les feuilles jeunes nettement plus inflammables que les adultes. A noter que *E. macathurii*, est plus inflammable ; que *E. darlympleana* (Alexendrien, 1992), et D'Eucalyptus *camaldulensis*.

I.6.1 Bois

Le bois de l'*Eucalyptus* estimé pour :

I.6.1.1 La production : 5 à 20 m³ /ha/an avec des provenances adaptées (en moyennes moins de 10 m³ / ha/an).

- **Bois de trituration** : le bois d'Eucalyptus présente des caractéristiques technologiques intéressantes pour la production de pâte à papier (fibres courtes) qui constitue le débouché principal de la majorité des reboisements industriels dans le monde (Campinhos, 1999). Il est également apprécié pour la production de panneaux de particules ou de viscose.
- **Bois énergie et bois ronds de construction** : dans les zones péri-urbaines de nombreux pays en développement, le bois d'Eucalyptus est très utilisé pour la production de charbon, de bois de feu et de bois ronds pour la construction (Bouvet, 1999).
- **Bois d'œuvre** : le bois de la plupart des espèces utilisées en plantations présente des contraintes de croissance très élevées, ce qui le rend impropre au sciage. Toutefois une proportion croissante des plantations d'*E. grandis* d'Afrique du Sud et d'Amérique du Sud est destinée au déroulage. En forêt naturelle australienne, certaines espèces sont exploitées pour la fourniture de bois de sciage, de déroulage ou de tranchage (Gerard, 1994).

I.6.1.2 La qualité

Souvent dur, lourd, nerveux, homogène présentant une fibre torse, ayant tendance à se fendre et à se déformer en séchant, à fibre longue. *E. globulus*, *E. regnans*, *E.s delegatensis*, *E. nitens*, ont un bois apprécié pour la fabrication de pâte à papier. *E. delegatensis*, *E. nitens*, *E. regnans*, *E.*

obligna ont par ailleurs un excellent bois d'œuvre, les autres espèces ont des emplois divers : poteaux, traverses, coffrage, panneaux, chauffage...ect.

I.6.2 Autres produits

En plus de sa production et sa qualité, l'Eucalyptus présente d'autres produits :

I.6.2.1 Le miel : grâce à la floraison intense, régulière et persistance de certaines espèces, les abeilles sont très attirées par l'*Eucalyptus* dont le miel fournit est très apprécié.

I.6.2.2 Les feuilles : pour l'horticulture (*E. gunii*) et la phytothérapie.

I.6.2.3 Les huiles essentielles : par distillation du feuillage de certaines espèces (*E. dives* et *E. globulus*).

- **Les huiles médicinales :** Grâce à sa composition chimique et à son principe-actif qui est le 1.8-cinéole, l'HE d'Eucalyptus possède des vertus considérables, elle est très recherchée pour son action antiseptique et cicatrisante. Antibiotique naturel, elle est surtout utilisée pour soigner certaines maladies broncho-pulmonaires comme la grippe, la toux, la sinusite, la bronchite et la rhino-pharyngite tandis qu'en dermatologie, on s'en sert pour traiter l'acné, entre autres. Son action est particulièrement remarquable au niveau du poumon par sécrétion d'un mucus antiseptique. Pour ceux qui ont des problèmes de fièvre persistante, c'est un excellent fébrifuge qui a la propriété de faire tomber rapidement la fièvre et de réguler la température du corps. En outre, de nombreuses maladies gastro-intestinales peuvent également être soulagées par l'huile essentielle d'Eucalyptus grâce à ses propriétés anti-infectieuses et antibactériennes (Candy, 1977). On lui prête aussi des propriétés balsamiques (pour préparer des baumes), hypoglycémiantes (pour faire diminuer la concentration en sucre) (Fabre & al., 1992).
- **Les huiles industrielles :** Durant les années 80, des études ont montré l'efficacité du cinéole autant qu'additif au carburant pour moteurs de voitures. Son rôle est d'assurer une meilleure miscibilité du mélange éthanol/carburant. La majorité des HE d'Eucalyptus destinées aux applications médicales, subissent avant leur vente, des rectifications. Les huiles essentielles d'Eucalyptus riches en phellandrène sont exclusivement utilisées pour parfumer les désinfectants bon marché et les savons liquides industriels (Boland & Brophy, 1991).
- **Les huiles de la parfumerie et des saveurs :** En parfumerie, l'HE d'Eucalyptus entre dans la composition de certaines eaux de Cologne et dans de nombreuses lotions après-rasages.

Elle donne un parfum fort agréable aux sachets d'odeur. Le citronellal est surtout utilisé dans la production des parfums de haute gamme. L'*Eucalyptus staigeriana* est exploité pour sa richesse en citral, ce dernier est utilisé dans la composition de la saveur citron (Lassak, 1988). Certaines espèces d'*Eucalyptus* telles que l'*Eucalyptus olida* fournissent des HE riches en E-méthyl-cinnamate qui est directement exploité comme additif aromatique (Curtis & al., 1990).

I.7. Répartition géographique

I.7.1 Répartition mondiale

La surface des plantations d'*Eucalyptus* a considérablement augmenté depuis 20 ans, en particulier en Asie et en Amérique du Sud. Les statistiques de l'IUFRO réalisées en 1997 estimaient à 14 millions d'hectares la surface mondiale plantée.

Le nombre d'espèces d'*Eucalyptus* introduites dans différents pays est supérieur à 150, moins d'une trentaine sont exploitées de façon significative en plantation et quatre espèces (*E. camaldulensis*, *E. globulus*, *E. tereticornis* et *E. grandis*) occupaient, à la fin des années quatre-vingts, plus de la moitié des surfaces plantées (Eldiidge & al., 1993).

I.8 Ennemis et maladies

L'*Eucalyptus* est très sensible aux ravageurs et aux maladies. Très nombreux sont les insectes et les microorganismes qui l'affectent. L'action des ravageurs est bien remarquable sur les jeunes peuplements. Tandis que le vieillissement des arbres favorise l'attaque de certains ravageurs qui à leur tour rendent le sujet plus vulnérable à l'agression d'autres parasites secondaires (Mazari, 1982).

- **Pink-disease** : *Corticium salmonicolor* : provoque un rapide dépérissement des *Eucalyptus* (Bourbouts, 1936). Les feuilles sont les premières atteintes, elles sèchent, meurent tout en restant attachées aux brindilles longtemps après leur mort. Les brindilles elles-mêmes meurent progressivement. Le tronc est atteint, se couvrant de blessures et de chancres, puis l'arbre meurt.
- **Pourriture du tronc** : *Stereum hirsutum* est un saprophyte commun reconnu comme agent d'une pourriture sèche du centre du tronc des *Eucalyptus* (Bottomley, 1937).

- **Maladies des racines :** De graves dommages sont causés par *Ganoderma sessile* (Girola, 1922). L'infection est causée soit par le mycélium qui passe d'une racine atteinte à une racine saine, soit par des spores tombant sur des blessures ou lésions de racines nues.

II. Présentation du genre en Algérie

II. 1 Description et répartition

Les Eucalyptus ont été utilisés récemment dans les reboisements industriels, particulièrement dans la région d'El Kala, (L'Est Algérien), pour la production de la pâte à papier à courte rotation (10 à 15 ans). Ainsi, les Eucalyptus, essentiellement *E. globulus* et *E. grandis*, auraient une production annuelle de l'ordre de 10 à 13 m³/ha/an dans ces régions.

Cependant, on constate aujourd'hui que leur emploi sur de grandes surfaces se heurte aux attaques massives de *Phoracantha semipunctata* (Coléoptère). Par ailleurs, on reproche aux

Eucalyptus de ne pas constituer rapidement de sol forestier et de ne pas être une espèce améliorante (INRF, 1996).

Son introduction en Algérie fut par les français en 1860. L'espèce pionnière semble être *E.camaldulensis*, mais d'autres espèces furent introduites dans des placettes d'essais notamment à Reghaia, Bouchaoui et El-Alia dans la région d'Alger. Cette zone d'introduction a été tellement favorable qu'on a assisté à des croisements naturels qui ont donnés des hybrides dont *Eucalyptus* Algériensis. Dans les années 40 et 50 les *Eucalyptus* furent introduits dans 18 arboretums couvrant les étapes bioclimatiques humides et semi-arides.

Dans ce cadre pas moins de 130 espèces ont été plantés sur le territoire national. Pendant les années 60 à 70, les reboisements à base d'*Eucalyptus* ont concernés notamment l'Est (El-Kala. Annaba. Skikda). Le centre (Tizi-Ouzou. Bainem) et l'Ouest (Mostaganem) et ceci afin de répondre aux besoins nationaux en produits ligneux et papetiers (INRF, 1996). Des pieds d'Eucalyptus ont été plantés çà et là à travers tout le pays.

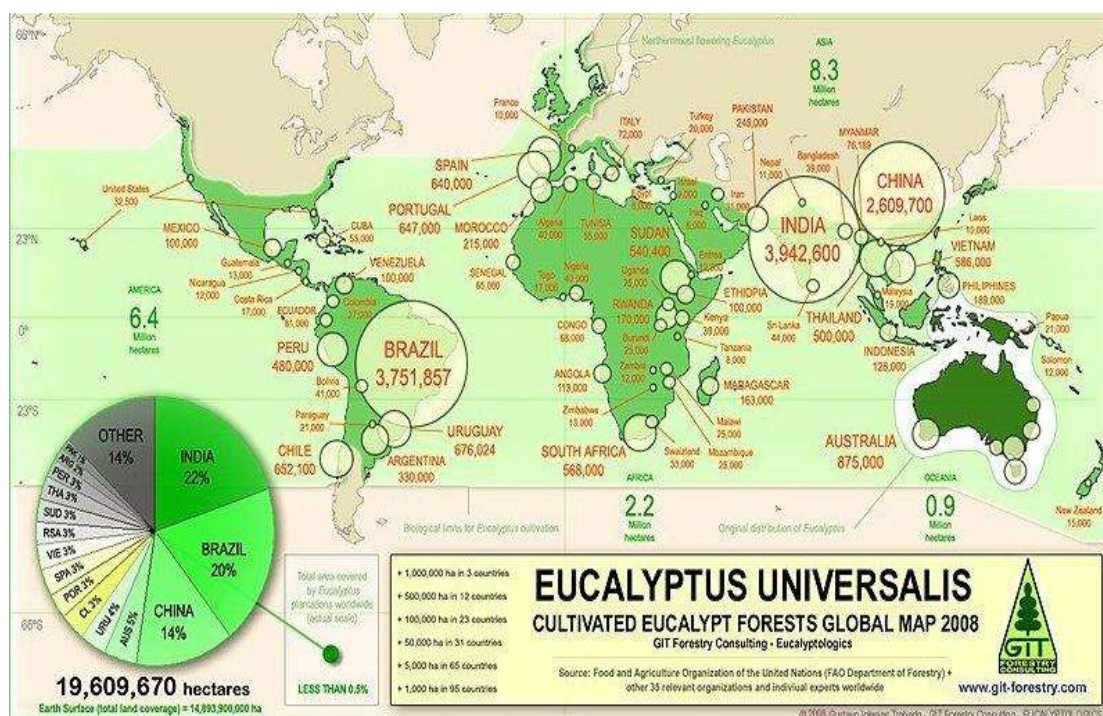


Figure 7. Répartition du l'*Eucalyptus* cultivé dans le monde (FAO Map, 2008).

II. 2 Les principales espèces d'Eucalyptus en Algérie

En Australie, il existe plus de 600 espèces d'Eucalyptus. Un certain nombre d'entre elles sont cultivées ou essayées en Algérie.

II.2.1 *Eucalyptus botryoïdes* :

L'*Eucalyptus botryoïdes* est un arbre de plaine à soi profond, des zones côtières fraîches. Il supporte le sel, ne résiste pas au froid. Il fleurit de janvier à mars, la récolte des graines se fait de février à avril. Il donne un bois de construction, de menuiserie après étuvage et reconditionnement (Jacques, 1966).

II.2.2 *Eucalyptus camaldulensis* (gommier rouge - variétés diverses)

L'*Eucalyptus camaldulensis* est l'arbre exotique le plus répandu en Algérie. Il convient à tous les sols profonds de plaine, les lits d'oueds les terres non salées et sans calcaire. Il craint les argiles compactes, les grands froids (moins de 9°) ; autrement il est très plastique, résistant à l'inondation et à la dessiccation du sol, au vent, à la chaleur. Il donne un bois rouge : perches, poteaux de mine, chauffage (Jacques, 1966).

II.2.3 *Eucalyptus citriodora* et *Eucalyptus maculata*

Ces deux *Eucalyptus citriodora* et *maculata* sont de beaux arbres voisins, ornementaux pour sols profonds bien drainés, craignant le froid. *E. Maculata* réussit mieux qu'*Eucalyptus citriodora*. L'élevage en pépinière est délicat (Jacques, 1966).

II.2.4 *Eucalyptus cladocalyx* ou *Eucalyptus corynocalyx*

L'*Eucalyptus cladocalyx* est un arbre résistant à la sécheresse, il peut croître en tous terrains s'ils sont secs. Il ne résiste ni au froid ni au calcaire humide. Il fleurit en janvier février. Son feuillage est réputé comestible par les animaux au moins saisonnièrement ; il très mellifère. C'est une essence couvrante (Jacques, 1966).

II.2.5 *Eucalyptus diversicolor*

L'*Eucalyptus diversicolor* est un arbre de plaine à sol profond silice-argileux. Très bien venant sur la côte, vigoureux dans les zones fraîches. Il craint le froid. Les graines sont mûres fin décembre. Il donne un bois rouge de valeur après étuvage et reconditionnement (Jacques, 1966).

