

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU



Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Département de Biologie Animale et Végétale

## Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Biologie

Option : Génétique et Amélioration Végétale

**Etude morphométrique et essai de germination des graines de jujubier (*Zizyphus lotus*) provenant du sud Algérien. Extraction et dosage de 3 classes de flavonoïdes et estimation de l'effet de la poudre des fruits vis-à-vis de *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera : Tenebrionidae).**

Présenté par : - M<sup>elle</sup> BELKADI Nouara.

-M<sup>elle</sup> HADJ-ALI Imane.

**Présidente :** M<sup>me</sup> LAKABI L.

Maitre assistante classe A à l'UMMTO.

**Promotrice :** M<sup>me</sup> TALEB K.

Maitre de conférences classe B à l'U.M.M.T.O.

**Co-promoteur:** M BAIK N.

Etudiant doctorant en GAP à l'USTHB.

**Examinatrice :** M<sup>me</sup> Lamri T.

Maitre-assistante chargée de cours classe A à l'U.M.M.T.O.

**Examineur :** M<sup>me</sup> SAHMOUNE F.

Maitre-assistant chargé de cours classe A à l'U.M.M.T.O.

**Promotion : 2015/2016**

# Remerciements

Tout d'abord, louange à « **ALLAH** » Tout-Puissant, qui était avec nous tout au long de nos vies et nous a inspiré les bons pas et les justes réflexes, et qui nous a guidé dans notre étude et nous a donné la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail.

Nous tenons à exprimer notre gratitude et notre reconnaissance remerciements à notre promotrice, M<sup>me</sup> TALEB KARIMA qui a fait preuve d'une grande patience et qui a été d'une grande aide dans la réalisation et le succès de ce travail. Ses conseils utiles, ses orientations ainsi que son soutien moral et scientifique nous ont permis de mener à terme ce projet.

Nous ne saurions oublier de remercier M<sup>r</sup> BAIK N. Etudiant doctorant à l'USTHB nous avoir ramené les graines de *Zizyphus lotus* de chez M<sup>r</sup> KHEBTI. Et de nous avoir assistées lors de l'extraction des polyphénols et à la mise en germination des graines.

Nos remerciements les plus sincères s'adressent au professeur YAKOUB S responsable du Master Génétique et Amélioration des plantes et du laboratoire CIV, qui nous a acquérir pendant la partie expérimentale.

Nous tenons à remercier aussi les membres de jury : M<sup>me</sup> LAKABI L d'avoir accepté de présider ce jury, M<sup>me</sup> LAMRI T., M<sup>me</sup> SAHMOUNE F d'avoir accepté de juger ce travail.

Nos remerciements les plus vifs s'adressent à M<sup>r</sup> ALLILI N., M<sup>me</sup> GOUCEM K. , M<sup>me</sup> ALKAMA N. et monsieur AIT SIDHOUM pour leur aide précieuse, leur gentillesse et leur esprit scientifique.

Nous ne saurons oublier de témoigner notre reconnaissance à M<sup>me</sup> KHADHRAOUI D. Et M<sup>elle</sup> AMAR KHOUDJA N. pour toute leur aide.

Nos vifs remerciements et notre vive gratitude vont aussi à nos enseignants de tous les niveaux d'enseignement, qui grâce à eux nous sommes arrivés à cette étape.

À tous ceux qui de près ou de loin ont aidé à la réalisation de ce travail.

*Merci.*

# *Dédicaces*

Avant tout, je tiens à remercier Dieu le tout puissant qui m'a donné la santé, la volonté la patience et m'a guidé à réaliser ce modeste travail.

Mes sincères remerciements à la promotrice M<sup>me</sup> TALEB pour ses orientations et ses conseils (Je vous aime).

A la mémoire de mon grand-père (BABA AMMAR).

A mes parents que j'aime beaucoup qui m'ont soutenue et encouragée durant mes études par leur dévouement et les énormes sacrifices qu'ils ont faits leur témoigne mon grand respect, toute mon affection et ma profonde gratitude.

A mes frères : Brahim et Djamel et mes soeurs : Noura, Djamila, Naima, Djidji et Nacima.

A mon mari Djaffer que j'adore, mes sincères remerciements pour toute son aide, soutien et surtout sa patience.

A mes neveux et nièces : Lili, Soso, Iyesse, Imane, Hiba, A.arraoufe, Abbesse, Hamido, Dahmanouche, Dariassa.

