

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 : Amélioration des Plantes

Thème

Etude de la diversité morphologique (drupes) de l'aubépine, *Crataegus oxyacantha* L. au sein de deux populations naturelles d'Algérie.

Présenté par :

- M^{lle} DOB Maroua.
- M^{lle} DJOUDI Lina.

Membres de jury :

M ^{me} Oudjane Faiza (MCA)	Présidente	Université du 20 Août 1955 – Skikda
M. HAFSI Zakaria (MCB)	Encadrant	Université du 20 Août 1955 – Skikda
M ^{me} SOUILAH Nabila (MCA)	Examinatrice	Université du 20 Août 1955 – Skikda

Année Universitaire : 2022-2023

Remerciements

Nous commençons par exprimer notre immense gratitude à **ALLAH**, Le Tout-Puissant, qui, par Sa grâce, nous a accordé le courage et la détermination nécessaires pour mener à bien cette humble étude.

Nous souhaitons exprimer une profonde reconnaissance à **M. HAFSI ZAKARIA**, notre guide éclairé, dont les conseils judicieux et les orientations éclairées ont illuminé notre parcours tout au long de cette année. Sa présence bienveillante et ses conseils précieux ont été notre boussole, nous guidant vers l'excellence.

Nous ne pouvons oublier de rendre hommage aux membres éminents du jury (**M^{me} OUDJANE Faiza**, Présidente et **M^{me} SOUILAH Nabila**, Examinatrice) qui, par leur bienveillance et leur ouverture d'esprit, ont accepté avec générosité d'évaluer cette étude. Leur expertise et leur évaluation approfondie apporteront une valeur inestimable à notre travail.

Enfin, nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance envers toutes les personnes qui ont apporté leur soutien sincère pour la réussite de ce mémoire. Leur soutien indéfectible, leur encouragement et leurs efforts conjugués ont été une force motrice puissante tout au long de notre voyage.

Nous demeurons profondément reconnaissants envers ces individus exceptionnels qui, par leur soutien et leur dévouement, ont marqué notre parcours de manière indélébile. Leur contribution précieuse a illuminé notre chemin et nous a permis de réaliser notre plein potentiel.

Dédicace

Du fond de mon cœur, je dédie ce fruit de mes efforts :

À Dieu le Tout-Puissant, qui m'a ouvert les portes du savoir et m'a aidé à les traverser.

À l'être le plus cher de ma vie, la prunelle de mes yeux, ma mère : la femme qui n'a ménagé aucun effort pour me rendre heureuse.

À celui qui a fait de moi une femme forte, mon cher père : celui qui a souffert sans me laisser souffrir.

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon amour éternel, mon respect et ma considération pour tout le soutien, les sacrifices et l'amour que vous me portez depuis mon enfance. Puisse Allah le Très-Haut vous accorder santé, bonheur et longue vie.

À mes frères : Lamine, Ilias, Sofiane et Ramzi. Ceux parmi lesquels mon seigneur a dit : "Nous renforcerons ton bras avec ton frère". Ma vie ne serait pas aussi magique sans votre présence et votre amour.

Aux petits-enfants : Fadi, Amir, Fahd et Taym. Les fleurs de ma vie.

À mes proches : ma chère grand-mère et mes chères tantes Manel et Nadia.

À mes meilleures amies et compagnes de route : Malek, Rima et Chaima.

À ma binôme DJOUDI Lina et sa famille.

À tous les membres de ma famille et à toute personne portant les noms DOB et BOUREMOUM.

Et à ceux que j'aime et qui m'aiment.

DOB Maroua.

Dédicace

À mes très chers parents, pour leurs sacrifices, leur amour, leurs prières et leur soutien.

À ma chère petite sœur **M** ainsi qu'à mon cher petit frère **N**.

Ainsi qu'à mes chers grands frères.

À tous mes oncles et mes tantes de la famille MESSIKH et DJOUDI.

Aux personnes perdues et disparues, vivant éternellement dans nos pensées.

À ma chère binôme **Maroua** ainsi qu'à toute sa famille.

Lina ...

Abréviations

Z	Zitouna
H	Houara
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)
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
LND	Longueur de la drupe
LRD	Largeur de la drupe
RD	Rapport (longueur/largeur) de la drupe
PD	Poids de la drupe
NG	Nombres des grains dans la drupe
PGS	Poids des grains (1 ou 2) dans la drupe
LNG	Longueur de la graine (Seule ou + grande)
LRG	Largeur de la graine (seules ou + grande)
RG	Rapport (longueur/largeur) de la graine
EG	Epaisseur de la graine (Seule ou + grande)
FD	Forme de la drupe
CD	Couleur de la drupe
NE	Nature de l'épicarpe de la drupe
PG/NG	Présence et taille des graines dans la drupe
TG	Taille des graines (+ de 1) dans la drupe
FG	Forme de la graine (Seule ou + grande)
CG	Couleur de la graine
AFM	Analyse Factorielles multiples
ONM	Office national météorologique

Liste des tableaux

Numéro	Titre	Page
CHAPITRE II. ETUDE DU MILIEU, MATERIEL ET METHODES		
1	Principales caractéristiques géographiques des sites étudiés.	22
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 (2005).	27
7	Valeurs de l'amplitude annuelle moyenne et Bioclimats correspondants selon les classifications de Rivas-Martinez (2005).	27
8	Pluviométrie, températures et quotients d'aridité des sites étudiés.	29
9	Caractères morphologiques quantitatifs mesurés.	33
10	Caractères morphologiques qualitatifs étudiés.	33
CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSIONS		
11	Caractéristiques des caractères quantitatifs mesurés pour les drupes des trois stations.	41
12	Fréquences (%) pour les variables qualitatives par station.	42
13	Corrélations entre les variables quantitatives mesurées relative aux drupes.	44
14	Valeurs propres issues de l'AC.	47
15	Corrélations entre les variables sur le plan factoriel (1x2).	47
16	Comparaison des données recueillies pour l'espèce dans la littérature (Quézel & Santa, 1962 & Maire, 1980).	52

Liste des figures

Numéro	Titre	Page
CHAPITRE I. PRESENTATION L'ESPECE		
1	Pied d'Aubépine de la région Zitouna à Skikda (Photographie :Dob & Djoudi, 2023).	4
2	<i>Crataegus carrierei</i> Vauvel ex Carrière (1883) (Maire, 1980) .	7
3	<i>Crataegus mexicana</i> Moc. & Sessé ex DC., 1825 (Manrique, 2007).	8
4	<i>C. Oxyacantha</i> L. (1753)((Maire,1980).	10
5	<i>C. Laciniata</i> Ucria (1796) (Maire, 1980).	12
6	<i>C. Azarolus</i> L. (1753) (Duhamel du Monceau, 1768).	14
7	X <i>C. ruscinonensis</i> Grenier et Blanc (1866) dans les îles maltaises (Mifsud, 2020) : A, Arbuste épineux à rameaux étalés-ascendants ; B, Fruits subglobuleux rouge et C, fleurs à un seul style.	15
8	Feuillage du <i>C. Laevigata</i> (Poir.) DC. (1825) (Berkane, 2017).	16
9	Aire de répartition naturelle des espèces du genre <i>crataegus</i> L. en Algérie selon Quézel & Santa (1962).	20
CHAPITRE II. ETUDE DU MILIEU, MATERIEL ET METHODES		
10	Localisation des sites d'échantillonnage de notre espèce. Zitouna (Z) et Houara (H).	22
11	Diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gaussen des stations d'échantillonnage. Zitouna (Z) ; Houara (H).	28
12	Situation des sites d'échantillonnage dans le climagramme d'Emberger concernant notre espèce. Zitouna (Z) & Houara (H).	30
13	Matériel utilisé au laboratoire.	32
14	Parties végétatives étudiées. A, Drupe et B, Graine.	34
CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION.		
15	Analyse en composante principales (ACP) des variables morphologiques quantitatives concernant les drupes : Carrée de liaison des variables (A), Cercle de corrélation des variables (B), diagramme de dispersion des individus (60 arbres) (C) et dendrogramme de la classification hiérarchique ascendante (D et E).	48

Sommaire

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Table des figures	
Introduction	1
CHAPITRE I. PRESENTATION DE L'ESPECE	
1. Aperçu sur le genre <i>Crataegus</i> L. dans le monde.	4
1.1 Généralités et description	4
1.2 Historique	5
1.3 Etymologie	5
1.4 Classification et clés de taxonomie des espèces du genre	6
1.4.1 Section <i>Crus-galli</i> Loudon (1838)	6
1.4.1.1 <i>C. Carrière</i> Vauvel ex Carrière (1883)	6
1.4.2 Section <i>Mexicanae</i> Loudon (1838)	8
1.4.2.1 <i>Crataegus mexicana</i> Moc. & Sessé ex DC., 1825	8
1.4.3 Section <i>Oxyacanthae</i> Loudon (1838)	9
1.4.3.1 <i>C. Oxyacantha</i> L. (1753)	9
1.4.4 Section <i>Azaroli</i> Loudon (1838)	10
1.4.4.1 <i>C. Laciniata</i> Ucria (1796)	10
1.4.4.2 <i>C. Azarolus</i> L. (1753)	12
1.4.2.3 / x / <i>C. ruscinonensis</i> Grenier et Blanc (1866)	14
1.5 Caractères dendrologiques du genre	16
1.5.1 Tronc et branches	16
1.5.2 Feuilles	17
1.5.3 Fleurs	17
1.5.4 Fruits	17
1.6 Répartition	17
1.7 Exigences édapho-climatiques	17
1.7.1 Habitat	17
1.7.2 Multiplication	18
1.8 Intérêts, rôles et usages	18
1.8.1 Dans le monde	18
1.8.2 Au Maghreb	18
2. Présentation du genre <i>Crataegus</i> L. en Algérie	19
CHAPITRE II. ETUDE DU MILIEU, MATERIELS ET METHODE	
1. Etude du milieu	22
1.1 Cadre physique	22
1.1.1 Choix et localisation	22

1.1.2 Contexte administratif et biogéographique	23
1.1.2.1 Zitouna (Skikda)	23
1.1.2.2 Houara (Guelma)	23
1.2 Cadre climatique	23
1.2.1 Sources et périodes des données météorologiques	24
1.2.2 Paramètres et indices climatiques étudiés	24
1.2.3 Données et Paramètres climatiques	24
1.2.4 Synthèse climatiques	25
1.2.4.1 Le régime saisonnier	25
1.2.4.2 Evaluation de la continentalité	25
1.2.4.3 Evaluation de la sécheresse	28
1.2.4.3.1 Indice de Bagnouls et Gaussens (1953) et diagramme ombrothermique	28
1.2.4.3.2 Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger	28
2. Matériel et méthodes	31
2.1. Matériel	31
2.1.1 Matériel végétal.	31
2.1.2 Dispositif expérimental	31
2.2 Méthodes	31
2.2.1 Etude morphométrique	31
2.2.1.1 Observation et choix des caractères	31
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	34
2.2.2.3 Statistiques descriptives	34
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
	35
CHAPITRE III. RESULTATS ET DISUSSION	
1. Résultats	37
1.1 Morphométrie	37
1.1.1 Les caractères quantitatifs	37
1.1.1.1 Longueur de la drupe (LND)	37
1.1.1.2 Largeur de la drupe (LRD)	37
1.1.1.3 Rapport (Longueur/ Largeur) de la drupe (RD)	37
1.1.1.4 Poids de la drupe (PD)	37
1.1.1.5 Nombre des graines dans la drupe (NG)	37
1.1.1.6 Poids des graines (1 ou 2) dans la drupe (PGS)	37
1.1.1.7 Longueur de la graine (Seule ou + grande) (LNG)	37
1.1.1.8 Largeur de la graine (Seule ou + grande) (LRG)	37

1.1.1.9 Rapport (Longueur/ Largeur) de la graine (RG)	38
1.1.1.10 Epaisseur de la graine (Seule ou + grande) (EG)	38
1.1.1.11 Poids total des graines (1 ou 2) dans la drupe (Pp)	39
1.1.1.12 Rapport (Poids de drupe / Poids de graine) (Pdg)	39
1.1.2 Les caractères qualitatifs	39
1.1.2.1 Forme de la drupe (FD)	39
1.1.2.2 Couleur de la drupe (CD)	39
1.1.2.3 Nature de l'épicarpe de la drupe (NE)	40
1.1.2.4 Présence et taille des graines dans la drupe (PG et NG)	40
1.1.2.5 Taille des graines (+ de 1) Dans la drupe (TG)	40
1.1.2.6 Forme de la graine (Seule ou + grande) (FG)	40
1.1.2.7 Couleur de la graine (Seule ou + grande) (CG)	40
1.2. Analyse de la diversité morphologique	43
1.2.1 Tests de significativité	43
1.2.2 Tests de corrélation.	43
1.2.3 Tests multivariés.	45
1.2.3.1 Analyse en composantes principales (ACP)	45
1.3 Influences des facteurs environnementaux	45
1.3.1 Analyse factorielle multiple	50
2. Discussion	49
2.1 Effet des facteurs environnementaux (tableaux 14 et 15 ; figure 10 et 11)	49
2.2 Comparaison des données recueillies sur l'espèce selon les flores d'Algérie	50
Conclusion	53
Références bibliographiques	54
Résumé	

Introduction

Dans les forêts, la diversité biologique permet aux espèces de s'adapter continuellement à des conditions environnementales en évolution dynamique, de maintenir les possibilités de reproduction et d'amélioration des arbres et de favoriser leurs fonctions éco-systémiques (FAO, 1989-2005).

La forêt algérienne qui fait partie intégrante de la région méditerranéenne, a une grande hétérogénéité, ce qui facilite l'adaptation de multiples formations végétales (Hafsi, 2018).

L'aubépine est un genre d'arbres ou arbustes épineux de l'hémisphère nord appelé *Crataegus* L., appartenant à la famille des *Rosaceae* (Grieve, 1931 ; Davies, 2000). En Algérie, les espèces de ce genre représentent presque les mêmes exigences pédoclimatiques. Elles sont spontanées dans le Nord et très répandue dans l'Est, en particulier en zone montagneuse (Abdelgherfi., 2003).

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).

Néanmoins, plusieurs études ont été effectuées sur les aubépines au niveau mondial : les extraits et les huiles essentielles : Zhang et *al.* (2004) ; Ordonez et *al.* (2006) ; Adedapo et *al.*, (2008). Et même en Algérie par Abdulghani et *al.* (1987).

L'objectif principal de cette étude est d'analyser la diversité morphologique de l'espèce *Crataegus oxyacantha* au sein de deux populations naturelles en Algérie (Zitouna à Skikda et Houara à Guelma) en utilisant les caractères morphologiques de ses drupes. Cette recherche vise à contribuer à la structuration et à la systématique de ce taxon en fournissant une analyse morphométrique qui permettra de définir son statut morphologique et d'évaluer sa dynamique, qui peut être influencée par les pressions évolutives de l'environnement.

Pour parvenir à notre objectif, nous avons structuré notre étude en trois chapitres distincts, précédés d'une introduction détaillée :

- Le premier chapitre se concentre sur la revue de la littérature concernant l'espèce à l'échelle mondiale et en Algérie.
- Le deuxième chapitre aborde le cadre physique et climatique des sites d'échantillonnage, ainsi que le matériel et les méthodes utilisés pour mener notre étude.
- Le dernier chapitre présente les résultats obtenus et les discussions qui en découlent.

En conclusion, nous résumons les principaux résultats obtenus et identifions les perspectives prometteuses pour des recherches futures.