II.2.6 *Eucalyptus globulus* ou *gommier bleu* (notre espèce choisie)

L'*Eucalyptus globulus* est un arbre convenant aux sols argileux du littoral. Il tolère une certaine proportion de sel, il est plus exigeant que *l'Eucalyptus camaldulensis* et craint le froid. Il fleurit de juin à novembre, les graines sont mûres de fin décembre à avril. Bois blanc verdâtre souvent à fibre torse il est utilisé pour les travaux en mer parce que non attaqué par les tarets. En Espagne, au Portugal et en Afrique du Sud, c'est un fournisseur de pâte à papier. Ce sont les feuilles d'*E globulus* qui sont vendues par les herboristes parce que riches en eucalyptol (JACQUES, 1966).

II.2.7 *Eucalyptus gomphocephala*

L'*Eucalyptus gomphocephala* est l'*Eucalyptus* convenant le mieux aux terrains calcaires, sur les sols arides et non arides du littoral. Il résiste à une certaine teneur en sel et au vent de mer. Le fût est peu droit. L'essence est couvrante. Il fleurit en janvier-mars, la récolte des graines fait de fin février à avril. Il donne un bois dur jaune clair pour la carrosserie, les traverses de chemin de fer (Jacques, 1966).

II.2.8 *Eucalyptus leucoxilon*

L'*Eucalyptus leucoxilon* est un arbre pour sol drainé, profond ou superficiel. Il résiste à la sécheresse mais est sensible à la gelée dans sa jeunesse et demeure souvent sous une forme souvent trainante. Bon bois de construction, excellent bois de chauffage (Jacques, 1966).

II.2.9 *Eucalyptus melliodora*

L'*E. melliodora* s'accommode de tous les sols mais préfère les sols marneux ou d'alluvions, il résiste assez bien au froid et peut être utilisé en montagne et dans la steppe jusqu'à 900 mètres d'altitude (1.100 mètres en montagne) ; sa croissance est peu rapide. Il fleurit de septembre à février ; les graines sont mûres en mars. C'est un arbre très mellifère donnant un bon bois de couleur pâle propre à divers usages (Jacques, 1966).

II.2.10 *Eucalyptus occidentalis*

Eucalyptus occidentalis est un arbre des sols argileux et salés, il supporte assez bien le froid. Il a sa place notamment à l'Ouest des Hauts-Plat Eaux algéro-oranais. Il fleurit en avril-mai. Il donne un bois brun jaunâtre (Jacques, 1966).

II.2.11 *Eucalyptus ovata*

Eucalyptus ovata est un arbre bien venant en altitude autrement il a les mêmes exigences que le *camaldulensis* tout en supportant mieux l'humidité. Son fût est peu droit (Jacques, 1966).

II.2.12 *Eucalyptus paniculata*

Eucalyptus paniculata est un arbre s'accommodant de sols divers à moins de 600 mètres d'altitude. Il donne du bois d'œuvre, des poteaux de mine. Le bois est fin, assez facile à conditionner (Jacques, 1966).

II.2.13 *Eucalyptus robusta*

Eucalyptus robusta est un arbre pour terres riches marécageuses, légèrement salées. Il fleurit en automne. L'arbre a un fût très droit (Jacques, 1966).

II.2.14 *Eucalyptus salmonofloia*

Eucalyptus salmonofloia est un arbre de taille moyenne. Il semble convenir pour les hauts plateaux, jusqu'à 750 mètres d'altitude (Jacques, 1966).

II.2.15 *Eucalyptus saligna*

Eucalyptus saligna est un arbre préférant les sols humides dans les régions chaudes où il fait preuve d'une croissance très rapide (Jacques, 1966).

II.2.16 *Eucalyptus sideroxylon*

Eucalyptus sideroxylon est un arbre des régions sèches en terrain sédimentaire même peu profond. Il résiste au calcaire et relativement bien au froid. Il fleurit à partir du mois de mai. Il peut être un arbre de parc (Jacques, 1966).

II.2.17 *Eucalyptus umbellata*

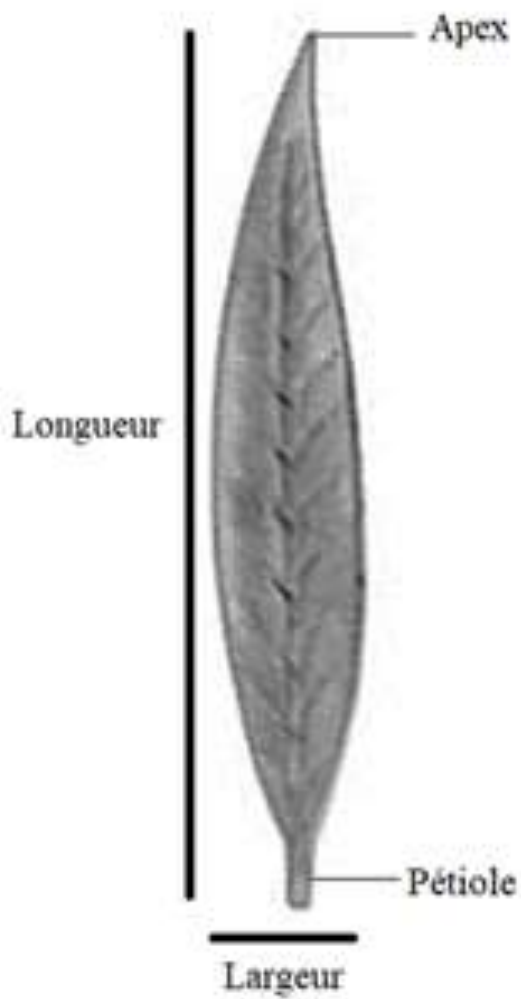
Eucalyptus umbellata a les mêmes exigences qu'*E. camaldulensis*. Il est plus élancé que celui-ci (Jacques, 1966).

II.2.18 *Eucalyptus viminalis*

Eucalyptus viminalis est un arbre montagnard qui supporte assez bien le froid mais mal le calcaire. Il est à planter jusqu'à 900 mètres d'altitude. Sa reprise est difficile dans la steppe mais il semble ensuite s'y adapter. Les graines mûrissent fin février en plaine et de mars à mai en montagne. Il pourrait donner du bois de caisserie une fois étuvé et reconditionné (Jacques, 1966).

CHAPITRE II

ETUDE DU MILIEU, MATERIEL & METHODES



1. Etude du milieu

1.1 Cadre physique

1.1.1 Choix et localisation

L'étude entreprise a été effectuée sur les feuilles de trois populations naturelles algériennes (tableau 1 et figure 8) de l'espèce *eucalyptus globulus* Labill.

Le choix des deux populations nous a été dicté par un ensemble de considérations d'ordre pratique et scientifique, à savoir : la variabilité des bioclimats, la présence d'un nombre suffisant d'individus et la possibilité d'accès au terrain. Les principales caractéristiques géographiques des sites d'échantillonnage sont indiquées dans le tableau 1.

Tableau 1. Principales caractéristiques géographiques des sites étudiés.

Site	Altitude (m)	Cordonnées Lambert	Localisation (Wilaya)
El Ghedir (E)	160	36°47' N 06°58' E	Skikda
Djebel Ouahch (D)	1000	36°24' N 06°40' E	Constantine
Babor (B)	900	36°30' N 05°34' E	Sétif



Figure 8. Localisation des sites d'échantillonnage de notre espèce. El Ghedir (E), Djebel Ouahch (D) et Babor (B).

1.1.2 Contexte administratif et biogéographique

1.1.2.1 El Ghedir (Skikda)

Concernant notre site d'échantillonnage (El Ghedir). Cette commune se trouve dans la wilaya de Skikda.

Cette Wilaya est située à 345 km à l'est de la capitale Alger, à 105 km à l'est de Jijel, à 65 km au nord-est de Constantine et à 72 km à l'ouest d'Annaba. (J.O.R.A., 1991).

La région de Skikda, de part et d'autre de la vallée du Saf-Saf, jusqu'à Ain Bouziane, est localisée entre la presqu'île de Collo, dont le cap Bougaroun à l'ouest, la plaine de Guerbes, le cap de Fer et le massif de l'Edough à l'est, la chaîne numidique (prolongement des Babors), dont le djebel Sidi Driss, le col du Contour et la chaîne de Zerdez, au sud, et enfin, le golfe de Numidia au Nord. Outre les dépressions de Saf-Saf, la plus importante, et celles de Tamalous et Azzaba, la wilaya de Skikda est une région montagneuse où l'altitude moyenne est de 300 m, avec, cependant, des pics dépassant les 1 000 m (djebel El Goufi, au-dessus de Collo, et djebel Sidi Driss, au-dessus d'Oum Toub). Elle fait partie de l'Atlas tellien qui, à partir de l'Algérois vers l'Est du pays, se scinde en deux chaînes montagneuses parallèlement à la côte méditerranéenne : le bourrelet liminaire ancien du littoral et la chaîne du tertiaire, plus au sud, représentant la chaîne numidique qui prend naissance à Mila, à l'ouest (djebel M'cid Aïcha) et traverse la région de Guelma (djebel Maouna), après avoir servi de rempart entre les wilayas de Skikda et Constantine. (SPWS, 2022).

Par ailleurs, l'étude géologique du sous-sol de cette région fait ressortir cinq types de structures lithologiques:

- Un soubassement primaire du pré-permien constituant le bourrelet liminaire ancien de la presqu'île de Collo ;
- des sables ferrugineux (rouges) de l'ère secondaire (Ben M'hidi, Ain Righa...)
- Une couverture grés-argileuse modérément plissée du Numidien de l'ère tertiaire (El Goufi, Sidi Driss et toute la chaîne numidique)
- Des terrains éruptifs ou volcaniques récents du tertiaire et du quaternaire (Bougarouni, Filfila, Cap de Fer, Chetaïbi...)
- Et, enfin, des terrains très récents de plaines alluviales du Saf-Saf, Zeramna, oued El Guebli, dans la dépression de Tamalous et oued El Kébir, dans la plaine de Guerbés.

Du point de vue climatique, la région de Skikda est dominée par un climat dit de type méditerranéen caractérisé par un hiver doux et pluvieux et un été sec et chaud. Les

précipitations moyennes annuelles enregistrées varient entre 800 et 1 200 mm de pluies, ce qui permet le développement d'une couverture végétale abondante se traduisant sur le par la densité des forêts de chênes lièges et la biodiversité importante qui caractérise les écosystèmes terrestre, marin et d'eau douce (rivières, lacs...).

Cette abondance de pluie explique également le vaste réseau hydrographique constitué par les cours d'eau permanents et alimente les réserves en eau souterraine sous forme de nappes phréatiques (Wikipedia, 2022).

1.1.2.2 Djebel Ouahch (Constantine)

Notre site d'échantillonnage (la commune Djebel Ouahch) se situe dans la wilaya de Constantine.

La forêt de Djebel Ouahch, surplombant à 5 Km au Nord-Est de la ville de Constantine. Ce site a des limites naturelles qui sont la ligne des partages des eaux en majorité. Ses limites correspondent actuellement, aux limites de l'ancien parc zoologique et des loisirs amputés de l'actuel parc d'attraction, matérialisés sur terrain par une clôture métallique réalisée après la création de ce parc.

Sur les plans orographiques et écologiques, il appartient aux monts de Constantine qui font partie à leur tour de la grande chaîne montagneuse de l'Atlas Tellien à typologie agro-sylvo-pastorale.

Administrativement, le site de Djebel El Ouahch se trouve entièrement sur le territoire de la commune de Constantine à son extrémité nord-ouest, dont il représente 2,37% de sa superficie totale. Il a pour limites : au Nord, la commune de Didouche Mourad ; à l'Est, les fermes agricoles Brahmia et Massali, plus loin les communes de Ben Badis et El Khroub (agglomération d'El Meridj) ; au Sud, les quartiers urbains de la commune de Constantine (lotissement Ziadia, El berda) et à l'Ouest, la commune de Hamma Bouziane et les quartiers de Constantine (lotissements de Djebel el Ouahch, Tafrent)

Le relief varie en escalier, nous remarquons des pentes moyennes à fortes, par contre au sud, une topographie plus calme avec des pentes moyennes plus faibles (Coiffait et al., 1977).

L'étude géologique a été appréhendée par le B.N.E.D.E.R (2005) montre que la série stratigraphique générale comprend des formations d'âge crétacé inférieur (secondaire) et quaternaire. Les principaux types de sol rencontrés au niveau de Djebel Ouahch sont : sols minéraux bruts (9%), peu évolués (20%) ; les vertisols (1%) ; sols calcimagnésiques (20%) et isohumiques (50%) (C.U.R.E.R, 1977).

1.1.2.3 Babor (Sétif)

Babor est une commune située dans l'extrême nord de la wilaya de Sétif, dans la région montagneuse des Babors en Petite Kabylie et limitrophe de la wilaya de Jijel en Algérie.

La chaîne des Babors est localisée dans la partie orientale de l'Atlas tellien et fait suite, à l'est, à la chaîne du Djurdjura (Gharzouli, 1989). Elle est constituée par de nombreux djebels, disposés en chaînons sensiblement parallèles, orientés nord-est et sud-ouest (Duplan, 1952). Cette chaîne se situe entre le littoral de Bejaïa, au nord, et les Hautes Plaines Sétifiennes, au sud. À l'ouest elle est limitée par la vallée de la Soummam, à l'est par une ligne qui va d'El-Aouana à Oued Deheb, au sud de Taxana (Gharzouli & Djellouli, 2005). Les massifs les plus méridionaux formés d'ouest vers l'est sont le djebel Takoucht (1896 m), l'Adrar ou Mellal (1773 m), le djebel Tababort (1969 m) et, nettement détaché de l'ensemble, le djebel Babor, point culminant de la chaîne avec 2004 m (Gharzouli & Djellouli, 2005 ; Bounar, 2014).

Le relief, très accidenté, est soumis à une érosion intense. Les oueds, à caractère torrentiel, ont creusé des vallées encaissées assez profondes, comme celle de l'Oued Bered et particulièrement celle de l'oued Agrioun avec les gorges de Chaabet El-Akhra (Bounar, 2014).