A mes copines : Warlélouche, Na3nou3a, Nirmine, Zenouba, Naima, Hayat et Samira, Anissa.

A ma belle-famille que je respecte profondément.

Un petit clin d'œil à Setti Titem.

A ma binôme « Imane » que j'aime beaucoup, ainsi que pour sa disponibilité, sa patience tout au long de ce travail. J'ai eu la chance et le plaisir d'effectuer ce travail avec elle. Merci.

Sans oublier tout le groupe 14.

A toutes les personnes que j'aime.



## *Dédicaces*

Je dédie ce travail à mes parents qui ont toujours été présents pour moi à tout moment et dans toutes les situations. Votre soutien, vos encouragements pendant tous les étapes que j'ai eu à franchir jusque-là. Vous êtes un trésor inestimable qui j'espère durera encore longtemps.

Ma très chère Madame TALEB, ma deuxième mère, pour votre présence, disponibilité et votre soutien.

A mes très chères frères **TARIK** et **HAMZA** et ma chère sœur **IKRAM** pour leur soutien et leur encouragements tout au long de la réalisation de ce travail.

**HANANE** : Merci d'être toujours là pour moi, merci de m'avoir supportée, tu me redonnes toujours confiance en moi. Que dieu te bénisse, te donne la force et le courage.

**Nouara** : pour leur disponibilité, leur soutien moral et leur encouragement incessant.

A ma famille ainsi qu'à toutes mes amies.

A Toutes les personnes qui me connaissent et qui m'aiment et toutes celles qui m'ont aidée de près ou de loin pour réaliser ce modeste travail.

**IMANE**

**Figure 1** : Morphologie générale de *Zizyphus lotus*.

**Figure 2** : Feuilles de *zizyphus lotus*.

**Figure 3** : Fruits de *zizyphus lotus* (Laboratoire de CIV, UMMTO, 2016).

**Figure 4** : Fleur de *Zizyphus lotus* observées à la loupe binoculaire (G : 2× 10) (laboratoire de CIV, UMMTO, 2015).

**Figure 5** : Aire de répartition du *Zizyphus lotus* en Algérie (Quezel et Santa, 1962).

**Figure 6** : Structures chimiques de principaux polyphénols (Scalbert et Williamson, 2000).

**Figure 7** : Classification des polyphénols avec exemples pour chaque classe.

(Boros et al., 2010).

**Figure 8**: biosynthesis of hydroxycinnamic acids,hydroxybenzoic acids and flavonoids (Haddock et al.,1982).

**Figure 9** : schémas des propriétés des flavonoïdes (Zeghad, 2009).

**Figure 10**: Adulte de *T. castaneum* observés à la loupe binoculaire G : 2x10 (laboratoire de CIV, UMMTO, 2016).

**Figure11** : Larve de *T.castaneum* observés à la loupe binoculaire G : 2x10 (Laboratoire de CIV, UMMTO, 2016).

**Figure 12** : localisation géographique des stations d'échantillonnages.

**Figure 13** : Mesure des largeurs et longueur des feuilles et le diamètre des fruits de *zizyphus lotus*.

**Figure 14** : Préparation de poudre de feuilles et fruits de *Zizyphus lotus* (Laboratoire de CIV, 2016).

**Figure15** : Procédé de la mise à germination des graines de *Z. lotus*.

**Figure 16** : Schémas récapitulatif des étapes d'hydrolyse acide selon (Lebreton, 1967).

**Figure 17** : Etapes des dosages quantitatives.

**Figure18** : Etapes de test par contact.

**Figure 19** : Moyenne de la longueur et largeur des feuilles et le diamètre du fruit de *Z.lotus* des deux populations étudiées.

**Figures 20** : Etapes de germination des graines de *Zizyphus lotus* (Laboratoire de CIV, 2016).

**Figure 21** : Taux de germination des graines de *Zizyphus lotus* (Pop1).

**Figure 22:** Taux de germination des graines de *Zizyphus lotus* (Pop2).

**Figure 23 :** Moyennes des teneurs absolues des anthocyanes dans les feuilles et des fruits des deux populations.

**Figure 24 :** Moyennes des teneurs absolues des c-glycosides dans les feuilles et des fruits des deux populations.

**Figure 25:** Moyennes des teneurs absolues des aglycones flavoniques dans les feuilles et des fruits des deux populations.