Chapitre I

PRESENTATION DE L'ESPECE



1. Aperçu sur le genre *Crataegus* L. dans le monde

1.1 Généralités et description

La famille *Rosaceae* englobe un nombre estimé entre 3000 et 3500 espèces, qui sont réparties dans les régions tempérées de l'hémisphère nord. Elle est classifiée en quatre sous-familles distinctes : *Rosideae*, *Spiraeoideae*, *Amygdaloideae* et *Maloideae*. Cette famille se caractérise par une grande diversité morphologique et présente une évolution marquée au fil du temps (Takhtajan, 1893 ; Spichiger et *al.*, 2004 ; Botineau, 2010).

Le genre *Crataegus*, qui fait partie de la famille des *Rosaceae*, compte plusieurs centaines d'espèces réparties à travers le monde. La facilité avec laquelle ces différentes espèces s'hybrident complique la détermination précise du nombre d'espèces existantes (Grieve, 1931 ; Davies, 2000).



Figure 1. Pied d'Aubépine de la région Zitouna à Skikda (Photographie, Dob & Djoudi , 2023).

Le nom commun "aubépine" est utilisé pour désigner les espèces du genre *Crataegus* dans la famille des *Rosaceae*. On estime qu'il existe plus de 1000 espèces et hybrides différents dans le monde entier, dont environ 280 espèces identifiées dans les régions tempérées du nord, principalement entre les latitudes 30° et 50°, en Europe, dans l'est de l'Asie et dans l'est de l'Amérique du Nord. Sur le plan médical, ces espèces partagent de nombreuses caractéristiques similaires (Phipps, 1983 ; Zhao & Tian, 1996 ; Davies, 2000).

1.2 Historique

Des L'aubépine a été associée à diverses croyances et vénération à travers les âges. Au Moyen Âge, on raconte qu'elle attirait les fées qui venaient danser autour de l'arbre. Les Romains accordaient à cet arbre la qualité de protecteur, utilisant des branches d'aubépine pour entourer les berceaux de leurs bébés. Même chez les Grecs, lors des célébrations de mariages, les autels d'église étaient ornés de branches fleuries d'aubépine, symbolisant la pureté et la sainteté.

Dans la tradition chrétienne, l'aubépine revêtait une connotation sacrée, car on dit que la couronne du Christ était faite d'aubépine. Cette association renforce son caractère vénéré dans cette tradition (Webster, 2008 ; Nicole & François, 2013).

1.3 Etymologie

Le terme latin "*Crataegus*" ou "*kratos*" est à l'origine de l'étymologie du nom scientifique de l'aubépine (Poir.). DC. En français, il évoque la branche dure, faisant référence à la dureté de cet arbuste (Couplan, 2012). Selon Coquillat (1962), le terme "Aubépine" provient d'une déformation en vieux français du nom latin "*spina alba*", qui signifie épine blanche.

En anglais, l'aubépine est appelée "*hawthorn*", dérivé du vieil anglais "*hagathorn*", où "*hedge*" signifie haie et "*thorn*" signifie épine (Patrick & Henry, 1996). D'autres appellations anglaises incluent "*haws*", "*may bush*", "*may blossom*", "*white thorn*" et "*hawthorn midland*" (Jain et al., 2007).

En arabe littéraire, cet arbuste est appelé "*Zaaror*" (Ibn El Baytar, 1602). En Algérie, les noms vernaculaires les plus couramment utilisés en arabe dialectal sont : "*Baba adjina*", "*Boumekherri*", "*Ain baquera*" et "*Zaaror*" (Beloued, 2012). En berbère ou targui, on utilise les noms tels que "*Admamai*", "*Allmène*" et "*Idmine*".

1.4 Classification et clés de taxonomie des espèces du genre

La classification traditionnelle du genre *Crataegus* L. est ci-dessous :

Classification d'Engler & Prantl	Cronquist (1981)
Embranchement : <i>Phanérogames</i>	Embranchement : <i>Spermaphytes</i>
Sous embranchement : Angiospermes	Classe : <i>Magnoliopsida</i>
Classe : <i>Dicotylédones</i>	Sous-classe : <i>Rosidae</i>
Sous classe : <i>Archichlamydeae</i>	Ordre : <i>Rosales</i>
Ordre : <i>Rosales</i>	Famille : <i>Rosaceae</i>
Famille : <i>Rosaceae</i>	Genre : <i>Crataegus</i> L. (1753)
Tribu : <i>Pirées (Pomacées)</i>	
Genre : <i>Mespilus</i>	

En ce qui concerne les classifications phylogénétiques APG III et IV, nous avons le suivant :

APG III (Chase & Reveal, 2009)	APG IV
Clade : <i>Angiospermes</i>	Clade : <i>Angiospermes</i>
Clade : <i>Dicotylédones Vraies</i>	Clade : <i>Eudicots</i>
Clade : <i>Dicotylédones Vraies Supérieures</i>	Clade : <i>Superosidées</i>
Clade : <i>Rosidées</i>	Classe : <i>Rosidées</i>
Clade : <i>Fabidées</i>	Ordre : <i>Rosales</i>
Ordre : <i>Rosales</i>	Famille : <i>Rosaceae</i>
Famille : <i>Rosaceae</i>	Sous famille : <i>Spiraeoideae</i>
Genre : <i>Crataegus</i> L. (1753)	Genre : <i>Crataegus</i> L. (1753)

L'organisation taxinomique des espèces du genre *Crataegus* L. reste encore non claire. Elle varie selon les auteurs et les botanistes.

Selon Maire (1980), Ce genre est subdivisé en quatre sections :

1.4.1 Section *Crus-galli* Loudon (1838)

1.4.1.1 *C. Carrière* Vauvel ex Carrière (1883)

L'aubépine est un petit arbre (voir figure 2) qui peut atteindre jusqu'à 7 mètres de hauteur. Il est très épineux dans sa jeunesse, puis presque dépourvu d'épines à l'âge adulte.

CHAPITRE I. PRESENTATION DE L'ESPECE

Ses branches sont étalées et ses épines sont robustes, atteignant jusqu'à 5 cm de longueur. Les rameaux jeunes sont pubescents.

Les feuilles de l'aubépine sont ovales-oblongues ou elliptiques, avec un sommet acuminé et un pétiole long de 1 à 15 cm. Le limbe des feuilles mesure environ 5 à 10 cm de long sur 2 à 3,5 cm de large. Il est denté de manière inégale, parfois légèrement lobé, avec une bordure entière en dessous du milieu ou du tiers inférieur. Les feuilles sont pubescentes en dessous et presque glabres, voire légèrement pubescentes et luisantes sur la face supérieure à l'âge adulte.

Les fleurs de l'aubépine sont regroupées en corymbes multiflores, avec des pédoncules minces mesurant de 15 à 25 mm de long. Les fleurs ont un diamètre d'environ 2 cm. Les sépales sont verts, linéaires, finement denticulés et dressés. Les étamines sont au nombre de 15 à 20, avec des anthères d'un pourpre vif, plus courtes que la corolle. Le disque est de couleur pourpre. Les styles sont au nombre de 1 à 3 et de couleur blanche.

Le fruit de l'aubépine est de forme ovoïde ou ovoïde subglobuleuse, mesurant environ 1,5 à 2 cm de long sur 1,5 à 1,8 cm de large. Il est de couleur rouge-orangé et contient une chair jaune sucrée et acidulée, qui est parfumée. Le fruit contient 2 à 3 noyaux et est couronné par les sépales persistants.

La floraison de l'aubépine a lieu en avril-mai.

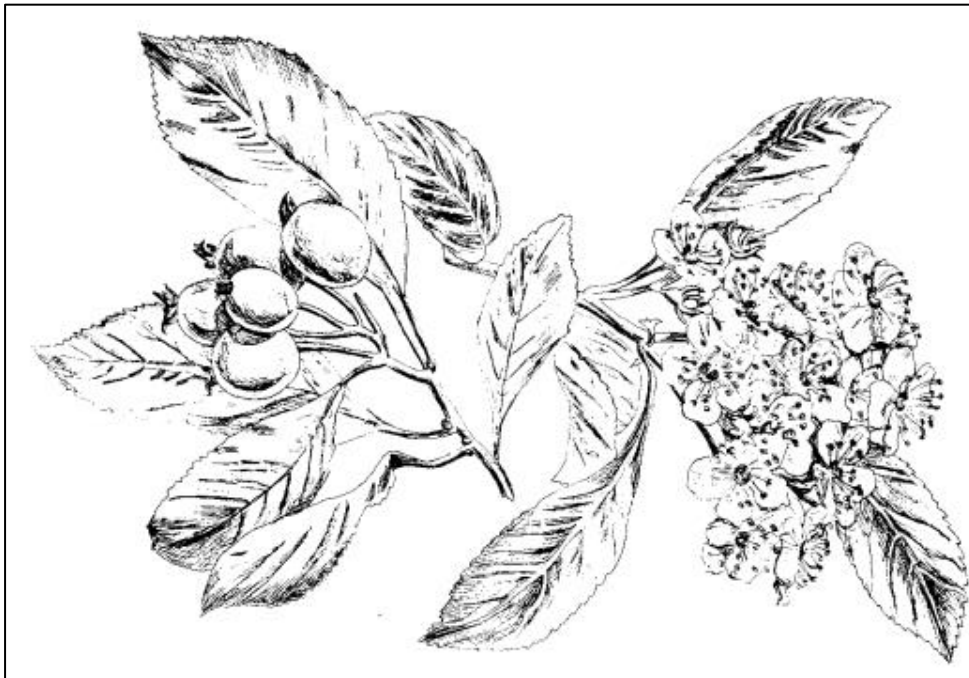


Figure 2. *Crataegus carrierei* Vauvel ex Carrière (1883) (Maire, 1980)

1.4.2 Section *Mexicanae* Loudon (1838)

1.4.2.1 *Crataegus mexicana* Moc. & Sessé ex DC., 1825

L'aubépine est un arbuste ou un petit arbre (voir figure 3) pouvant atteindre jusqu'à 10 mètres de hauteur. Il peut être épineux ou presque dépourvu d'épines à maturité. Les épines peuvent mesurer jusqu'à 4 cm de longueur. Les rameaux sont tomenteux (duveteux) dans leur jeunesse.

Les feuilles de l'aubépine ont un pétiole court et velu, mesurant de 5 à 15 mm de long. Le limbe des feuilles est oblong-ovale ou obovale-oblong, avec une extrémité plus ou moins pointue et légèrement atténué à la base. Il mesure environ 4 à 8 cm de long sur 1,7 à 3,8 cm de large. Le limbe est entier dans la partie inférieure, simplement ou doublement denté dans la partie supérieure, et souvent un peu lobé au-dessus du milieu. Les feuilles sont pubescentes, puis deviennent glabres et d'un vert foncé sur la face supérieure. En dessous, elles sont velues et plus pâles, surtout le long des nervures. Les stipules sont linéaires ou lancéolées, tardivement caduques, souvent foliacées et brièvement ciliées-glanduleuses.

Les fleurs de l'aubépine sont regroupées en corymbes lâches de 6 à 12 fleurs. Les corymbes sont velus et les bractées sont linéaires et brièvement ciliées-glanduleuses sur les marges. Les fleurs ont un diamètre d'environ 2 cm et sont de couleur blanche. Les sépales sont linéaires-lancéolés, étalés, velus, entiers ou légèrement denticulés vers le sommet.



Figure 3. *Crataegus mexicana* Moc. & Sessé ex DC., 1825 (Manrique, 2007).

1.4.3 Section *Oxyacanthae* Loudon (1838)

1.4.3.1 *C. Oxyacantha* L. (1753)

Il s'agit d'un arbuste ou d'un petit arbre épineux (voir figure 4) pouvant atteindre jusqu'à 8 mètres de hauteur. Ses rameaux sont étalés et les épines brunes mesurent au plus 1,5 cm de long. Les rameaux jeunes sont mollement velus, tandis que les rameaux de l'année précédente sont glabres, gris ou bruns.

Les feuilles de cette espèce sont très variables, parfois homomorphes et parfois hétéromorphes. Elles sont brièvement pétiolées, avec un pétiole mesurant de 8 à 20 mm de long. Les feuilles peuvent être glabres ou plus ou moins velues. Leur contour est obovale ou oblong, et elles peuvent être plus ou moins laciniées, lobées et dentées. Elles mesurent de 3 à 7 cm de long et peuvent être molles ou plus ou moins coriaces. La nervation est pennée, avec des nervures principales légèrement saillantes en dessous. Les nervures sont ramifiées et forment un réseau dense avec des terminaisons libres, qui sont visibles par réflexion. Les stipules sont largement semi-lunaires, ovales ou lancéolées-linéaires, foliacées, entières ou dentées, avec des dents glanduleuses.

Les fleurs sont regroupées en corymbes terminaux sur les brachyblastes. Les corymbes contiennent généralement un nombre assez élevé de fleurs (jusqu'à 10), qui sont densément disposées sur des rameaux grêles. Les bractées sont linéaires et très caduques. Les pédoncules florifères sont généralement plus longs que la fleur elle-même. Les fleurs ont un diamètre de 10 à 18 mm et sont blanches, parfois roses. Le réceptacle est campanulé et peut être glabre ou légèrement poilu. Les sépales sont triangulaires ou triangulaires-lancéolés, aigus ou acuminés, et peuvent être glabres ou légèrement poilus à l'extérieur. Après l'anthèse, les sépales sont généralement réfléchis. Les pétales sont suborbiculaires, glabres, subsessiles et plurinerviés. Les étamines sont généralement au nombre de 20. Les styles sont au nombre de 1 à 3.

Le fruit de cette espèce est de couleur rouge-brun ou rouge-écarlate, de forme ovoïde ou subglobuleuse, mesurant de 10 à 12 mm de long. Il est couronné par le calice persistant, avec des sépales étalés ou réfléchis. Le fruit contient de 1 à 3 noyaux ligneux, qui sont ± sillonnés sur la face interne. Les noyaux peuvent être entourés ou non d'une enveloppe ± crustacée. La floraison a lieu de février à mai. Cette espèce est très polymorphe et comprend trois sous-espèces.