La série stratigraphique de la chaîne des Babors se compose en trois ensembles constituant autant d'étages structuraux : Des formations carbonatées du Jurassique représentées essentiellement par le Lias à la base. Puis, des pélites calcaires et schistes constituant le crétacé inférieur. L'étage le plus élevé correspond au Crétacé supérieur, marno-calcaire à la base (Cénomaniens), uniquement marneux ensuite (Obert, 1974).

Le caractère typiquement montagnard de cette région, lui confère un réseau hydrographique, très dense, parcourue par de nombreux oueds, les plus importants sont l'oued El-Bered et l'oued Dardar situés sur le piémont nord du djebel Babor.

Les massifs forestiers de la Kabylie des Babors possèdent une flore riche et diversifiée avec plus de 500 espèces de plantes vasculaires se traduisant par un nombre appréciable en espèces ligneuses (arbres et arbustes) avec plus d'une quarantaine de taxons (Gharzouli & Djellouli, 2005).

1.2 Cadre climatique

L'étude des éléments constitutifs du climat retenus dans les études écologiques suppose sur la mesure d'un certain nombre de grandeurs climatiques permettant de définir les composantes du climat.

1.2.1 Sources et périodes des données météorologiques

Les données météorologiques exploitées sont issues des bulletins climatiques mensuels de l'Office National Météorologique (O.N.M) d'Alger. Elles sont recueillies sur une période trentenaire pour les deux sites d'échantillonnage (tableau 2).

Tableau 2. Caractéristiques des stations climatiques de référence (O.N.M. d'Alger).

Station météorologique	Période	Cordonnées Lambert		Altitude (m)	Site d'échantillonnage
		Latitude	Longitude		
Skikda	1991/2020	36°54 N	06°53 E	7	El Ghedir (E)
Jijel	1991/2020	36,27°N	6,68°E	2	Djebel Ouahch (D)
Sétif	1991/2020	36°10 N	05°23 E	1038	Babor (B)

1.2.2 Paramètres et indices climatiques étudiés

Les paramètres et les indices climatiques retenus dans l'étude du climat de chaque site d'échantillonnage sont présentés dans le tableau 3.

Tableau 3. Paramètres et indices climatiques appliqués pour les sites d'échantillonnage.

Paramètres & indices climatiques		
Paramètres thermiques	T	Valeur de la moyenne annuelle (°C).
	m	Valeur de la moyenne des minimas du mois le plus froid (°C).
	M	Valeur de la moyenne des maximas du mois le plus chaud (°C).
	M'	Valeur de la moyenne des minimas du mois le plus chaud (°C).
	T min	Valeur la plus faible des moyennes mensuelles (°C).
	T max	Valeur la plus forte des moyennes mensuelles (°C).
Paramètres pluviométriques	P	Pluviométrie totale annuelle (mm/ an).
Indices climatiques	A ou Ic	Amplitude thermique annuelle moyenne (T max- T min).
	Q ₃	Quotient pluviothermique d'Emberger modifié par Stewart.

1.2.3 Données et paramètres climatiques

La température de l'air et les précipitations sont les deux paramètres atmosphériques le plus fréquemment mesurés dans les réseaux de mesure météorologique (Leroy, 2002).

Des extrapolations de valeurs thermiques sont effectuées suivant un gradient altitudinal de 100 mètres de dénivellée, calculé sur la base de $-0,7^{\circ}\text{C}$ pour le maxima (M) et de $-0,4^{\circ}\text{C}$ pour le minima (m) (Seltzer, 1946).

Pour les précipitations, une augmentation de 40 mm s'ajoute aussi aux totales annuelles tous les 100 m d'altitude (Seltzer, 1946) dans les sites (El Ghedir et Djebel Ouahch), alors que le site de Babor qui se trouve dans le plateau steppique, presque subdésertique, nous avons adopté le gradient pluviométrique proposé par Djebaili (1984) qui est de 20 mm pour 100 m de dénivellation.

Les données corrigées relatives aux températures mensuelles et annuelles (moyennes, minimales et maximales) et même celles relatives aux moyennes mensuelles et aux totales annuelles des précipitations des sites étudiés sont illustrées dans le tableau 4.

1.2.4 Synthèse climatique

Plusieurs auteurs ont proposé des indices climatiques qui sont des combinaisons des moyennes des différentes composantes du climat notamment la température et les précipitations (Emberger, 1955).

1.2.4.1 Le régime saisonnier

La notion du régime saisonnier a été définie en premier par Musset (1935). Cette méthode consiste à calculer la somme des précipitations par saison et à effectuer un aménagement ou un classement saisonnier par ordre de pluviosité décroissante en désignant chaque saison par son initial, par conséquent, ce système permet de définir un indicatif saisonnier de chaque site.

Les données présentées dans le tableau 5 révèlent 3 types de régime saisonnier de sorte qu'il est de type HAPE pour les sites (El Ghedir) où les précipitations importantes sont celles de l'hiver et l'automne (331,7 mm et 239,2 mm, respectivement). Puis, le type HPAE pour Djebel Ouahch qui a des précipitations importantes pendant les saisons (hivers - 228,5 mm et printemps-174,7 mm). Enfin, le type PHAE concerne le troisième site de Babor dont les précipitations importantes sont celles qui tombent au printemps (116,2 mm).

CHAPITRE II. ETUDE DU MILIEU, MATERIEL & METHODES

Tableau 4. Données thermiques (en C°) et pluviométriques (en mm) corrigées des sites étudiés

Site / Paramètre		J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D	Moyenne	Somme
El Ghedir (E)	m	8,4	8,4	10,4	12,4	15,4	18,4	21,4	22,4	20,4	16,4	12,4	9,4	14,6	-
	M	15,9	15,9	16,9	18,9	21,9	24,9	27,9	28,9	25,9	23,9	19,9	16,9	21,5	-
	T	12,2	12,2	13,7	15,7	18,7	21,7	24,7	25,7	23,2	20,2	16,2	13,2	18,1	-
	P	108,7	92,4	70,7	54,4	43,5	12,0	2,2	9,8	54,4	76,1	108,7	130,5	-	761,2
Djebel Ouahch (D)	m	0,3	0,3	3,3	5,3	8,3	13,3	16,3	16,3	13,3	9,3	4,3	1,3	7,7	-
	M	9,1	10,1	14,1	17,1	22,1	28,1	32,1	32,1	26,1	21,1	14,1	10,1	19,7	-
	T	7,3	7,8	10,6	13,3	17,8	22,9	26,5	26,5	22,2	17,8	12	8,4	16,1	-
	p	80,6	67,2	73,9	67,2	53,8	20,2	14,8	26,9	47,0	53,8	73,9	80,6	-	651,8
Babor (B)	m	1,6	1,6	4,6	6,6	10,6	15,6	19,6	18,6	14,6	10,6	5,6	2,6	9,3	-
	M	11,0	12,0	16,0	19,0	25,0	31,0	35,0	34,0	28,0	23,0	16,0	12,0	21,8	-
	T	6,3	6,8	10,3	12,8	17,8	23,3	27,3	26,3	21,3	16,8	10,8	7,3	15,6	-
	p	37,2	27,9	37,2	41,8	37,2	18,6	12,1	18,6	37,2	27,9	32,5	37,2	-	362,4

m, moyenne des minima du mois le plus froid en °C ; *M*, moyenne des maxima du mois le plus chaud en °C ; *P*, Pluviométrie totale annuelle en mm/an (Source : O.N.M., Office national de la météorologie d'Alger).

Tableau 5. Types de régime saisonnier correspondants aux sites d'échantillonnage.

Site	H	P	E	A	Type de régime saisonnier
El Ghedir (E)	331,7	168,6	23,9	239,2	HAPE
Djebel Ouahch (D)	228,5	194,9	61,8	174,7	HPAE
Babor (B)	102,2	116,2	49,2	97,6	PHAE

1.2.4.2 Evaluation de la continentalité

La continentalité d'un climat résulte de la combinaison des facteurs thermiques et pluviaux interactifs pour distinguer les types de pluviosité (climats continentaux, semi-continentaux et maritimes) (Mokhtari *et al.*, 2013).

1.2.4.2.1 La continentalité thermique

De nombreux auteurs ont utilisée l'amplitude thermique annuelle moyenne « A » augmente avec l'éloignement de la mer afin d'évaluer le degré de continentalité. Cette amplitude se définit par l'écart entre les températures moyennes mensuelles extrêmes (T max-T min) de l'année d'une station météorologique (Emberger, 1971 ; Rivas-Martinez, 2005 ; Mokhtari *et al.*, 2013).

Rivas-Martinez (2005) qui a défini trois types et dix-huit sous-types de continentalité thermique (avec son indice $I_c = A$) dans le monde (tableau 6).

Tableau 6. Types et sous-types de continentalité thermique selon Rivas-Martinez (2005)

Types	Sous-types	A ou I_c (°C)
Hyperocéanique (0-11 C°)	Ultra-hyperocéanique accentué	0-2
	Ultra-hyperocéanique atténué	2-4
	Eu-hyperocéanique accentué	4-6
	Eu-hyperocéanique atténué	6-8
	Sub-hyperocéanique accentué	8-10
	Sub-hyperocéanique atténué	10-11
Océanique (11-21 C°)	Semi-hyperocéanique accentué	11-13
	Semi-hyperocéanique atténué	13-14
	Eu-océanique accentué	14-16
	Eu-océanique atténué	16-17
	Semi-continental accentué	17-19
	Semi-continental atténué	19-21
Continental (21-66 C°)	Sub-continental accentué	21-24
	Sub-continental atténué	24-28
	Eu-continental accentué	28-37
	Eu-continental atténué	37-46
	Hyper-continental accentué	46-56
	Hyper-continental atténué	56-66

L'application de cette classification pour les trois sites d'échantillonnage (tableau 7) révèle que le littoral de (El Ghedir) se distingue par son bioclimat Semi-hyperocéanique atténué avec une valeur de I_c (13.5 °C). Puis, le site de et Djebel Ouahch qui a le type Semi-continental accentué ($I_c= 18.7$). L'autre site de Babor se caractérise par son type Sub-continental accentué ($I_c= 21^\circ\text{C}$).

Tableau 7. Valeurs de l'amplitude annuelle moyenne et Bioclimats correspondants selon les classifications de Rivas-Martinez (2005)

Site	$I_c=A$ (°C)	Bioclimat
El Ghedir (E)	13.5	Semi-hyperocéanique atténué
Djebel Ouahch (D)	18.7	Semi-continental accentué
Babor (B)	21	Sub-continental accentué

A= (T max-T min), amplitude thermique annuelle moyenne en °C.

1.2.4.3 Evaluation de la sécheresse

1.2.4.3.1 Indice de Bagnouls et Gaussen (1953) et diagramme ombrothermique

Un des indices les plus utilisés encore à l'heure actuelle est l'indice de Bagnouls et Gaussen (1953).

Pour repérer les mois secs et humides d'une localité, généralement des diagrammes ombrothermiques sont tracés. Ces diagrammes superposent les deux courbes de températures (T) et de précipitations (P), à la fois en ordonnées sur deux axes, pour les 12 mois de l'année (en abscisses) ce qui permet de définir une aire ombrothermique. Plus l'aire est importante et plus la saison est sèche (Faurie *et al.*, 1980 ; Frontier *et al.*, 2004).

L'établissement de diagrammes ombrothermiques (Figure 9) selon Bagnouls et Gaussen montre une période sèche importante pour le site de Babor (5 mois). Elle diminue à 4 mois pour le site d'El Ghedir ; jusqu'au 3 mois et demi pour Djebel Ouahch.

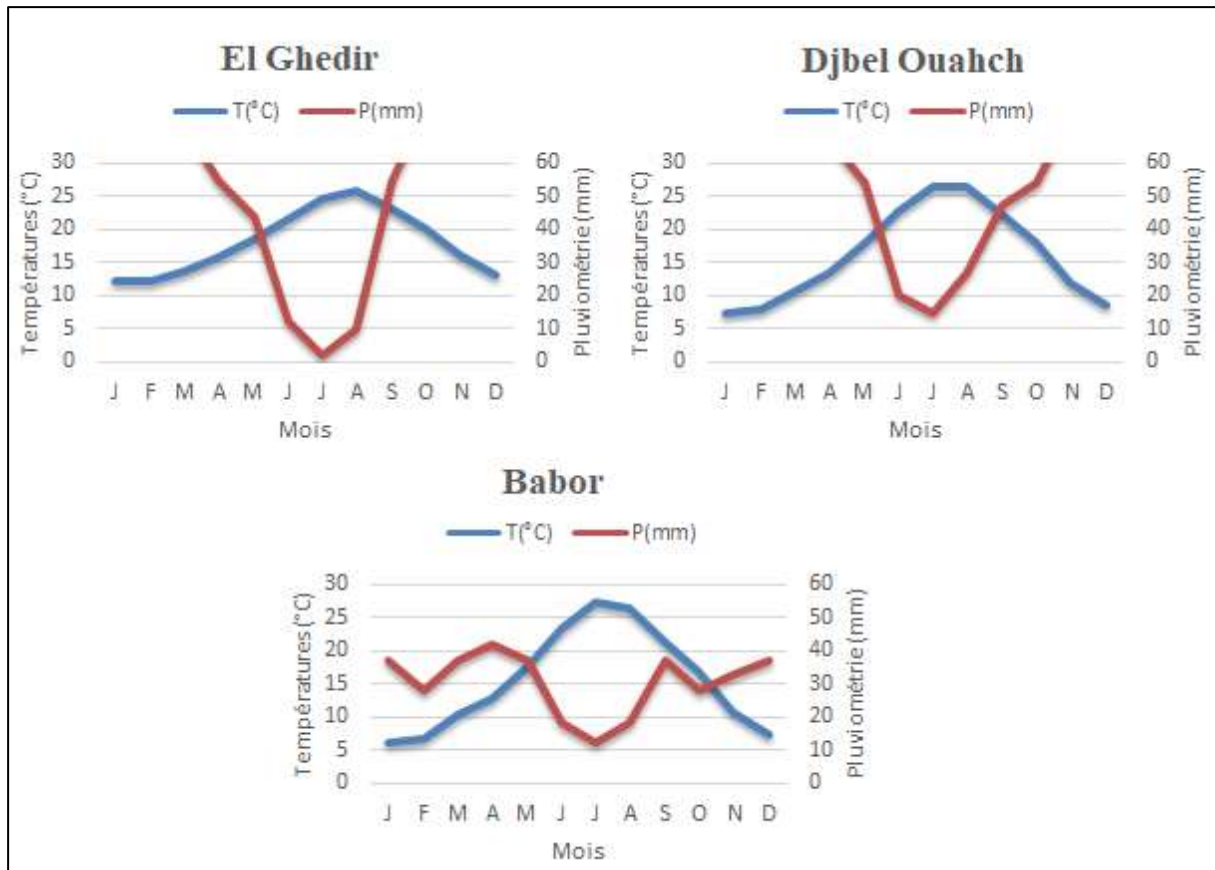


Figure 9. Diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gausson des deux stations d'échantillonnage. El Ghedir (E), Djebel Ouahch (D) et Babor (B).

