

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU  
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES  
AGRONOMIQUES  
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIES**



**En vue de l'obtention du diplôme de master en agronomie**

**Option : Sciences Forestières**

## ***Thème***

**Contribution à l'analyse de l'état de conservation  
du caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) au village  
sahel, commune Bouzeguene, wilaya de Tizi-  
Ouzou.**

**Réalisé par :**

**HADIM Dylia**

**HABBI Massiva**

**Membre de jury :**

**Président : Mr Derridj Arezki**

**Examineur : Mr AIT Said Samir**

**Promotrice : Mme Amirat Yassina**

**Co-promotrice : Mme Abdulkrim nadia**

**Professeur à UMMTO**

**Maître de conférences classe A à UMMTO**

**Maître assistante classe A à UMMTO**

**Doctorante à UMMTO**

**Promotion 2019/2020**

# *Remerciements*

*Nous remercions « **DIEU** » tout puissant de nous avoir donné le courage, la patience, la volonté pour accomplir ce travail.*

*Au terme de ce travail nous tenons à présenter Nos vifs remerciements a :*

*Notre promotrice **Mme AMIRAT Y.**, Maitre assistante à l'U.M.M.T.O., d'avoir accepté de diriger ce travail. Ses conseils et orientations qui nous en été d'une aide inestimable, qu'elle retrouve ici toutes nos gratitudes.*

*Notre Co-promotrice **Mme Abdelkrim N.**, Doctorante à l'U.M.M.T.O., pour ces conseils et son aide.*

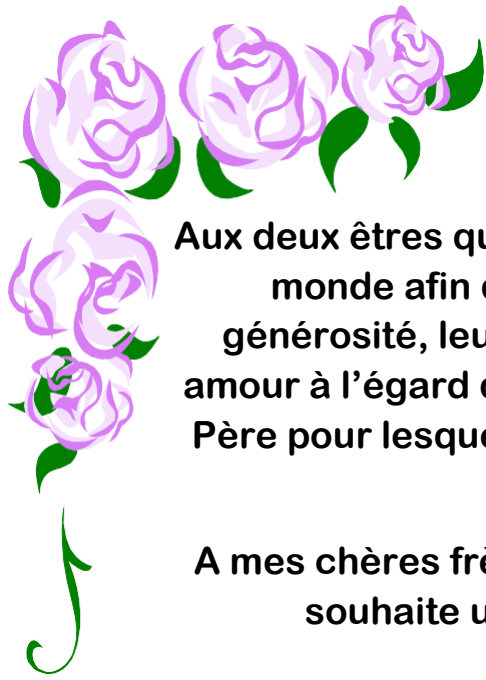
*On tient également à exprimer nos sincères remerciements a :*

***Mme KROUCHI F.**, Professeur à l'U.M.M.T.O Pour ses orientations, sa présence, sa disponibilité, son aide et ses conseils qui nous en été très précieux. Nous lui devons une immense reconnaissance et un très grand respect,*

***Mr Derridj Arezki** Professeur à l'U.M.M.T.O d'avoir accepté de présider le jury et de juger notre travail.*

***Mr Ait Said Samir** Maître de conférences, chargé de cours à l'U.M.M.T.O d'avoir accepté d'examiner notre travail.*

*Ainsi que pour tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.*



## *Dédicaces*

Aux deux êtres qui me sont plus précieux que tout le reste dans ce monde afin de les Remercier pour toute leur bonté, leur générosité, leur soutien et leur patience ainsi que leur Grand amour à l'égard de leurs enfants. Ces deux êtres ma Mère et mon Père pour lesquels aucun mot ne saurait exprimer mes profonds sentiments en leur égard.

A mes chères frères Malik, Ammar, Billal, Rayane , Yanis je vous souhaite un avenir plein de bonheur et de réussite.

A ma chère nièce Anais

A ma chère belle-sœur Malak

A ma chère grand-mère Dehbia Nayi et mes chères tantes Tassadit, Nora et Djamila

A mes chers ancles Youcef, Mokrane et Marzouk

A mes chères cousines Leticia et Nelia

A mes chers cousins Samy et Aris

A mes chers copines Tamazouzt, Massiva, fatiha et leurs familles

A mon meilleur Nassim qui a su être toujours à mes cotés

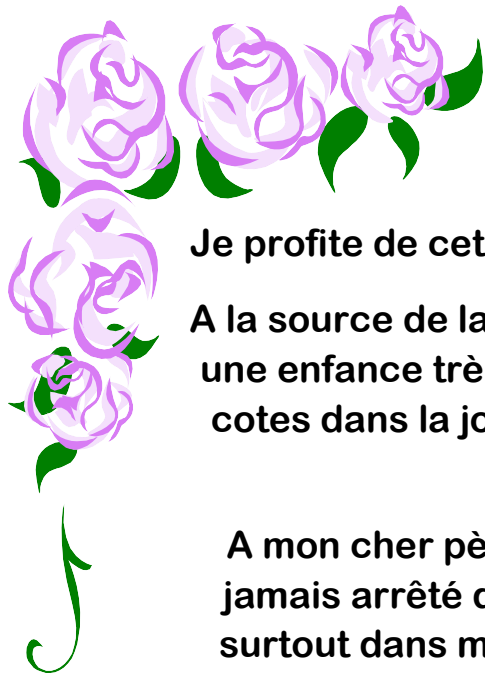
A mes ami(e)s : Bina, Zaki, Remdane, Amrane

A ma chère binôme Massiva, merci d'être toujours patiente avec moi merci pour tous les bons moments passés ensemble durant notre formation.

A toutes la promotion foresterie

A tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin.

**Dylia**



## Dédicaces

Je profite de cette honorable occasion pour dédier ce mémoire :

A la source de la tendresse et de L'amour, à celle qui m'a offerte une enfance très heureuse et celle qui a su être toujours à mes cotes dans la joie et la peine, ma mère, que dieu te garde pour nous.

A mon cher père, qui a été toujours mon appui moral, qui n'a jamais arrêté de m'encourager et de m'aider dans ma vie et surtout dans mes études, Que dieu te garde pour nous. Merci d'être tout simplement parents, c'est à vous que je dois cette réussite et je suis fier de vous l'offrir.

A mes très chers frères Idir, Ghilas je vous souhaite un avenir plein de bonheur et de réussite.

A la mémoire de mes très chers grand-mère et mon cher grand père que dieux les accueille dans son vaste paradis.

A mes chères tantes Malha, Yamina, Zwina, Titem et leurs familles.

A mes oncles, et tous les membres de la famille.

A tous mes Cousins et Cousines.

A mon grand-père que dieu le garde en bonne santé.

A mes chères copines Fatma, Tamazouzth, Rachida, Siham, Cylia, Dyhia, Taous, sabrina.

A tous mes amis Aghilas, Zaki, Amran, Ouremdan.

A ma très chère amie et ma Binôme Dylia, merci pour les bons moments que nous avons passé ensemble et pour ton soutien.

A *toutes* la promotion Sciences Forestières (2019/2020).

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.

**Massiva**

## Liste des tableaux

<b>Tableau n°01</b>	Classification du genre <i>Ceratonia</i> ( <b>Sbay H, 2008</b> )
<b>Tableau n°02</b>	Valeurs moyennes de la composition chimique brute et de la valeur calorique de la poudre de caroube ( <b>M. Kamal E. Youssef et al. 2013</b> )
<b>Tableau n°03</b>	Répartition des terrains agricoles à la daïra de Bouzguène. ( <b>Aliouane D., Azouaou T., 2018</b> )
<b>Tableau n°04</b>	Paramètres statistiques des variables mesurés sur le caroubier

## Liste des figures

<b>Figure n°01</b>	Centres d'origine et distribution du caroubier dans le monde ( <b>Battle et Tous, 1997</b> )
<b>Figure n°02</b>	production de la caroube ( <b>Hadim &amp; Habi, 2020</b> )
<b>Figure n°03</b>	Caractères botaniques ( <b>Hadim &amp; Habi, 2020</b> )
<b>Figure n°04</b>	Développement de la fleur en fruit ( <b>Hadim &amp; Habi, 2020</b> )
<b>Figure n°05</b>	Les graines du caroubier ( <b>photo prise a sahel</b> )
<b>Figure n°06</b>	Caractéristiques botaniques ( <b>Hadim &amp; Habi, 2020</b> )
<b>Figure n°07</b>	Localisation de la Daira de Bouzeguene selon le découpage administratif ( <b>photo internet</b> )
<b>Figure n°08</b>	Vue du village Sahel ( <b>cliché de Juillet 2020</b> ).
<b>Figure n°09</b>	positionnement des stations
<b>Figure n°10</b>	les outils de mesure utilisés sur terrain ( <b>photo web</b> )
<b>Figure n°11</b>	Distribution des tiges par classes de diamètres.
<b>Figure n°12</b>	Distribution des tiges par classes de hauteur.
<b>Figure n°13</b>	Distribution des tiges par classes de diamètre du houppier.
<b>Figure n°14</b>	Distribution des tiges selon l'état de l'arbre
<b>Figure n°15</b>	Forme des tiges par station
<b>Figure n°16</b>	Classement des arbres des différentes stations selon le sexe.
<b>Figure n°17</b>	Présences ou absence de production de gousses sur les arbres des huit stations
<b>Figure n°18</b>	Importance de la production des gousses dans les différentes stations.

**%** : pourcentage

**'** : Minutes

**''** : Secondes

**°** : degrés

**Cm** : Centimètre

**CV** : Coefficient de variation

**Da** : Dinars

**DAS** : Direction des services agricoles

**E** : Ecart type

**FAOSTAT** : Food and agriculture organization of the United Nations

**fig** : Figure

**g**: Gramme

**GPS** : Global Positioning System

**ha**: Hectare

**J.C** : Jésus-Christ

**Kg** : Kilogramme

**KJ** : kilojoules

**Km** : kilomètre

**km<sup>2</sup>** : kilomètre carré

**m** : Mètre

**M.S** : Milliseconde

**Max** : Maximum

**Min** : Minimum

**mm** : Millimètre

**Moy** : Moyenne

**n°** : Numéro

**Qx** : quintaux.

**t** : tonne

**tab**: tableau

**Vs** : versus

# Sommaire

## **Introduction générale**

### **Chapitre I : synthèse bibliographique**

1. Taxonomie et terminologie commune .....	3
2. Classification .....	3
3. Origine et distribution géographique .....	4
4. Aire de Production du caroubier .....	5
4.1 En Algérie	
4.2 Dans le Monde	
5. Ecologie .....	5
6. Reproduction du caroubier .....	6
7. Les caractères botaniques .....	6
8. Composition chimique du caroubier .....	12
9. Utilisations.....	12

### **Chapitre II : Matériel et Méthodes**

#### **1. Zone d'étude**

1.1 Situation géographique de la commune de Bouzeguene.....	14
1.2 Situation géographique du périmètre d'étude (Village Sahel) .....	15
1.3 Activités agricoles du périmètre d'étude (Village Sahel) .....	16

#### **2. Matériel et méthodes**

2.1 Phase de prospection sur le terrain .....	17
2.2 Méthodes d'échantillonnage .....	17
2.3 Matériel utilisé.....	17
2.4 Localisation des champs de caroubier .....	17
2.5 Mesures dendrométriques .....	18
2.6 Identification du genre mâle et femelle	20
2.7 Appréciation de l'importance de la production de gousses .....	20

### **Chapitre III : Résultats et discussion**

1. Analyse des paramètres dendrométriques du caroubier .....	21
1.1 Diamètres des arbres .....	21
1.2 Hauteurs des arbres .....	23
1.3 Diamètres de houppier .....	25
2. Etat de l'arbre .....	26
3. Forme des arbres .....	27
4. Sexe ratio (genre) .....	28
5. Signes de reproduction .....	29
6. Importance de production .....	30
7. Récolté et utilisation du caroubier .....	31

## **Conclusion**

## **Références bibliographiques**

Le caroubier (*Cératonia siliqua* L.), espèce très connue de la famille des *légumineuses*, arbre typiquement méditerranéen (**Zouhair, 1996**), offrant de nombreux avantages et intérêts socio-économiques et écologiques (**Benmahioul & al, 2011**).

C'est une espèce sclérophylle, xérophile, thermophile, héliophile et calcicole, originaire des zones arides et semi-arides de la méditerranée et de la péninsule arabique. (**Mahdad, 2013**).