- Sous-espèce *oxyacanthoides* (Thuill.) Maire (syn. *C. oxyacanthoides* Thuill, 1799) : Europe. Asie occidentale.
- Sous-espèce *monogyna* (Jacq.) Rouy et Camus (1901) (Syn. *C. monogyna* Jacq. (1775) : Elle se trouve dans l'Europe, l'Asie occidentale, la Sibérie l'Himalaya sous forme de **six variétés** : var. *typica* Asch. & Gr. ; var. *miniata* Maire ; var. *stenoloba* Maire ; var. *supravillosa* Maire ; var. *hirsuta* Boiss. ; var. *ciliata* Maire et var. *fallax* Maire.
- Sous-espèce *maura* (L. fil.) Maire (1932) (*C. maura* L. fil. 1781) : Dans la région méditerranéenne avec **quatre variétés** : var. *Saccardyana* Maire ; var. *brevispina* (Kunze) Dippel ; var. *coriacea* Maire et var. *heterophylla* (Flugge) Wenzig

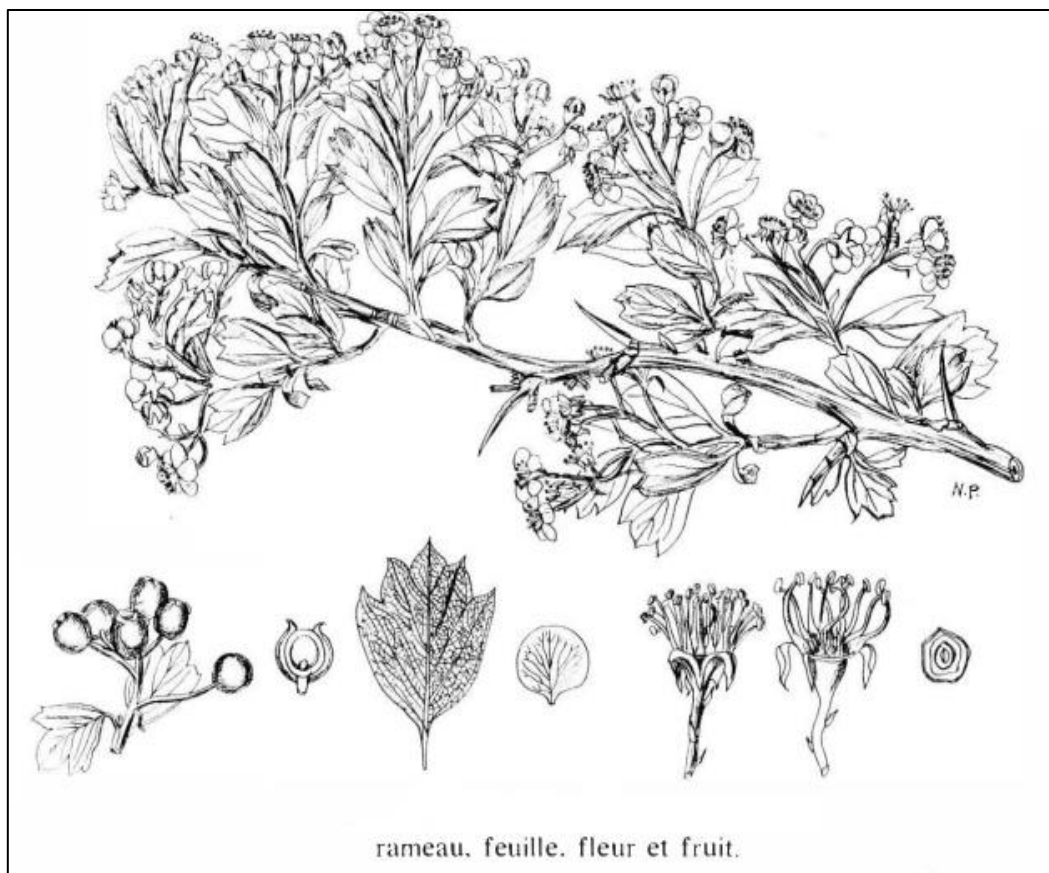


Figure 4. *C. Oxyacantha* L. (1753) (Maire, 1980)

1.4.4 Section *Azaroli* Loudon (1838)

1.4.4.1 *C. Laciniata* Ucria (1796)

Il s'agit d'un petit arbre (voir figure 5) pouvant atteindre 6 mètres de hauteur, ou d'un arbuste à branches plus ou moins étalées, épineux. Les ramules de l'année sont villos-laineux, tandis que les rameaux de l'année précédente peuvent être plus ou moins poilus ou glabres, de couleur brun foncé. Les rameaux de deux ans et plus ont une couleur gris-noirâtre.

CHAPITRE I. PRESENTATION DE L'ESPECE

Les épines de cette espèce sont robustes et se trouvent à l'extrémité des rameaux feuillés. Elles sont courtes. Les bourgeons sont ovoïdes, très obtus, avec des écailles brunes et glabres.

Les feuilles sont subconformes et pétiolées. Le pétiole est plus ou moins court, mesurant de 2 à 15 mm de long, et il est laineux. Le limbe des feuilles est subcoriace, de forme obovale-cunéiforme ou rhomboïdale, et il est très velu-grisâtre sur les deux faces. Le limbe est pennatifide, avec 3 à 7 lanières étroites généralement lancéolées ou oblongues-cunéiformes. Les feuilles sont plus ou moins dentées à l'extrémité, avec des dents acuminées et des sinus aigus. La nervation est pennée, avec des nervures principales saillantes en dessous. Les nervures sont ramifiées et forment un réseau assez dense, visible seulement par transparence. Les stipules des feuilles basales sont grandes, foliacées, réniformes, profondément dentées et persistent longtemps. Les stipules des feuilles des brachyblastes sont très petites, linéaires et caduques, ou parfois absentes.

Les fleurs sont regroupées en corymbes terminaux sur les brachyblastes. Les corymbes contiennent de 5 à 15 fleurs et les rameaux sont velus-laineux. Les bractées sont membraneuses, linéaires et de couleur rousse. Les pédoncules florifères sont bien plus longs que la fleur et sont souvent bractéolés jusqu'à la base de la fleur. Les fleurs ont un diamètre d'environ 1,5 cm. Le réceptacle est campanulé et vilieux-laineux. Les sépales sont étalés, puis réfléchis, avec une base largement triangulaire et une extrémité plus ou moins longuement acuminée. Les sépales sont vilieux-laineux à l'extérieur et pubescents à l'intérieur, et ils sont plus courts que les pétales. Les pétales sont suborbiculaires, mesurant environ 5x5 mm, ils sont glabres, plurinerviés et arrondis au sommet, sans onglet. Les étamines sont au nombre de 15, elles sont égales ou légèrement plus courtes que les pétales, avec des filets subulés et glabres. Les anthères sont rouges, de forme ovoïde et mesurent environ 1 mm de long. Les styles sont généralement au nombre de 2 à 3, parfois 1,4 ou 5 sur quelques fleurs. Ils sont libres ou plus ou moins connés à la base, plus courts que les étamines et poilus à la base.

Le fruit de cette espèce est une drupe rouge-terne, longtemps plus ou moins poilue, de forme subglobuleuse ou ovoïde-subglobuleuse, mesurant environ 1 cm de long. Le fruit est couronné par le calice persistant et réfléchi, et il contient 2 à 3 noyaux ligneux. La floraison a lieu à partir de mi-juillet.

Cette espèce comporte plusieurs sous-espèces : ssp. *tanacetifolia* (Poiret) ; ssp. *pyncnoloha* (Boiss. & Heldr.) et ssp. *orientalis* Pail.).

- **Aire géographique** : Sicile et Espagne méridionale.

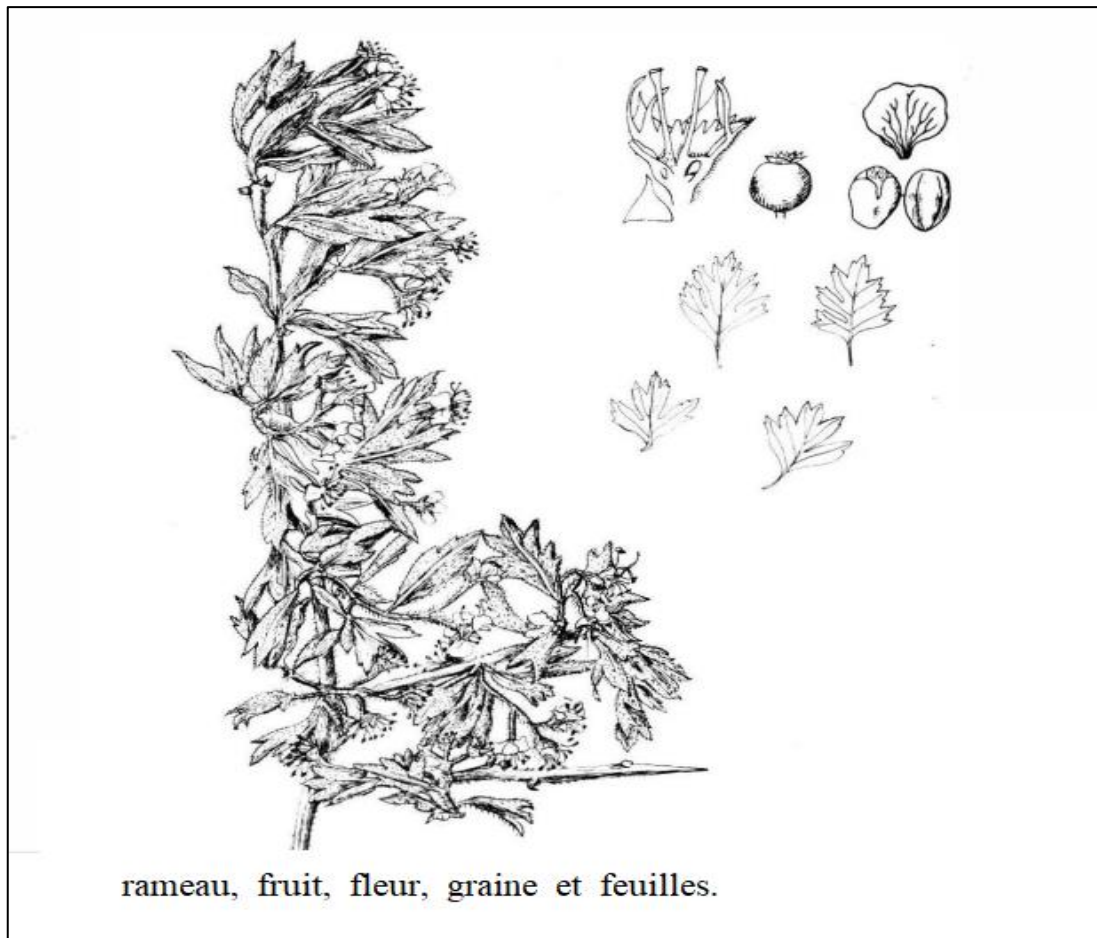


Figure 5. *C. Laciniata* Ucria (1796) (Maire, 1980)

1.4.4.2 *C. Azarolus* L. (1753)

Il s'agit d'un petit arbre (voir figure 6) pouvant atteindre 8 mètres de hauteur, généralement épineux, avec des branches étalées. Les rameaux jeunes sont villos-laineux et peuvent rester plus ou moins poilus pendant 1 à 2 ans, ou devenir glabres dès la deuxième année. Ils ont une couleur brune. Les épines de cette espèce sont robustes, atteignant et dépassant souvent 1 cm de long. Cependant, dans les spécimens cultivés, les épines sont souvent absentes.

Les bourgeons sont ovoïdes, obtus, avec des écailles brunes qui peuvent être légèrement pubérulentes sur les marges.

Les feuilles ont un pétiole plus ou moins court, généralement de 0,5 à 1,5 cm de long, et sont souvent poilues. Le limbe des feuilles est coriace, de forme obovale-cunéiforme ou ovale-rhomboidale, et il est généralement lobé avec 3 à 5 lobes courts ou allongés. Les lobes peuvent être entiers, dentés ou lobulés à l'extrémité, avec des dents brièvement acuminées.

CHAPITRE I. PRESENTATION DE L'ESPECE

Ces feuilles sont plus ou moins villeuses sur les deux faces dans leur jeunesse, puis deviennent glabres sur la face supérieure et presque glabres sur la face inférieure. La nervation est pennée, avec des nervures principales légèrement saillantes en dessous. Les nervures sont ramifiées et forment un réseau dense visible par réflexion. Les stipules des feuilles basales sont ovales-lancéolées ou largement ovales, profondément dentées, foliacées et persistent longtemps. Les stipules des brachyblastes sont plus petites et caduques, souvent absentes.

Les fleurs sont regroupées en corymbes terminaux sur les brachyblastes. Les corymbes sont denses ou un peu lâches, mesurant environ 5 à 7 cm de diamètre, et contiennent de 5 à 15 fleurs. Les rameaux des corymbes sont villeux-laineux. Les bractées sont submembraneuses, de couleur rousse, linéaires et peu poilues, mais elles sont très caduques. Les pédoncules florifères sont généralement plus courts que la fleur. Les fleurs ont un diamètre d'environ 12 mm et sont de couleur blanche. Le réceptacle est obconique, très élargi au-dessus de l'ovaire, et densément tomenteux à l'extérieur. Les sépales sont triangulaires-acuminés, mesurant de 1,5 à 2 mm de long, tomenteux à l'extérieur et villeux au sommet à l'intérieur. Les sépales sont étalés ou légèrement réfléchis. Les pétales sont blancs, suborbiculaires, mesurant environ 5 à 6 mm de long, avec une extrémité et une base arrondies, et ils sont glabres. Les étamines sont au nombre de 15 à 20, plus courtes que la corolle, avec des filets subulés, glabres et de couleur pourpre. Les anthères sont ovoïdes, de couleur pourpre, mesurant environ 1,25 mm de long.

Les styles sont généralement au nombre de 2 à 3, parfois 4 à 5, et ils sont plus courts que les étamines. Les styles sont libres, villeux à la base et glabres pour le reste.

Le fruit de cette espèce est une drupe de couleur rouge ou jaune, de forme subglobuleuse ou brièvement pyriforme, mesurant de 1,5 à 2 cm de diamètre. Le fruit reste longtemps plus ou moins poilu et est couronné par le calice réfléchi. La pulpe du fruit est très charnue, de couleur jaunâtre, sucrée, acidulée et parfumée. Le fruit contient généralement 2 à 3 noyaux ligneux. La floraison a lieu en avril-mai.

Il existe deux variétés de cette espèce : var. *eu-Azarolus* Maire et var. *Aronia* (Willd.). Son aire géographique se situe dans la région méditerranéenne orientale.



Figure 6. *C. Azarolus* L. (1753) (Duhamel du Monceau, 1768)

1.4.2.3 / x / *C. ruscinoensis* Grenier et Blanc (1866) (Hybride fixé des *C. azarolus* & *C. monogyna*)

Il s'agit d'un arbuste ou d'un petit arbre épineux (voir figure 7) avec des rameaux étalés-ascendants. Les ramules de l'année peuvent être plus ou moins velus, tandis que les rameaux d'un an peuvent porter quelques poils ou être complètement glabres.

Les feuilles sont oblongues-ovales, cunéiformes à la base, avec un pétiole court et une surface pubescente. Le limbe des feuilles est généralement 3-5 lobé, avec des lobes entiers, dentés ou lobulés. À l'état adulte, les feuilles deviennent généralement glabres. La nervation du *Cornus Azarolus* présente un réseau de nervures généralement très apparent sur la face inférieure, ce qui lui donne un aspect gaufré dû à l'enfoncement des nervures.

CHAPITRE I. PRESENTATION DE L'ESPECE

Les corymbes de cette plante sont formés de rameaux grêles et allongés, plus ou moins poilus au début, mais qui deviennent glabres par la suite. Le réceptacle des fleurs est poilu, les sépales sont courts, triangulaires et plus ou moins réfléchis. Les pétales sont suborbiculaires et de couleur blanche.

Les étamines ont des filets roses et sont glabres, tandis que les anthères sont de couleur pourpre. Les styles sont au nombre de 1 à 2. Le fruit est subglobuleux, de couleur rouge, mesurant de 1 à 1,5 cm de long et généralement glabre. Il contient généralement 1 à 2 noyaux.

La floraison de cette plante a lieu en avril-mai.



Figure 7. X *C. ruscinonensis* Grenier et Blanc (1866) dans les îles maltaises (Mifsud, 2020) : A, Arbuste épineux à rameaux étalés-ascendants ; B, Fruits subglobuleux rouge et C, fleurs à un seul style.

1.5 Caractères dendrologiques du genre

1.5.1 Tronc et branches

Le tronc mature de cette plante se distingue par son écorce écailleuse de couleur grisâtre. Les branches, également grises, sont ornées d'épines qui présentent des variations de couleur, de longueur et de taille selon les différentes espèces (Christensen, 1992 ; Aldasoro et *al.*, 2005).

1.5.2 Feuilles

Les feuilles de cette plante (figure 8) sont caractérisées par leur couleur verte luisante ou sombre, leur caducité, leur disposition alternative et leur découpe en 1 à 8 paires de lobes par feuille. La marge des feuilles peut être soit entière, dentée ou crénelée. Il convient de noter que les feuilles larges et stipulées présentes sur le rameau principal diffèrent de celles trouvées sur les ramifications secondaires, qu'elles soient florales ou stériles (Christensen, 1992 ; Aldasoro et *al.*, 2005).