1.2.4.3.2 Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger

Le quotient pluviothermique Q_2 établi par Emberger (1955) est spécifique au climat méditerranéen. Il est le plus fréquemment utilisé en Afrique du Nord pour étudier la sécheresse globale. Ce système appelé « climagramme d'Emberger » permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une station donnée. Il est déterminé à partir de la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{1000P}{\frac{(M+m)(M-m)}{2}} \quad \text{ou} \quad Q_2 = \frac{2000P}{M^2 - m^2}$$

P : Précipitations annuelles totales (mm) ;

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud (K°);

m : Moyenne des maxima du mois le plus froid (K°).

Les températures sont exprimées en Kelvin (K) : $T_K = T_C + 273,15$.

CHAPITRE II. ETUDE DU MILIEU, MATERIEL & METHODES

Stewart (1969) a développé une formule simplifiée de ce quotient pluviothermique d'Emberger pour l'Algérie et le Maroc, qui est défini comme suit :

$$Q_3 = 3,43 \frac{P}{M-m}$$

3.43 : Constante relative à la région : Algérie-Maroc ;

P : Précipitations totales annuelles en mm ;

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud en C° ;

m : Moyenne des minima du mois le plus froid en C°.

Le climagramme d'Emberger fait intervenir deux facteurs essentiels, d'une part la sécheresse représentée par le quotient pluviothermique Q_2 en ordonnées et d'autre part la moyenne des températures minimales du mois le plus froid en abscisses (Stewart, 1969). Plus ce quotient pluviothermique est élevé, plus le climat est plus humide (Dajoz, 1985).

L'application de la formule précédente de Stewart et en rapportant les valeurs de Q_3 et m (°C) sur le climagramme d'Emberger (tableau 8 et figure 10) montre l'existence de trois bioclimats, allant de du Semi-aride frais pour Babor avec la valeur de $Q_3=37.2$, puis, le Sub-humide frais de Djebel Ouahch ($Q_3=70.4$) et enfin le Sub-humide chaud qui caractérise le site d'El Ghedir ($Q_3=127.1$).

Tableau 8. Pluviométrie, températures et quotients d'aridité des sites étudiés

Site	T (°C)		P (mm/an)	Q ₃	Bioclimats
	M (°C)	m (°C)			
El Ghedir (E)	28.9	8.4	761.2	127.1	Sub-humide chaud
Djebel Ouahch (Z)	32.1	0.3	651.8	70.4	Sub-humide frais
Babor (B)	35	1.6	362.4	37.2	Semi-Aride frais

m, moyenne des minima du mois le plus froid en °C ; *M*, moyenne des maxima du mois le plus chaud en °C ; *P*, pluviométrie en mm/an ; *Q₃*, quotient pluviothermique d'Emberger.

2. Matériel et méthodes

2.1 Matériel

2.1.1 Matériel végétal

L'échantillonnage a concerné les feuilles de trois populations naturelles existantes en Algérie pour notre espèce *Eucalyptus globulus* Labill.

La récolte a été effectuée durant la campagne (2021-2022). Le nombre d'arbustes choisis aléatoirement est de trente pieds par population (un total de 90 arbres). Par la suite, trente feuilles saines et trente grappes de fruits ont été prélevées autour de la couronne de chaque arbre échantillonné (03 stations avec 2700 feuilles et 2700 grappes).

2.1.2 Dispositif expérimental

L'étude de la variabilité phénotypique de notre espèce a été réalisée au niveau du laboratoire pédagogique d'agronomie à l'université 20 Aout 1955 de Skikda. Nous avons utilisé le matériel suivant :

- Sur terrain : Sécateurs ou ciseaux, Agrafeuse, Sacs en papier et Appareil photo numérique.
- Au laboratoire : Pied à coulisse, Loupe zoom binoculaire (Bentley vision N° 310828), Pincettes à bouts ronds, Boîtes de conservation (plastiques et papiers).

2.2 Méthodes

2.2.1 Etude morphométrique

2.2.1.1 Observation et choix des caractères

Pour étudier la diversité morphologique de chaque espèce, une évaluation de caractères morphologiques quantitatifs et qualitatifs (tableau 11), inspirés de plusieurs études (Mekelleche, 2014...etc.). Aussi, nous avons basé sur des descripteurs morphologiques tels que : Référentiels de l'IPGRI (1997) pour le pistachier et le caroubier, afin de compléter la description de notre étude.

2.2.1.2 Mensurations

Les mesures pour les feuilles (tableau 9, figures 11 et 12) concernant notre espèce ont été effectuées à l'aide d'un pied à coulisse digital (150 mm) à l'œil nu et/ou en utilisant un stéréoscope Optika (grossissement 40x).

Tableau 9. Liste des caractères morphologiques quantitatifs et qualitatifs étudiés.

Caractères morphologiques	
	Longueur de la feuille en mm (LNF)
	Largeur de la feuille en mm (LRF)
	Rapport longueur / largeur de la feuille (R)
	Longueur du pétiole en mm (LNP)
	Rapport longueurs (feuille / pétiole) (RP)
	Diamètre maximal du pétiole en mm (DM)
Quantitatifs	Diamètre minimal du pétiole en mm (DN)
	Angle défini par la nervure principale et celle secondaire (A) en ° C
	Nombre des boutons floraux par grappe (NB)
	Longueur du pétiole par grappe (LP)
	Longueur du pédicelle le plus long par grappe en mm (LPL)
	Longueur du pédicelle le plus court par grappe en mm (LPC)
	Symétrie de la feuille (SF) : 1- Symétrique 2- Asymétrique
	Forme de la feuille (FF) : 1- Lancéolée 2- Elliptique 3- Ovale lancéolée 4- Falciforme 5- Autres
	Couleur de la feuille (CF) : 1- Vert clair 2- Vert 3- Vert foncé
Qualitatifs	Forme de l'apex (FA) : 1- Aigüe 2- Obtuse 3- Caudée ou Accumulée 4- Retusée 5- Effilée
	Forme de la base (FB) : 1- Régulière 2- Irrégulière
	Forme du pétiole (FP) : 1- Arrondie 2- Arrondie aplatie d'un seul coté 3- Aplatie

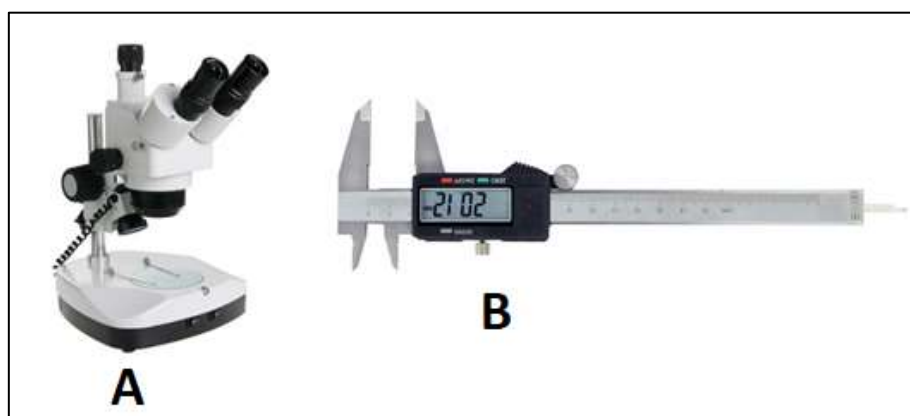


Figure 11. Matériel utilisé au laboratoire. A Stéréoscope (Grossissement x40, Novex) et B, Pieds à coulisse digital (150 mm, Bricoman)

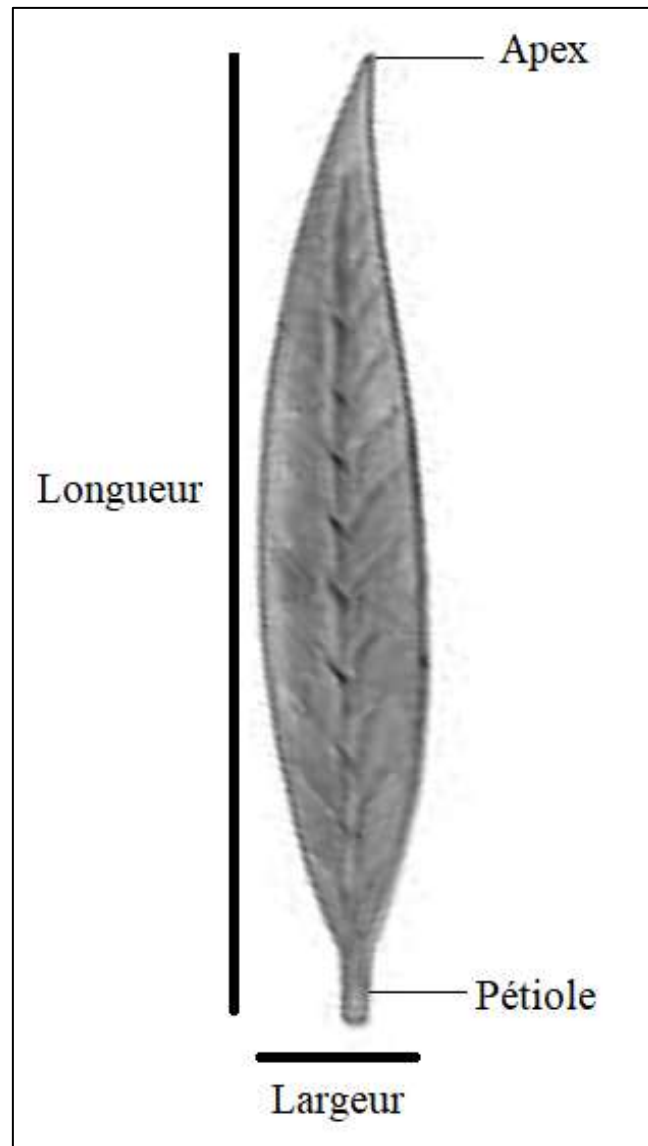


Figure 12. Quelques caractères morphologiques étudiés pour les feuilles de notre espèce

2.2.2 Méthodes d'analyses statistiques

2.2.2.1 Types des caractères

Pour mieux décrire la variabilité des populations de notre espèce, les caractères morphologiques retenus dans le cadre de notre étude, sont de type qualitatifs (une expression discontinue, observables) et quantitatifs (mesurables).

2.2.2.2 Tests de normalité

La normalité des données a été vérifiée à l'aide du test de Kolmogorov Smirnov. La distribution de l'échantillonnage tend à suivre la loi normale (taille des échantillons suffisamment grande).

2.2.2.3 Statistiques descriptives

Les statistiques élémentaires ont été calculées à l'échelle intra et inter-populations pour notre espèce pour les variables Quantitatives (moyenne, minimum, maximum, écart-type et coefficient de variation) et Qualitatives (effectifs et écart-type pour celles semi quantitatives).

2.2.2.4 Tests de significativité

Chez notre espèce, nous avons étudiées trois groupes indépendants ou appariés (populations). Donc, pour les comparer, il est nécessaire d'utiliser une analyse de la variance à un seul facteur pour les variables quantitatives à l'échelle intra- et inter-population.

2.2.2.5 Tests de corrélation

Le coefficient de corrélation « r » avec sa valeur comprise entre -1 et 1, a été appliqué pour visualiser la liaison entre les variables quantitatives.

2.2.2.6 Analyses factorielles

Afin de visualiser la structuration de la diversité morphologique de nos populations, les analyses multivariées ont été appliquées pour les feuilles.