Le caroubier est très anciennement exploité pour ses qualités fourragère et alimentaire (**Gharnit, 2004**) et pour ses graines qui font l'objet de transactions commerciales dont la valeur dépasse de loin celle de la production ligneuse (**Ait Chitt & al, 2007**). Il est également recommandé dans les programme de reboisement, en raison de son indifférence vis-à-vis de la nature du sol, son bois de qualité, sa valeur ornementale et paysagère (**Ait Chitt & al, 2007**), en plus de ses caractéristiques particulières telles que : la rusticité, la résistance à la sécheresse, la fertilisation et la lutte contre l'érosion des sols.

Le caroubier est aujourd'hui répandu dans tout le bassin méditerranéen. On le trouve à l'état naturel principalement dans les pays suivants : Espagne, Portugal, Maroc, Grèce, Italie, Turquie, Algérie, Tunisie, Égypte et Chypre.

En Algérie, comme dans plusieurs pays méditerranéens, le caroubier croît dans les conditions naturelles à l'état sauvage sous des bioclimats de type sub-humide, semi-aride et aride. Il est généralement en association avec l'olivier et le lentisque. (**Benmahioul & al, 2011**).

Malgré les retombées socio-économiques que cette plante peut avoir à l'échelle nationale et surtout régionale, elle reste très négligée elle n'a réellement pas fait l'objet d'une valorisation sérieuse et n'a pas encore eu la place qu'elle mérite cela est due au fait que les gens ont des connaissances limitées de ses multiples usages.

Dans un souci de valorisation de ce produit de terroir « la caroube » presque inexploitable et afin de profiter de la richesse de ses fruits, nous avons voulu apporter notre modeste contribution par une analyse de l'état de conservation du caroubier au village sahel commune de Bouzeguene wilaya de Tizi-Ouzou, dans l'objectif d'encourager la filière et de la promouvoir.

Dans ce présent travail, le premier chapitre est réservé à la présentation du caroubier, ces caractères botanique, son importance économique et écologique et son utilisation dans divers domaines. Dans le deuxième chapitre nous présentons la zone d'étude et le matériel et la méthode utilisée dans la partie expérimentale. Puis un troisième chapitre pour l'ensemble des résultats et leurs discussions et nous terminerons par une conclusion générale.

## 1. Etymologie et terminologie commune

Le mot caroubier vient de l'arabe "El kharroub". Il est connu sous le nom scientifique de (*Ceratonia siliqua* L). *Ceratonia*, du grec keratia, désigne une petite corne et le nom d'espèce *siliqua*, désigne en latin une siliqua ou gousse. Il est aussi appelé Carouge, Pain de Saint Jean-Baptiste, figuier d'Egypte, fève de Pythagore (**Batle et Tous, 1997**).

L'utilisation des graines entières du caroubier comme unité de poids dans le commerce de substances et matériels précieux a été attribuée aux Arabes. C'est pourquoi "elkilate" en espagnol ou « carat » en français vient du nom arabe (al-karat ou qirat) donné à la graine, à la raison de sa relativité avec la constance du poids (**Albanell., 1990**).

## 2. Classification

Le genre *Ceratonia*, appartient à la famille des légumineuses, ordre des Rosales, sous famille des Caesalpinioideae.

Sa classification botanique est présentée dans le tableau 01.

**Tableau n°01** : Classification Botanique du genre *Ceratonia* ( **Sbay , 2008**)

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliosida
Sous-classe	Rosidae
Ordre	Rosales
famille	Legumineuses
Sous-famille	Caesalpinioideae
Sous-tribu	Ceratoninae
Genre	<i>Ceratonia</i>
Espèce	<i>Ceratonia siliqua</i>

### 3. Origine et distribution géographique

Le centre d'origine du caroubier demeure obscur puisqu'il existe plusieurs hypothèses émanant d'un désaccord entre différents auteurs (**Vavilov, 1951 in Mahdad, 2013**) qui situe l'origine du caroubier dans la région méditerranéenne (Turquie, Syrie, et Palestine).

Le caroubier était connu dans le proche Orient et les îles de la Méditerranée. En Egypte, les pharaons utilisaient la farine du fruit pour rigidifier les bandelettes des momies (XVIIe siècle avant J.C). Cette espèce ligneuse a été domestiquée depuis le néolithique (4000 ans avant J.C.), et sa culture extensive date au moins de 2000 ans avant J.C. (**Battle & Tous, 1997**).

Le caroubier a été introduit très anciennement par les grecs, puis par les Arabes et les Berbères de l'Afrique du Nord, en Grèce, en Italie, en Espagne et au Portugal (**REJEB, 1994 in Benmahioul & al., 2011**). Il est également implanté dans plusieurs autres pays, ayant des régions à climat méditerranéen comme l'Australie, l'Afrique du Sud, les États-Unis (notamment l'Arizona et la Californie du Sud), les Philippines et l'Iran (**EVREINOFF, 1947 in Benmahioul & al., 2011**).

Le caroubier est aujourd'hui répandu dans tout le bassin méditerranéen. On le trouve à l'état naturel principalement dans les pays suivants : Espagne, Portugal, Maroc, Grèce, Italie, Turquie, Algérie, Tunisie, Égypte, et Chypre.

En Algérie, comme dans plusieurs pays méditerranéens, le caroubier croît dans les conditions naturelles à l'état sauvage sous des bioclimats de type sub-humide, semi-aride et aride. Il est généralement en association avec l'olivier et le lentisque (**Benmahioul & al 2011**). et (frêne et figue de barbarie moi-même)



**Figure n°01** : Centres d'origine et distribution du caroubier dans le monde (**Battle et Tous, 1997**)

## **4. Aire de Production du caroubier**

### **4.1 En Algérie**

La superficie totale du caroubier cultivée en Algérie a fortement baissé, passant de 11000 ha en 1961 à 1000 ha en 2011 (**FAOSTAT in Mahdad 2013**).

En 2009, cette superficie était de 927 ha dont 645 ha, soit 69,58 % de la superficie totale se trouvent dans la wilaya de Bejaia. La production nationale de la caroube est estimée à 33841 Qx et se concentre principalement dans la wilaya de Bejaia avec une production de 18.417 Qx, ce qui représente 54,42 % de la production nationale, suivie par la wilaya de Blida (23,79%) et Tipaza (16,55%). La superficie cultivée du caroubier dans le Nord-ouest de l'Algérie (comprenant la wilaya de Tlemcen et Mascara) ne représente que 6 ha, soit 0,65 % de la superficie nationale, tandis que la production de la caroube est de seulement 0,39 % (**Mahdad, 2013**).

### **4.2 Dans le monde**

La superficie cultivée totale du caroubier dans le monde est estimée à 87.485 ha desquels 74.174 ha (84,81%) sont répartis entre l'Espagne, le Maroc, l'Italie et le Portugal. La production mondiale de la caroube est estimée à 205.589 t et se concentre principalement en Espagne, premier pays producteur avec 55.754 t, ce qui représente 27,12 % de la production mondiale suivi par l'Italie (21,77%) et le Portugal (15,11%). L'Algérie occupe le huitième rang avec une production de 4000 t, soit 1,95% de la production mondiale (**Mahdad, 2013**).

La production de la caroube dans le monde a diminuée d'une façon spectaculaire au cours des 60 dernières années, passant de 650.000 tonnes en 1945 (Orphanos et Papaconstantinou, 1969) à 205.589 tonnes en 2011. Rien qu'en Espagne, la production a chuté de 364.000 t, passant de 420.000 t en 1945 (AEA, 1987) à 56.000 t en 2011. En Algérie, la production de la caroube s'est vue réduite de 83% entre 1961 (24.000 t) et 2011 (4000 t) (**FAOSTAT in Mahdad, 2013**).

## **5. Ecologie**

Le caroubier est une essence, très plastique, héliophile, thermophile, très résistante à la sécheresse mais pas au froid (**Sbay&Abourouh, 2005 in Sbay, 2008**). Il n'a pas d'exigence particulière vis-à-vis de la nature du sol, il peut prospérer dans les terrains les plus divers (**Morton, 1987 in Sbay, 2008**), depuis les terres d'alluvion les plus riches jusque sur les rochers les plus arides. Il ne craint pas les sols légèrement salés. Il tolère les sols pauvres, sablonneux, limoneux lourds et rocailleux, des pH de 6,2 jusqu'à 8,6 mais craint les sols

acides et humides. Il préfère les sols calcaires, bien drainés et aérés et pas trop argileux. Il redoute les gelées printanières dans certaines localités. Sa croissance est d'autant plus lente qu'il est placé dans de mauvaises conditions ( **Sbay ,2008**).

## **6. Reproduction du caroubier**

À l'instar de nombreuses plantes tropicales, le caroubier est l'unique arbre méditerranéen dont la saison de floraison est en été - automne. Cependant, le temps et la durée de la période de floraison dépendent des conditions climatiques locales (**Battle et Tous, 1997**).

La pollinisation chez le caroubier est assurée en grande partie par les insectes qui sont nombreux à visiter les pieds mâles pour transporter le pollen vers les fleurs femelles

Les inflorescences femelles possèdent respectivement une moyenne de 17 et 20 petites fleurs, mais peu d'entre elles produisent des gousses, et seule une faible proportion des inflorescences arrivent à produire plus de deux fruits (**Retana &al. 1994 in Mahdad, 2013**).

La fructification se produit essentiellement sur des rameaux secondaires, occasionnellement sur des rameaux principaux et rarement sur le tronc (**Mahdad, 2013**).



**Figure n° 2 : production de la caroube (Hadim & Habi, 2020)**

## **7. Les caractères botaniques**

### **▪ Caractères généraux**

Le caroubier est un arbre ou arbuste sclérophylle sempervirent (**fig.3a**) qui peut atteindre 7 à 20 m de hauteur et une circonférence à la base du tronc de 2 à 3 m. Il est mellifère, son miel est bon. Il a un écorce lisse et grise lorsque la plante est jeune et brune, rugueuse à l'âge adulte. Son bois de couleur rougeâtre est très dur. Le caroubier peut vivre jusqu'à 200 ans (**Rejeb et al., 1991 ; Battle et Tous, 1997 ; Ait Chitt et al., 2007 in Boublenza 2012**).






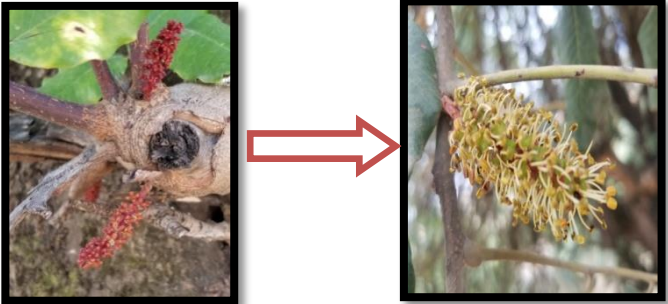
	
<p><b>a. Le caroubier</b></p>	<p><b>b. Folioles</b></p>
	
<p><b>c. Inflorescence femelle</b></p>	<p><b>d. Feuille</b></p>
	
<p><b>e. Inflorescence hermaphrodite</b> (<i>photo web</i>)</p>	<p><b>f. Inflorescence mâle</b></p>

Figure n°03:Caractères botaniques (Hadim & Habi, 2020)

### A. Les feuilles

Les feuilles de *Ceratonia siliqua* sont de 10 à 20 cm de longueur, de types persistantes, coriaces, alternes et caractérisées par un pétiole sillonné (**fig.3d**). Elles sont composées de 4 à 10 folioles, avec ou sans foliole terminale. Les folioles ont de 3 à 7 cm de longueur (**fig.3b**), de forme ovale ou elliptique, opposées, de couleur vert luisant sur la face dorsale et vert pâle sur la face ventrale (**Rejeb et al., 1991 ; Batlle et Tous, 1997 ; Ait Chitt et al., 2007 in Boubenza 2012**). Le caroubier perd ses feuilles tous les deux ans, au mois de juillet.

### B. Les fleurs

Le caroubier est un arbre dioïque, parfois hermaphrodite et rarement monoïque (**Linskens and Scholten, 1980; Batlle et Tous, 1988 in Boubenza 2012**), Les pieds mâles sont stériles et improductifs (**Rejeb, 1995**). Les fleurs mâles (**fig.3f**), femelles (**fig.3c**) et hermaphrodites poussent sur des pieds différents (**fig.3e**), qui sont portées sur différents pieds.