**Tableau 1 :** Teneurs en métabolites primaires de la pulpe fraîche du *zizyphus lotus*.

**Tableau 2 :** Composition en métabolites secondaires des différents organes du *Zizyphus lotus*.

**Tableau 3 :** Propriétés médicinales de *Zizyphus lotus*.

**Tableau 4 :** Les principales classes de composés phénoliques.

**Tableau 5 :** Principales classes des flavonoïdes.

**Tableau 6 :** Caractères morphologiques étudiés.

**Tableaux 7:** Résultats des mesures des facteurs (Taux de germination(T), vitesse de germination(V) et Indice de germination(I)) de la population 1 (Laghouat « Daya de Tilghemt »).

**Tableaux8:** Résultats des mesures des facteurs (Taux de germination(T), vitesse de germination(V) et Indice de germination(I)) de la population 2(Ghardaïa « Oued Nlsa »).

**Tableau 9:** Résultats de l'analyse de la variance par le test t.

**Tableau 10 :** moyennes  $\pm$  écart types de la mortalité des adultes de *T.castaneum*.

**Tableau 11 :** Différents groupes homogènes révélés par le test de Neuman et Keuls.

# Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des annex

Introduction ..... 1

## Chapitre I : Etude bibliographique

### 1. Généralités sur *Zizyphus lotus*

1-1/ Présentation de *Zizyphus lotus*.....3

1-2./ Classification botanique.....5

1-3/ Origine et répartition géographique.....5

1-4/Dénomination vernaculaire.....6

1-5/Composition biochimique de *Zizyphus lotus*.....6

1-5-1. Métabolites primaires.....6

1-5-2. Métabolites secondaires.....7

1-6. Ravageurs et maladies *zizyphus lotus*.....7

1-7. Les propriétés médicinales de *zizyphus lotus*.....8

1-8. Importance économique et environnementale de *zizyphus lotus*.....9

### 2/ les polyphénols :

2-1. Structure chimiques et classification .....9

2-2. Voies de biosynthèse.....12

2-2-1. La voie du shikimate.....12

2-2-2. La voie du phénylpropanoïde .....12

2-3. Les flavonoïdes.....13

2-3-1. Structures et classification des flavonoïdes.....14

2-4. Localisation.....16

2-5. Distribution.....16

2-6. Propriétés des flavonoïdes.....16

### 3. Activités biologiques de la poudre des fruits de *Zizyphus lotus*

3.1. Présentation de *tribolium castaneum*.....17

3.2. Systématique de *tribolium castaneum*.....17

3.3. Dégâts causés par *tribolium castaneum*.....18

## **Chapitre II : Matériel et méthodes**

1. Matériel végétal.....	18
2. Méthodes.....	19
2.1. Etude morpho métriques des feuilles et fruits de <i>Zizyphus lotus</i> .....	19
2.2. Préparation des poudres de feuilles et fruits de <i>Zizyphus lotus</i> .....	19
2.3. Essai de germination.....	21
2.3.1. Mise à germination.....	21
2.3.2. Suivi de germination.....	23
2.4. Extraction par hydrolyse acide.....	23
2.5. Analyses quantitative.....	26
3.1. Evaluation de l'activité insecticide.....	29

## **Chapitre III : Résultats et discussions :**

1. variabilité morphologique des populations naturelles de <i>Zizyphus lotus</i> .....	34
2. Essaie de germination.....	35
3. Dosage quantitative des polyphénols de <i>Zizyphus lotus</i> .....	42
3.1. Etude comparative des teneurs absolues en flavonoïdes entre les deux populations.....	42
4/Résultats de l'effet de la poudre des fruits de <i>Zizyphus lotus</i> sur les adultes de <i>tribolium castaneum</i> .....	46
<b>Conclusion et parspective.....</b>	<b>49</b>

## **Références bibliographiques.**

## **Annexes.**

L'homme puise ses aliments du règne végétal. Ces produits naturels lui apportent des macronutriments tels que les matières grasses, les sucres rapides, les sucres lents et les protéines dont il a besoins. Outre ces macronutriments énergétiques bien connus dans les aliments traditionnels, il existe d'autres substances dites secondaires qui sont de plus en plus populaires pour leurs effets bénéfiques sur la santé des consommateurs (Mboagaou et al., 2013).

Les polyphénols sont des phytomicronutriments et généralement des pigments responsables de teintes automnales des feuilles et des couleurs des fleurs et des fruits. C'est une classe constituée d'environ 8000 composés, divisés en plusieurs catégories qui sont les acides phénoliques, les flavonoïdes, les tanins, les lignanes (Rizvi et al., 2009).