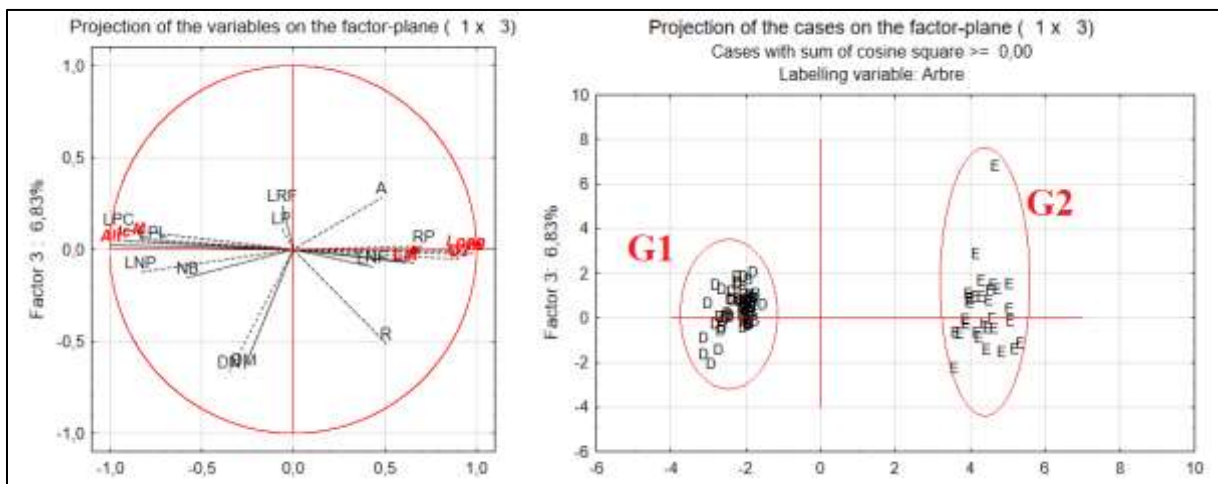
- **Analyse en composantes principales (ACP) :** L'Analyse en composantes principales a été appliquée pour les variables quantitatives avec les variables écologiques géographiques (altitude, latitude et longitude) et climatiques (Température maximale M et minimale m, Précipitation P, indice de continentalité Ic et coefficient d'Emberger Q₃) pour voir le regroupement des arbres chez les populations étudiées.
- **Classification ascendante hiérarchique (CAH) :** Dans notre étude, les méthodes hiérarchiques visent à regrouper en classes homogène (grande similarité) l'ensemble des arbres de chaque espèce étudiée.

2.2.2.7 Logiciels appliqués

L'ensemble de ces tests a été effectué à l'aide des programmes suivants : STATISTICA 12.

CHAPITRE III

RESULTATS ET DISCUSSION



1. Résultats

1.1 Morphométrie

1.1.1 Les caractères quantitatifs

1.1.1.1 Longueur de la feuille (LNF)

La moyenne enregistrée au niveau d'El Ghedir varie entre 60,54 mm et 159,78 mm avec une valeur de 116,79 mm. Par contre à Babor, une moyenne de 119,47 mm a été enregistrée variant entre 70,16 mm et 155,99 mm. Par suite à Dj. Ouahch, elle varie entre 60,16 mm et -159,63 mm avec une moyenne de 95,92 mm. Les feuilles mesurent en moyenne 110,73 mm pour notre espèce avec un écart type de 25,50 et un coefficient de variation de 23,03, les plus longues étant celles de Babor (119,47 mm) (tableau 10).

1.1.1.2 Largeur de la feuille (LRF)

A Babor nous avons la moyenne (18,61 mm) la plus élevée par station, elle varie entre (9,11-27,96 mm) avec un écart type de 5,45 mm et un coefficient de variation de 29,26 % ; tandis qu'à Dj. Ouahch, la moyenne, l'étendue, l'écart type et le coefficient de variation enregistrées sont 15,03 mm, (5,48-25,77 mm), 4,65 mm et 30,96 %, respectivement. Par contre à El Ghedir, la moyenne est égale à 16,44 mm, elle varie entre 5,65 mm et 31,25 mm. La valeur moyenne pour l'espèce est 16,69 mm (tableau 10).

1.1.1.3 Rapport (Longueur/ Largeur) de la feuille (R)

Le rapport longueur / largeur a une moyenne de 7,71 à El Ghedir ; 7,10 à Dj. Ouahch et 7,10 à Babor avec leurs étendus qui sont variables (2,70-27,44 ; 2,82-25,14 et 2,71-16,62, respectivement). La moyenne pour l'espèce est égale à 7,30 avec son écart type 2,98 (tableau 10).

1.1.1.4 Longueur du pétiole (LNP)

La longueur du pétiole nous a donné les moyennes suivantes : 12,60 mm et 17,86 mm et 15,61 mm avec leurs valeurs minimales et maximales de 4,07-25,96 mm ; de 5,41-32,40 mm et de 6,01-24,98mm pour les stations El Ghedir, Dj. Ouahch et Babor, respectivement. Concernant l'écart-type et le coefficient de variation, les valeurs enregistrées sont de 3,84 mm et 30,44 % à El Ghedir ; de 6,23 mm et 34,85 % à Dj. Ouahch et de 5,54 mm et 35,47 % à Babor. La moyenne enregistrée pour l'espèce est de 15,36 mm, les pétioles sont plus longs à Dj. Ouahch par rapport aux deux autres stations (tableau 10).

1.1.1.5 Rapport longueurs (feuille/ pétiole) (RP)

Concernant le rapport des deux longueurs (feuille/ pétiole), il est en moyenne de 9,81 dans un intervalle min-max de 4,28-31,19 à El Ghedir. Puis, Dj. Ouahch avec une moyenne de 6,07 avec une étendue de 2,31-25,42 et enfin Babor avec une moyenne de 8,90 avec un minimum de 3,03 mm et un maximum de 25,10.

L'écart-type et le coefficient de variation sont de 2,73 - 27,82 %, 2,56 -42,19 % et 4,25 -47,73 %, respectivement, pour El Ghedir, Dj. Ouahch et Babor. La moyenne pour l'espèce est de 8,26. La valeur importante est enregistrée à El Ghedir (tableau 10).

1.1.1.6 Diamètre maximal du pétiole (DM)

Le diamètre maximal du pétiole est en moyenne de 0,85 nervures avec leurs étendues de 0,11-1,90 mm et de 0,10-1,80mm à El Ghedir et Dj. Ouahch, respectivement. Par contre, Babor enregistre la moyenne la plus élevée pour l'espèce qui est de 0,96 mm avec une étendue de 0,11-2,27.

L'écart-type et le coefficient de variation sont de 0,40 mm , 46,43 %; de 0,40 mm et 46,98 % et enfin de 0,43 mm et 44,40 %, respectivement pour El Ghedir, Dj. Ouahch et Babor. La moyenne enregistrée pour l'espèce est de 0,89 mm (tableau 10).

1.1.1.7 Diamètre minimal du pétiole en mm (DN)

Le diamètre minimal du pétiole est en moyenne de 0,77 mm, 0,79 et 0,88 mm avec les étendues de 0,09-1,75 mm à El Ghedir, de 0,09-1,74 mm Dj. Ouahch et de 0,09-1,58 Babor, respectivement.

L'écart-type et le coefficient de variation sont de 0,39, 50,45 %; de 0,39 mm et 49,80 % et enfin de 0,43 mm et 48,99 %, respectivement pour El Ghedir, Dj. Ouahch et Babor. La moyenne enregistrée pour l'espèce est de 0,81 mm (tableau 10).

1.1.1.8 Angle défini par la nervure principale et celle secondaire (A)

Au niveau de El Ghedir, l'angle défini par la nervure principale et celle secondaire a enregistré une moyenne de 51,11 °C avec une étendue de 20-66 °C. Tandis qu'à Babor, la moyenne est de 50,41°C avec une étendue entre 20 et 65 °C. Par contre à Dj. Ouahch, la moyenne plus élevée (47,85) ° C a été enregistrée avec son étendue de 19-68 ° C.

L'écart-type et le coefficient de variation sont de 39,06 °C-17,72 % à El Ghedir, de 9,78 °C-19,41% à Babor et de 7,47 °C - 15,60 %, à Dj. Ouahch. L'angle défini par l'espèce est égale à 49,79 ° C. (tableau 10).

1.1.1.9 Nombre des boutons floraux par grappe (NB)

A El Ghedir, nous avons la moyenne (7.71), qui varie entre la valeur minimale de 3 et la valeur maximale de 12. Au niveau de Babor, la moyenne est égale à 7.71 dans un intervalle (min- max) égal à 4-12. Simultanément, à Djebel Ouahch, la moyenne la plus élevée par station est de valeur 9.44. Cette variable est en moyenne 8.22 pour l'espèce (tableau 10).

1.1.1.10 Longueur du pédoncule par grappe (LP)

La longueur du pédoncule par grappe est en moyenne de 26,44 mm avec une étendue de 9,25-32,99 mm à El Ghedir. A Babor, la moyenne est de 23,71 mm avec une étendue entre 2,69-29,99 mm. Par contre, Dj. Ouahch enregistre une moyenne plus élevée par rapport les deux autres stations (30,52 mm) avec une étendue de 2,61-40,94 mm. L'écart-type et le coefficient de variation sont de 5,17 mm - 19,57 % ; 3,29 mm - 13,86 % et de 5,25 mm et 17,19 %, respectivement pour El Ghedir, Babor et Dj. Ouahch. La moyenne enregistrée pour l'espèce est de 26,89 mm (tableau 10).

1.1.1.11 Longueur du pédicelle le plus long par grappe en mm (LPL)

Au niveau d'El Ghedir, la longueur du pédicelle le plus long par grappe a enregistré une moyenne de 23,87mm avec une étendue de 8,14-33,24 mm. Tandis qu'à Babor, la moyenne est de 27,38 mm avec une étendue entre 20,10-34,98 mm. Par contre à Dj. Ouahch, la moyenne plus élevée (34,45) mm a été enregistrée avec son étendue de 21,59-45,79 mm. Pour l'espèce, une valeur moyenne de 28.57 mm a été signalée (tableau 10).

1.1.1.12 Longueur du pédicelle le plus court par grappe en mm (LPC)

Concernant ce caractère, il est en moyenne de 19,02 mm dans un intervalle min-max de 4,58-30,56 mm à El Ghedir. Puis, Dj. Ouahch avec une moyenne de 25,32 avec une étendue de 19,06-31,86 mm et enfin Babor avec une moyenne de 24,71 avec un minimum de 16,21 mm et un maximum de 28,99 mm.

La moyenne de l'espèce est égale a 23,02 mm avec son écart-type de 3.21 mm et son coefficient de variation de 22.14 % (tableau 10).

1.1.2 Les caractères quantitatifs

1.1.2.1 Symétrie de la feuille (SF)

Au niveau de la population d'El Ghedir, les feuilles symétriques représentent le pourcentage le plus élevé (70,33 %) alors que les autres deux populations Dj. Ouahch et Babor ont des feuilles asymétriques plus abondantes avec 65,89 % et 51,44 %. Pour l'espèce, les feuilles ont des proportions proches (Symétrie de 51% et asymétrie de 49%) % (tableau 11).

1.1.2.2 Forme de la feuille (FF)

Deux formes majoritaires ont été rencontrées pour l'espèce (Ovale Lancéolée 34,00 % et Elliptique 31,11 %). Il en est de même pour Dj. Ouahch : Ovale Lancéolée (avec 52,78%) et Elliptique (35.56%). A Dj Ouahch, nous avons les trois formes : Elliptique à 37.11% et Lancéolée à 31.78% et Ovale Lancéolé à 29.11 %. Pour la station de Babor, les proportions ont enregistré un rapprochement clair pour les cinq formes existantes (tableau 11).

1.1.2.3 Couleur de la feuille (CF)

D'après les résultats obtenus pour l'espèce, nous avons le suivant : le vert (47,19 %), le vert (40.63 %) et le vert sombre (12,19%).

Par station, le vert sombre est le plus abondant pour Dj. Ouahch et Babor avec les valeurs 76,56 % et 39.89 %, respectivement. Par contre, à El Ghedir, le vert clair a le pourcentage la plus élevée avec un pourcentage de 69% (tableau 11).

1.1.2.4 Forme de l'apex (FA)

Pour l'espèce, trois formes ont des proportions proches. Elles sont par ordre décroissant : (Obtuse - 27.41% ; Aigue- 26,22 % et caudée -25.33%).

Par station, la forme "Aiguë " de l'apex est présente de façon majoritaire avec une moyenne de 52.46 % pour la station d'Ghedir. Cependant, à Dj. Ouahch, nous avons la forme caudé avec 38%. En ce qui concerne Babor, les cinq formes ont des valeurs presque semblables (Aigue- 17,44 % ; Obtuse-22,33 % ; caudée-20,67c%, Retusée 18,22 % et effilé- 21.33 %) (tableau 11).

1.1.2.5 Forme de la base (FB)

A l'échelle inter et intra-population, la forme irrégulière est présente d'une façon majoritaire sauf pour la station de Babor dont la forme irrégulière (50,78%) est celle la plus abondante.

Pour l'espèce la moyenne pour la forme régulière est égale à (69,74 %), alors que les proportions sont les suivants par station : (70,44 % à El Ghedir, 89,56 % à Dj. Ouahch et 49,22 % à Babor) (tableau 11).

1.1.2.6 Forme du pétiole (FP)

Pour l'espèce, la forme arrondie aplatie d'un seul côté représente la forme la plus dominante avec une valeur de 48,48 %. Pareillement, la même forme est majoritaire par population avec ses valeurs : 44,22 % à El Ghedir, 48,78 % à Dj. Ouahch et 52,44 % à Babor. Concernant l'autre forme arrondie, elle se trouve en seconde place (tableau 11).

1.2 Analyse de la diversité morphologique

1.2.1 Tests de significativité

L'analyse de la variance à un seul facteur (tableau 10) montre des différences hautement significatives ($p < 0,001$) concernant les trois populations étudiées à l'échelle inter-population pour toutes les variables quantitatives. A l'échelle intra-population, le test s'est révélé significatif uniquement pour certaines variables. Les variables non significatives sont deux à El Ghedir, 4 à Babor et 9 à Dj. Ouahch.

1.2.2 Tests de corrélation

Les corrélations entre des différentes variables quantitatives relatives aux feuilles sont illustrées dans le tableau 12.

Des liaisons fortes ($r > 0.5$) et hautement significatives ($p < 0,001$) sont enregistrées essentiellement pour :

- **La longueur de la feuille (LNF) avec les variables :** « Largeur de la feuille (LRF), Longueur du pétiole (LNP), Rapport longueurs (feuille / pétiole) (RP), Angle défini par la nervure principale et celle secondaire (A), Nombre des boutons floraux par grappe (NB), Longueur du pédoncule par grappe (LP) et Longueur du pédicelle le plus long par grappe (LPL) ».