Figure n°04 : Développement de la fleur en fruit (**Hadim & Habi, 2020**)

Les floraisons du Caroubier présentent des particularités originales et caractéristiques. Parfois on constate sur le même arbre : des fleurs et des fruits mûris en même temps. Ordinairement la floraison commence en automne et elle est de longue durée, parfois la floraison dure un mois. L'époque de la floraison dépend de la région, de l'altitude et de la situation géographique. En somme on doit parler de floraison automnale-hivernale, comme pour de nombreuses plantes tropicales. Après la fécondation commence le développement, très lent du fruit. Ce dernier se développe et pousse tout l'hiver jusqu'au printemps. C'est seulement après le mois de mars que son développement et sa maturation sont moins lents. Généralement, de la floraison jusqu'à la maturité complète du fruit, on compte un an et très rarement moins de 10 mois (Evreinoff V. A 1997).

Les fleurs sont groupées en grappes pédonculées, de couleur pourpre et parfois rougeâtre, qui apparaissent sur le vieux bois et parfois sur le tronc (fig.4). Les fleurs femelles sont constituées d'un pistil court et recourbé avec un petit ovaire (5 à 7 mm) bi-carpelle. Les stigmates sont bilobés et couvertes par des papilles. A la base, le disque nectarifère est entouré de 5 à 6 sépales rudimentaires, par contre, la corolle est absente, et les fleurs mâles portent 5 étamines, à filets allongé (Aafi, 1996).

### **C. Le fruit**

Le fruit du caroubier, appelé caroube ou carouge (fig.6a), est une gousse indéhiscente à bords irréguliers, de forme allongée, rectiligne ou courbée, de 10 à 20 cm de longueur, 1,5 à 3 de largeur et de 1 à 1.25 cm d'épaisseur. La gousse est composée de trois parties : l'épicarpe, le mésocarpe et les graines, elle est séparée à l'intérieur par des cloisons pulpeuses transversales et renferme de 4 à 16 graines (Rejeb, 1995., Ait Chitt & al ., 2007 in Boublenza 2012)

### **D. La graine**

Les graines sont ovoïdes, rigides, d'une couleur qui dépend de la variété. Elle peut être marron, rougeâtre, ou noir dont la longueur et la largeur sont Respectivement de 8 à 10 mm de 7 à 8 mm (Batlle et Tous, 1997) (fig.5).



**Figure n°05 : Les graines du caroubier (Hadim & Habi, 2020)**

### **E. les racines**

Les racines se caractérisent par une croissance lente mais avec un développement important au niveau des extrémités (**fig.6e**) de sorte que le volume des racines dépasse rapidement le double ou le triple de celui de houppier, ce qui permet de classer cette espèce parmi celles qui présentent un système racinaire très étendu et spécialement distribué en surface (**Melgarejo et Salazar, 2003 in Mahdad 2013**).

La racine principale est ramifiée en plusieurs racines latérales ou secondaires de grande longueur, en particulier sur les sols compacts ou peu profonds. Les racines latérales très ramifiées et avec de nombreux poils absorbants sont capables de s'étendre sur une longueur de 30 à 40 m (**Tous, 1984 in Mahdad 2013**) et peuvent atteindre un développement quatre fois supérieur à celui des rameaux (**Albanell, 1990**).

### **F. Le Tronc**

Le tronc du caroubier (**fig.6f**) est épais, robuste avec de clairs canaux de circulation de la sève associés aux racines les plus épaisses, ce qui leur donne un aspect tortueux, particulièrement marqué chez certaines variétés (**Melgarejo et Salazar, 2003 in mahdad 2013**). L'écorce est rugueuse à la base de couleur grise à rougeâtre (**Melgarejo et Salazar, 2003 in mahdad 2013**), brin-grisâtre (**Albanell, 1990**) et brin selon (**Battle et Tous (1997)**), tandis que l'écorce est lisse sur la partie supérieure du tronc et à la base des branches.

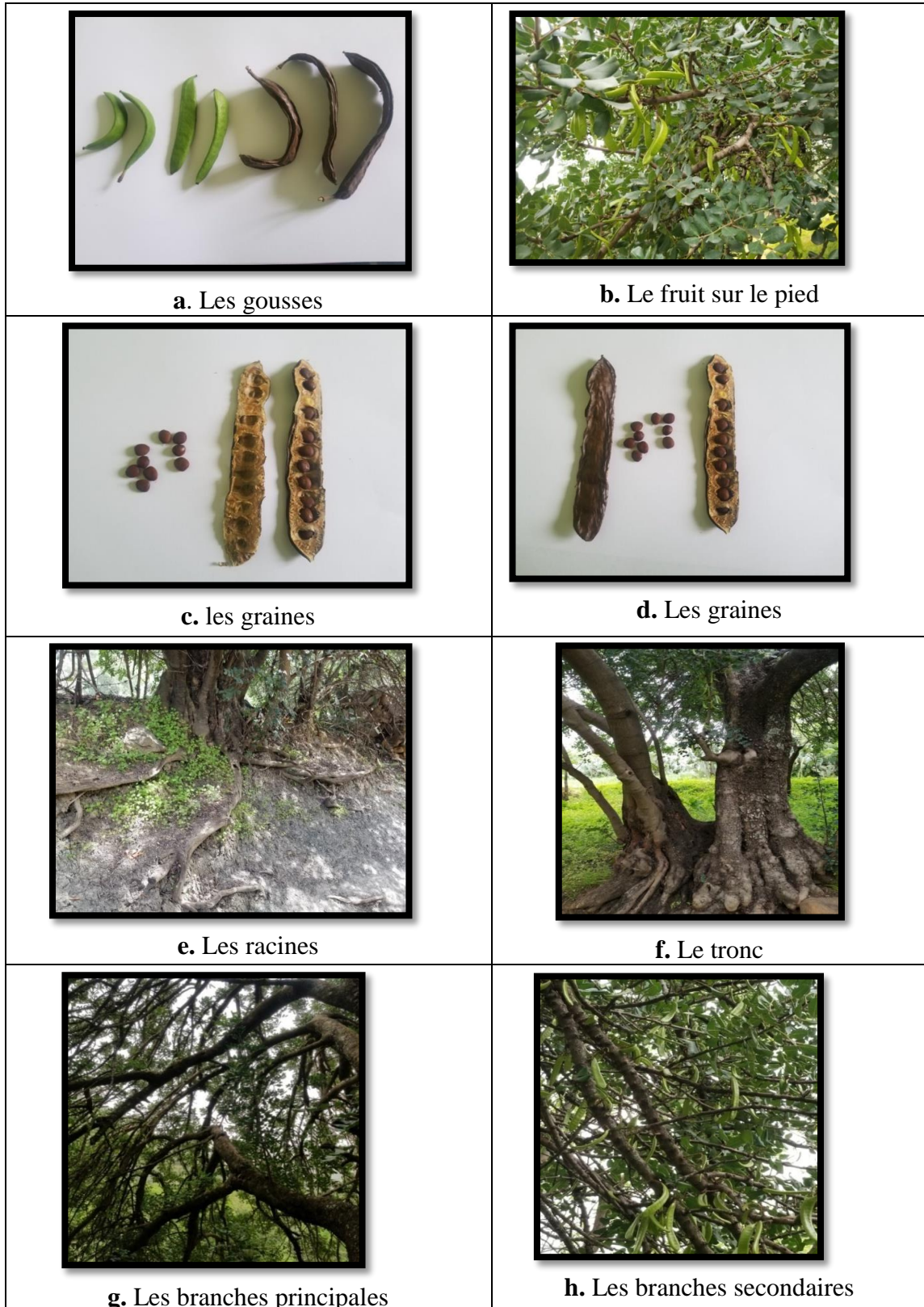
Selon **Albanell 1990 (in Ait Chitt & al., 2007)**, le tronc est tortueux et sinusoïdal chez les vieux arbres, le diamètre moyen est de 50 centimètres en fonction de l'âge de l'arbre et sa circonférence à sa base est comprise entre 2 et 3 mètres.

### **G. Les Branches**

Selon **Albanell (1990)**, les branches présentent différentes caractéristiques selon leur âge :

- ✓ Les branches principales (**fig.6g**) d'âge avancé sont généralement épaisses, tortueuses et avec une tendance à l'horizontalité due à leur poids et aux tailles de formation. Leur rôle principal est celui de servir comme élément support à d'autres branches, même si elles peuvent occasionnellement être productives.
- ✓ Les branches secondaires (**fig.6h**) sont de taille moyenne avec une tendance à être plus au moins érigées selon leur âge en particulier dans la partie supérieure de la couronne. Elles constituent les principales branches de production.
- ✓ Les jeunes branches ou rameaux, de taille plus petite, sont situées dans la partie externe de la couronne ou zone de croissance. Elles sont flexibles et ont une écorce lisse

recouverte de lenticelles qui permettent les échanges gazeux avec l'atmosphère. Elles présentent généralement et selon les variétés des tons jaune-verdâtres ou rougeâtres dans la zone de bourgeonnement.



**Figure n°06 : Caractères botaniques (Hadim & Habi, 2020)**

## 8. Composition chimique du caroubier

La gousse est riche en carbohydrates et particulièrement en sucres hydrolysables qui représentent 40 à 55% du poids de la gousse et en protéines (6%), par contre elle présente une faible proportion en lipides (3%). La gousse du caroubier présente une valeur énergétique important (17,5 KJ/g de M.S) (Avalloneal., 1997 ; Biner et al. 2007).

Le caroubier contient des composées phénoliques (2 à 20% de M.S) qui lui confèrent différents rôles : antioxydant, facilité de la digestion, baisse du taux cholestérol...

La poudre de caroube avait été considérée comme un complément alimentaire dans diverses cultures et elle était consommée pour sa comestibilité et sa délicatesse. La poudre de caroube se situe entre les meilleurs légumes et la source de protéines animale (Dakia, P. A., 2007).

**Tableau n°02** : Valeurs moyennes de la composition chimique brute et de la valeur calorique de la poudre de caroube (M. Kamal E. Youssef et al. 2013)

Composition chimique et valeur chlorique	%
Humidité	5.29
Protéine	6.34
Cendre	3.16
Fibre brute	7.30
Glucide	75.92
Gras brute	1.99
Valeur calorifique Kcal. /100 g.	346.95

## 9. Utilisations

### A. L'arbre

Le caroubier est utilisé dans les reboisements et la reforestation des zones affectées par l'érosion et la désertification (Boudy, 1950 in GAOUAR 2011). Il est également utilisé comme plante ornementale en bordure des routes et dans les jardins (Batlle et Tous, 1997).

Étant riche en antioxydants (composés phénoliques), en sucres, protéines, fibres, potassium et calcium, cette plante est connue en thérapeutique pour son effet hypocholestérolémiant, antiprolifératif, anti diarrhéique et troubles digestifs (Berrougui, 2007 in GAOUAR 2011).

**B. Les feuilles**

Les feuilles sont utiles pour l'alimentation des animaux, et dans la médecine traditionnelle pour traiter la diarrhée et dans l'alimentation diététique (**Baytop, 1984 in Kicher&Ladjouzi, 2016**).

**C. Les fruits (gousses)**

Le fruit du caroubier ou la caroube, est également utilisé dans la nourriture de bétail. La farine, obtenue en séchant, torréfiant et moulant les gousses après les avoir débarrassées de leurs graines, est employée surtout en agro-alimentaire (**Sbay et Abourouh, 2006**) ; dans la préparation de jus sucrés, du chocolat, de biscuits et comme remplaçant de cacao (**Berrougui, 2007 in Gaouar 2011**).

De nombreuses études cliniques ont souligné l'efficacité de la poudre de caroube dans le traitement des diarrhées aiguës infantiles (**Serairi et al., 2000**), Selon **Rejeb (1995)** la pulpe est recommandée contre la tuberculose pulmonaire et les affections des bronches.

**D. Les graines**

Les graines de caroube sont très appréciées et recherchées pour leurs qualités et multiples usages industriels, Vu son énorme intérêt économique. (**Mahdad, 2013**). La gomme de caroube est extraite à partir de l'albumen des graines, elle est utilisée dans l'agro-alimentaire, Substitut de la pectine, de la gélatine, Stabilisateur alimentaire, agent dispersant, fixateur dans différents domaines (fromage, sauce, mayonnaise, nappages, glaces, les aliments pour bébés, les produits laitiers fermentés, salades...), une source de bon marché d'hydrates de carbone actuellement explorées comme matériaux pour la production de bioéthanol, avec plusieurs avantages par rapport à d'autres cultures agricoles riches en sucre (**Vourdoubas & al.,2002 ; Turhan & al., 2010 in Kicher&Ladjouzi, 2016**)

**E. Ecorce, racines et bois**

L'écorce et les racines Sont utilisées en tannerie grâce à leur teneur en tanins. Le bois du caroubier, qui est dur, de couleur rougeâtre, est estimé dans la charbonnerie et la menuiserie (**Hariri & al., 2009 in Gaouar, 2011**)

**F. Les fleurs**

Les fleurs sont utilisées par les apiculteurs pour la production du miel de caroube (**Gaouar, 2011**).