Figure 8. Feuillage du *C. laevigata* (Poir.) DC. (1825) (Berkane, 2017).

1.5.3 Fleurs

Les fleurs de cette plante se présentent en groupes de 9 à 50, généralement regroupées en corymbe, parfois en ombelle, et sont accompagnées de 1 à 3 bractées caduques à leur base. Elles sont composées de cinq parties, avec un calice linéaire à triangulaire et à bordure entière ou dentée-glandulaire, suivi d'une corolle concave blanche, parfois légèrement rosâtre. L'androcée comprend de 10 à 20 étamines, dont les filaments varient en longueur et portent des anthères de couleur jaune, rose ou blanc (Christensen, 1992 ; Aldasoro et *al.*, 2005).

1.5.4 Fruits

La fructification du genre *Crataegus* commence à la fin de l'été et se poursuit au début de l'automne, donnant naissance à des baies de formes globuleuses, pyriformes ou elliptiques. Leur taille varie de 6 mm de longueur et 4 mm de diamètre jusqu'à, notamment chez *C. azarolus*, 35 mm de longueur et 27 mm de diamètre. Les baies présentent des couleurs magnifiques telles que le jaune, le vert, l'orange ou le rouge, et leur chair succulente est très appréciée par de nombreux oiseaux. Ces oiseaux jouent un rôle important dans la dissémination des espèces de *Crataegus* sur de longues distances.

Le calice, qui peut être caduc chez certaines espèces, est le plus souvent persistant et sessile, formant une couronne à l'extrémité des baies. À l'intérieur de ces baies, on trouve généralement de 1 à 5 noyaux (Christensen, 1992 ; Aldasoro et *al.*, 2005).

1.6 Répartition

Le genre *Crataegus* est largement répandu et son aire de répartition s'étend à travers toute l'Europe, l'Asie occidentale jusqu'à l'Inde, ainsi que l'Afrique du Nord (Brosse, 2000).

1.7 Exigences édapho-climatiques

1.7.1 Habitat

L'aubépine est une plante extrêmement résistante, capable de supporter les conditions climatiques les plus difficiles, notamment les vents, le froid, la sécheresse et les pluies torrentielles. Ses fruits, quant à eux, ne bénéficient pas de méthodes de propagation particulièrement favorables. Ils sont simplement laissés en abondance aux oiseaux tels que les grives, les merles, les pigeons, les dindons et autres amateurs ailés (Pierre, 2006).

1.7.2 Multiplication

La multiplication de l'aubépine se fait principalement par semis, car c'est la méthode la plus fiable pour obtenir des plants de taille homogène et assurer leur reprise. Les fruits, récoltés à pleine maturité, sont semés directement sur le terrain, en les laissant entiers, ou bien ils sont stratifiés dans une fosse pour être plantés au printemps de la deuxième année. Il faudra alors attendre au moins un an après le semis pour voir les graines germer, car la levée des graines est un processus qui peut prendre du temps (Pierre, 2004).

1.8 Intérêts, rôles et usages

1.8.1 Dans le monde

L'aubépine est cultivée dans le but de créer des haies vives, notamment pour l'aménagement de parcs et d'espaces verts. Les haies vives ont des effets bénéfiques sur le sol cultivé, en offrant une protection étendue contre l'érosion éolienne et pluviale, ainsi que contre les dommages causés par les vents forts aux plantes. Elles réduisent également l'évaporation du sol et la transpiration des plantes, ce qui est particulièrement important en période de sécheresse. L'aubépine, grâce à la densité de ses branches et de son feuillage, offre une protection efficace contre le vent et empêche l'intrusion d'animaux. De plus, la présence abondante de ses fruits attire les oiseaux (Pierre, 2004).

Actuellement, plus de 20 espèces d'aubépines sont utilisées dans le monde comme ingrédients dans des médicaments à base de plantes. Certaines de ces espèces sont officiellement répertoriées dans les pharmacopées de nombreux pays, tels que la Chine, l'Allemagne, la France et l'Angleterre (Chang & But, 1986). Les principales activités pharmacologiques des aubépines comprennent leurs propriétés cardiotoniques, antiarythmiques, hypolipidémiques, antioxydantes et hypotensives (Hamdaoui, 2017).

1.8.2 Au Maghreb

En Algérie, le fruit de *Crataegus oxyacantha* L. est utilisé en médecine populaire comme remède interne contre la diarrhée et dans le traitement des affections liées aux calculs. En revanche, dans le massif des Aurès, le fruit de *Crataegus monogyna* Jacq. est consommé comme aliment de subsistance. Au Maroc et dans le Moyen Atlas, les bergers consomment les fruits mûrs de *C. monogyna* Jacq. ou *C. laciniata* Ucr. En Tunisie, les fruits de *C. oxyacantha* L. et *C. azarolus* L. étaient utilisés comme alimentation (Mohand, 2006).

2. Présentation du genre *Crataegus* L. en Algérie

En Algérie, le genre *Crataegus* est largement représenté, comme indiqué par Maire (1980) et Quézel et Santa (1962). On y recense trois espèces distinctes, ainsi qu'un hybride (voir figure 9).

- ***Crataegus oxyacantha* L.** : Cette espèce est présente dans toute l'Algérie, à l'exception des hauts plateaux. Elle comprend deux sous-espèces :
 - **ssp. *monogyna*** (Jacq.) Rouy et Camus : Commune dans le Tell, les Aurès, les Monts du Hodna et l'Atlas saharien.
 - **ssp. *maura*** (L. fils) Maire : Commune dans le Tell, les Aurès, les Monts du Hodna et l'Atlas saharien. Elle est répandue dans toute la zone de répartition de la sous-espèce *monogyna*.
- ***Crataegus laciniata*** Ucria : Cette espèce se trouve dans les forêts et les rocailles calcaires et siliceuses des montagnes, principalement au-dessus de 1300 mètres, dans les régions bien arrosées. Elle est présente dans les Monts du Bellezma, les Monts du Hodna, la chaîne des Babors, le Djurdjura (Zaccars) et le Mont Dira (Teniet El-Had).
- ***Crataegus azarolus*** L. : Cette espèce se trouve dans les forêts du Tell algéro-constantinois et du Djurdjura.

Une autre espèce, *Crataegus ruscinoensis* Grenier et Blanc, qui est un hybride fixé entre *Crataegus azarolus* et *Crataegus monogyna*, est également signalée par Maire (1980). Elle est présente sporadiquement avec ses parents dans la région de Constantine (Mont de Dréat) ainsi qu'à Bejaia (El-Kseur).

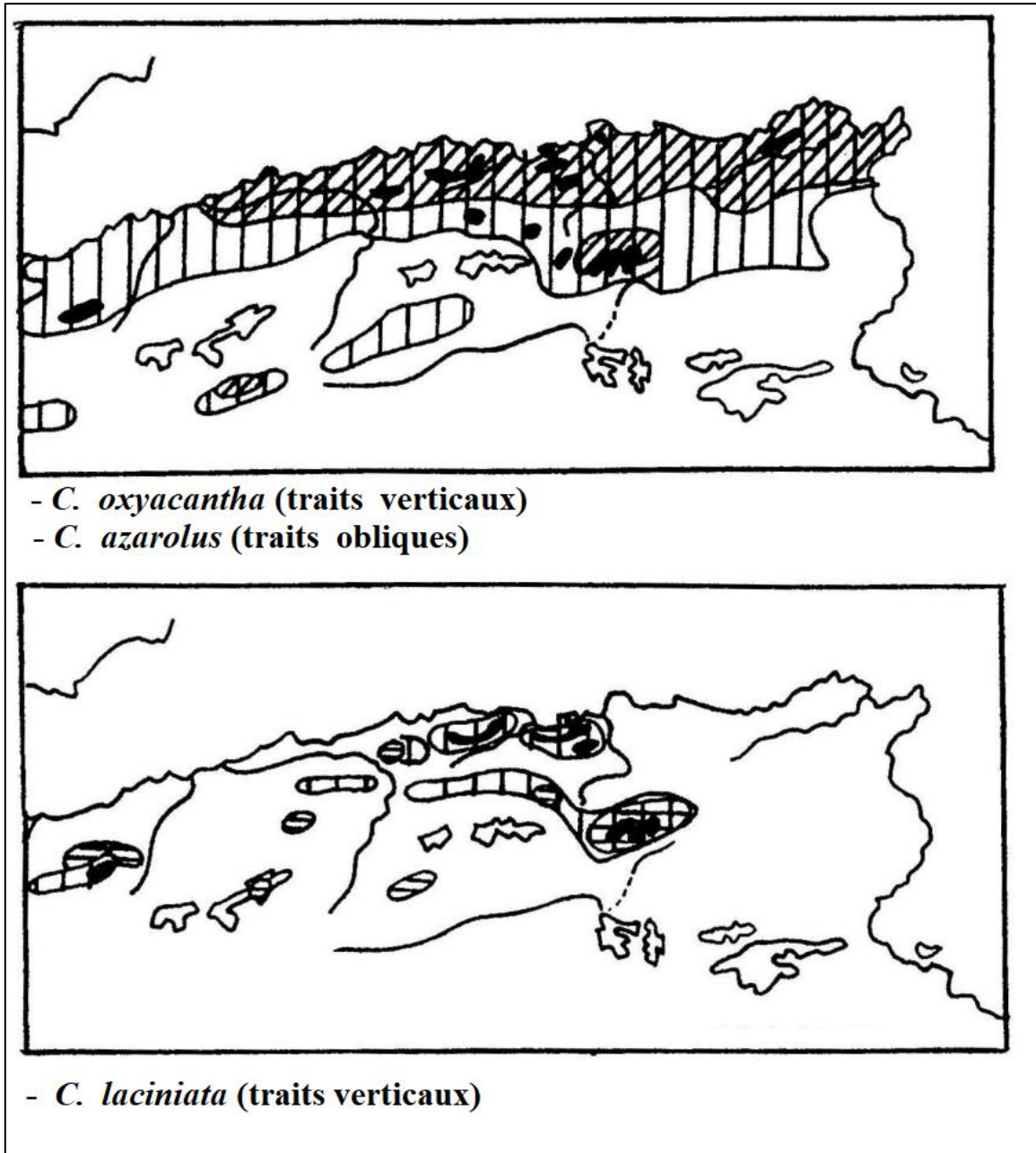


Figure 9. Aire de répartition naturelle des espèces du genre *crataegus* L. en Algérie selon Quézel & Santa (1962).

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 drupes de trois populations naturelles algériennes de l'espèce *Crataegus oxyacantha* L. Le choix de ces populations nous a été dicté par un ensemble de considérations d'ordre pratique et scientifique, à savoir : La présence d'un nombre suffisant d'individus, la possibilité d'accès au terrain ainsi que la variabilité des bioclimats.

Les principales caractéristiques géographiques des sites d'échantillonnage sont indiquées dans le tableau 1 et la figure 10.

Tableau 1. Principales caractéristiques géographiques des sites étudiés.

Site	Altitude (m)	Cordonnées Lambert	Localisation (Wilaya)
Zitouna (Z)	473	36°59 N 06°28 E	Skikda
Houara (H)	518	36°23 N 06°40 E	Guelma

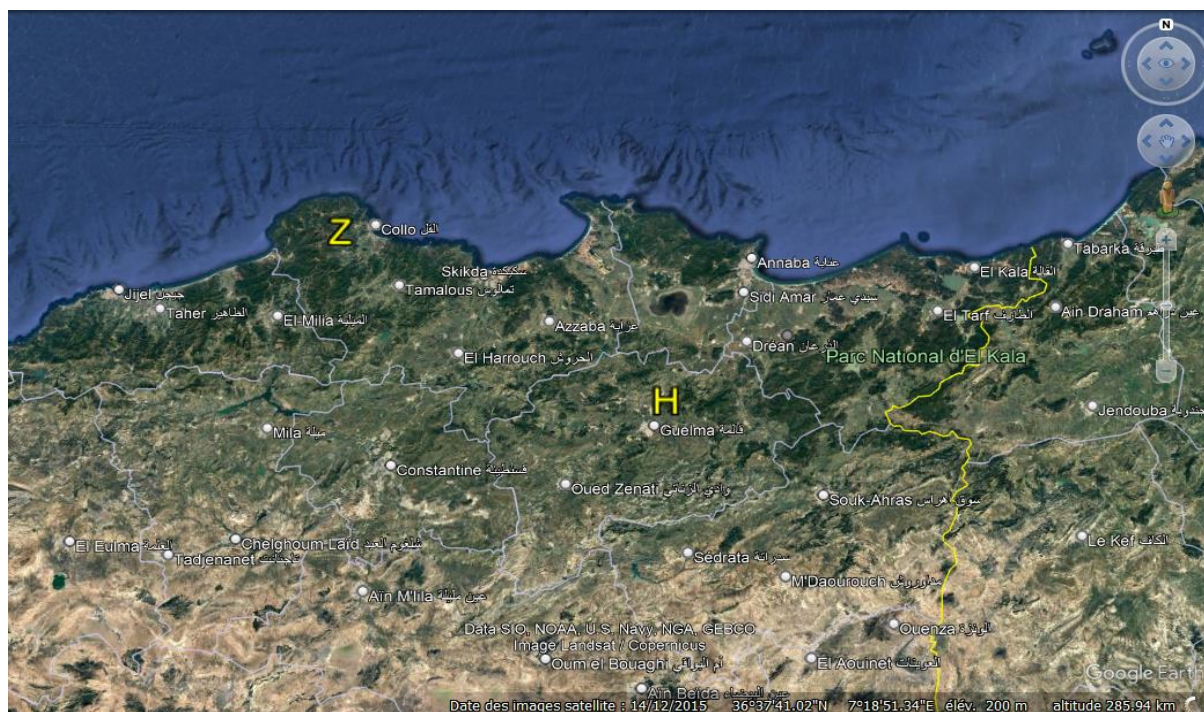


Figure 10. Localisation des sites d'échantillonnage de notre espèce. Zitouna (Z) et Houara (H).

1.2 Contexte administratif et biogéographique

1.2.1 Zitouna (Skikda)

Notre site d'échantillonnage se trouve dans la région de Zitouna qui est une commune située dans le Massif forestier de Collo, à 4 km du Mont Goufi, à l'Ouest de la wilaya de Skikda, en plein Sud du Cap Bougaroun, à 593 mètres d'altitude entre mer et montagne au milieu d'une immense forêt de chênes-lièges de 25 000 hectares. De par sa position, Zitouna est, par route, à 86 km de Skikda et à 14 km de Collo.

Zitouna est délimitée à l'est par la commune de Cheraïa, à l'ouest par la commune de Ouled Attia, au nord par la commune de Kanoua, au sud par la commune de Beni Zid. (Wikipedia, 2023).

1.2.2 Houara (Guelma)

Notre site d'échantillonnage se trouve au niveau de la montagne Houara, commune de Djeballah Khemissi dans la région de Guelma, la ville assiette au nord-est de l'Algérie.

Guelma se situe au cœur d'une grande région agricole à 290 m d'altitude, entourée de montagnes (Maouna, Dbegh, Houara) ce qui lui donne le nom de ville assiette, sa région bénéficie d'une grande fertilité grâce notamment à la Seybouse et d'un grand barrage qui assure un vaste périmètre d'irrigation.