Des études épidémiologiques ont fortement suggéré que la consommation à long terme des régimes alimentaires riches en polyphénols végétaux offrait une certaine protection contre le développement des cancers, les maladies cardiovasculaires, du diabète, de l'ostéoporose et les maladies neuro dégénératives (Rizvi et al., 2009).

Dans cette présente étude nous nous sommes intéressées à une plante caractéristique du sud Algérien, à savoir *Zizyphus lotus*, connue sous le nom de jujube. C'est un arbuste à feuilles caduques qui appartient à la famille des Rhamnaceae. Elle est présente en abondance dans la région méditerranéenne à travers la Libye, l'Algérie, la Tunisie, et dans les pays d'Europe du sud comme l'Espagne. Plusieurs parties de *Zizyphus lotus* ont été utilisées par la médecine traditionnelle et ancestrale. Le fruit a été utilisé comme émollient, et un mélange de feuilles et fruits secs est appliqué par voie topique dans le traitement des furoncles, alors que l'écorce de la racine est connue pour son activité antidiabétique (Benammar et al., 2010).

La recherche des extraits végétaux ayant des pouvoirs toxiques tant qu'insecticides naturels ou phyto-insecticides s'inscrit dans une stratégie particulièrement adaptée aux exigences du consommateur tout en préservant l'environnement (Hadj Amar, 2012).

La lutte biologique est l'utilisation d'organismes vivants ou leurs produits pour empêcher ou réduire les dommages causés par les organismes nuisibles. Elle a été reconnue comme une méthode susceptible d'apporter des solutions concrètes à la prolifération des ravageurs (Ribaet et al., 1989).

Nous avons procédé en premier lieu à des mesures morphométriques relatives aux feuilles et fruits de deux populations de Laghouat (daya Tilghemt) et Ghardaïa (Oued Nlsa). Nous sommes ensuite passées à l'extraction et au dosage de trois classes des flavonoïdes des

mêmes organes su-cités. C'est alors que nous avons procédé à un test sur l'activité biologique des poudres des fruits de *Zizyphus lotus* vis-à-vis d'un ravageur des denrées stockées *Tribolium castaneum*.

Pour cela nous avons divisé notre travail en trois chapitres. Le premier comporte les données bibliographiques, le second décrit le matériel et les méthodes utilisées, et le troisième expose les résultats et discussion. Enfin, une conclusion et perspectives d'étude complètent et terminent notre étude.

## 1. Présentation de *zizyphus lotus*

Le jujubier (*Zizyphus lotus*) est un arbuste fruitier, épineux appartenant à la famille des Rhamnacées (Bamouh, 2002). Communément appelé en Afrique du Nord "Sedra" (Borgi et al., 2007(a)). Il forme des touffes de quelques mètres de diamètres pouvant atteindre 2m de haut (Fig1).



**Figure 1** : Morphologie générale de *Zizyphus lotus*

Les feuilles sont petites, alternes, obtuses, crénelées, à trois nervures, glabres, faiblement rigides, de 7 à 9 mm de large et de 9 à 13 mm de long, à pétiole court (Ghedira, 2013) (Fig2).



**Figure 2** : Feuilles de *zizyphus lous*

Les fruits sont des drupes sphériques dont les noyaux osseux biloculaires, petits et ronds sont recouverts d'une pulpe demi-charnue, très vite sèche, riche en sucre (Ghedira, 2013). (Fig.3).



**Figure 3 :** Fruit de *zizyphus lotus* (Laboratoire de CIV, UMMTO, 2016).

Les fleurs sont solitaires ou groupées avec un seul pédicelle court. Le calice est en forme d'entonnoir et pentamère. La corolle est petite à cinq pétales, cinq étamines épipétales avec deux styles courts (Ghedira, 2013) (Fig 4).



**Figure 4 :** Fleur de *Zizyphus lotus* observées à la loupe binoculaire (G : 2 x 10) (Laboratoire de CIV, UMMTO, 2015).