## I. Zone d'étude

### I-1 Situation géographique de la commune de Bouzeguene

La commune de Bouzeguene est une commune chef-lieu de Daira de Bouzeguene , situé à l'Est de la Wilaya de Tizi-Ouzou (fig. 07), a une distance de 70 km et une superficie de 66,90km<sup>2</sup> , et une population de 50 945 habitants (Aliouane., Azouaou ., 2018) .Elle est limitée à l'Est par la commune de Beni-Ziki, au nord par les commune Idjer et chemin dans la wilaya de Bejaia, à l'Ouest par la commune d'Ifigha et au sud par la commune d'Illoula Oumalou .(APC ,2020)

Le Relief de la Commune est relativement plat, l'attitude monte graduellement de la vallée (400m) pour atteindre les 1200 mètres dans la hauteur. (APC ,2020)

Les coordonnées géographiques du chef-lieu communal sont comme suit :

- de 4° 28' 47'' **longitude** Est et de 36° 37' 0'' **latitude** Nord.
- L'altitude est de 815m
- le climat de type méditerranéen avec un été chaud et sec.

Le potentiel naturel de la daïra de Bouzeguene représente un atout considérable pour le développement de cette région, au travers des forêts qui les entourent, par contre l'activité agricole dans cette daïra est dominée par l'agriculture vivrière qui se caractérise par de petites exploitations mais qui reste très diversifié avec cependant la dominance de l'oléiculture, la culture fruitière (figuiers), fourrage et maraichage. C'est une activité délaissée et socialement marginalisée, les terrains sont repartis comme le représente le tableau suivant : (Aliouane., Azouaou., 2018)

**Tableau N°3** : Répartition des terrains agricoles à la daïra de Bouzeguene.

Commune	Surface agricole utile(Ha)	Surface forestière (Ha)	Surface agricole totale (Ha)
Bouzeguène	614	4039	5510
Ath Zikki	235	830	1215
Illoulen Oumalou	1124	1968	3993
Ath Idjeur	298	4582	5813
<b>Total</b>	<b>2271</b>	<b>11419</b>	<b>16231</b>

La daïra de Bouzeguene dispose de ressources naturelles et humaines et des produits de montagne qui peuvent constituer un vivier de richesse pour les populations villageoises, bien au-delà de l'autosuffisance. (Aliouane, Azouaou, 2018)



Figure n°07 : Localisation de la Daira de Bouzeguene selon le découpage administratif (photo internet)

## I-2 Situation géographique du périmètre d'étude (village sahel)

Le village Sahel, qui signifie « plaine » en Kabyle, fait partie de la commune et Daira de Bouzeguene. Il est situé au sud-ouest de Bouzeguene à 05 km en allant vers Illoula-Oumalou , qui abrite une population de plus de 3000 habitants. Il est bordé au Nord par Ath-Wizgan, à l'Est par Tawrirt, au Sud par Hidjeb. Il est situé à environ 70 km de la ville de Tizi-Ouzou. Il s'étend sur 50 ha à une altitude d'environ 600 m. c'est l'un des plus grands villages de la daïra de Bouzeguene en termes de superficie et de population. (APC, 2020)

Le village Sahel est bel et bien connu pour son organisation et sa responsabilité à laquelle tous ses habitants y tiennent. (ALIOUANE D., AZOUAOU T., 2018)



**Figure n°08:** Vue du village Sahel (cliché de Juillet 2020).

### **I-3 Activités agricoles de périmètre d'étude (village sahel):**

Les zones agricoles du village sahel sont réparties de part et d'autre de la rivière dite (Asif n sahel). Ce dernier se joint à plusieurs cours d'eau qui alimentent l'oued Sebaou. Jadis, le village comptait plusieurs moulins à eau. Aujourd'hui, il en reste uniquement un.

Pour ce qui est de l'activité agricole, chaque saison les paysans pratiquent diverses cultures, ils mettent en valeur la moindre parcelle de terre cultivable, ils pratiquent des combinaisons culturales où l'arbre et l'herbe jouaient un rôle important, ce qui leur permettait de produire des fruits (figues, glands, raisins, prunes, grenades, figue de barbarie, etc.), de l'huile d'olives. Toutes les familles entretiennent des jardins potagers pour s'approvisionner en légumes (fèves, pommes de terre, oignons, ail, petits pois...). Le caroubier est un arbre agro forestier que l'on trouve aussi dans les champs de ce village.

Au niveau du village sahel le caroubier se rencontre avec des arbres comme l'olivier, le frêne, le chêne vert, le lentisque, avec des espèces ligneuses de petite taille tel que le genêt ou des lianes telle que la ronce. Près des cours d'eau, il côtoie aussi le roseau et le grenadier. De même qu'on le retrouve avec des espèces introduites et naturalisées comme le cactus qui produit des figues de barbarie.

## **II- Matériels et méthodes**

### **II.1 Phase de prospection sur le terrain**

Pour décrire les caroubiers du village sahel nous avons retenu quelques champs selon la facilité d'accès. Les champs nous ont été indiqués par les villageois en compagnie desquels nous avons fait les sorties durant le mois de mars .Nous avons effectué huit 8 sorties correspondant chacune à un champ, soit 8 champs visités (**fig. 09**).

### **II.2 Méthode d'échantillonnage**

L'échantillonnage a été effectué au mois de mars 2020 au village sahel, Pour la méthode d'échantillonnage utilisée nous avons opté pour la méthode d'échantillonnage par commodité, nous avons parcourus quelques champs selon la commodité pour trouver les pieds du caroubier qui étaient éloigné les uns des autres.

### **II.3 Matériel utilisé**

Pour le travail de terrain nous avons fait appel au matériel suivant :

- Récepteur GPS ;
- Appareil photo ;
- Un ruban mètre ;
- Une perche de 3 mètres ;
- Un décimètre.

Dans chaque champ nous avons procédé aux observations suivantes :

1. - Localisation des sujets de caroubier ;
2. - Mesures dendrométriques (hauteur, circonférence, diamètre du houppier) ;
3. - Identification du genre mâle ou femelle des sujets et notation de l'importance de la production de gousses ;
4. - Etat général de l'arbre (vigoureux et bienvenant vs malvenant et rabougri) ;
5. - Position sociale de l'arbre (isolé ou en bouquet) ;
6. - Divers : appartenance des caroubiers, usages faits du caroubier par les villageois, etc. en questionnant quelques villageois.

### **II.4 Localisation des champs de caroubier**

Pour localiser les champs où se trouvent les sujets de caroubier (**fig 09**), nous avons utilisé un récepteur **GPS (Global Positioning System) Mgrs&Utm Map (fig.10b)** téléchargé à partir de Play store qui est un système de navigation et de localisation par satellites.

Chaque champ est identifié par son nom local et localisé par des coordonnées de type ci-après : (**Longitude** : 04° 45' 53,37'' est **l'altitude** : 36° 60' 21,85'' nord).



**Figure n°09** : positionnement des stations

## II.5 Mesures dendrométriques

### a) Circonférence des tiges

Nous avons opté pour une mesure de la circonférence à la hauteur de poitrine (1m30) de la tige à l'aide d'un ruban-mètre (**fig.10a**), cela été tout de même difficile, vu qu'il y a certains sujets envahis par un tapis de ronce tout autour et d'autres positionnés sur des pentes raides.

Autre fait, le *caroubier* est une espèce qui rejette et drageonne beaucoup, il a été difficile dans certains cas de discerner les individus proches qui laissaient supposer qu'ils sont issus de la même souche qui a drageonné et donné de nouveaux brins, nous avons remédié à ce problème en dénombrant les brins issus de la même racine comme un seul pied à plusieurs brins et donc plusieurs circonférences, nous citons en exemple l'individu n°26 qui compte (15) quinze brins issus d'une même souche, par l'aditions on as obtenu une somme de circonférence de 485cm. Les individus qui présentent un tronc unique ont été notés.

**b) Hauteur des tiges**

La hauteur totale d'un arbre est la longueur de la ligne droite, joignant le pied de l'arbre (niveau du sol) à l'extrémité du bourgeon terminal.

Les hauteurs ont été mesurées à l'aide d'un double décamètre (**fig.10c**) et d'une perche (**fig.10d**) de 3m que nous avons tenue depuis le sol.

Le choix d'utilisation de la perche c'est présenté comme une alternative d'utilité par rapport aux difficultés d'utilisation du relascope de Bitterlich à cause de la disposition des pieds en bouquets denses limitant la visibilité et ne laissant pas percevoir la base et la cime des arbres à mesurer. De plus, la perche est plus maniable et facile à utiliser.

Pour les sujets multibrins nous avons mesuré la hauteur du brin le plus haut.

**c) Diamètre du houppier**

Le diamètre total du houppier est la largeur des deux extrémités de ce dernier. Nous l'avons mesuré à l'aide d'un ruban- mètre (**fig.10a**). Cela a été tout de même difficile, vu qu'il y a certains pieds envahis par un tapis de ronce tout autour et d'autres positionnés sur des pentes raides.

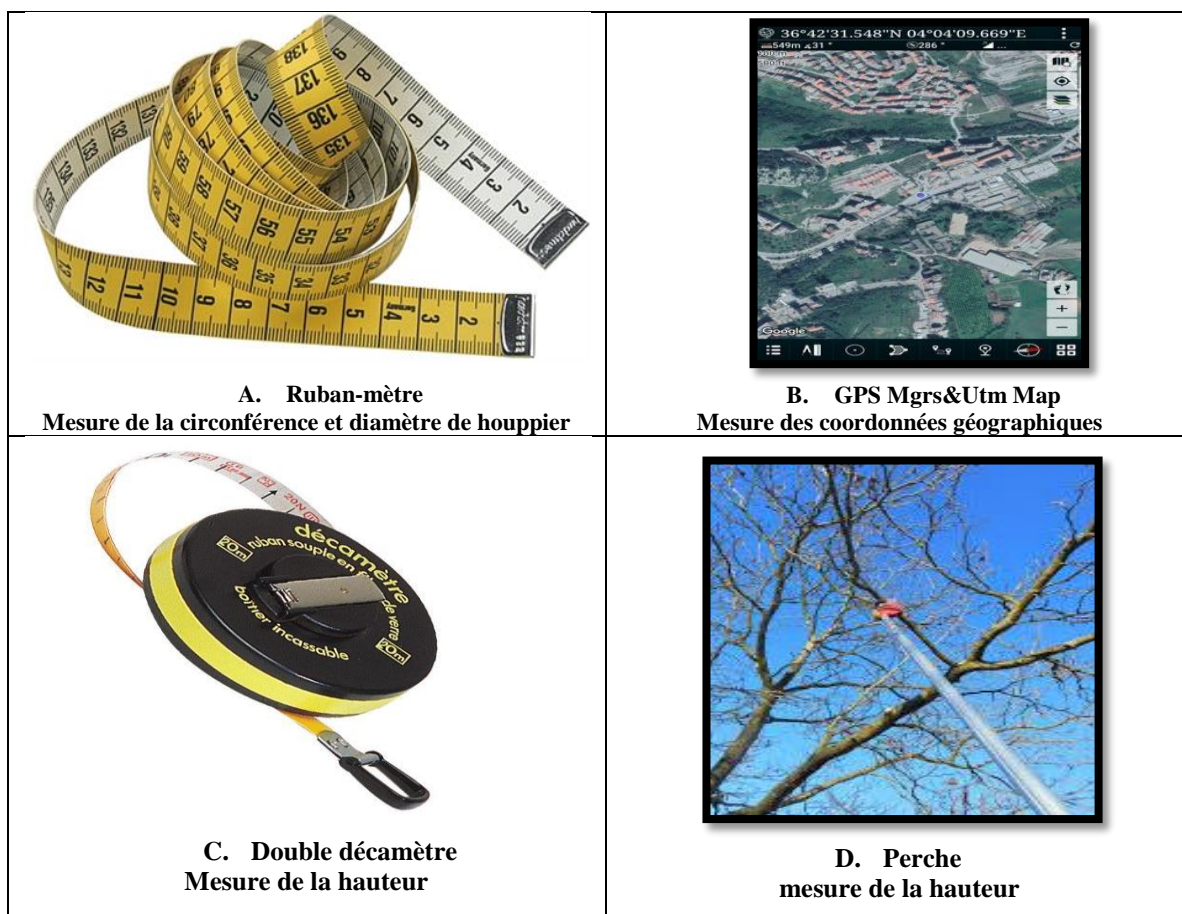


Figure n°10: les outils de mesure utilisé sur terrain (photo web)

**II.6 Identification du genre mâle et femelle**

Cette identification s'est basée sur le repérage des gousses ou d'inflorescences (mâles ou femelles). Les sujets notés comme mâles sont ceux qui n'avaient ni gousse sur pied ni gousses au sol ni signe de floraison femelle mais qui avaient sur les rameaux les restes des inflorescences mâles des années précédentes. Pour les sujets notés comme femelles, nous sommes basés sur la présence d'inflorescences de cette année en cours soit le printemps 2020 ou bien la présence des gousses des années précédentes au sol et quelques-unes sur les rameaux. Pour les autres sujets qui n'ont pas des signes de reproduction.