- **La largeur de la feuille (LRF) avec :** l'angle défini par la nervure principale et celle secondaire (A), le nombre des boutons floraux par grappe (NB) et la longueur du pédoncule par grappe (LP).
- **La longueur du pétiole (LNP) avec :** le Rapport longueurs (feuille / pétiole) (RP), l'angle défini par la nervure principale et celle secondaire (A), le nombre des boutons floraux par grappe (NB), la longueur du pédicelle le plus long (LPL), et celle la petite par grappe (LPC) ».
- **L'angle défini par la nervure principale et celle secondaire (A) avec :** le nombre des boutons floraux par grappe (NB), la longueur du pédoncule par grappe (LP) et la longueur du pédicelle le plus court (LPC).
- **Le nombre des boutons floraux par grappe (NB) avec :** la longueur du pédoncule par grappe (LP), la longueur du pédicelle le plus court (LPC) et celle du plus long (LPL)

Le reste des variables ont enregistré des corrélations, quelquefois significatives, mais, faibles ($r < 0.5$).

CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau 10. Caractéristiques des caractères quantitatifs mesurés pour les feuilles des trois stations

Caractères /Stations	El Ghedir (E)	Dj. Ouahch (D)	Babor (B)	Moyenne (Espèce)
Longueur de la feuille en mm (LNF)	116,79***±25,53 (60,54-159,78) 21,86	95,92NS±18,95 (60,16-159,63) 19,76	119,47NS±24,67 (70,16-155,99) 20,65	110,73***±25,50 (60,16-159,78) 23,03
Largeur de la feuille en mm (LRF)	16,44NS±4,43 (5,65-31,25) 26,95	15,03NS±4,65 (5,48-25,77) 30,96	18,61***±5,45 (9,11-27,96) 29,26	16,69***±5,08 (5,48-31,25) 30,43
Rapport longueur / largeur de la feuille (R)	7,71*±3,05 (2,70-27,44) 39,59	7,10NS±2,98 (2,82-25,14) 42,00	7,10***±2,86 (2,71-16,62) 40,28	7,30***±2,98 (2,70-27,44) 40,78
Longueur du pétiole en mm (LNP)	12,60***±3,84 (4,07-25,96) 30,44	17,86***±6,23 (5,41-32,40) 34,85	15,61***±5,54 (6,01-24,98) 35,47	15,36***±5,72 (4,07-32,40) 37,22
Rapport longueurs (feuille / pétiole) (RP)	9,81**±2,73 (4,28-31,19) 27,82	6,07*±2,56 (2,31-25,42) 42,19	8,90***±4,25 (3,03-25,10) 47,73	8,26***±3,63 (2,31-31,19) 44,01
Diamètre maximal du pétiole en mm (DM)	0,85***±0,40 (0,11-1,90) 46,43	0,85 NS ±0,40 (0,10-1,80) 46,98	0,96NS±0,43 (0,11-2,27) 44,40	0,89***±0,41 (0,10-2,27) 46,27
Diamètre minimal du pétiole en mm (DN)	0,77***±0,39 (0,09-1,75) 50,45	0,79 NS ±0,39 (0,09-1,74) 49,80	0,88 NS ±0,43 (0,09-1,58) 48,99	0,81***±0,41 (0,09-1,75) 50,09
Angle défini par la nervure principale et celle secondaire (A) en ° C	51,11NS±9,06 (20,00-66,00) 17,72	47,85 NS ±7,47 (19,00-68,00) 15,60	50,41***±9,78 (20,00-65,00) 19,41	49,79***±8,93 (19,00-68,00) 17,93
Nombre des boutons floraux par grappe (NB)	7,52*±2,36 (3,00-12,00) 31,38	9,44NS ±2,45 (5,00-12,00) 25,95	7,71 NS ±2,12 (4,00-12,00) 27,52	8,22***±2,47 (3,00-12,00) 30,04
Longueur du pédoncule par grappe en mm (LP)	26,44***±5,17 (9,25-32,99) 19,57	23,71 NS ±3,29 (2,69-29,99) 13,86	30,52***±5,25 (2,61-40,94) 17,19	26,89***±5,43 (2,61-40,94) 20,20
Longueur du pédicelle le plus long par grappe en mm (LPL)	23,87***±5,80 (8,14-33,24) 24,30	34,45***±5,10 (21,59-45,79) 14,81	27,38***±4,36 (20,10-34,98) 15,92	28,57***±6,75 (8,14-45,79) 23,62
Longueur du pédicelle le plus court par grappe en mm (LPC)	19,02***±5,76 (4,58-30,56) 30,28	25,32 NS ±3,22 (19,06-31,86) 12,70	24,71***±3,21 (16,21-28,99) 12,98	23,02***±5,10 (4,58-31,86) 22,14

Moy, Moyenne ; ET, écart type ; Min, minimum ; Max, maximum ; Coefficient de variation, CV ; Seuil de signification statistique *, $p < 0,05$; **, $p < 0,01$; *, $p < 0,001$; NS : Non significatif.**

CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau 11. Fréquences (%) pour les variables qualitatives par station.

Caractère	Variantes	El Ghedir (E) %	Dj. Ouahch (D) %	Babor (B) %	Moyenne (Espèce) %
Symétrie de la feuille (SF)	1- Symétrique	70,33	34,11	48,56	51,00
	2- Asymétrique	29,67	65,89	51,44	49,00
Forme de la feuille (FF)	1- Lancéolée	31,78	00,00	18,89	16,89
	2- Elliptique	37,11	35,56	20,67	31,11
	3- Ovale lancéolée	29,11	52,78	20,11	34,00
	4- Falciforme	1,89	7,00	19,56	9,48
	5- Autres	0,11	4,67	20,78	8,52
Couleur de la feuille (CF)	1- Vert clair	69,00	23,22	29,67	40,63
	2- Vert	25,11	76,56	39,89	47,19
	3- Vert sombre	5,89	0,22	30,44	12,19
Forme de l'apex (FA)	1- Aigue	46,22	15,00	17,44	26,22
	2- Obtuse	31,44	28,44	22,33	27,41
	3- Caudée ou Acuminée	17,33	38,00	20,67	25,33
	4- Retusée	4,00	1,89	18,22	8,04
	5- Effilée	1,00	16,67	21,33	13,00
Forme de la base (FB)	1- Régulière	70,44	89,56	49,22	69,74
	2- Irrégulière	29,56	10,44	50,78	30,26
Forme du pétiole (FP)	1- Arrondie	35,44	26,78	23,11	28,44
	2- Arrondie aplatie d'un seul coté	44,22	48,78	52,44	48,48
	3- Aplatie	20,33	24,44	24,44	23,07

CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau 12. Corrélations entre les variables quantitatives mesurées.

Variables quantitatives	LNF	LRF	R	LNP	RP	DM	DN	A	NB	LP	LPL	LPC
Longueur de la feuille (LNF)	1,00	0,68 ***	0,41 ***	-0,50 ***	0,82 ***	0,35 ***	0,24 *	0,61 ***	-0,80 ***	0,73 ***	-0,75 ***	-0,40 ***
Largeur de la feuille (LRF)		1,00	-0,30 **	-0,21 *	0,52 ***	0,45 ***	0,39 ***	0,59 ***	-0,61 ***	0,83 ***	-0,45 ***	0,05
Rapport longueur / largeur de la feuille (R)			1,00	-0,26	0,35 ***	-0,04	-0,10	-0,08	-0,24 *	-0,10	-0,33 ***	-0,49 ***
Longueur du pétiole (LNP)				1,00	-0,88 ***	0,09	0,19	-0,52 ***	0,66 ***	-0,24	0,83 ***	0,78 ***
Rapport longueurs (feuille / pétiole) (RP)					1,00	0,15	0,05	0,63 ***	-0,81 ***	0,55 ***	-0,90 ***	-0,67 ***
Diamètre maximal du pétiole (DM)						1,00	0,91 ***	0,10	-0,15	0,47 ***	-0,17	0,16
Diamètre minimal du pétiole (DN)							1,00	0,07	-0,00	0,39 ***	-0,05	0,23 *
Angle défini par la nervure principale et celle secondaire (A)								1,00	-0,63 ***	0,45	-0,64 ***	-0,45 ***
Nombre des boutons floraux par grappe (NB)									1,00	-0,59 ***	0,81 ***	0,55 ***
Longueur du pédoncule par grappe (LP)										1,00	-0,42 ***	0,13
Longueur du pédicelle le plus long par grappe (LPL)											1,00	0,79 ***
Longueur du pédicelle le plus court par grappe (LPC)												1,00

Seuil de signification statistique *, $p < 0,05$; **, $p < 0,01$; ***, $p < 0,001$

1.2.3 Tests multivariés

A travers l'analyse en composantes principales, le plan factoriel (1x3) a permis une meilleure interprétation des individus et des variables. Il explique une inertie totale de 56.51 % de sorte que le premier axe donne 49.68 %, alors que l'autre (3) résume 6.83 % de l'inertie totale (tableau 13 et figure 13).

Le cercle de corrélation révèle que la majorité des variables quantitatives relatives aux feuilles (figure 13B) sont corrélées avec la première dimension comme suit (tableau 14) :

- Positivement pour le rapport des longueurs feuille / pétiole (RFP) avec la valeur de $r= 0.71$
- Négativement pour : La longueur du pétiole (LNP ; -0.83), le nombre des boutons floraux par grappe (NB ; -0.58), Longueur du pédicelle le plus long (LPL ; -0.77) et celle du plus court (LPC ; -0.95).

Ces variables sont fortement corrélées positivement à la sécheresse globale ou l'aridité (Coefficient d'Emberger Q_3) et négativement à la continentalité thermique (indice I_c). Simultanément, l'effet modérateur de l'altitude Alt et de la longitude Long, avec l'intensité du fruit m jouent aussi un rôle important.

Le deuxième axe est relié avec les variables au rapport de la feuille (R ; -0.51) et au diamètre du pétiole DM et DN avec les valeurs (-0.65 et -0.67), respectivement. La relation entre ces variables et celle environnementales est très faible.

Le digramme de la projection des 90 arbres des trois populations étudiées ont montré une nette séparation de deux groupes pour les feuilles (figure 13B). Ce sont les mêmes groupes séparés par **le dendrogramme de la classification hiérarchique** obtenue par la méthode de Ward via la distance euclidienne (figure 13C).

Le premier axe sur la carte factorielle oppose un gradient lié à la continentalité thermique caractérisée à travers son indice I_c . La répartition des deux groupes (Babor B et Dj. Ouahch) et (El Ghedir E) et se fait en fonction des valeurs de « Q_3 » décroissantes, allant du bioclimat continental accentué (premier groupe, B et D) vers l'hyperocéanique (deuxième groupe, B).

Alors que, le second axe semble expliquer un gradient lié à la température maximale M marquée par certaine stabilité.

Tableau 13. Valeurs propres issues de l'ACP.

Nombre de valeur	Valeurs Propres	% Total variances	Cumul -Valeurs Propres	Cumul - %
1	9,94	49,68	9,94	49,68
2	6,38	31,91	16,32	81,59
3	1,37	6,83	17,68	88,42
4	0,96	4,82	18,65	93,25
5	0,46	2,29	19,11	95,54
6	0,25	1,26	19,36	96,80
7	0,23	1,13	19,59	97,93
8	0,14	0,69	19,72	98,62
9	0,11	0,57	19,84	99,19
10	0,07	0,35	19,91	99,53
11	0,04	0,20	19,95	99,73
12	0,03	0,15	19,98	99,88
13	0,02	0,08	19,99	99,96
14	0,01	0,04	20,00	100,00

Tableau 14. Corrélations entre les variables sur le plan factoriel (1x3).

Variables	Facteur 1	Facteur 2	Facteur 3
LNF	0,43	0,81	-0,09
LRF	-0,06	0,91	0,24
R	0,50	-0,07	-0,51
LNP	-0,83	-0,31	-0,12
RP	0,71	0,64	0,02
DM	-0,27	0,61	-0,65
DN	-0,35	0,52	-0,67
A	0,48	0,56	0,28
NB	-0,58	-0,68	-0,15
LP	-0,06	0,92	0,12
LPL	-0,77	-0,57	0,04
LPC	-0,95	-0,02	0,11
Alt	-0,99	-0,04	0,02
Long	0,94	0,31	-0,00
Lat	0,61	-0,77	-0,07
M	-0,84	0,52	0,06
m	0,99	0,08	-0,02
P	0,66	-0,73	-0,07
Ic	-0,93	0,35	0,05
Q3	0,90	-0,42	-0,05