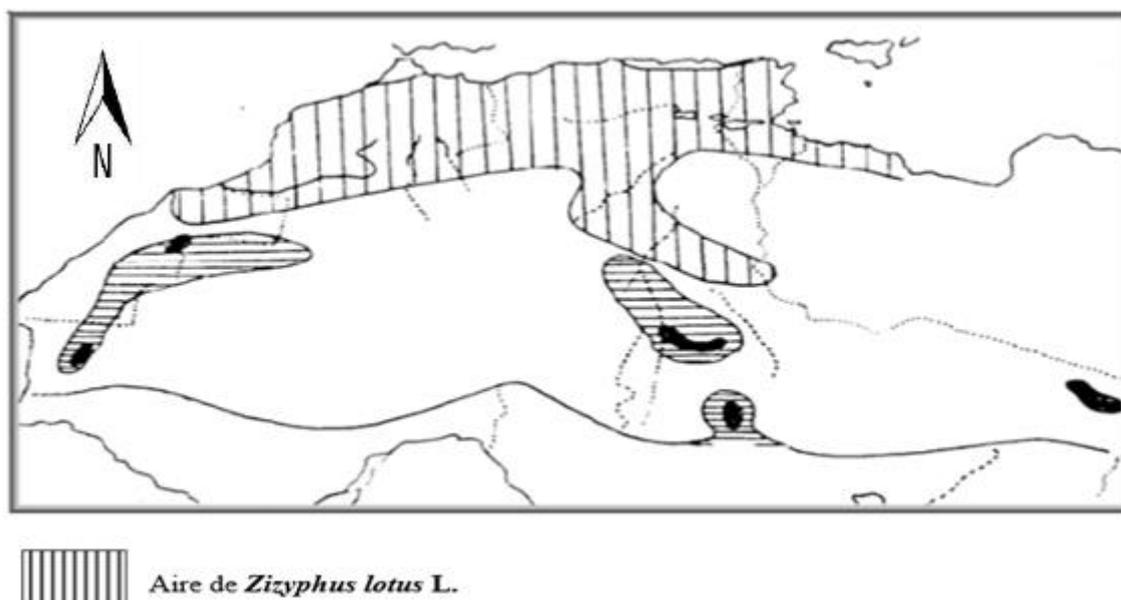
## 1.2. Classification botanique

La position systématique de *Zizyphus lotus* selon Cronquist (1981) est la suivante :

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Rosidae
Ordre	Rhamnales
Famille	Rhamnaceae
Sous-famille	Paliureae
Genre	<i>Zizyphus</i>
Espèce	<i>Zizyphus lotu</i>

## 1.3. Origine et répartition géographique

Le genre *Zizyphus* englobe environ 50 espèces des régions tropicales et subtropicales des deux hémisphères (Bossard ; Cuisance, 1984). C'est une espèce méditerranéenne d'origine moyen-orientale. Elle est cultivée dans les jardins comme arbres fruitiers (Bellakhdar, 1997). C'est une plante spontanée en Afrique du nord en grec et dans le sud de l'Espagne (Leclef, 2010). *Zizyphus lotus* est répandu dans toute l'Algérie sauf dans le Tell Algéro-constantinois (Quezel et Santa, 1962) (Fig 5).



**Figure 5** : Aire de répartition du *Zizyphus lotus* en Algérie (Quezel et Santa, 1962)

#### 1.4. Dénomination vernaculaire

Les français le nomment jujubier, *Zizyphus lotus* ou jujubier sauvage. En Arabe il est nommé, Sedra (cité dans le CORAN), Azar ou N'beg pour le fruit (Bellakhdar ,1997 ;Baba Aissa,1999). En berbère, tazuggwart (Bellakhdar, 1997).

#### 1.5. Composition biochimique

Les études photochimiques menées sur *Zizyphus lotus* montrent la présence de métabolites primaires et secondaires.

##### 1.5.1.Métabolites primaires

Bellakhdar (1997) a rapporté que la pulpe fraîche des fruits de *Z.lotus* est riche en eau et en glucide. Dans le tableau 1 sont indiqués les principaux constituants et leurs quantités dans 100 g de pulpe fraîche.

Les graines de *Zizyphus lotus* sont une source intéressante de matières grasses (Bellakhdar, 1997).

**Tableau 1 :** Teneurs en métabolites primaires de la pulpe fraîche du *Zizyphus lotus* (Bellakhdar, 1997).

Principale constituant	100g de pulpe fraîche
Eau	64g
Protides	1.2g
Lipides	0.3g
Glucide	32g
Valeurs calorifique	135 calories, ce chiffre se voit augmenter à 341 calories dans la pulpe sèche.