**II.6 Appréciation de l'importance de la production de gousses**

Nous avons visuellement apprécié l'importance de la production femelle de l'année 2020, dans certains champs on a remarqué un nombre important d'inflorescences femelles et dans d'autres champs des gousses vertes en début de formation, Selon les modalités suivantes : (a) faible, (b) bonne, (c) très bonne.

### 1. Analyse des paramètres dendrométriques du caroubier

Les résultats des paramètres dendrométriques mesurés sur le caroubier (diamètre et hauteur de l'arbre et diamètre du houppier) sont représentés dans le **tableau 04** :

**Tableau(04):** Paramètres statistiques des variables mesurés sur le caroubier.

Stations Paramètres		Ighil uzemur	Tikharubin	Ifri usaghur	Igar busselen	Timizar bada	Vugebroun	Arhun	Lemssara	Moy Gle
Diamètre	Moy	94,27	<b>110,00</b>	69,52	106,63	<b>51,62</b>	68,38	75,96	65,71	80,26
	E	35,90	75,13	36,06	78,91	28,59	29,75	59,78	47,46	/
	Min	43,63	23,89	28,34	25,48	19,11	29,30	30,57	<b>17,52</b>	/
	Max	159,24	<b>267,52</b>	154,46	<b>293,31</b>	106,69	131,21	<b>243,63</b>	199,36	/
	CV	0,38	0,68	0,52	<b>0,74</b>	0,55	0,44	<b>0,79</b>	<b>0,72</b>	/
Hauteur	Moy	6,72	<b>6,22</b>	6,88	7,80	7,64	8,81	<b>9,65</b>	8,01	7,71
	E	1,42	1,57	0,94	1,64	2,07	2,70	1,54	2,53	/
	Min	4,8	3,20	5,60	4,80	4,80	<b>3,00</b>	6,00	<b>3,00</b>	/
	Max	9,6	8,80	8,00	9,60	<b>12,80</b>	<b>12,80</b>	<b>12,80</b>	<b>12,80</b>	/
	CV	0,21	0,25	0,14	0,21	0,27	0,31	0,16	0,32	/
Diamètre du houppier	Moy	7,75	7,89	9,23	9,75	<b>7,70</b>	8,75	<b>10,78</b>	8,39	8,78
	E	2,07	1,84	2,40	2,44	2,02	3,85	2,18	2,73	/
	Min	6	3,50	6,75	7,50	3,00	<b>2,50</b>	6,00	3,00	/
	Max	13	10,50	<b>15,00</b>	13,50	10,50	14,20	13,50	13,50	/
	CV	0,27	0,23	0,26	0,25	0,26	0,44	0,20	0,32	/

#### 1.1 Diamètre des arbres

Le diamètre moyen des arbres des huit stations étudiées varie d'un minimum de 51,62cm pour la station Timizar bada à un maximum de 110 cm pour la station Tikharubin. La valeur minimale est de l'ordre de 17.52cm obtenue au niveau de la station Lemssara et la valeur maximale de 293.31cm dans la station Igar Busselen équivalente à 6,26m circonférence ce qui dépasse les résultats trouvés par **Benmahioul (2011)** qui sont de 2 à 3 m.

Les valeurs élevées des Ecart-types et des coefficients de variations montrent l'existence de grand écart dans les répartitions des tiges dans les huit stations.

Les valeurs du coefficient de variation sont plus élevées dans trois stations Arhun, Igar busselen et Lemssara avec respectivement 0,79, 0,74 et 0,72, tandis qu'au niveau de la station Ighil uzemur la faible valeur de ce coefficient (cv=0,38) indiquent l'existence de faibles écarts dans la répartition des grosseurs des tiges qui varient d'un minimum de 43,63 cm à un maximum de 159,24 cm (**tab.4**).

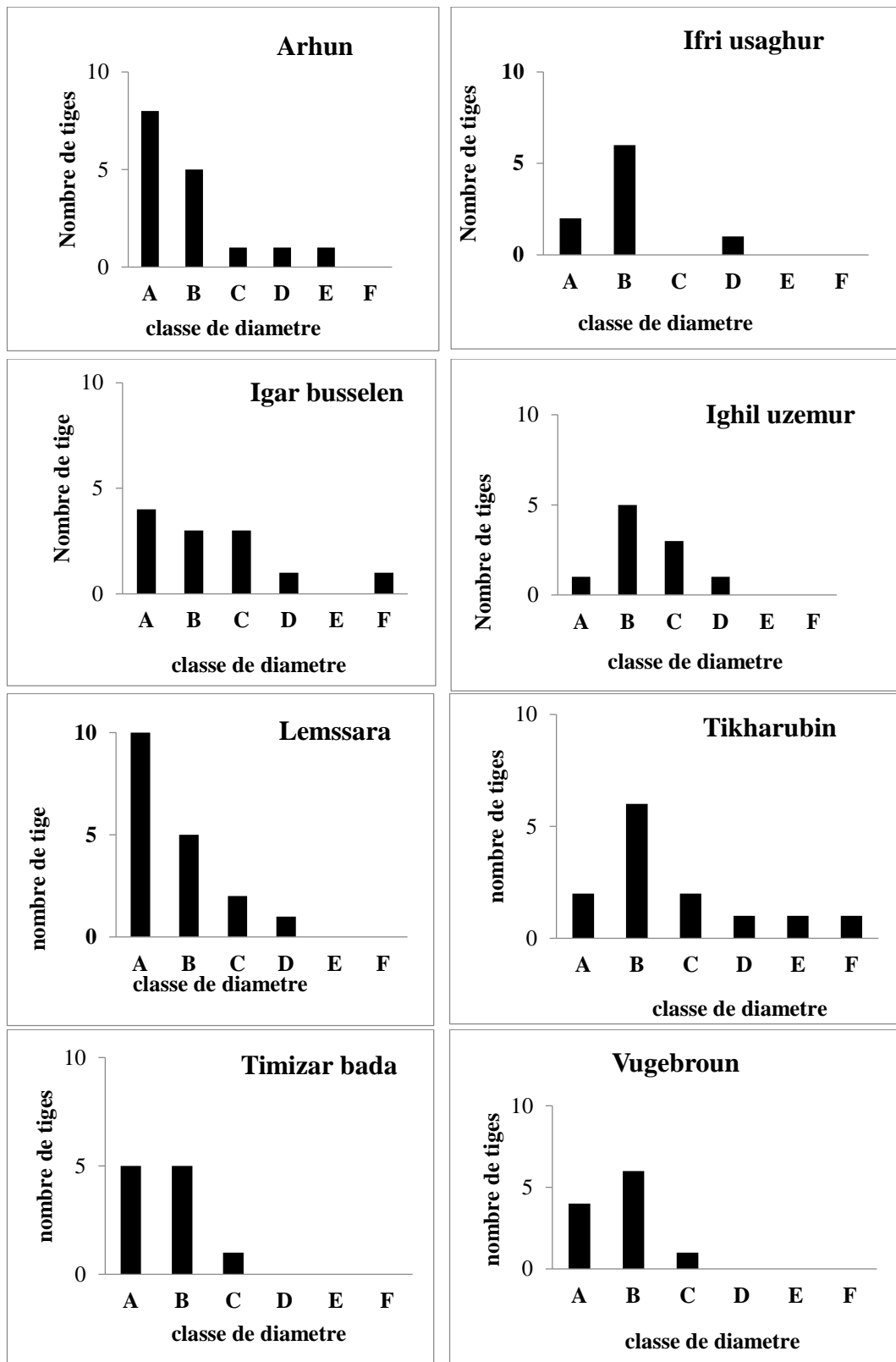


Figure (11) : Distribution des tiges par classes de diamètres selon les stations.

Le diamètre des tiges du caroubier se répartit en 6 classes d'un pas de 50 cm (**fig.11**). La plus petite classe notée A (0 – 50 cm) domine dans quatre stations sur huit. Cette classe varie d'un minimum d'une tige pour la station Ighil uzemur à un maximum de 10 tiges pour la station Lemssara.

La classe de diamètre la plus élevée, notée F, correspondant à un diamètre supérieur à 250 cm est présente uniquement dans deux stations sur huit (Tikharubin et Igar busselen) avec un seul individu dans chaque station.

La classe de diamètre notée E correspondant à des valeurs comprises entre 200 et 250 cm n'est présente que dans 2 stations (à Tikharubin et Arhun) et absentes dans les six autres stations.

Les classes de grosseurs intermédiaires sont présentes pratiquement dans les huit stations à l'exception de la classe C (100 à 150 cm) qui est absente au niveau de la station Ifri usaghur et la classe D (150 à 200 cm) pour deux stations (Timizar bada et Vugebroun).

### **1.2 Hauteur des arbres**

La hauteur moyenne des arbres des huit stations étudiées varie d'un minimum de 6.22m pour la station Tikharubin à un maximum de 9.65 m pour la station Arhun.

Des valeurs maximales de hauteur avoisinant les 13m ont été enregistrées dans 4 stations (Timizar Bada, Arhun, Lemssara et Vugebroun). Ces résultats sont comparables aux données citées par **Evreinoff (1947)** qui dit que le caroubier est un arbre de 10 à 15m de hauteur, pouvant atteindre les 20m.

Les valeurs du coefficient de variation sont plus élevées dans deux stations Vugebroun, et Lemssara avec respectivement 0.31 et 0.32 tandis qu'au niveau de la station Ifri Usaghurla faible valeur de ce coefficient ( $cv=0,14$ ) indique l'existence de faibles écarts dans la répartition des hauteurs des tiges qui varient d'un minimum de 5.60m à un maximum de 8 m (**tab.4**):

Les tiges du caroubier des huit stations se répartissent en 5 classes de hauteur d'un pas de 3 m (**fig.12**). La plus petite classe (0 – 3 m) notée H1 n'est présente que dans deux stations (Lemssara, vugebroun) sur huit.

La classe H3 (6 – 9 m) domine dans sept stations sur huit, elle varie d'un minimum de quatre tiges pour la station Ifri Usaghur à un maximum de 10 tiges pour la station Tikharubin.

La classe de hauteur notée H4 correspondant à des valeurs moyennes comprises entre 9 et 12 m est présent dans 5 stations (Arhun, Igar Busselen, Ighil Uzemur, Lemssara, Vugebroun) tandis qu'elle est absente dans les trois restantes.