Elle est située à 60 km au sud-ouest d'Annaba, à 110 km à l'est de Constantine, à 60 km de la mer Méditerranée et à 150 km de la frontière tunisienne. Elle occupe aussi une position géographique stratégique, en sa qualité de carrefour dans la région nord-est de l'Algérie dont dépendent cinq chefs-lieux de wilaya² et reliant le littoral des wilayas de Annaba, El Tarf et Skikda, aux régions intérieures telles que les wilayas de Constantine, Oum El Bouagui et Souk Ahras. Le Climat est sub-humide ; la pluviométrie est d'environ 450 à 600 mm/an (Wikipedia,2023).

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 trois sites d'échantillonnage (tableau 2).

Tableau 2. Caractéristiques des stations climatiques de référence, périodes et sources des données (O.N.M. d'Alger).

Station météorologique	Période	Cordonnées Lambert		Altitude (m)	Site d'échantillonnage
		Latitude	Longitude		
Skikda	1986 / 2017	36°54 N	06°53 E	1	Zitouna (Z)
Guelma	1971 / 2015	36°17 N	06°37 E	693	HOURA (H)

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).
	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 (mn/ 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 dénivelée, 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.

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 (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 8 révèlent 2 types de régime saisonnier (tableau 5). Nous avons le type **HPAE** pour le site (Zitouna) où la somme des précipitations par saison a enregistré la valeur la plus élevée en hiver (386,0 mm). Le site Houara (H) s'isole par son type **HAPE** dont les précipitations importantes sont celles qui tombent - par ordre décroissant - dans les deux saisons (hiver- 224,2 mm ; printemps -219,8 mm).

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).

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 thermique. 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, 2005a, b ; Mokhtari *et al.*, 2013). Elle a une influence de la première grandeur de la répartition de la végétation et, par conséquent, sur les frontières de nombreux bioclimats (Rivas-Martinez, 2005).

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).

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	
Zitouna	m	7,1	7,1	9,1	11,1	14,1	17,1	20,1	21,1	19,1	15,1	11,1	8,1	13,4	-
	M	13,7	13,7	14,7	16,7	19,7	22,7	25,7	26,7	23,7	21,7	17,7	14,7	19,3	-
	T	10,4	10,4	11,9	13,9	16,9	19,9	22,9	23,9	21,4	18,4	14,4	11,4	16,4	-
	P	126,6	107,6	82,3	63,3	50,6	13,9	2,5	11,4	63,3	88,6	126,6	151,9	-	888,4
Houara	m	1,8	1,8	4,2	6,7	10,1	14,1	17,3	17,8	15,3	11,8	6,6	3,2	9,3	-
	M	11,1	11,5	15,0	18,2	22,4	28,0	32,2	32,0	26,8	22,7	16,0	12,2	11,1	-
	T	6,4	6,6	9,6	12,4	16,2	21,0	24,7	24,9	21,0	17,2	11,3	7,7	6,4	-
	p	78,7	70,0	82,0	77,6	64,5	21,9	5,5	21,9	45,9	67,8	74,4	71,1	71,1	681,2

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
Zitouna (Z)	386,0	196,2	27,8	278,4	HAPE
Houara (H)	224,2	219,8	135,6	49,2	HPAE

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

Types	Sous-types	A ou Ic (°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 sites d'échantillonnage révèle ce qui suit (tableau 7) :

Le site du littoral de Zitouna (13,5°C) s'isole par son bioclimat Semi-hyperocéanique atténué. Par ordre croissant, il est suivi par le site de Houara avec son type Semi-continental accentué (18.5 °C).

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

Site	Ic = A (°C)	Bioclimat
Zitouna (Z)	13.5	Semi-hyperocéanique atténué
Houara (H)	18.5	Semi-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). Il tient compte des moyennes mensuelles des précipitations (P en mm) et de la température (T en °C) et donne une expression relative à la sécheresse estivale en durée et en intensité (Dajoz, 2003) (Faurie *et al.*, 1980 ; Frontier *et al.*, 2004).

L'établissement de diagrammes ombrothermiques (figure 11) selon Bagnouls et Gaussen montre une période sèche qui varie comme suit : Trois mois pour les deux sites Zitouna et Houara.

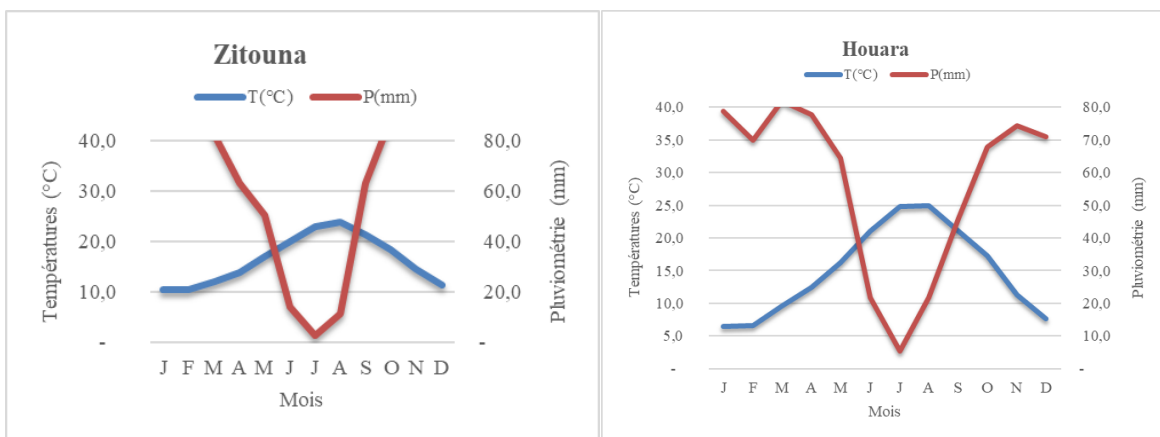


Figure 11. Diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gaussen des stations d'échantillonnage. Zitouna (Z) ; Houara (H).

1.2.4.3.1 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) : $T_K = T_C + 273,15$.

Stewart (1969) a développé une formule simplifiée de ce quotient pluviométrique 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 pluviométrique 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 pluviométrique 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, on constate (tableau 8 et figure12) le suivant :

- L'existence de deux bioclimats, allant du subhumide jusqu'au humide de sorte que : le site du littoral (Zitouna) se distingue par son type Humide chaud en enregistrant la valeur la plus élevée ($Q_3 = 155,5$). Alors que, le site de Houara a donné la valeur ($Q_3 = 77,0$) son caractère Sub-humide frais.

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

Site	T (°C)		P (mm/an)	Q ₃	Bioclimats
	M (°C)	m (°C)			
Zitouna (Z)	26,7	7,1	888,4	155,5	Humide chaud
Houara (H)	32,2	1,8	681,2	77,0	Sub-humide 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 pluviométrique d'Emberger.

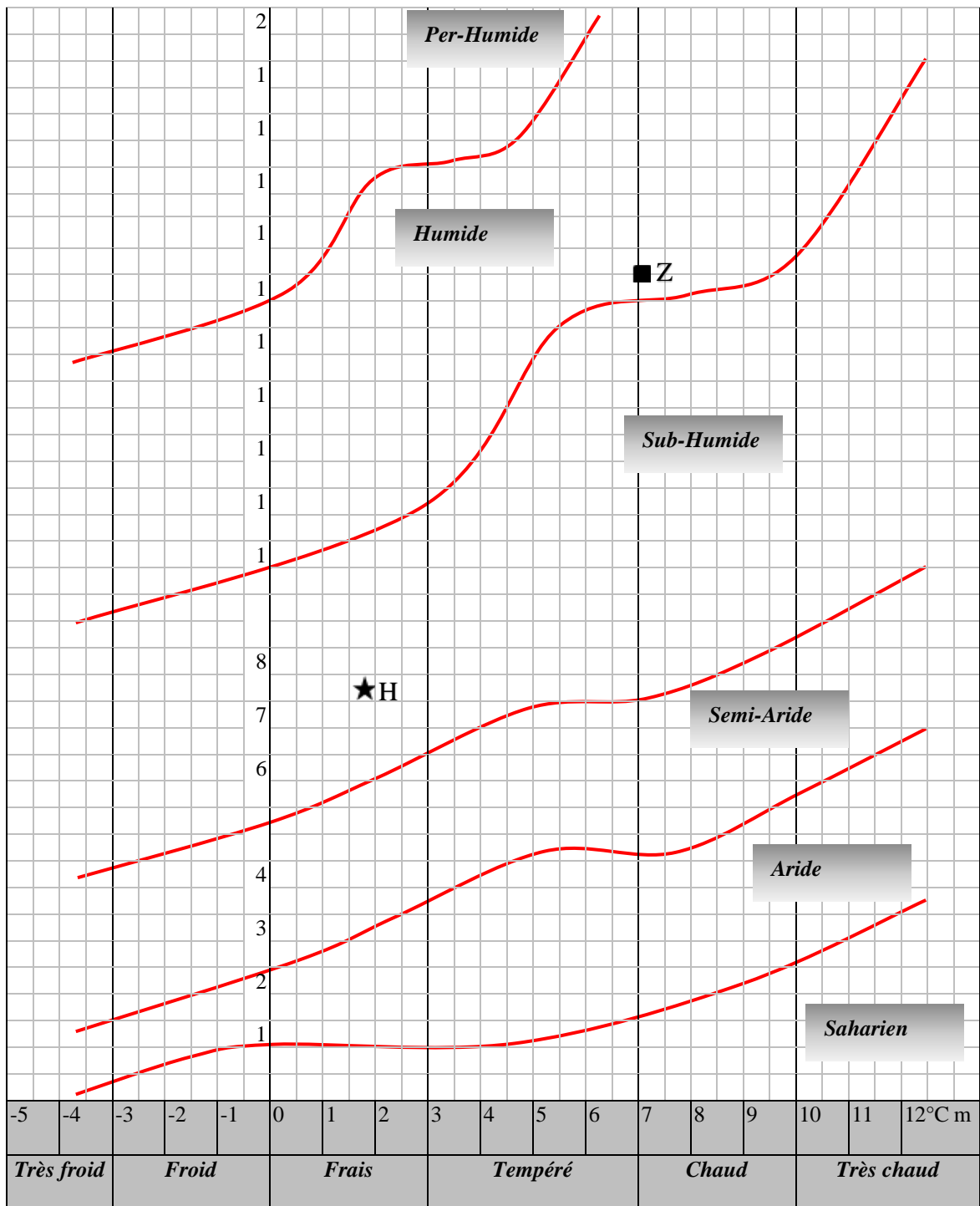


Figure 12. Situation des sites d'échantillonnage dans le climagramme d'Emberger concernant notre espèce. Zitouna (Z) & Houara (H).

2. Matériel et méthodes

2.1 Matériel

2.1.1 Matériel végétal

L'échantillonnage a concerné les drupes de deux populations naturelles pour notre espèce (*Crataegus oxyacantha* L.) existantes en Algérie (Tableau 1).

La récolte a été effectuée durant la campagne (2022-2023). Le nombre d'arbustes choisis aléatoirement est de trente pieds par population (un total de 180 arbres). Par la suite, trente drupes en état de maturité ont été prélevées autour de la couronne de chaque arbre échantillonné (02 stations avec 180 drupes).

2.1.2 Dispositif expérimental

L'étude de la variabilité phénotypique de notre espèce a été réalisée au niveau du laboratoire (Chimie des sols), département d'agronomie, université 20 Aout 1955 de Skikda.

Elle a fait intervenir un matériel que nous avons utilisé sur terrain et au laboratoire et qui se résume comme suit: Sécateurs et ciseaux, Agrafeuse, Sacs en papier, Scie, Gants de protection, Appareil photo numérique, Pied à coulisse, Loupe zoom binoculaire (Bentley vision N° 310828), Balance à précision, Pincettes à bouts ronds, Boîtes de conservation (plastiques et papiers).

2.2 Méthodes

2.2.1 Etude morpho-métrique

2.2.1.1 Observation et choix des caractères

Pour étudier la diversité morphologique de chaque espèce (figure 14), une évaluation de caractères morphologiques quantitatifs et qualitatifs (tableaux 9 et 10), inspirés de plusieurs études a été réalisée sur les espèces du genre *Crataegus*.

Selon (Hafsi, 2018), il existe plusieurs descripteurs ou des guides morphologiques et agronomiques proposés par diverses organisations nationales (UPOV) et internationales (IPGRI, FAO) qui permettent une différenciation phénotypique facile et rapide pour certaines espèces forestières et à l'œil nu.

Malheureusement, aucun guide pour les espèces du genre *Crataegus* n'est disponible. Nous nous sommes donc inspirés d'autres descripteurs pour la famille des *Rosaceae* afin de

compléter les descriptions des études citées plus hauts (référentiels de l'IPGRI en 1997 pour l'abricotier et le pommier).

2.2.1.2 Mensurations

Les mesures pour les drupes incluant les graines (figure 13) 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).



Figure 1. Pieds à coulisse digital (150 mm, Bricoman).



Stéréoscope (Grossissement x40, Novex)

Figure 13. Matériel utilisé au laboratoire

Tableau 9. Caractères morphologiques quantitatifs mesurés.

Organe	Caractère	Codification
Drupe	Longueur de la drupe en mm	LND
	Largeur de la drupe en mm	LRD
	Rapport (Longueur/ Largeur) de la drupe	RD
	Poids de la drupe en g	PD
Graine	Nombre des graines dans la drupe	NG
	Poids des graines (1 ou 2) dans la drupe en g	PGS
	Longueur de la graine (Seule ou + grande) en mm	LNG
	Largeur de la graine (Seule ou + grande) en mm	LRG
	Rapport (Longueur/ Largeur) de la graine	RG
	Epaisseur de la graine (Seule ou + grande) en mm	EG

Tableau 10. Caractères morphologiques qualitatifs étudiés.