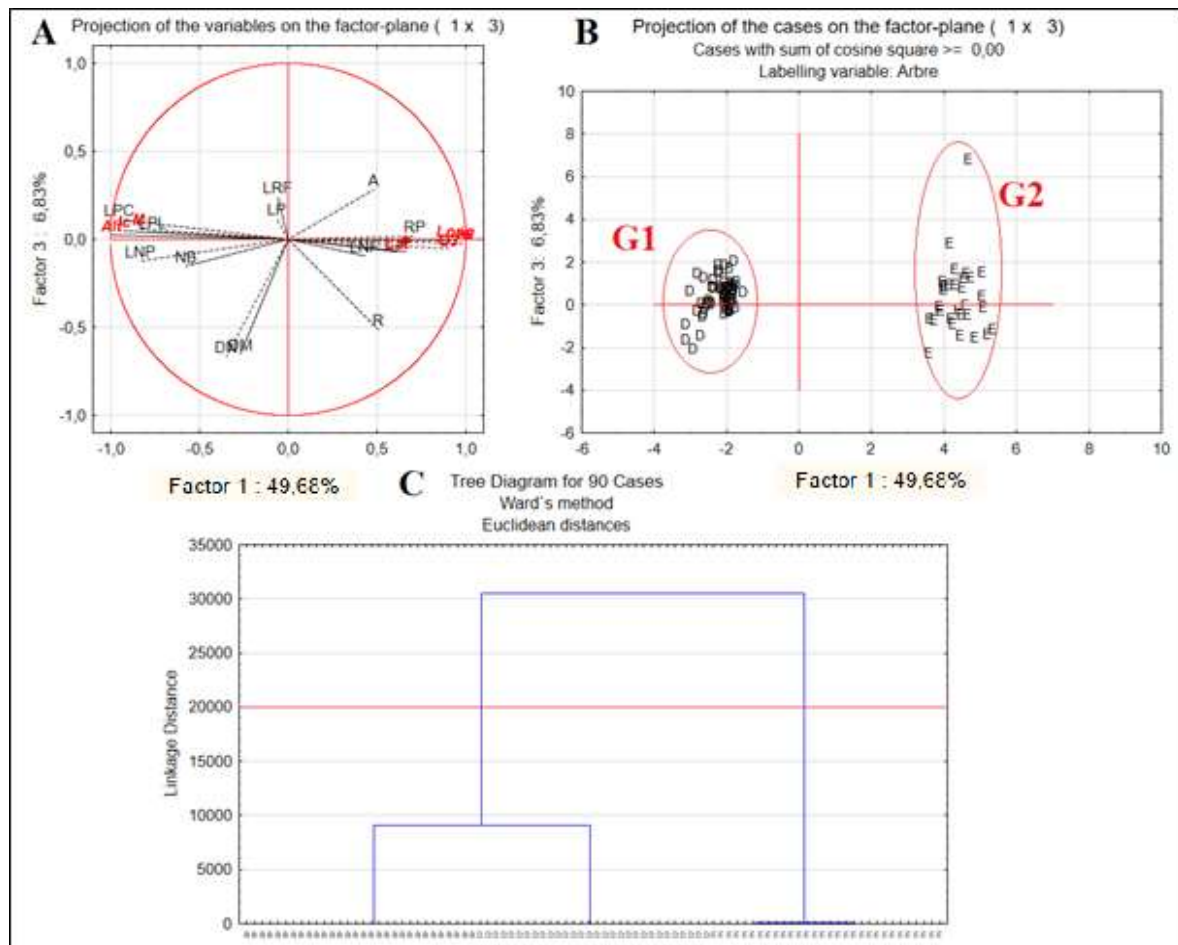


Figure 13. Analyses en composantes principales (ACP) des variables morphologiques quantitatives et environnementales concernant les feuilles : Cercle de corrélation des variables (A), Diagramme de dispersion des 90 arbres (B) et Classification hiérarchique ascendante obtenue par la méthode de Ward (C).

2. Discussion

Cette section reprend l'ensemble des résultats obtenus.

- Elle débat essentiellement l'effet des facteurs géographiques (altitude, latitude et longitude) et climatiques (thermiques et ombriques) sur les caractères phénotypiques étudiées.
- Elle compare nos quelques résultats avec ceux obtenus dans la littérature de l'espèce.

2.1 Effet des facteurs environnementaux (tableaux 13 et 14 ; figure 13)

L'hétérogénéité exprimée pour toutes les variables morphologiques relatives concernant les deux populations peut s'expliquer par la combinaison de facteurs thermo et ombro-climatiques des stations d'échantillonnage ainsi que leurs caractéristiques géographiques.

Selon Rivas-Martinez (2005), la délimitation des étages bioclimatiques se fait en fonction des facteurs thermo et ombro-climatiques. Et par conséquent, cela permet une expression plus simple de la notion végétation-climat.

En ce qui concerne nos résultats (figure 13), le plan factoriel de l'analyse en composantes principales (ACP) pour les arbres des trois populations étudiées montrent qu'il existe effectivement des gradients liés à la continentalité avec l'action modératrice des facteurs géographiques (altitude, longitude et intensité du froid).

Suivant un gradient de continentalité, la population d'El Ghedir qui forme un groupe unique, s'isole par son bioclimat semi hyper-océanique par rapport aux autres stations (Dj. Babor B et Dj. Ouahch) qui ont le caractère Sub-ou semi-continental.

L'interaction des facteurs climatiques avec les variables phénotypiques a été rapportée par plusieurs auteurs (Alyafi, 1978 ; Maley & Parker, 1993) pour de nombreuses espèces.

En effet, les végétaux peuvent développer des stratégies adaptatives leur permettant de se maintenir dans leur habitat naturel. Selon Aussenac (1973), des conditions climatiques différentes influencent la dimension, la forme et la structure des feuilles et même le nombre et la dimension des stomates, chez certaines espèces de résineux.

D'autres études ont également mis en évidence l'influence de l'altitude, des températures minima et l'aridité dans la variabilité morphologique chez de nombreuses chez l'Eucalyptus (Franks, *et al.*, 2009 ; Pfautsch *et al.* 2016 ; Samdin *et al.* 2020).

Concernant la couleur des feuilles, les pigments foliaires sont les molécules responsables de la couleur des végétaux. Ils varient en fonction des espèces et des conditions environnementales (Bousquet, 2007 ; Asner & Martin, 2008).

Le polymorphisme ou la diversité des espèces se définit par le biais des caractères taxonomiques, qui sont des traits individuels ou des propriétés d'un végétal, susceptibles d'être mesurés.

Ainsi, deux individus de la même espèce n'auront pas nécessairement les mêmes traits morphologiques (Bidault, 1971 ; Metro, 1975).

Selon Lodé (1998), les individus d'une même espèce peuvent présenter de grandes différences morphologiques liées à un dimorphisme sexuel, ou une réponse à une pression environnementale. Quelles que soient leurs variations, les traits d'un individu constituent le phénotype qui résulte de l'interaction entre son génotype et les conditions de son environnement.

2.2 Comparaison des données recueillies

L'étude de MEKELLECHE (2014) sur la diversité morphologique de l'*Eucalyptus globulus* dans la région Nedroma de Tlemcen montre le suivant :

- Des valeurs plus petites pour la longueur (60-185mm et 87-152 mm) et la largeur (60-185mm et 87-152 mm) des feuilles, respectivement, à Sidi Mjahed et Beni Ouersous par rapport à nos résultats qui sont (60,16-159,78 mm x 5,48-31,25 mm).
- Contrairement à Nedroma dont leurs feuilles sont moins longs (49-149 mm), mais, elles sont plus larges (17-54 mm)

Finalement, on peut dire que cette diversité probablement est due aux facteurs géographiques ou climatiques car la station d'El Ghedir (A) se diffère par ses caractéristiques écologiques spécifiques (continentalité, stress thermique hivernal et altitude).

Il semble que certaines mesures morphologiques enregistrées chez les trois populations étudiées de notre espèce partagent le même pool avec celles rapportées dans la littérature pour certains caractères phénotypiques, cependant, elles se différencient pour d'autres. Ce qui montre effectivement que les pressions d'ordres abiotiques pourraient jouer un rôle limitant. Ces facteurs pourraient être responsables de nouveaux traits taxonomiques dans certaines populations.

Conclusion

Ce présent travail semble donner un postulat préliminaire sur la diversité du Gommier bleu (*Eucalyptus globulus* Labill.) dans trois populations naturelles en Algérie. La variabilité phénotypique a été étudiée à l'échelle intra et inter-population par le biais des variables quantitatives et qualitatives pour les feuilles de cette espèce.

D'abord, de l'échantillonnage, le gommier bleu croit sur une grande amplitude écologique en allant du bioclimat semi-aride jusqu'au l'humide, ce qui permet de montrer l'adaptation de cette espèce aux contraintes environnementales dans notre espèce.

Ensuite, le traitement statistique des données montre que l'analyse de la variance des variables quantitatives étudiées concernant les feuilles a révélé des différences hautement significatives essentiellement entre les stations (variabilité inter-population). Cette variabilité est impactée par l'effet des facteurs environnementaux (géographiques et climatiques) limitants qui jouent une grande influence que nous pouvons visualiser par l'analyse factorielle. Ces facteurs s'expliquent par l'incidence de la continentalité avec l'action de certaines composantes environnementales (altitude, longitude et intensité du froid).

Les données comparatives dans la littérature de l'espèce lors de cette étude, confirment que les trois populations algériennes étudiées semblent avoir une variation morphologique semblable à l'espèce *Eucalyptus globulus* pour certains caractères. Par contre, elle se différencie via d'autres caractères. Ce qui rend la signification spécifique pour les trois populations algériennes en tant qu'espèce distincte *Eucalyptus globulus* Labill. reste encore à discuter.

En perspectives, et pour mieux comprendre la variabilité morphologique de notre espèce, il serait intéressant d'étendre ce travail par d'autres études morphologiques incluant d'autres stations forestières surtout dans l'ouest et le sud algérien et d'autres organes végétatifs et reproducteurs (Pollen, racines, ...etc.), ainsi que, d'autres aspects tels que : l'anatomie (anatomie de la feuille), la physiologie (Germination), la biochimie (Propriétés médicinales), la génétique et la cartographie (SIG) de l'espèce ...etc.

Selon Vela (2007) et Vela & Schäfer (2013), une synthèse globale dans un esprit de taxonomie intégratrice ne pourra pas voir le jour tant que les différentes approches complémentaires (morphologie, biochimie, génétique) n'auront pas été explorées pour l'ensemble des taxons et/ou écotypes géographiques de l'ensemble de l'aire de répartition de l'espèce.

Références bibliographiques

- ALYAFI J. (1978).** New characters differentiating *Pistacia atlantica* subspecies. Conservatoire et Jardin botaniques de Genève. Candollea, 33 : 201-206.
- FAO (1953), Tournées d'étude sur l'eucalyptus. Unasyuva. Vol .7. N°1.
- FAO (1986), les eucalyptus sont-ils écologiquement nocifs ? Unasyuva. Vol 38.N°152.
- ASNER G.P. & MARTIN, R.E. (2008).** Spectral and chemical analysis of tropical forests : scaling from leaf to canopy levels. Remote Sens. Envir., 112 : 3958-3970.
- AUSSENAC G. (1973).** Effets de conditions microclimatiques différentes sur la morphologie et la structure anatomique des aiguilles de quelques résineux. Ann. Sci. For., 30 : 375-392.
- BAGNOULS F & GAUSSEN H. (1953).** saison sèche et indice xérothermique. Bull soc.Hist .Nat. Toulouse (88), 3-4ET 193-239 pp.
- BERTRAND A. & LE ROY E. (1991).** Appui méthodologique aux volets foncier et économie forestière. ATP FOFIDA- CIRAD. L'économie forestière sur les hautes terres malgaches ; Nogent/Marne.
- BERTRAND A. (1992).** Les filières D'approvisionnement Enbois-Energie d'Antananarivo Et de Mahajanga. Evolutions et Perspectives, Proposition Pour La Planification Des Actions. UPED ; CIRAD-.Foret, Nogent/Marne.
- BIDAULT M. (1971).** Variation et spéciation chez les végétaux supérieurs : notions fondamentales de systématique moderne. Doin, Paris. 145p.
- BISSET W.J & SHAW N. H. (1954).** A comparison of D.C.P.A., T.C.P.A. and Arsenic for killing Eucalypt regrowth in subtropical native pastures. J. Aust. Inst. Agric. Sci., 20, 177-181.
- B.N.E.DE.R. (2005).** Bureau National des Etudes pour le Développement Rural.
- BOTTOMLEY A.M. (1937).** Some of the more the important diseases affecting timber plantations in the transval. S. Afr. I. Sci, 33. 373-376p.
- BOUDY P. (1952).** Guide du forestier en Afrique, du Maroc, de Tunisie. Ed librarie agricole. Horticole forestier et Ménagère, Paris, 496p.
- BOUSQUET L. (2007).** Mesure et modélisation des propriétés optiques spectrales et directionnelles des feuilles. Thèse de doctorat de 3^{ème} Cycle en Physique. Université Paris 7.
- BOURBOUTS J. (1936).** Uma molestia de (Eucalyptus) de (Populus), na Bahia, causada por (Corticium salmonicolor), B et Br. Rodriguésia, It, 301-305p.
- 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 :267-268p.
- DAJOZ R. (1985).** Précis d'écologie. Ed. Bordas, Paris, 505p.
- DJEBAÏLI S. (1984).** Steppe Algérienne, phytosociologie et écologie O.P.U. Alger 127 p.

DUPLAN L. (1952). La région de Bougie. Publi. Du XIX Congr. Géol. Inter. Mono. Région. 1^{er} série, Algérie 17 : 40

ELDRIDGE K, DAVIDSON J, HARWOOD C & VANWYK G. (1993). Eucalypt domestication and breeding, Oxford University Press Inc., New York, p 288.

EMBERGER L. (1955). Une classification biogéographique des climats. Rev. Trav. Labo. Bot. Géol. Zool. Fac. Sci., Montpellier. 7 : 1-43.

EMBERGER L. (1971). Travaux de botanique et décollologie. Ed Masson. Paris. Pp : 291-301.

FAO (2000). Global forest resource assessment, main report. Dans Forestry paper, FAO.

FAURIE, C. FARRA C. & MEDORI P. (1980). Écologie. Éd. Baillière J.-B., Paris.

FRANKS P.J., DRAKE P.L., & BEERLING D.J. (2009). Plasticity in maximum stomatal conductance constrained by negative correlation between stomatal size and density : An analysis using *Eucalyptus globulus*. Plant Cell Envir., 32 : 1737-1748.

FRONTIER S., PICHOD-VIALE, D., LEPRÊTRE, A., DAVOULT, D. & LUCZAK, CH. (2004). Ecosystèmes, Structure, Fonctionnement, Evolution. 3eme édition. Ed. Dunod. Paris, 549p.

GHARZOULI R. (1989) Contribution à l'étude de la végétation de la chaîne des Babors (analyse phytosociologique des Djebels Babor et Tababort). Thèse de Magister op. : Ecol. Forest. Univ. De Sétif , 244p.