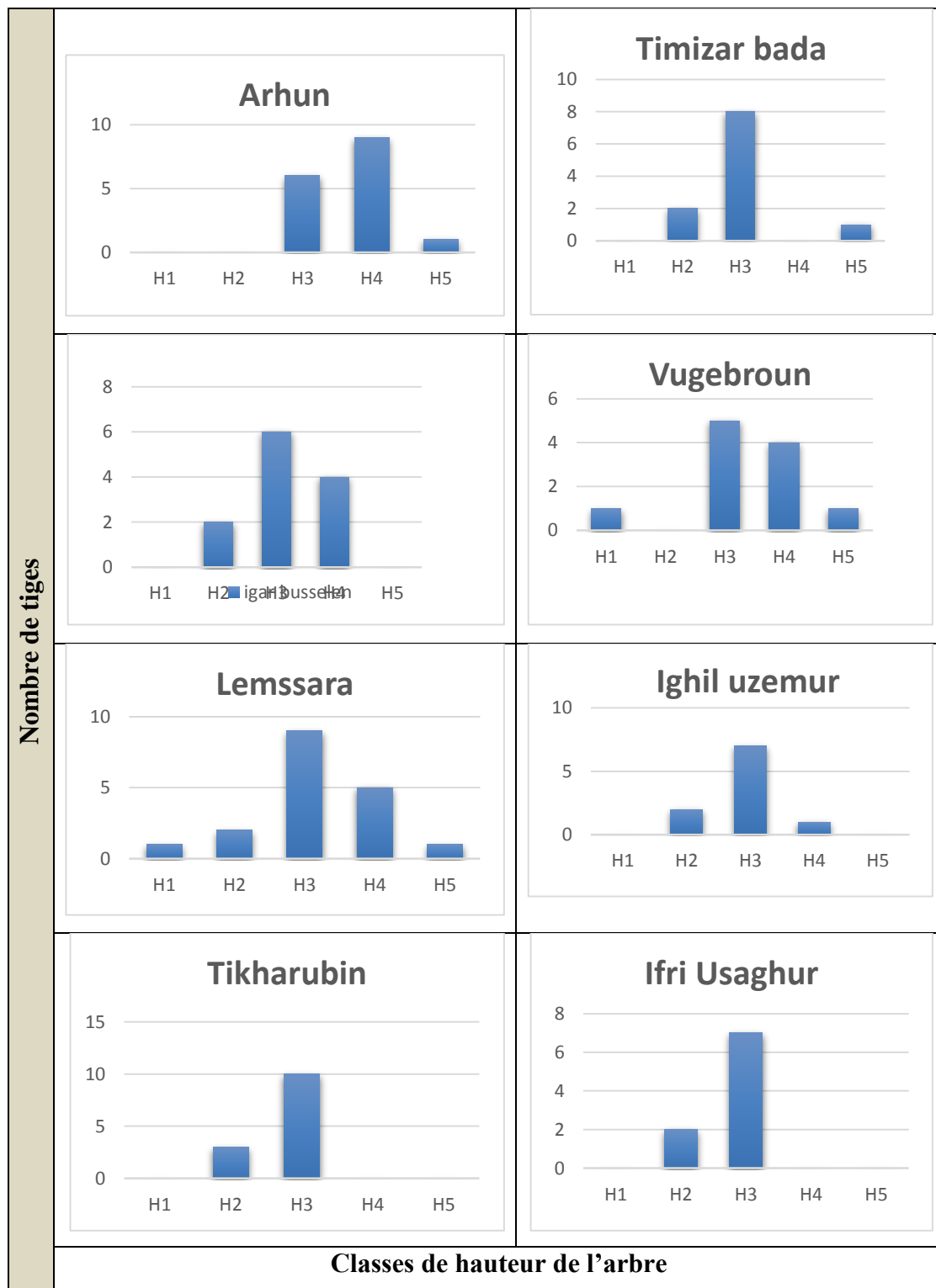


Figure (12) : Distribution des tiges par classes de hauteur selon les stations.

La classe de hauteur la plus élevée, notée H5 (12 à 15 m), est présente uniquement dans quatre stations sur huit (Arhun, Lemssara, Timizar Bada, Vugebroun) avec un seul individu pour chaque station.

### **1.3 Diamètres de houppier**

La moyenne enregistrée pour le diamètre des houppiers des arbres des huit stations étudiées varie d'un minimum de **7,70cm** pour la station Timizar Bada à un maximum de **10,79 cm** pour la station (Arhun).

Les valeurs élevées des Ecart-types et des coefficients de variations montrent l'existence de grand écart dans les répartitions des diamètres des houppiers dans les huit stations.

Le diamètre du houppier des tiges du caroubier se répartit en 5 classes d'un pas de 3 m (fig. 13). La plus petite classe notée Dh1 (0 – 3 m) est présente dans trois stations sur huit.

La classe la plus dominante dans la majorité des stations est la classe Dh3 qui correspond à une valeur de 6 à 9m.

La classe la plus élevée Dh5 qui correspond à une valeur de 12 à 15 m de diamètre du houppier est absente uniquement dans deux stations sur huit. La valeur de diamètre du houppier la plus élevée (15 m) a été enregistrée au niveau de la station (Ifri usaghur) ce qui concorde avec les données citées en bibliographie par **Evreinoff (1947)** qui a souligné que les houppiers des caroubiers peuvent s'étendre pour atteindre les 15 mètres.

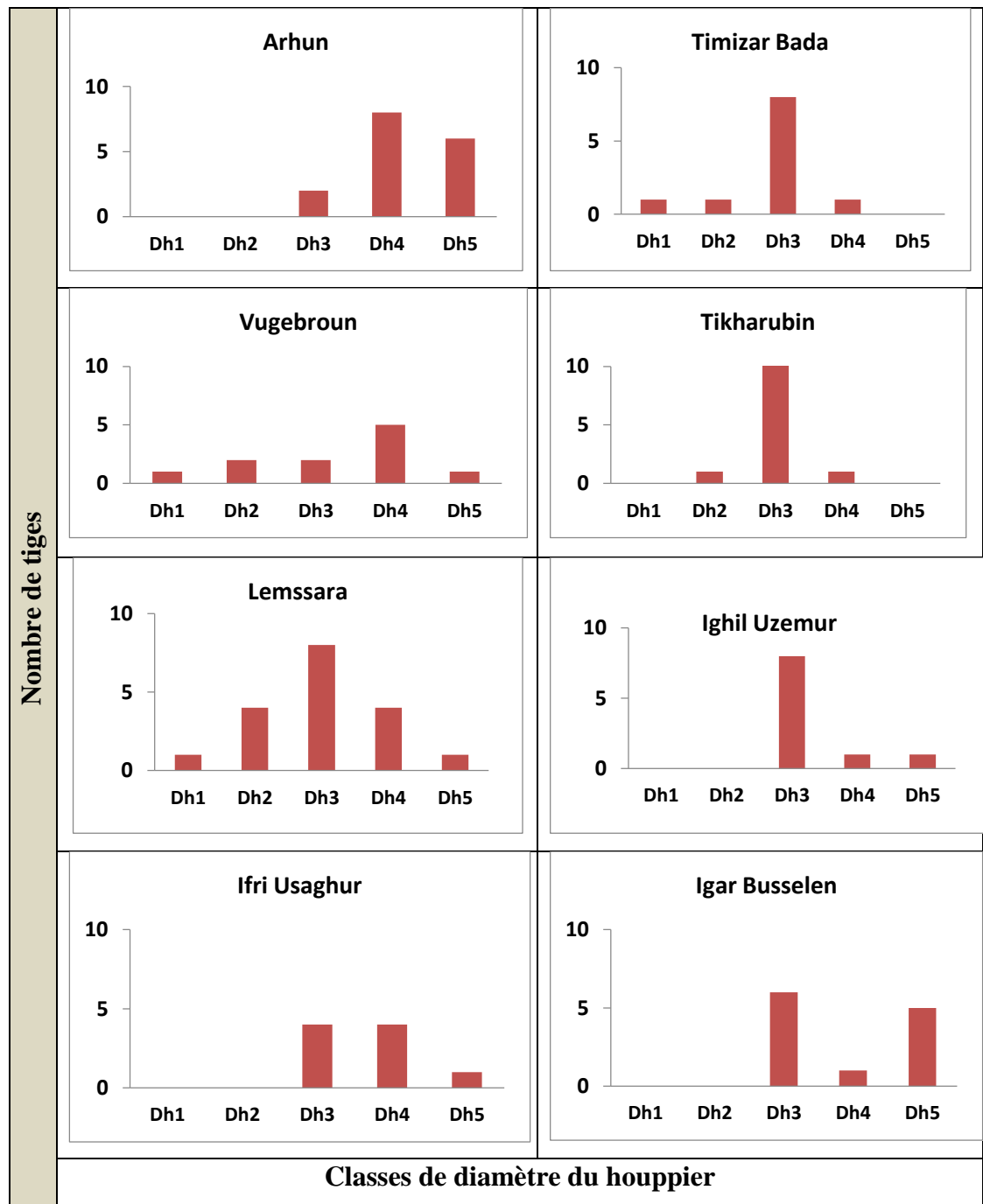


Figure (13) : Distribution des tiges par classes de diamètre du houppier selon les stations.

## 2. Etat de l'arbre

L'appréciation visuelle de l'état des arbres dans les huit stations étudiées (fig.14) montre que la majorité des arbres présentent des tiges vigoureuses avec des couronnes bien développées.

Les sujets rabougris sont présent dans quatre stations sur huit avec uniquement 3 sujets dans la station Timizar Bada et un sujet dans chacune des trois autres stations (Ighil Uzemur,

Vugebroun et Lemssara), tandis qu'au niveau des quatre autres stations on a uniquement des sujets vigoureux.

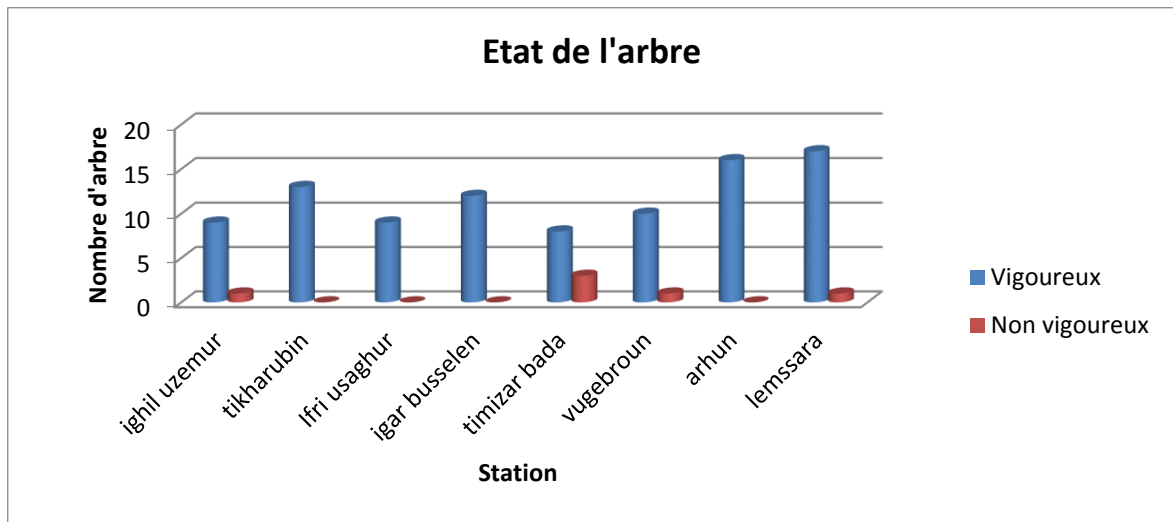


Figure (14) : Distribution des tiges selon l'état de l'arbre dans les stations.

### 3. Forme des arbres

Les formes des tiges ont été classées en deux catégories: monobrins et multibrins. Ces deux formes sont présentes dans toutes les stations avec la dominance des tiges multibrins dans 5 stations sur huit (fig.15) et des monobrins dans trois stations restantes (Arhun, Vugebroun et Igar Busselen). Le nombre de monobrins varie de 1 à 10 et les multibrins de 3 à 10 selon les stations.

La plupart des monobrins ont des petits diamètres de tige à l'exception de quelques-uns contrairement aux multibrins.

La valeur minimale enregistrée pour le diamètre des tiges monobrins est de l'ordre de **17,52 cm**, l'absence de petites valeurs nous permet de conclure que soit la régénération par semis est absente soit elle est perturbée.

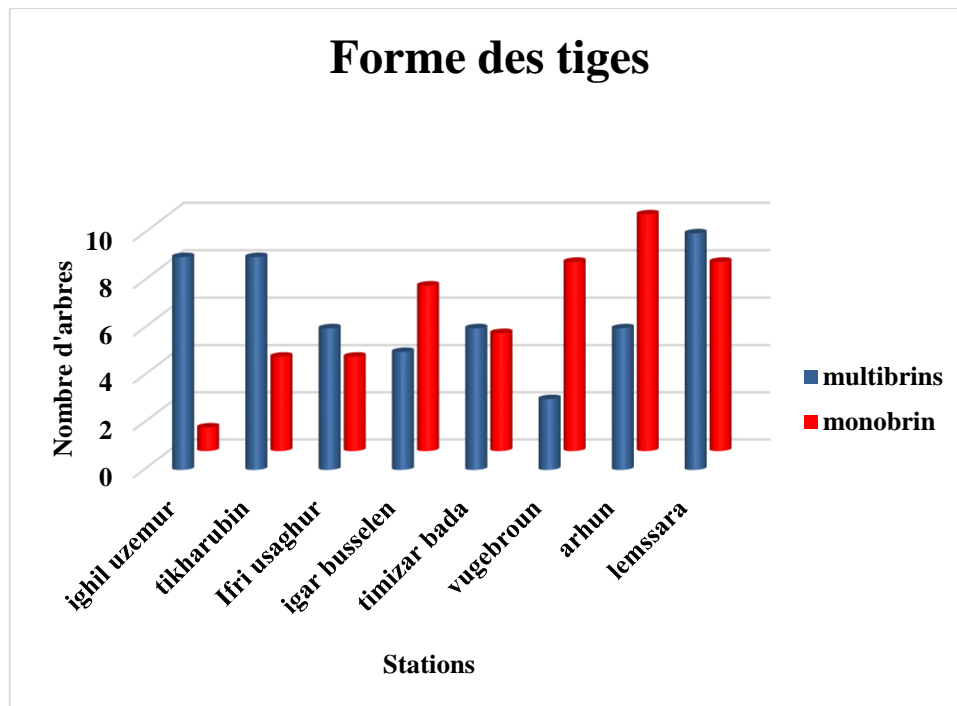


Figure (15) : Forme des tiges par station.