Organe	Caractère	Codification	Variantes
Drupe	Forme de la drupe	FD	1- Arrondie ; 2- Ovoïde ; 3- Allongée ; 4- Cylindrique ; 5- Cordiforme ; 6- Piriforme
	Couleur de la drupe	CD	1- Rouge vif ; 2- Rouge Sombre ; 3- Rouge orangée ; 4- Rouge jaunâtre
	Nature de l'épicarpe de la drupe	NE	1-Dur ; 2- Mou
Graine	Présence des graines dans la drupe	PG	1- Seule graine ; 2- Deux graines
	Taille des graines (+ de 1)	TG	1- Egales ; 2- Inégales
	Forme de la graine (Seule ou + grande)	FG	1- Sphérique : 1- Arrondie ; 2- Ovoïde ; 3- Allongée ; 4- Cylindrique ; 5- Cordiforme 2- Sphérique aplatie d'un seul côté
	Couleur de la graine (Seule ou + grande)	CG	1- Marron sombre ; 2- Marron claire

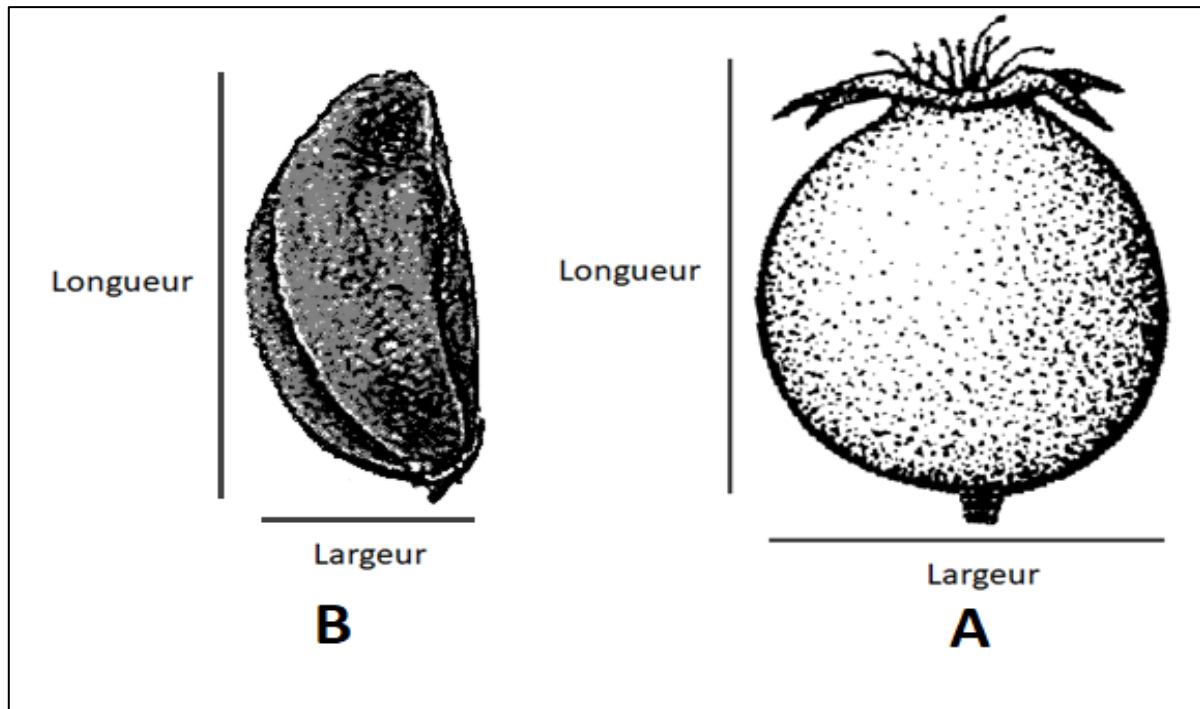


Figure 14. Parties végétatives étudiées. A, Drupe et B, Graine

2.2.2 Méthodes d'analyses statistiques

2.2.1.1 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 deux groupes indépendants ou appariés (populations). Donc, pour les comparer, il devient nécessaire d'utiliser une analyse de la variance à un seul facteur pour les variables quantitatives à l'échelle intra-population (entre les arbres) combinée avec un test t de *student* à l'échelle 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 drupes.

- **Analyse en composantes principales (ACP) :** L'analyse en composantes principales (ACP) a été appliquée pour les variables quantitatives relatives aux drupes. Dans cette analyse : Les cercles de corrélation permettent de visualiser les liaisons linéaires sur l'ensemble des variables considérées. Alors que, l'étude des individus permet de voir la ressemblance des groupes d'individus ou leurs différenciations.
- **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. Et par conséquent, une classification ascendante hiérarchique (CHA) après une analyse factorielle a été appliquée pour les trois populations étudiées. Les points (arbres) à classer étant repérés par les coordonnées des premiers axes factoriels.

2.2.2.7 Logiciels appliqués

L'ensemble de ces tests a été effectué à l'aide des programmes : STATISTICA 12 et R 4.1.0

Chapitre III

RESULTATS ET DISCUSSION

1. Résultats

1.1 Morphométrie

1.1.1 Les caractères quantitatifs

1.1.1.1 Longueur de la drupe (LND)

La moyenne enregistrée au niveau de Zitouna varie entre 5.00mm et 13,73mm avec une valeur de 9.15 mm. Par contre à Houara, une moyenne de 10,32 mm a été enregistrée variant entre 6,68 mm et 14.12 mm. Les drupes mesurent en moyenne 9,74 mm pour notre espèce avec un écart type de 1,22 mm et un coefficient de variation de 12,54 %, les plus longues étant celles de Houara (10,32 mm) (tableau 11).

1.1.1.2 Largeur de la drupe (LRD)

A Zitouna, nous avons la moyenne (7,24mm), elle varie entre (3,02-11,68mm) avec un écart type de 0,96 mm et un coefficient de variation de 13.18 % ; tandis qu'à Houara, la moyenne 9,08mm, l'écart type et le coefficient de variation enregistrées sont 1,49 mm et 16,39 %, respectivement. La valeur moyenne pour l'espèce avec son étendue sont les suivants : 8,16 mm et (3,02-14,03) mm (tableau 13).

1.1.1.3 Rapport (Longueur/ Largeur) de la drupe (RD)

L'indice d'allongement de la drupe a enregistré les moyennes de 1.27 mm et 1.15 mm pour Zitouna et Houara avec leurs étendus qui sont variables (0,98-1,94mm et 0,82-2,12mm, respectivement). La moyenne pour l'espèce est égale à 1.21 mm avec son écart type 0.14 mm. La population qui a la valeur la plus importante est celle de Zitouna (tableau 11).

1.1.1.4 Poids de la drupe (PD)

Le poids de la drupe nous a donné les moyennes suivantes : 0.33mg et 0,57 mg avec leurs valeurs minimales et maximales de 0.11-0,76 mg et de 0.12-2,06 mg pour les stations Zitouna et Houara, respectivement. Concernant l'écart-type et le coefficient de variation, les valeurs enregistrées sont de 0,09 mg et 27,36 % à Zitouna et de 0,30mg et 55,68 % à Houara. La moyenne enregistrée pour l'espèce est de 0.45 mg, les drupes sont plus grosses à Houara (tableau 11).

1.1.1.5 Nombre des graines dans la drupe (NG)

Concernant le nombre des graines dans la drupe, nous avons les moyennes de 1.14 et 1.32 pour Zitouna et Houara, respectivement. L'écart-type et le coefficient de variation sont

CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION

de 0.35 – 30,67 % et 0.47 -35,36 % pour les mêmes populations. La moyenne pour l'espèce est de 1.23, la valeur importante est enregistrée à Houara (tableau 11).

1.1.1.6 Poids des graines (Seule ou + grande) dans la drupe (PGS)

Au niveau de Zitouna, le poids des graines a enregistré la moyenne de 0.16 mg avec son étendue de 0.04-1.35 mg. Par contre à Houara, la moyenne est 0.27 mg avec une étendue de 0.05-1,15mg.

L'écart-type et le coefficient de variation sont de 0.09 mg-57.44 % à Zitouna et de 0.14 mg – 51,90 %, à Houara (tableau 11).

1.1.1.7 Longueur de la graine (Seule ou + grande) (LNG)

La longueur de la graine seule ou celle la plus grande est en moyenne de 6,33 mm avec son étendue de 2,37-10,51 mm à Zitouna, respectivement. Par contre, Houara enregistre la moyenne la plus élevée pour l'espèce qui est de 7,66 mm avec une étendue de 4,23-11,00 mm.

L'écart-type et le coefficient de variation sont de 0.089 mm et 14,13 %; et de 1,03 mm et 13,44 %, respectivement pour Zitouna et Houara. La moyenne enregistrée pour l'espèce est de 7.00 mm (tableau 11).

1.1.1.8 Largeur de la graine (Seule ou + grande) (LRG)

La largeur de la graine seule ou celle la plus grande est en moyenne de 4.88 et 6.27 mm avec les étendues de 1,55-9,81 mm et de 3,76-9,40 mm à Zitouna et Houara, respectivement. La moyenne enregistrée pour l'espèce est de 5.57 mm avec son étendue 1,55-9.81 mm, son écart type 1.10 mm et enfin son coefficient de variation 19,74 % (tableau 11).

1.1.1.9 Rapport (Longueur/ Largeur) de la graine (RG)

A Zitouna, nous avons la moyenne (1.31 mm) qui varie entre (0.91-1.78 mm) avec un écart type de 0.015 mm et un coefficient de variation de 11,62 % ; tandis qu'à Houara, la moyenne, l'étendue, l'écart type et le coefficient de variation enregistrées sont 1.23 mm, (0.90-1.76 mm), 0.14 mm et 11.30 %, respectivement. La valeur moyenne pour l'espèce avec son étendue sont les suivantes : 1.27 mm et (0.90-1.78) mm (Tableau 11).

1.1.1.10 Epaisseur de la graine (Seule ou + grande) (EG)

La moyenne enregistrée au niveau de Zitouna varie entre 0,26mm et 9,72mm avec une valeur de 4.73 mm. Par contre à Houara, une moyenne de 5.44 mm a été enregistrée variant

CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION

entre 3.02 mm et 9.33 mm. Les drupes mesurent en moyenne 5.09 mm pour notre espèce avec un écart type de 0.91 mm et un coefficient de variation de 17.89 %, les plus épaisses étant celles de Zitouna (Tableau 11).

1.1.1.11 Poids total des graines (1 ou 2) dans la drupe (Pp)

Au niveau de Zitouna, le poids total des graines a enregistré la moyenne de 0.16 mg avec son étendue de 0.04-0,40 mg. Par contre à Houara, la moyenne est 0.31 mg avec une étendue de 0.07-1,10mg.

L'écart-type et le coefficient de variation sont de 0.07 mg-43.40 % à Zitouna et de 0.14 mg -43,79 %, à Houara (tableau 11).

1.1.1.12 Rapport (Poids de drupe / Poids de graine) (Pdg)

A Zitouna, nous avons la moyenne (2,36 mm) qui varie entre (1,02-6.78 mm) avec un écart type de 0.86 mm et un coefficient de variation de 36,34% ; tandis qu'à Houara, la moyenne, l'étendue, l'écart type et le coefficient de variation enregistrées sont 1.91 mm, (1,00-5,82 mm), 0.71 mm et 36,78 %, respectivement. La valeur moyenne pour l'espèce avec son étendue sont les suivantes : 2,13 mm et (1,00-6.78) mm (Tableau 11).

1.1.2 Les caractères quantitatifs

1.1.2.1 Forme de la drupe (FD)

Au niveau des deux populations Zitouna et Houara, toutes les drupes ont deux formes majoritaires (Arrondie et Ovoïde) avec leurs valeurs (50.22 % et 28.44 % à Zitouna) et (42.78% et 24.78 à Houara), respectivement. Il en est de même pour l'espèce 46.50 % des drupes sont arrondies et 26.61 % sont ovoïdes. Aussi, la forme allongée a donné une proportion non négligeable à Zitouna (14.56%). Pareillement, pour la forme cylindrique à Houara avec sa valeur 17.89% (tableau 12).

1.1.2.2 Couleur de la drupe (CD)

Deux couleurs majoritaires ont été rencontrées pour l'espèce (rouge sombre 42.56 % et rouge orangée 21.89%). Il en est de même au niveau de Zitouna (53.89 % et 22.33 %, respectivement) ; par contre au niveau de Houara les deux couleurs dominantes sont rouge sombre et jaunâtre (31.22% et 31.89 %) (tableau12).

1.1.2.3 Nature de l'épicarpe de la drupe (NE)

Pour ce caractère, la nature molle des galbules pour l'espèce est celle dominante (55.50 %), mais, d'une manière légère par rapport à l'autre dure (44.50 %). Aussi, par population dont les proportions sont 57,22 % à Zitouna et 53,78 % à Houara (tableau 12).

1.1.2.4 Présence et nombre des graines dans la drupe (PG et NG)

A l'échelle intra et inter-population, la majorité des drupes possèdent uniquement une seule graine (85.67 % à Zitouna et 67.89 % à Houara). Celles qui ont deux graines par drupe ont été signalées majoritairement dans la station de Houara (32.11%).

1.1.2.5 Taille des graines (+ de 1) Dans la drupe (TG)

les deux graines dans les drupes sont inégales d'une façon dominante pour l'espèce (73%) et même pour les deux populations surtout celle de Houara dont le pourcentage des graines égales est nul (5.68 %) (tableau 12).

1.1.2.6 Forme de la graine (Seule ou + grande) (FG)

La majorité des graines sont Sphéroides dont la forme "Arrondie " est présente de façon majoritaire avec une moyenne de 40.17% pour cette espèce et des variations de 42.11 %, et 38.22% ont été enregistrées par station pour Zitouna et Houara, respectivement. Aussi, la forme "Cylindrique" a des pourcentages moins importants au niveau intra et inter populationnel.

Concernant les graines Sphéroides aplaties d'un seul côté, la population de Houara a donné une valeur importante 29.44% par rapport à Zitouna (1%) (tableau 12).

1.1.2.7 Couleur de la graine (Seule ou + grande) (CG)

Pour l'espèce, nous avons le Marron sombre (60.94 %) qui est dominant. Il en est de même pour Zitouna avec leur proportions (80.44 % , respectivement). Par contre, à Houara le Marron clair est plus dominant (58.56%) (tableau 12).

CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau 11. Caractéristiques des caractères quantitatifs mesurés pour les drupes des trois stations

Caractères /Stations		Zitouna (Z)	Houara (H)	Moyenne (Espèce)
Drupe	Longueur de la drupe (LND)	9,15***±0,97 (5,00-13,73)10,61	10,32***±1,16 (6,68-14,12)11,27	9,74*±1,22 (5,00-14,12)12,54
	Largeur de la drupe (LRD)	7,24***±0,96 (3,02-11,68)13,18	9,08***±1,49 (4,37-14,03)16,39	8,16**±1,55 (3,02-14,03)19,02
	Rapport (Longueur/ Largeur) de la drupe (RD)	1,27***±0,12 (0,98-1,94)9,36	1,15***±0,13 (0,82-2,12)11,52	1,21±0,14 (0,82-2,12)11,53
	Poids de la drupe (PD)	0,33***±0,09 (0,11-0,76)27,36	0,57***±0,30 (0,12-2,06)51,59	0,45**±0,25 (0,11-2,26)55,68
Graine	Nombre des graines dans la drupe (NG)	1,14***±0,35 (1,00-2,00)30,67	1,32***±0,47 (1,00-2,00)35,36	1,23±0,42 (1,00-2,00)34,28
	Poids des graines (Seule ou + grande) (PGS)	0,16***±0,09 (0,04-1,35)57,44	0,27***±0,14 (0,05-1,15)51,90	0,21±0,13 (0,04-1,35)60,37
	Longueur de la graine (Seule ou + grande) (LNG)	6,33***±0,089 (2,37-10,51)14,13	7,66***±1,03 (4,23-11,00)13,44	7,00±1,17 (2,37-11,00)16,75
	Largeur de la graine (Seule ou + grande) (LRG)	4,88***±0,069 (1,55-9,81)14,21	6,27***±0,98 (3,76-9,40)15,70	5,57*±1,10 (1,55-9,81)19,74
	Rapport (Longueur/ Largeur) de la graine (RG)	1,31***±0,015 (0,91-1,78)11,62	1,23***±0,14 (0,90-1,76)11,30	1,27***±0,15 (0,90-1,78)11,84
	Epaisseur de la graine (Seule ou + grande) (EG)	4,73***±0,70 (0,26-9,72)14,87	5,44***±0,96 (3,02-9,33)17,56	5,09±0,91 (0,26-9,72)17,89
	Poids total des graines (1 ou 2) dans la drupe (Pp)	0,16***±0,07 (0,04-0,40)43,40	0,31***±0,14 (0,07-1,10)43,79	0,24±0,13 (0,04-1,10)56,46
	Rapport (Poids de drupe / Poids de graine) (Pdg)	2,36***±0,86 (1,02-6,78)36,34	1,91***±0,71 (1,00-5,82)36,98	2,13*±0,82 (1,00-6,78)48,54

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 12. Fréquences (%) pour les variables qualitatives par station.