GHARZOULI R. & DJELLOULI Y. (2005) Diversité floristique des formations Forestières et préforestières des massifs méridionaux de la chaîne des Babors (djebel Takoucht, Adrar ou Mellal, Tababort et Babor) Algérie. J. Bot. Soc. Bot. 29 : 69-75. 132

GIORDANO E. (1968). Osservazioni sull'apparato radicale dell'*Eucalyptus globulus* Labill. Publ. Del Centro di Sperimentazione Agricola e Forestale. X, 2 : 135-148.

GIROLA D.C. (1922). Ganoderma sessil. Minis. Agric. Nacion (Buenos Aires). 236-239p.

GUIGNARD. J.L. (2001). Botanique. Systématique moléculaire. Ed. Masson, 290.

HOPPER S.D ET MORAN G.F. (1981). Bird pollination and the mating system of *Eucalyptus Stoaetei*. Australian Journal of Botany 29, 625-638p.

HURTEL J.M (2001). Phytothérapie, plantes m édicinales, aromathérapie, huiles essentielles.

IPGRI (1997). Descripteurs du pistachier (*Pistacia vera* L.). Institut international des ressources phytogénétiques, Rome, Italie. 56p.

JACOB M.R. (1955). Growth habits of the eucalyptus. Ed. by Forest and Timber Bureau. Dept of the Interior. Canberra. Australia.

J.O.R.A (1991)

LANIER L. (1986). Maladies de l'eucalyptus. Bult. OEPP/EPPOB 16, pp. : 255-263.

LEROY M. (2002). La mesure au sol de la température et des précipitations. La Météorologie. 39 : 52-56.

LODÉ T. (1998). Cours de génétique des populations. Éditions Ellipses.

MALEY, M. & PARKER, W. (1993). Phenology variation in cone and needle characters of *Pinus banksiana*. *Can. J. Bot.*, 71 : 43-51.

MARIANI E.O., MARIANI C.E. & LIPINSKY S.B. (1981). Tropical eucalyptus. P. 373-368. In McClure T.A et Lipinsky E.S (ed), *CRC Handbook biosolar resources*, vol. il. Resource materials. CRC Press, Inc. Boca Raton, FL.

MAZARI G. (1982). Etudes de quelques aspects biologiques de *phoracantha semipunctata* et d'autres ravageurs d'eucalyptus dans la Mtidja et dans certaines stations avoisinantes. *Mem .Ing.*

MEHANI M. (2006). Diagnostic sur les essais d'introduction de quelques essences.

MEKELLECHE H. (2015). Contribution à étude morphométrique d'Eucalyptus globulus Labill. (Myrtacées) dans la région de Tlemcen. Mémoire de master. Université d'ABOUBAKER BELKAID-Tlemcen 48p.

MELUN F. & NGUYEN N. (2012). L'eucalyptus en France : une espèce remarquable pour la production de biomasse *Revue Forestière Française* (soumis), 20 p.

MÉTRO A. (1955). Eucalypts for planting. *FAO Forestry and Forest Products Studies II*. Rome: FAO.

MÉTRO A. (1963). L'eucalitticoltura in una economia forestale modera. *Ann. Acc. It. Scienze. Forestali, frenz.*

METRO A. (1975). Terminologie forestière. Collection de 154 Terminologie forestière multilingue. N°2 Association française des eaux et forêts. Conseil international de la langue française. 432p.

MEZIANE H. (1996). L'eucalyptus en Algérie : Un arbre controversé. *Rev. La forêt Algérienne N°1*, 1996 pp. : 5-10.

MOKHTARI N., MRABET R., LEBAILLY P. & BOCK L. (2013). Spatialisation des bioclimats, de l'aridité et des étages de végétation du Maroc. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.*, 2 : 50-66. <https://doi.org/10.1111/ele.12559>.

MUSSET R. (1935). Les calculs relatifs aux régimes pluviométriques : Fraction Pluviométrique, écart pluviométrique relatif, coefficient pluviométrique relat *Geocarrefour*, vol. 11, n° 1, p. 75-85.

PADRINI F. & LUCHERONI M.T. (1996). Le grand livre des huiles essentielles-gide pratique pour retrouver vitalité, bien être et beauté avec les essences et l'aromassage énergétique avec Plus de 100 Photographie. Edition De Vecchi, Paris, 11-15-61 et 111p.

PENFOLD A. R. & WILLIS J. L. (1961). The *Eucalyptus*. Botany, cultivation, chemistry and utilization. London Leonard Hill (Books) limited.

PERROTI C., CARAFFA N., AÏLI S. (1999). Se soigner par les plantes. Berti Editions, 118p.

PFAUTSCH S., HARBUSCH M., WESOLOWSKI A., SMITH R., MACFARLANE C., TJOELKER M.G., REICH P.B. & ADAMS M.A. (2016). Climate determines vascular traits in the ecologically diverse genus *Eucalyptus*. *Ecology letters*. 19 (3) :240-248.

QUEZEL P & SANTA S. (1963). Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 2, 637p.

RAKOTAVAO N.A. (1995). Enquete sur les activités et produits de cueillette-extractivisme dans la zone de Manjakandriana et particulièrement dans les zones boisées en *Eucalyptus robuste*. CIRAD-foret et FOFIDA-DRD, Antananarivo.

RIVAS-MARTINEZ S. (2005). Avances en Geobotánica. Discurso apertura curso 2005. Real Acad. Farmacia. Madrid.

SAMDIN Z., MOHD RAZALI S., ROSMAN A., KHAW A. & KAMARUDDIN N. (2020). *Eucalyptus* in Malaysia : Review on Environmental Impacts. Journal of landscape ecology.13 (02) 79 -94. DOI : <https://doi.org/10.2478/jlecol-2020-0011>

SELTZER P. (1946). le climat de l'Algérie .Inst.Météor. Et de phys- Du globe.Univ.Alger .219p.

SIJELMASSI A. (1991). Les plantes médicinales du Maroc. 2 ème ED, le feunec 125p.

STEWART P. (1969). Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 59, pp.23-36.

TREINER J. (2000). Extrait du Bulletin officiel n° 6 du 12 août 1999, France. 39-143.

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.

VELA E. (2007). Révision taxonomique de l'ophrys de Marseille (Orchidaceae), *Ophrys aranifera* subsp. *Massiliensis* (Viglione & Véla) comb. Nova : un essai de systématique intégratrice. Candollea. 62 : 109-122.

VELA, E. & SCHÄFER, P.A. (2013). Typification de *Juniperus thurifera* var. *africana* Maire, délimitation taxonomique et conséquences nomenclaturales sur le Genévrier thurifère d'Algérie. Ecologia mediterranea. 39 (1).

VILLAGRAN J ET KADIK B (1981) Etude préliminaire sur l'évolution de *Phoracantha semipunctata* Fab, ravageur des forêts en Algérie .C.N.R.E.F.p6.

Webographie :

www.wikipedia.com

Annexes

Tableau 15. Corrélations entre les variables sur le plan factoriel (1x3) révélé par l'ACP.

Var.	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14
LNF	0,43	0,81	-0,09	-0,27	-0,22	-0,04	-0,01	-0,11	0,05	-0,02	0,13	-0,06	0,02	-0,01
LRF	-0,06	0,91	0,24	0,14	-0,09	0,07	-0,06	-0,18	0,16	-0,03	-0,08	0,05	0,03	0,00
R	0,50	-0,07	-0,51	-0,65	-0,18	-0,04	0,09	0,05	0,01	-0,01	-0,07	0,04	0,02	0,00
LNP	-0,83	-0,31	-0,12	-0,05	-0,37	0,14	-0,13	-0,11	-0,08	0,02	-0,01	0,01	-0,07	0,01
RP	0,71	0,64	0,02	-0,10	0,16	-0,12	0,10	-0,01	0,12	-0,01	0,01	0,01	-0,09	0,02
DM	-0,27	0,61	-0,65	0,28	0,05	0,05	-0,06	0,06	-0,01	-0,18	0,00	-0,00	-0,00	0,00
DN	-0,35	0,52	-0,67	0,36	-0,01	-0,06	0,00	0,00	0,05	0,18	0,00	0,00	0,00	-0,01
A	0,48	0,56	0,28	0,37	-0,42	-0,11	0,18	0,12	-0,05	-0,02	-0,02	0,01	-0,00	-0,00
NB	-0,58	-0,68	-0,15	0,13	0,04	-0,30	0,14	-0,21	-0,07	-0,05	-0,02	0,00	0,00	-0,00
LP	-0,06	0,92	0,12	-0,12	0,04	-0,22	-0,23	0,03	-0,11	0,02	-0,03	-0,02	0,02	0,04
LPL	-0,77	-0,57	0,04	-0,03	-0,12	-0,13	-0,12	0,08	0,15	-0,02	-0,06	-0,10	-0,01	-0,02
LPC	-0,95	-0,02	0,11	-0,07	-0,03	-0,17	-0,14	0,08	0,05	-0,02	0,06	0,11	-0,01	-0,03
Alt	-0,99	-0,04	0,02	-0,04	-0,01	0,02	0,08	0,03	0,04	-0,00	0,02	-0,00	0,01	0,02
Long	0,94	0,31	-0,00	0,01	0,04	-0,02	-0,08	-0,03	-0,07	0,00	-0,03	0,00	-0,02	-0,04
Lat	0,61	-0,77	-0,07	0,12	-0,07	-0,02	-0,05	0,01	0,06	-0,01	0,03	0,01	0,01	0,03
M	-0,84	0,52	0,06	-0,10	0,05	0,03	0,07	0,01	-0,03	0,00	-0,01	-0,01	-0,00	-0,01
m	0,99	0,08	-0,02	0,04	0,01	-0,02	-0,08	-0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,00	-0,01	-0,03
P	0,66	-0,73	-0,07	0,12	-0,07	-0,02	-0,05	0,00	0,06	-0,01	0,02	0,01	0,01	0,02

M^{lle} BELKACEM KAHLOULI Hassna
M^{lle} BERRAHAIL Imene
M^{lle} LOUDJANI Assia

Thème : Influence de climat sur les caractères morphologiques comparés (feuilles) de l'*Eucalyptus globulus* Labill. (1800), au sein de trois populations naturelles d'Algérie.

Résumé

Dans le but d'identifier et d'évaluer la diversité du taxon *Eucalyptus globulus* Labill., une étude de la variabilité morphologique intra et inter-populations combinée à une analyse comparative de ses feuilles et de ses grappes provenant de trois stations (Skikda, Constantine et Sétif) en Algérie, sous l'effet de divers paramètres géographiques et climatiques, a été réalisée.

Le nombre des arbres choisis aléatoirement est de trente (30) pieds de chacune des trois stations et sur chaque arbre trente (30) feuilles et (30) grappes ont été prélevés et conservés au laboratoire. Un total de dix-huit caractères morphologiques, a été étudié.

Les résultats obtenus pour ont fait l'objet d'une analyse statistique. L'analyse de la variance montre des différences hautement significatives pour les variables étudiées au niveau intra- et inter-populationnel, tandis que l'analyse multivariée effectuée a permis de séparer l'ensemble des populations étudiées en deux groupes distincts. Enfin, il existe une grande variabilité intra et inter-population chez notre espèce vis-à-vis la majorité des variables étudiées s'expliquant par l'influence des pressions abiotiques (géoclimatiques) et/ou biotiques.

Mots clés : *Eucalyptus globulus* Labill., feuille, grappe, variabilité, population, morphologie, Algérie.

Abstract

In order to identify and evaluate the diversity of the specie *Eucalyptus globulus* Labill., a study of morphological variability within and between populations combined with a comparative analysis of its leaves and its clusters from three stations (Skikda, Constantine et Sétif) in Algeria, under the impact of various geographical and climatic parameters, was realized.

The number of randomly selected trees is thirty (30) feet of each of the three stations and for each tree thirty (30) leaves and (30) clusters were collected and kept at the laboratory. Eighteen morphological characters were studied.

The data obtained were subjected to statistical analysis. The analysis of variance show that highly significant differences at the intra- and inter-population level, while, the analysis multivariated allowed to separate the populations studied in two distinct groups.

Finally, there is great intra and inter-population variability of our species for the majority of the variables studied, which can be explained by the influence of abiotic (geoclimatic) and / or biotic pressures.

Key words: *Eucalyptus globulus* Labill., leave, cluster, variability, population, morphology, Algeria.

ملخص

من أجل تحديد وتقييم تنوع نبات الكاليتوس (*Eucalyptus globulus* Labill.) ، تمت دراسة التغير المورفولوجي داخل وبين المجموعات النباتية جنبا إلى جنب مع تحليل مقارن لأوراقه وعناقيده المأخوذة من ثلاث مناطق من الجزائر (سكيكدة، قسنطينة وسطيف) تحت تأثير العوامل المناخية والجغرافية المختلفة.

عدد الأشجار المختارة عشوائيا هو ثلاثون (30) شجرة مأخوذة من كل منطقة من المناطق الثلاث في حين تم جمع (30) ورقة و (30) عنقود من كل شجرة والتي حفظت بعد ذلك في المختبر. ثم تم دراسة ثمان عشر صفة من الصفات المورفولوجية لهذه الأوراق.

ثم تم عرض البيانات المتحصل عليها في التحليل الإحصائي بحيث ان تحليل التباين اظهر وجود فروق ذات دلالة إحصائية عالية داخل وبين المجموعات الثلاث.

وأخيرا نستنتج من كل هذه النتائج أن هناك تفاوتًا كبيرًا داخل وبين المجموعات مع معظم المتغيرات المدروسة ويرجع ذلك إلى تأثير الضغوط غير الحيوية (المناخية والجغرافية) أو الحيوية.

كلمات البحث: الكاليتوس (*Eucalyptus globulus* Labill.)، ورقة، عنقود، التغيرات، مجموعة، المورفولوجيا، الجزائر.