#### 4. Distribution spatiale

Concernant la distribution des arbres dans les stations, ils sont tous en bouquets dans trois stations Vugebroun, Ifri Usaghur et Arhun, tandis qu'ils sont plutôt isolés à Tikharubin et Ighil Uzemur. Les trois autres stations renferment plus de sujets en bouquets.

#### 5. Sexe ratio (genre)

La figure (16) montre que la majorité des pieds des huit stations sont des pieds femelles avec un nombre allant de 8 à 14 individus par station, tandis que les pieds mâles sont présents uniquement dans les quatre stations (Timizar Bada, Vugebroun, Arhun, Lemssara) avec un effectif de 1 à 2 individus par station.

L'absence de signes de reproduction chez quelques sujets n'a pas permis de déterminer leur genre, nous les avons mis dans la catégorie à genre indéterminé en attendant la confirmation du sexe à la période de floraison. Les pieds de genre indéterminé sont présents dans six stations avec un nombre limité allant de 1 à 5 individus.

Sur les 100 arbres mesurés nous avons 81 % de femelles et uniquement 19% pour les indéterminés. A l'état naturel, on a autant de pieds mâles que de pieds femelles, mais ce rapport peut être modifié par greffage et bouturage (Batlle & Tous, 1997). La petite enquête menée au niveau du village a révélé que les propriétaires des caroubiers greffaient des tiges

femelles de bonnes variétés sur les pieds sauvages pour maximiser la production de gousses de meilleure qualité.

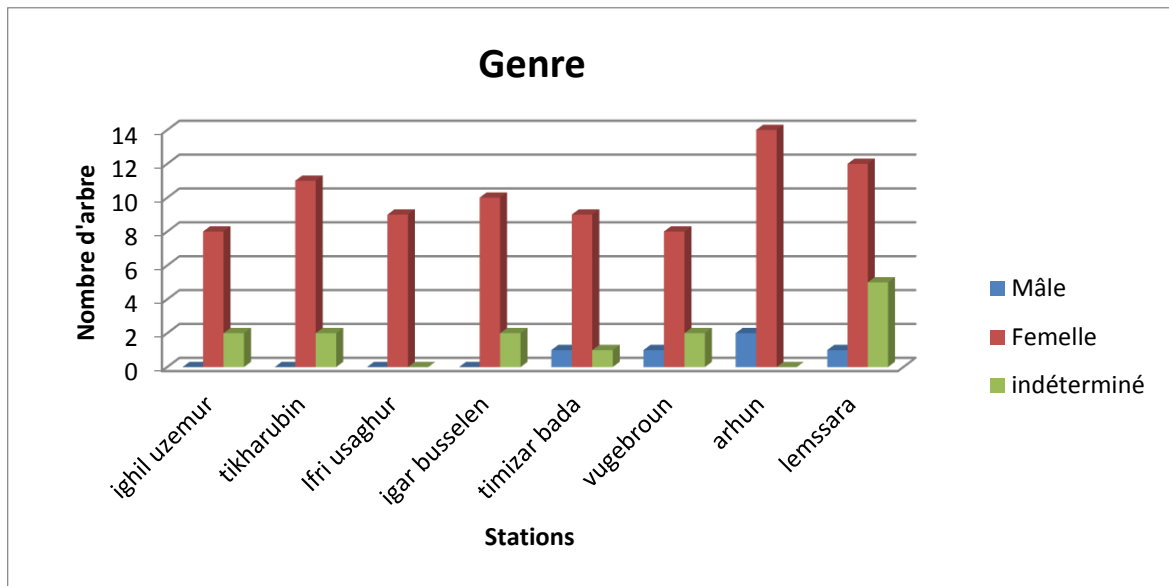
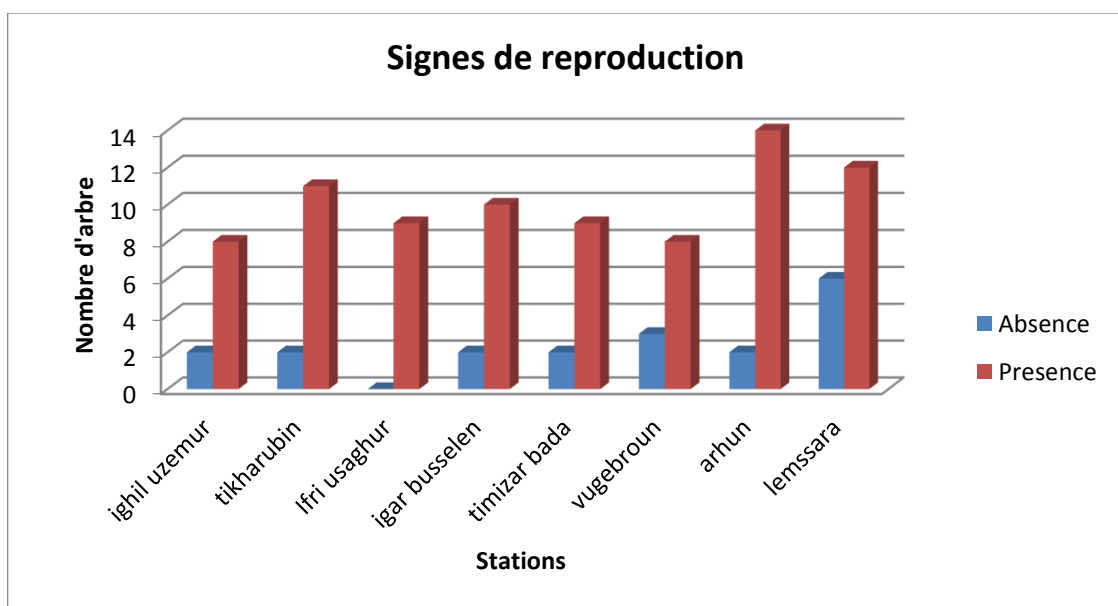


Figure (16) : Classement des arbres des différentes stations selon le genre.

### 6. Signes de reproduction

L'échantillonnage fait au printemps nous a empêchés d'observer les fleurs mâles et femelles mais nous avons cherché d'autres indicateurs de leurs présences comme la présence de nouvelles gousses sur l'arbre ou d'anciennes sous l'arbre.



Figures (17) : Présence ou absence de signes de reproduction femelles sur les arbres des huit stations.

Les arbres qui ont produit des gousses indicatrices de présence des fleurs femelles sont nombreux et présent dans toutes les stations comme le montre la figure (17), leurs nombres diffèrent d'une station a l'autre, il est plus élevé dans la station : Arhun, Lemssara, et Tikharubin et moins dans les cinq restante, ce qui est le résultat de la différence du nombre d'arbres par station et de la dominance des pieds femelles.

Les gousses de l'année passée observées soit sur les arbres ou par terre ont une couleur marron foncée et ont des formes courbées et rectilignes.

### 7. Importance de la production

L'importance de la production femelle des différentes stations (fig.18) a été classée en cinq catégories à savoir : aucune, faible, moyenne, bonne et très bonnes.

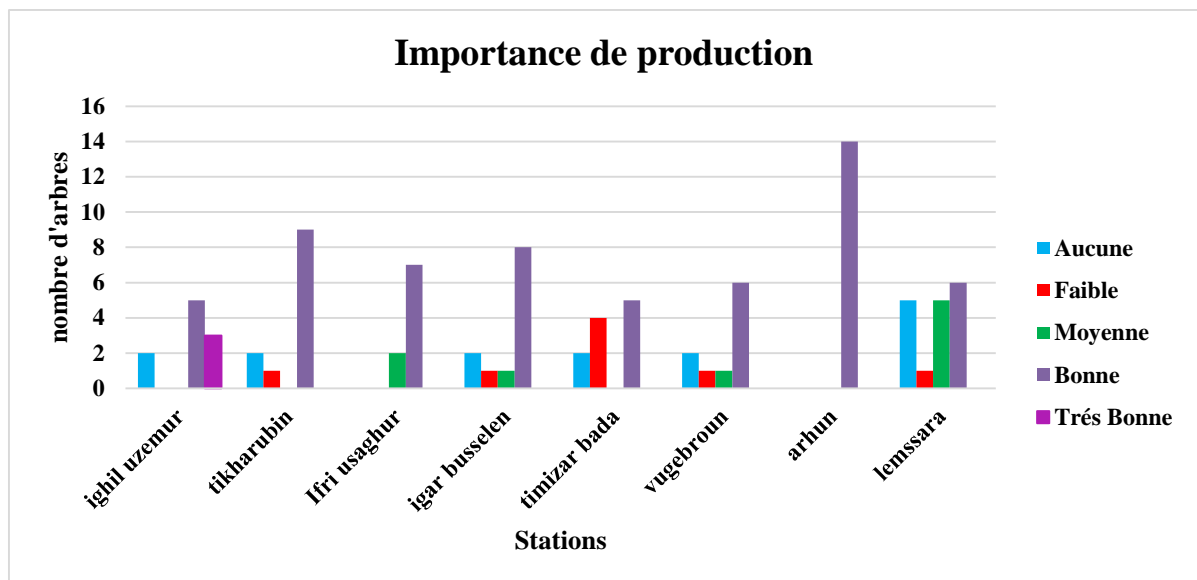


Figure (18) : Importance de la production des gousses dans les différentes stations.

La classe «Aucune production » regroupe tous les arbres dont le genre est indéterminé puisqu'on ne sait pas si c'est des pieds mâles ou des pieds femelles qui n'ont pas produit cette année. Elle est absente dans deux stations sur huit Arhun et Ifri Usagur.

Les arbres qui ont donné une production faible à moyenne sont présents dans cinq stations.

La classe de bonne production domine dans toutes les stations, elle est très importante pour la station Arhun au niveau de laquelle les 14 pieds femelles ont tous bien produit.

Trois arbres uniquement appartenant à la station Ighil Uzemur ont donné une très bonne production. C'est des arbres isolés multibrins et vigoureux avec des houppiers bien développés allant de 6 à 13m.

Dans l'ensemble on peut dire que cette année est favorable pour la production de ces caroubiers, et que leurs rendement est périodique. Généralement le caroubier porte son fruit tous les deux ans, la rente varie énormément selon l'âge de l'arbre. Les plus jeunes arbres produisent de faible à moyenne quantité de gousses, tandis que les arbres les plus âgés dont les couronnes sont bien développées produisent des quantités moyennes à importantes de gousses qui peuvent atteindre 150 à 200 kg par pied d'après les témoignages des propriétaires des caroubiers.

En plus de l'effet de l'âge, d'après **Haselberg (1996 in Konate 2007)**, la variation dans l'intensité d'inflorescence et la production des gousses est liée beaucoup plus à des facteurs endogènes qu'aux aléas climatiques. Et selon **Battle & Tous (1997)**, des conditions défavorables de l'environnement peuvent entraver, d'une manière significative, la production des fruits.

### **8. Récolte et utilisation du caroubier**

Au village sahel, chaque famille en possède quelques caroubiers et parfois même chaque deux ou trois familles ont un caroubier commun qu'ils récoltent en alternance chaque année durant la saison estivale. Les villageois disent que leurs caroubiers n'ont pas été plantés.

Les femmes du village témoignent que le caroubier a bénéficié d'attentions considérables notamment lors de la période coloniale, puisque les gens greffaient tous les pieds sauvages par des tiges de bonne variété dans le but de maximiser le rendement, ce qui a permis d'étendre sa superficie.

Une fois récoltées, une partie de ces gousses est vendue ou échangée contre une somme d'argent ou d'autres produits alimentaire avec les villages voisins qui n'avaient pas de caroubier pour subvenir à leurs besoins. Une autre partie est réservée à l'alimentation des membres de la famille et ou comme aliment fourrager pour faire grossir le bétail tout en lui évitant d'accumuler la graisse. Comme elles ont été largement utilisés pour leurs vertus thérapeutiques par les connaisseurs du village.

À sahel la consommation des gousses se faisait soit directement, soit après séchage puis broyage pour l'obtention d'une poudre fine pour la préparation du couscous, galette ou autres plats traditionnels.