Caractère / station		Variantes	Zitouna (Z)%	Houara (H)%	Moyenne (Espèce)%	
Drupe	Forme de la drupe (FD)	1- Arrondie	50,22	42,78	46,50	
		2- Ovoïde	28,44	24,78	26,61	
		3- Allongée	14,56	10,67	12,61	
		4- Cylindrique	4,56	17,89	11,22	
		5- Cordiforme	0,44	2,56	1,50	
		6- Piriforme	1,78	1,33	1,56	
	Couleur de la drupe (CD)	1- Rouge vif	14,44	15,44	14,94	
		2- Rouge Sombre	53,89	31,22	42,56	
		3- Rouge orangée	22,33	21,44	21,89	
		4- Rouge jaunâtre	9,33	31,89	20,61	
	Nature de l'épicarpe de la drupe (NE)	1-Dur	42,78	46,22	44,50	
		2- Mou	57,22	53,78	55,50	
	Graine	Présence de des graines dans la drupe (PG)	1- Seule graine	85,67	67,89	76,78
			2- Deux graines	14,33	32,11	23,22
Taille des graines (+ de 1) Dans la drupe (TG)		1- Egales	48,8	5,68	26,4	
		2- Inégales	51,2	94,32	73,6	
Forme de la graine (Seule ou + grande) (FG)		1-Sphéroidale	1- Arrondie	42,11	38,22	40,17
			2- Ovoïde	41,89	24,56	33,22
			3- Allongée	13,56	6,44	10,00
			4- Cylindrique	0,56	0,33	0,44
			5- Cordiforme	0,89	1,00	99,1
		2- Sphéroidale aplatie d'un seul côté	1,00	29,44	15,22	
Couleur de la graine (Seule ou + grande) (CG)	1- Marron sombre	80,44	41,44	60,94		
	2- Marron claire	19,56	58,56	39,06		

1.2 Analyse de la structuration morphologique

1.2.1 Tests de significativité

A l'échelle intra-population, l'analyse de la variance à un seul facteur pour les variables quantitatives a révélé des différences hautement significatives ($p < 0,001$) entre les arbres de chaque population. Par contre, entre les deux populations étudiées (inter-population), le test t de *student* s'est révélé significatif seulement pour les variables : Longueur de la drupe (LND), Largeur de la drupe (LRD), Poids de la drupe (PD), Largeur de la graine (Seule ou + grande) (LRG), Rapport (Longueur/ Largeur) de la graine (RG) et Rapport (Poids de drupe / Poids de graine) (Pdg). (Tableau 12).

1.2.2 Tests de corrélation

Les corrélations entre des différentes variables quantitatives sont illustrées dans le tableau 13.

La majorité des variables ont des liaisons, fortes ($r \geq 0.5$) et hautement significatives ($p < 0,001$) de sorte que :

- La longueur et la largeur de la drupes (LND et LRD) sont tous liée aux variables suivants : Rapport (Longueur/ Largeur) de la drupe ; Poids de la drupe ; Poids des graines (1 ou 2) dans la drupe ; Nombre des graines dans la drupe ; Poids des graines (Seule ou + grande) ; Largeur de la graine (Seule ou + grande) et Rapport (Longueur/ Largeur) de la graine avec des valeurs ($r \geq 0,50$).
 - Le poids de la drupe (PD) est lié positivement avec : Poids total des graines (1 ou 2) dans la drupe ; Nombre des graines dans la drupe ; Poids des graines (Seule ou + grande) ; Epaisseur de la graine (Seule ou + grande) avec des valeurs ($r \geq 0.66$).
 - Poids total des graines (1 ou 2) dans la drupe avec toutes les variables relatives aux graines ($r \geq -0.52$) sauf la longueur (LNG) de graine et son épaisseur (EG).
 - La largeur de la graine (1 ou 2) dans la drupe LRG est corrélé avec le Rapport (Poids de drupe / Poids de graine) en donnant une valeur négative de $r = -0,54$;
- Les autres variables ont enregistré des valeurs plus au points faibles ($r \leq 0,50$).

CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau 13. Corrélations entre les variables quantitatives mesurées relative aux drupes

Variables quantitatives	LND	LRD	RD	PD	PP	NG	PGS	LNG	LRG	RG	EG	PDG
Longueur de la drupe	1,00	0,91 ***	-0,59 ***	0,85 ***	0,86 ***	0,74 ***	0,75 ***	-0,27 *	0,50 ***	0,65 ***	0,48 ***	-0,18
Largeur de la drupe		1,00	-0,86 ***	0,89 ***	0,82 ***	0,80 ***	0,81 ***	-0,30 *	0,47 ***	0,55 ***	0,58 ***	-0,05
Rapport (Longueur/ Largeur) de la drupe			1,00	-0,68 ***	-0,56 ***	-0,69 ***	-0,71 ***	0,26 *	-0,37 **	-0,35 **	-0,49 ***	-0,10
Poids de la drupe				1,00	0,74 ***	0,67 ***	0,67 ***	-0,22	0,24	0,39 **	0,66 ***	0,14
Poids total des graines (1ou 2) dans la drupe					1,00	0,73 ***	0,82 ***	-0,43 ***	0,64 ***	0,88 ***	0,41	-0,52 ***
Nombre des graines dans la drupe						1,00	0,87 ***	-0,06	0,71 ***	0,58 ***	0,21	-0,12
Poids des graines (Seule ou + grande) dans la drupe (Pp)							1,00	-0,55 ***	0,82 ***	0,69 ***	0,36 **	-0,31*
Longueur de la graine (Seule ou +grande) dans la drupe								1,00	-0,44 ***	-0,40 **	-0,41 **	0,44 ***
Largeur de la graine (Seule ou + grande)									1,00	0,75 ***	-0,07	-0,54 ***
Rapport (Longueur/ Largeur) de la graine										1,00	0,06	-0,74 ***
Epaisseur de la graine (Seule ou + grande)											1,00	0,07
Rapport (Poids de drupe / Poids de graine)												1,00

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

1.2.3 Tests multivariés

1.2.3.1 Analyse en composantes principales (ACP)

A travers l'analyse en composantes principales, les deux premières dimensions expliquent une inertie totale de 87.46 % de sorte que la première donne 69.65 %, alors que la deuxième résume 17.81 % de l'inertie totale (tableau 14 et figure 15).

La projection des variables quantitatives relatives aux drupes révèle (figure 15A et tableau 14) que :

- La majorité des variables morphologiques ont des liaisons parfaites et négatives sur la première dimension avec des valeurs de r élevées comme suit : Longueur (-0.98) ; largeur (-0.98) et poids de la drupe (-0.99) ; Nombre (-0.55) et poids des graines (-0.99) ; longueur (-0.97) ; largeur (-0.98-0.97) et épaisseur (-0.92) de la graine (Seule ou + grande) dans la drupe.
- Il en reste que les deux rapports (drupe et graine) qui sont corrélés positivement et fortement sur la deuxième dimension avec la même valeur de $r = 0.91$.

Les digrammes de la projection des 90 arbres des trois populations étudiées ont montré une nette séparation de deux groupes pour les drupes (figure 15B). Ce sont les mêmes groupes indiqués par le dendrogramme de la classification hiérarchique ascendante (CHA) obtenu par la méthode de Ward via les distances euclidiennes (figure 15C).

Le premier groupe G1 comportant la population Houara (D) s'isole du deuxième G2 formé par Zitounae (B) et Houara (D) en fonction de leurs caractères morphologiques. Néanmoins, les valeurs enregistrées par D pour toutes les variables sont plus grandes par rapport aux deux autres populations B et D qui ont enregistré un rapprochement. (tableau 14).

1.3 Influences des facteurs environnementaux

1.3.1 Analyse factorielle multiple

Dans l'analyse en composantes principales, le plan factoriel (1x2) a permis une meilleure interprétation des résultats. Il explique une inertie totale de 77,03 % de sorte que la première donne 65,14 %, alors que l'autre résume 11,89 % de l'inertie totale (tableau 14 et figure 15).

- **La carrée des liaisons (figure 15A)** montre la qualité de représentation de chaque groupe actif de variables quantitatives (morphologiques, Gc1 et environnementales, Gc2). Les groupes de variables fournissent grandement (0.88) des coordonnées avec la

première dimension ce qui montre l'équilibre entre les contributions des deux groupes de variables (Gc1 et Gc2) de façon parfaite.

- **La projection des variables** (figure 15B et tableau 14) donne les liaisons suivantes (figure 15A) :
 - Les variables « Longueur de la drupe (LND) et largeur de la drupe (LRD) ; Rapport de drupe (RD); Poids de drupe (PD) ; Poids des graines (1 ou 2) dans la drupe (Pp) ; Longueur (LNG), largeur (LRG) et épaisseur (EG); Poids de la graine (Seule ou +grande) (PG) » sont liées à la première dimension. Elles ont une incidence plus ou moins avec la continentalité exprimée par son indice I_c et à avec la sécheresse globale à travers son indice Q_3 . Ces deux gradients sont liés essentiellement à l'effet modérateur positif de l'altitude (Alt), de la température maximale (M) et de la longitude (Long) et celui négatif de la latitude (Lat), de précipitations (P) et de l'intensité du froid (m) avec des valeurs de $r \geq \pm 0.94$.
 - Les autres variables ont enregistré des valeurs de $r \geq \pm 0.58$ avec la deuxième dimension sans aucune influence par les facteurs écologiques.
- **Le digramme de la projection (figure 15C)** des individus (60 arbres) des deux populations étudiées ont montré une nette séparation de deux groupes distincts pour les drupes. La population de Zitouna forme le premier groupe (G1) alors l'autre Houara constituent le deuxième (G2). Ce sont le même groupe révélé par **la classification hiérarchique ascendante (CAHC)** dans la figure (15D et E). La répartition des deux populations (figure 15C) se fait en fonction de la sécheresse globale et de la continentalité thermique qui sont exprimées, respectivement, par leurs gradients (Q_3) et (I_c) comme suit :
 - Valeurs de « Q_3 » décroissantes, allant du bioclimat Humide chaud pour Zitouna Z ($Q_3= 155,5$) vers Sub-humide frais (Houara H) avec la valeur ($Q_3= 77$).
 - Valeurs de « I_c » croissantes, allant du Semi-hyperocéanique atténué pour Zitouna Z ($I_c= 13.5^\circ\text{C}$) vers le Semi-continental accentué (Houara H) avec la valeur ($Q_3= 18.5^\circ\text{C}$).

CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau 14. Valeurs propres issues de l'AC

Nombre de valeur	Cumul -Valeurs Propres	Cumul - %
1	65,14	65,14
2	11,89	77.03

Tableau 15. Corrélations entre les variables sur le plan factoriel (1x2).

Variables	Facteur 1	Facteur 2
Lnd	0.81	0.26
Lrd	0.87	0.41
Rd	-0.74	-0.42
Pd	0.70	0.59
Pp	0.87	-0.04
Lng	0.82	0.13
Lrg	0.90	-0.01
Rg	-0.43	0.23
Eg	0.67	-0.45
Pg	0.71	-0.43
Ng	0.40	0.58
Pdg	-0.35	0.78
Alt	0.94	-0.09
Lat	-0.94	0.09
Long	0.94	-0.09
M	0.94	-0.09
m	-0.94	0.09
P	-0.94	0.09
Ic	0.94	0.09
Q3	-0.94	-0.09

2. Discussion

Cette section débat essentiellement la variabilité morphologique de l'aubépine en fonction de deux critères :

- Effet des pressions d'ordre abiotique et biotique sur les caractères morphologiques évalués de l'espèce.
- Une étude comparative (Tableau 16) pour quelques résultats obtenus dans la littérature de l'espèce

2.1 Effet des facteurs environnementaux (tableaux 14 et 15 ; figure 15)

L'hétérogénéité exprimée pour toutes les variables morphologiques relatives concernant les deux populations peut s'expliquer par les forces d'ordre abiotiques 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 15), 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 l'aridité ou la sécheresse (globale) et même à la continentalité avec l'effet modérateur de certains facteurs géographiques (altitude et latitude)

Suivant un gradient d'aridité, les trois populations se subdivisent en deux groupes (G1 Houara) et (G2, Zitouna et Houara) en fonction des valeurs de « Q_3 » croissantes allant du bioclimat semi-aride frais pour Houara D ($Q_3 = 34.8$) vers l'humide chaud (Zitouna B) avec la valeur ($Q_3 = 150.6$). Pareillement, pour la continentalité les valeurs de « I_c » sont décroissantes, en allant du Sub-continental accentué pour Houara D ($I_c = 21.1^\circ\text{C}$) vers le Semi-hyperocéanique atténué (Zitouna B) avec la valeur ($Q_3 = 13.5^\circ\text{C}$).

L'interaction des facteurs climatiques avec les variables phénotypiques a été rapportée par plusieurs auteurs (Alyafi, 1978 ; Maley & Parker, 1993) pour de nombreuses espèces. Selon Aussenac (1973), des conditions climatiques différentes influencent la dimension, la forme et la structure des drupes chez certaines espèces de résineux.

En plus, Selon de nombreux auteurs (Grieve, 1931 ; Quézel et Sante, 1962 ; Maire, 1980 ; Davies, 2000), la variabilité morphologique des espèces du genre *crataegus* L. est

un phénomène bien connu qui s'intéresse à la végétation méditerranéenne ; elle s'exprime aussi bien au niveau géographique et climatique qu'au niveau stationnel voire individuel.

En ce qui concerne l'aubépine, il est très rustique, supporte toutes les rigueurs du climat : vents, froid, sécheresse, pluies torrentielles (Pierre, 2006).

En plus, de nombreux travaux études ont également mis en évidence l'influence de l'altitude, des températures minima et l'aridité dans la variabilité morphologique chez de nombreuses provenances de l'*Eucalyptus* (Franks, *et al.*, 2009) et chez les genévriers (Hafsi, 2018).

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

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 sur l'espèce selon les flores d'Algérie (Quézel & santa, 1962 et Maire, 1980) (tableau 16)

En premier lieu, les études de Quézel & Santa (1962) et Maire (1980) mettent en évidence deux espèces clairement distinctes : *C. Oxyacantha* L. et *C. laciniata* Ucria. Il existe également un hybride, le \times *C. ruscinonensis* Grenier et Blanc. Cependant, il convient de noter que *C. Azarolus* L. se distingue des autres espèces en raison de ses cenelles jaunes.

D'après les mêmes auteurs, *C. Oxyacantha* L. est présent dans l'ensemble de l'Algérie, à l'exception des hauts plateaux, et se divise en deux sous-espèces distinctes : ssp. *monogyna* (Jacq.) Rouy & Camus et ssp. *maura* (L. fils) Maire.

Nos propres observations lors de l'échantillonnage confirment ces informations pour l'espèce *C. Oxyacantha* L.. Les résultats obtenus pour la taille des drupes se situent dans la plage mentionnée par Maire pour la population de Houara (10,32 x 9,8 mm), mais ils se diffèrent pour la forme (Rouge sombre à orangé). Quant à la population de Zitouna, les valeurs (9,15 x 7,24 mm) sont similaires à celles rapportées par Quézel & Santa (1962) pour la même espèce.

CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION

Simultanément, les valeurs obtenues (variable du tableau 16) pour Houara partagent des données semblables à celles du *C. laciniata* Ucria selon Quézel & Santa (1962), tantôt, Elles se rapprochent à celles du x *C. ruscinonensis* est un hybride fixé des *C. azarolus* & *monogyna*.

L'étude de Thébain & Zeroual (2019) sur la variabilité morphologique de trois populations en Algérie présente des résultats similaires aux nôtres pour les populations de Bin El Ouiden et Dj. Ouahch (*C. Oxyacantha* L.). Cependant, la population de Dehamcha se distingue par des valeurs plus élevée (*C. laciniata* Ucria).