Quelques années après l'indépendance, la cueillette de ces fruits, a été, abandonnée en raison de l'éloignement des caroubiers des routes carrossables. Les familles qui possédaient des caroubiers beaucoup d'entre elles ne pensaient jamais à en extraire les fruits, elles les laissent souvent aux villageois qui possède des bétails.

Ces dernières années, le passage des camions collecteurs de gousses venant de plusieurs wilayas du nord et de l'ouest du pays, qui sillonnent les villages kabyles à la recherche de la caroube auprès des propriétaires, a motivé beaucoup de familles pour reprendre à nouveau la collecte de ces fruits.

Le sac de 25 kg était vendu à seulement 500 Da, mais avec l'augmentation du nombre des collecteurs et l'ouverture de pages de vulgarisations sur les réseaux sociaux, les gens sont motivés à aller entretenir leurs caroubiers pour qu'ils donnent de meilleures récoltes, c'est la raison pour laquelle le prix a augmenté pour atteindre 50 Da le kilogramme, voir plus.

Les femmes du village Sahel arrivent à récolter jusqu'à huit sacs de 50 kg par famille. Il y en a celles qui gardent leurs récoltes pour eux même et celles qui l'ont vendu à 90 Da le kilogramme aux collecteurs qui vont l'acheminer vers les usines de transformation de la caroube.

À Tizi-Ouzou le caroubier est tellement négligé au point que la surface cultivé est estimé à 1ha avec une production de 50 quintaux/an dans la commune de Draa El Mizan et 80 quintaux/an dans la commune de Tizi-Ouzou (**DSA, 2020**).

D'après **Mahdad (2013)**, en tant que culture fruitière et hormis quelques implantations de vergers particulièrement à Tlemcen et Aïn Témouchent, le caroubier n'a réellement pas fait l'objet d'une valorisation sérieuse due probablement aux savoirs limités de l'usage que l'on lui connaissait, notamment de ses fruits.

En Algérie, le caroubier reste très négligé et n'a pas encore eu la place qu'il mérite dans les programmes de reboisement et ce, malgré les retombées socio-économiques que cette plante peut avoir à l'échelle nationale et surtout régionale (**Benmahioul, 2011**). En effet, elle pourrait constituer des plantations de choix dans les programmes réguliers de reboisement pour assurer un développement durable des zones rurales et à l'économie de montagne (**Batlle et Tous, 1997**).

Ce travail s'inscrit dans le cadre de la valorisation du caroubier, essence ligneuse d'une grande importance, recherchée aussi bien pour ses performances écologiques que pour son importance économique pour les populations rurales.

Une étude dendrométrique du caroubier a été menée au niveau du village sahel commune de Bouzeguène dans le but de connaître l'état des arbres dans la région. Au total 100 arbres ont été mesurés appartenant à 8 stations différentes.

Les résultats obtenus par l'analyse statistiques des données ont révélé que le diamètre moyen des huit stations vari d'un minimum de 51,62cm à un maximum de 110cm, la hauteur moyenne varie d'un minimum de 6,22m à un maximum de 9,65m et le diamètre du houppier oscille entre 7,70m et 10,78m.

La distribution des tiges par classe de diamètre a montrée que la majorité des arbres se regroupent dans les deux premières classes de diamètre inférieur à 100 cm, tandis que pour la hauteur et diamètre du houppier la classe de 6 à 9m renferme le plus grand nombre de tiges des huit stations.

Dans l'ensemble, nous pouvons dire que même si on a trouvé quelques sujets cassés, coupés ou déracinés, notre peuplement se trouve en bon état, il est constitué d'individus isolés ou formant de petits îlots.

Au village Sahel, c'est tout le monde qui s'intéresse à la collecte des fruits de leur caroubiers et se montrent enthousiastes à l'idée de les planter, vu l'intérêt financier de l'arbre ce qui leurs permet de gagner des sommes importantes d'argent, ce qui va forcément les motiver à développer la production de leurs caroubier par l'augmentation des surfaces cultivées et par le greffage des arbres mâles non productifs.

Dans la perspective d'une meilleure connaissance de l'espèce, son comportement et son état de développement, il est souhaitable d'élargir l'étude à d'autres villages de la Kabylie et à d'autres régions d'Algérie dans le but de connaître les limites du caroubier et pouvoir par la suite tracé des carte de distribution détaillées qui faciliteront les travaux à venir visant la conservation et la valorisation du caroubier.

### A

- ✓ **Aafi A., 1996.** Note technique sur le caroubier (*Ceratonia siliqua L.*), Centre Nationale de la recherche Forestière. Rabat (Maroc). 10p.
- ✓ **Ait Chitt M., Belmir H., & Lazrak A., 2007.** Production de plants sélectionnés et greffés de caroubier. Transfert de technologie en agriculture. Maroc. N° 153: 1-4.
- ✓ **Albanell E., 1990.** Caracterización morfológica, composición química y valor nutritivo de distintas variedades de garrofa (*Ceratonia siliqua L.*) cultivadas en España. Tesis doctoral. Barcelona. España, pp 209.
- ✓ **Aliouan D., Azouaou T., 2018.** L'impact des fêtes et festivals sur le développement local : cas de la fête de la figue de barbarie au village SAHEL, commune de BOUZGUENE. Mémoire de Master en science économique, université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 58p.
- ✓ **Avallone R., Plessi M., Baraldi M., and Monzani A., 1997.** « Determination of chemical Composition of Carob (*Ceratonia siliqua L.*): Protein, Fat, Carbohydrates, and Tannins, Journal of food composition and analysis», Vol. 10, pp 166-172.

### B

- ✓ **Battle I., et Tous J., 1997.** « Carob tree. *Ceratonia siliqua L.* Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops». 17. Institute of plant Genetic and crops Plant Research. Gatersleben/International Plant Resources Institute. Rome. Italy. 97 p.
- ✓ **BENMAHIOUL B., KAÏD-HARCHE M., et DAGUIN F., 2011.** Le caroubier, une espèce méditerranéenne à usages multiples, forêt méditerranéenne t. XXXII, n° 1, 52p.
- ✓ **Boublenza I., 2012.** Contribution à l'étude de multiplication du caroubier: *Ceratonia siliqua*. Mémoire de magistère en agronomie, université de Tlemcen, 69p.
- ✓ **Bouhrem L., 2019.** « Le caroubier : Valorisation et utilisation industrielle ». Memoire de MASTER EN AGRONOMIE, Spécialité : Biotechnologie Alimentaire. Université de Mostaganem, 48p.

### D

- ✓ **Dakia P. A., Wathelelet B., and Paquot M., (2007).** Isolation and chemical evaluation of carob (*Ceratonia siliqua L.*) seed germ. Food Chemistry, 102, p 1368- 1374.

### E

- ✓ **Evreinoff V.A.,(1997).** Le Caroubier ou *Ceratonia siliqua L.* In: Revue internationale de botanique appliquée et d'agriculture tropicale, 27e année, bulletin n°299-300, p392

### G

- ✓ **Gaouar N., 2011.** Etude de la valeur nutritive de la caroube de différentes variétés algériennes. Mémoire de magistère en agronomie. Université de Tlemcen, 95p.
- ✓ **Gharnit N., 2004.** « Caractérisation et essai de régénération in vivo du caroubier (*Ceratonia siliqua L.*) originaire de la Province de Chefchaouen (NW du Maroc) ». thèse de doctorat en Biologie Appliquée et Valorisation des Ressources Naturelles, Université ABDELMALEK ESSAADI, Résumé.

### K

- ✓ **Kicher H., et Iadjouzi A., 2016.** Valorisation des sous produits de la caroube *Ceratonia siliqua* . Mémoire de master en biologie, université de Bejaia, 44p.
- ✓ **Konate I., 2007.** Diversité phénotypique et moléculaire du caroubier (*Ceratonia siliqua L.*) et des bactéries endophytes qui lui sont associées. Thèse de doctorat, Université Mohammed V - Agdal, Faculté des Sciences, Rabat, Discipline : Biologie Spécialité : Biotechnologie et Biologie Moléculaire, 169p

### M

- ✓ **M. Kamal E., Youssef I., Moshera M., El-Manfaloty., Hend M Ali., (2013).** Assessment of Proximate Chemical Composition, Nutritional Status, Fatty Acid Composition and Phenolic Compounds of Carob (*Ceratonia Siliqua L.*). Food and Public Health. 3(6): 304-308
- ✓ **Mahdad M., 2013.** Situation et perspectives d'amélioration du caroubier (*Ceratonia siliqua L.*) dans le Nord-ouest de l'Algérie. Mémoire de magistère en agronomie, université de Tlemcen ,76p.

### R

- ✓ **Rejeb M.N., 1995.** Le Caroubier en Tunisie: Situations et Perspectives d'Amélioration- Quel Avenir pour l'Amélioration des Plantes? AUPELF-UREF Ed., John Libbey Eurotext, Paris, :79-85

### S

- ✓ **Sbay H., 2008.** le Caroubier au maroc un arbre d'avenir, Centre de Recherche Forestière, 44p.
- ✓ **Sbay H., et M. Abourouh., (2006).** Apport des espèces à usages multiples pour le Développement durable : cas du pin pignon et du caroubier, Centre de Recherche Forestière Haut-Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification, Rabat, pp.1-9

## *Les références bibliographiques*

---

- ✓ **Serairi-Beji R., L. Mekki-Zouiten., L. Tekaya-Manoubi., M.H. Loueslati., F. Guemira., A. Ben Mansour., (2000).** peut-on associer la pulpe de caroube et la solution de réhydratation orale dans le traitement de la diarrhée aigue ?, Med. Trop .N°60, pp.125-128

### **Z**

- ✓ **Zouhair O., (1996).** Le caroubier: situation actuelle et perspectives d'avenir. Document interne, Eaux et forêts. Maroc, :22.

### **Autres références :**

- Direction des services agricoles Tizi-Ouzou (DSA) 2020.
- APC Bouzeguene 2020

## Résumé

Le caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) est une espèce agro-sylvo-pastorale avec d'énormes intérêts socio-économiques et écologiques. Avec sa capacité de développer différentes stratégies d'adaptation au stress hydrique, cet arbre méditerranéen s'installe favorablement dans les zones semi-arides et arides caractérisées par des sols ayant atteint des stades de dégradation plus au moins critiques.

Notre étude est consacrée au dénombrement et à la dendrométrie du caroubier du village Sahel (commune de Bouzeguene, wilaya de Tizi-Ouzou). Nous avons ainsi recensé et mesuré 100 sujets au sein des 8 stations visitées. Ce recensement est partiel vu qu'il reste encore des sujets dans d'autres stations.

Les résultats des mesures dendrométriques montrent une hauteur maximale de 12.80 m pour une moyenne de 9.65m ; un diamètre maximal de 293cm pour une moyenne de 110cm et un diamètre maximal du houppier de 15m pour une moyenne 10.78m. Pour ce qui est de la forme des tiges nous avons noté la dominance des sujets multibrins.

Pour ce qui du genre, nous avons recensé 81 % femelles parmi les 100 arbres mesurés. Les 19% restants sont en partie mâles et en partie à genre indéterminé faute de signes de reproduction lors de nos sorties.

Cette étude servira comme outil pour suivre l'évolution de cette espèce et sa régénération à l'avenir.

**Mots clefs :** *Ceratonia siliqua* L., Bouzeguene, Tizi-Ouzou, dénombrement, dendrométrie, reproduction sexuée.

## Abstract

The carob tree (*Ceratonia siliqua* L.) is an agro-sylvo-pastoral species with enormous socio-economic and ecological interests. With its ability to develop different adaptation strategies to water stress, this Mediterranean tree settles favorably in semi-arid and arid zones characterized by soils that have reached more or less critical stages of degradation.

Our study is devoted to the enumeration and dendrometry of the carob tree in the Sahel village (commune of Bouzeguene, wilaya of Tizi-Ouzou). We have thus identified and measured 100 subjects within the 8 stations visited. This census is partial since there are still subjects in other stations.

The results of the dendrometric measurements show a maximum height of 12.80 m for an average of 9.65m; a maximum diameter of 293cm for an average of 110cm and a maximum diameter of the crown of 15m for an average of 10.78m. Regarding the shape of the rods, we noted the dominance of multi-stranded subjects.

As for the genre, we identified 81% females among the 100 trees measured. The remaining 19% are partly male and partly undetermined gender due to lack of signs of reproduction during our outings.

This study will serve as a tool to follow the evolution of this species and its regeneration in the future

**Keywords:** *Ceratonia siliqua* L., Bouzeguene, Tizi-Ouzou, enumeration, dendrometry, sexual reproduction.