En résumé, il est probable que la diversité observée dans nos populations soit influencée par des facteurs abiotiques tels que l'aridité, la continentalité et l'altitude. Bien que de nombreux caractères phénotypiques de nos populations d'aubépine correspondent à ceux décrits dans la littérature, il existe également des différences. Ces variations peuvent être attribuées à des pressions biotiques, en particulier des introgressions (hybridation) entre les espèces *C. oxyacantha* et *C. azarolus* qui pourraient se produire dans les zones de contact. Ces introgressions sont influencées par des pressions sélectives exercées par des vertébrés disséminateurs, notamment les oiseaux. Donc, Des phénomènes d'hybridation entre ces deux taxons distincts pourraient donc expliquer les problèmes taxonomiques rencontrés dans certaines populations. Un exemple similaire a été observé avec l'oxycèdre (Hafsi, 2018).

Selon les travaux de Grieve (1931) et Davies (2000), le genre *Crataegus* comprend un grand nombre d'espèces à travers le monde, et leur capacité à s'hybrider facilement rend difficile une estimation précise du nombre d'espèces existantes.

Par conséquent, il est plus approprié de considérer le polymorphisme observé chez l'aubépine algérienne comme faisant partie d'un complexe spécifique, dont l'organisation interspécifique n'est pas claire et reste sujette à débat.

Selon Vela (2007) et Vela & Schäfer (2013), une approche taxonomique globale et intégrative ne pourra être réalisée que lorsque différentes approches complémentaires (morphologie, biochimie, génétique) auront été explorées pour l'ensemble des taxons et/ou écotypes géographiques de l'aire de répartition de l'espèce.

CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau 16. Comparaison des données recueillies pour l'espèce dans la littérature (Quézel & Santa, 1962 & Maire, 1980)

Taxons	Auteurs et régions		Drupe			Graine	
			Long (mm)	Larg (mm)	Forme	Couleur	Nombre
<i>C. Oxyacantha</i> L.	Quézel & Santa (1962)		8-10	-	-	Rouge ou jaunâtre	-
	Maire (1980)	ssp. <i>oxyacanthoides</i> (Thuill.) Maire	10-12		Ovoïde ou subglobuleux	Rouge-brun ou rouge-écarlate	2-3
		ssp. <i>monogyna</i> (Jacq.) Rouy & Camus			var. <i>typica</i> Asch. et Gr.	Brun-rouge	-
					var. <i>miniata</i> Maire	Rouge-écarlate	
	Tebani & Zeroual(2019)	Bin El Ouiden (Algérie) Dj. Ouahch (Algérie)	9.33 9.89	8.51 9.03	Arrondie, cylindrique	Rouge vif Rouge sombre	1 très rarement 2
<i>C. laciniata</i> Ucria	Quézel & Sante (1962)		12-30	-	-	Rouge, plus grosse	-
	Maire (1980)		10		Sub-globuleuse ou ovoïde-sub-globuleuse	Rouge-terne	2-3
	Tebani & Zeroual(2019)	& Dehachma (Algérie)	15.04	14.15	Arrondie, cylindrique	Rouge sombre	1 rarement 2
<i>x C. ruscinonensis</i> <i>Grenier et Blanc</i>	Maire (1980)		10-15		Subglobuleux	Rouge	1-2
Nos résultats	Zitouna		9.15	7.24	Arrondie ovoïde	Rouge sombre à jaunâtre	1 très rarement 2
	Houara		10.32	9.8		Rouge sombre à orangé	

Conclusion

Ce travail présente une synthèse sommaire de la diversité du complexe spécifique *Crataegus oxyacantha* L., l'aubépine, en Algérie. L'étude se concentre sur la variabilité phénotypique de ses fruits, en utilisant des variables morphologiques quantitatives et qualitatives à l'échelle intra et inter-populationnelle.

D'abord, en analysant les caractéristiques physiques et climatiques des différentes zones d'échantillonnage, il a été observé que les aubépines poussent dans une grande gamme écologique. Cependant, les formations algériennes de cette espèce semblent subir une dégradation intense et progressive en raison des pressions anthropiques et environnementales.

Après avoir analysé les données de manière statistique, les tests de significativité des variables quantitatives étudiées pour les drupes ont révélé des différences hautement significatives à la fois au niveau intra et inter-populationnel. Ces résultats démontrent l'existence d'une importante variabilité morphologique, principalement attribuée à des facteurs abiotiques tels que des gradients géographiques et climatiques, qui exercent une forte influence sur les populations étudiées. Parallèlement, des facteurs biotiques, tels que l'hybridation induite par l'ornithochorie, ont également été signalés comme contribuant à cette variabilité.

Les données obtenues confirment que les populations étudiées présentent une variation morphologique similaire à l'espèce *C. oxyacantha* L. pour certains caractères. En revanche, elles partagent un pool avec *C. laciniata* Ucria et présentent également des similitudes avec l'espèce *C. ruscinonensis* Grenier et Blanc pour d'autres caractères. Cela suggère que l'organisation intra et inter-spécifique des populations algériennes n'est pas absolue et nécessite encore une discussion approfondie en les considérant comme un complexe spécifique *C. oxyacantha* L.

Finalement, cette variation phénotypique au sein des différentes populations permet de mieux comprendre la résistance et l'adaptation de cette espèce aux contraintes environnementales.

Pour des perspectives futures, il est essentiel d'approfondir l'étude de la variabilité des populations algériennes du complexe spécifique *C. oxyacantha* en explorant d'autres caractères taxonomiques tels que les feuilles, les fleurs, les graines, le pollen, les racines, etc. Il serait également intéressant de considérer d'autres zones forestières en Algérie, en particulier celles situées sur le littoral ou dans des régions arides.

Références bibliographiques

- ALDASORO J. J., AEDO C., NAVARRO C. (2005). Phylogenetic and phytogeographical relationships in maloideae (Rosaceae) based on morphological and anatomical characters. *Bulema* 50.
- ALYAFI J. (1978). New characters differentiating *Pistacia atlantica* subspecies. Conservatoire et Jardin Botaniques de Genève. *Candollea*, 33: 201-206.
- 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.
- Beloued, A. (2012). Étude taxonomique et phylogénétique de quelques espèces du genre X (Doctoral dissertation, Université X).
- BERKANE M. (2017). Etude bibliographique sur l'Aubépine : *Crataegus laevigata* Poir (DC) (syn: *Crataegus oxyacantha* L). Thèse de doctorat. Université de Tlemcen. 96p.
- BOTINEAU M. (2010). Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs. Tec et doc Lavoisier, Paris
- BOUSQUET, L. (2007).- *Mesure et modélisation des propriétés optiques spectrales et directionnelles des feuilles*. Thèse de doctorat de 3ème Cycle en Physique. Université Paris 7.
- BROSSE J. (2000). Larousse des arbres et des arbustes. Larousse (Ed). Canada, 576p.
- CASSIN P. (1999). Analyse des données et des panels des données. Ed. De Boeck. Paris, Bruxelles.
- Chase & Reveal (2009). Chase, M. W., & Reveal, J. L. (2009). A phylogenetic classification of the land plants to accompany APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161(2), 122-127.
- CHRISTENSEN K. (1992). Revision of *crataegus* and notho sect. *Crataeguineae* (*Raosaceae-Maloideae*) in the old world. *Systematic Botany Monographs*. 35: 1-199.
- COQUILLAT M. (1962). Sur quelques noms patois de plantes. *Bulletin mensuel de la société linnéenne de Lyon* vol 31. p26.

- COUPLAN F. (2012). Les plantes et leurs noms : Histoires insolites. Editions Quae. p28.
- Cronquist (1981) : Cronquist, A. (1981). An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press
- Dajoz (2003) : Dajoz, R. (2003). Initiation à la botanique. Dunod.
- DAJOZ, R. (1985). *Précis d'écologie*. Ed. Bordas, Paris, 505p.
- DAVIES J.R. (2000). Hawthorn. Element Books Limited (Éd). Boston. MA.
- 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 d'écologie*. Ed Masson. Paris. Pp : 291-301.
- ENGLER A. & PRANTL K. (1915). Die natürlichen Pflanzenfamilien. Edi. Wilhelm Engelmann.Leipzig, Allemagne.
- FAURIE C., FARRA C. & MEDORI P. (1980). *Écologie*. Éd. Baillière J.-B., Paris.
- FRONTIER, S., PICHOD-VIALE, D., LEPRÈTRE, A., DAVOULT, D. & LUCZAK, CH. (2004). Ecosystèmes, Structure, Fonctionnement, Evolution. 3eme édition. Ed. Dunod. Paris, 549p.
- GRIEVE, M. (1931). A Modern Herbal: The Medicinal, Culinary, Cosmetic and Economic Properties, Cultivation and Folklore of Herbs, Grasses, Fungi, Shrubs and Trees with All their Modern Scientific Uses". Jonathan Cape Limited (Éd).. London. 919p.
- HAFSI Z. (2018). Etude eco-botaniques et morphologiques, des feuilles, des surfaces foliaires et des galbules des espèces du genre *Juniperus* L. en Algérie. Thèse de doctorat. Université Ziane Achour de Djelfa. 159p.
- HAMDAOUI M. (2017). Valorisation biochimique et comportement germinatif de *Crataegus monogyna* Jacq. du mont de Tessala. (Algérie occidentale). Thèse de doctorat en sciences. Université Djillali Liabes de Sidi Bel Abbes. 109p.
- IBN EL BAYTAR (1602). ترجمة الجامع لمفردات الأدوية والأغذية. الناشر (الوراق). 743p.
- JAIN S.K, VERMA D. & KHAMESRA R. (2007). *Crataegus oxyacantha* a cardioprotective herb. Journal of Herbal Medicine and Toxicology. 1(1) 65-71.
- 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.

- MAIRE, (1980). Flore de l'Afrique du Nord. Encyclopédie biologique. Volume 15. Éd. Paul Le Chevalier, Paris.
- MALEY M. & PARKER W. (1993). Phenology variation in cone and needle characters of *Pinus banksiana*. Can. J. Bot., 71: 43-51.
- Manrique, J. M. (2007). Taxonomie du genre X (Doctoral dissertation, Université X).
- MOHAND A.Y. (2006). Plantes médicinales de Kabylie (préface du docteur Jean-Philippe Brette)." Ibis Press (Éd). Paris. 99-102p.
- 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.
- Musset (1935) : Musset, J. (1935). Étude sur la flore du Sahara central. Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord, 26(5-6), 258-270.
- NICOLE T. & FRANÇOIS G. (2013). Des fruits et des graines comestibles du monde entier. Lavoisier. 157p.
- PATRICK J., HENRY MC. (1996). A Milton Herbal. Milton Quarterly Journal. 30 : 72.
- PHIPPS J.B. (1983). Biogeographic, taxonomic and cladistic relationships between east Asiatic and North American *Crataegus*". Annals of the Missouri Botanical Garden, 70: 667-700.
- PIERRE L., (2004). Le livre des arbres, arbustes & Arbrisseaux. Ed. Actes Sud. 212- 221p.
- PIERRE S. (2006). Arbre et arbustes de montagne. Ed. Libris. Paris. 251p.
- Quézel & Santa (1962) : Quézel, P., & Santa, S. (1962). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS.
- RIVAS-MARTINEZ S., (2005). Avances en Geobotánica. Discurso apertura curso 2005. Real Acad. Farmacia. Madrid.a
- SELTZER P., (1946). Le climat de l'Algérie. Inst. Météo. Et de Phs. Du globe d'Algérie. Ed. Carbonel. Algérie.
- SPICHIGER R.E., PERRET M. & FIGEAT M., (2004). Botanique systématique des plants a fleurs. Ed. Presses polytechniques et universitaires romandes. Lausanne.
- Stewart (1969) : Stewart, W. N. (1969). Paleobotany and the evolution of plants. Cambridge University Press.
- TAKHTAJAN A. (1893). Diversity and Classification of Flowering Plants. Columbia University Press, New York

- 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) : 69-80.
- 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.
- WEBSTER R. (2008). The encyclopedia of superstitions. Llewellyn Worldwide, USA. page128
- ZHAO H. C. & TIAN, B. F. (1996). China Fruit-Plant Monograph, Hawthorn Flora. Zhongguo Lin Ye Press (Éd). Beijing, China.

M^{lle} DJOUDI Lina
M^{lle} DOB Maroua

Thème : Etude de la diversité morphologique (drupes) de l'aubépine, *Crataegus oxyacantha* L. au sein de deux populations naturelles d'Algérie.

Résumé

Afin de mieux caractériser l'aubépine et connaître son comportement adaptatif vis-à-vis de l'environnement, la variabilité phénotypique a été évaluée à l'échelle intra et inter-population dans deux stations répertoriées en Algérie (Zitouna et Houara), à l'aide d'un descriptif et comparatif analyse de ses drupes.

Le nombre d'arbres choisis aléatoirement est de trente (30) pieds de chacune des deux stations. Ensuite, trente (30) drupes ont été prélevées sur chaque arbre et conservées en laboratoire. Dix-sept caractères morphologiques ont été évalués ensuite pour ces drupes.

Les résultats obtenus ont fait l'objet d'une analyse statistique. Les tests de significativité montrent des différences significatives pour les variables étudiées au niveau intra et inter-population, tandis que l'analyse factorielle réalisée a permis de séparer l'ensemble des populations étudiées en deux groupes bien distincts.

Il existe donc une grande diversité phénotypique pour notre espèce via l'ensemble des variables étudiées, qui peut s'expliquer par l'influence des pressions abiotiques ou biotiques.

Mots-clés : Aubépine, drupes, variabilité, population, morphologie, Algérie.

Abstract

In order to better characterize hawthorn and know its adaptive behavior vis-à-vis the environment, phenotypic variability was assessed at intra and inter-population scale at two stations listed in Algeria (Zitouna et Houara), using a descriptive and comparative analysis of its leaves.

The number of trees chosen randomly is thirty (30) feet from each of the two stations. Then thirty (30) leaves were taken from each tree and kept in the laboratory. Seventin morphological characters were then evaluated for these leaves.

The results obtained were the subject of a statistical analysis. Tests de significance show significant differences for the variables studied at the intra- and inter-population level, while the factor analysis performed made it possible to separate all of the populations studied into well-separated groups.

Therefore, there is a great phenotypic diversity in our species via all of the variables studied, which can be explained by the influence of abiotic or biotic pressures.

Keywords: Hawthorn, leaves, variability, population, morphology, Algeria.

ملخص

من أجل وصف الزعرور البري بشكل أفضل ومعرفة سلوكه التكيفي تجاه البيئة، تم تقييم التباين المظهري داخل وبين المجموعات المأخوذة من منطقتين بالجزائر (زيتونة وهوارة) عن طريق استخدام التحليل الوصفي والمقارن لأوراقه.

يبلغ عدد الأشجار المختارة بشكل عشوائي ثلاثين (30) من كل من المنطقتين، ثم تم أخذ ثلاثين (30) ثمرة من كل شجرة اين تم حفظها فيما بعد داخل المختبر. في وقت لاحق، تم دراسة سبعة عشر صفة مورفولوجية لهذه الثمار.

كانت النتائج التي تم الحصول عليها موضوع تحليل إحصائي حيث ان تحليل التباين اظهر اختلافات كبيرة للمتغيرات التي تمت دراستها على المستويين داخل وبين المجموعات، في حين أن تحليل العوامل الذي أجري جعل من الممكن فصل جميع المجموعات المدروسة في اقسام منفصلة جيداً.

لذلك، هناك تنوع ظاهري كبير لنباتنا من خلال كل المتغيرات المدروسة، والتي يتم تفسيرها من خلال تأثير الضغوط اللاحيوية أو الحيوية.

الكلمات المفتاحية: الزعرور البري، اوراق، تنوع، مجموعة، مورفولوجيا، الجزائر