### 1.5.2. Métabolites secondaires

*Zizyphus lotus* est connu par son contenu en molécules biologiquement actives tels que les polyphénols (flavonoïdes, tanins), les triterpènes, les anthraquinones, les alcaloïdes (cyclopeptides et isoquinolides), les saponosides (Catoire et al., 1999 ;Borgi et Chouchane,2006).

Les principaux métabolites secondaires identifiés dans les différents organes de *Zizyphus lotus* sont groupés dans le tableau 2.

**Tableau 2** : Composition en métabolites secondaires des différents organes du *Zizyphus lotus* (Borgi et al., 2007(a) : Borgi et al., 2007(b)).

Organe végétale	Composition chimique	Références
<b>Fruits</b>	-flavonoïdes, tanins, alcaloïdes, saponine	(Borgi et al ., 2007(b)).
<b>Feuilles</b>	- flavonoïdes, tanins, alcaloïdes - saponine de type dammarane : . Jujuboside B .Jujubogenin glycoside .dérivé sulfaté de jujubosaponine	(Borgi et al. 2007(b)).    (Macuik et al. 2004).
<b>Ecorce des racines</b>	-flavonoïdes, saponines de type damarane -tanins -alcaloïdes cyclopeptidiques lotusines A-G	(Borgi et al. 2007(a)).   (Borgi et al. 2007(b)).

### 1.6. Ravageurs et maladies de *zizyphus lotus*

Peu de maladies et de ravageurs attaquent le Jujubier. C'est la mouche du jujube(voisine de la Cératite) qui cause les plus graves dégâts sur la récolte (surtout les variétés chinoises). Un Kermes, *coccus conchaeformis*, est lui aussi assez commun, il se traite aux insecticides (pyrèthre, roténone) (CATOIRE et al., 1999).

### 1.7. Les propriétés médicinales de *Zizyphus lotus*

*Zizyphus lotus* est une plante très utilisée en pharmacopée traditionnelle. Les principales propriétés citées dans la bibliographie consultée sont indiquées dans le tableau 3.

**Tableau 3 :** Propriétés médicinales de *Zizyphus lotus*.

Organe	Effets	Références
Feuilles	-Soin des furoncles et les abcès (cataplasme).	Bellalhdar 1997
	-Effets analgésiques et une importante activité antiulcérogénique attribués à leur contenu en principes actifs et la présence de tanins et de flavonoïdes connus par leurs effets gastroprotecteurs.	Borgi et al 2007(a) Borgi et al 2008.
Racines	-Traitement du diabète dans la médecine traditionnelle.	Ghedira et al 1995
	-Le jus qui serait efficace dans les traitements de leucomes. -Soins des affections du tube digestif et du foie.	Baba Aissa 1999.
	-Activité anti-inflammatoire significative par les flavonoïdes et les saponines.	Borgi et Chouchane 2006
fruits	-Traitement des irritations broncho-pulmonaires.	Baba Aissa 1999 Borgi et al 2007
	-Associées aux fruits du jonc, à la lavande, au styles de mais, au chiendent et aux fleurs de figuier de Barbarie, traite les cystites et contre les calculs rénaux.	Bellakhdar 1997

### 1.8. Importance économique et environnementale de *zizyphus lotus*

Sur les terres agricoles, les touffes de jujubier sont généralement utilisées pour la confection des enclos autour des habitats, des parcelles cultivées et parcs à bétail et comme source de bois de chauffage. Les fruits sont commercialisés pour la consommation humaine et pour leurs propriétés médicinales (Bamouh, 2002).

Dans les terrains accidentés et ou exposés à l'érosion, les touffes de jujubier jouent un rôle très important dans l'équilibre naturelle (Bamouh, 2002).

Aussi, le jujubier a été utilisé pendant longtemps comme ceinture verte protectrice contre les courants d'eau (Bamouh, 2002).

## **2. Les polyphénols**

Les polyphénols sont des molécules synthétisées par les végétaux. Ils appartiennent à leur métabolisme secondaire (Edeas, 2007).

Ils participent activement aux interactions de la plante avec son environnement en jouant soit le rôle des signaux de reconnaissance entre les plantes (Allélopathie), entre les plantes et les symbioses, ou bien lui permettant de résister aux diverses agressions vis-à-vis des organismes pathogènes. Ils participent de manière très efficace à la tolérance des végétaux à des stress variés, donc ces composés jouent un rôle essentiel dans l'équilibre et l'adaptation de la plante au sein de son milieu naturel (Macheix et al., 2005)

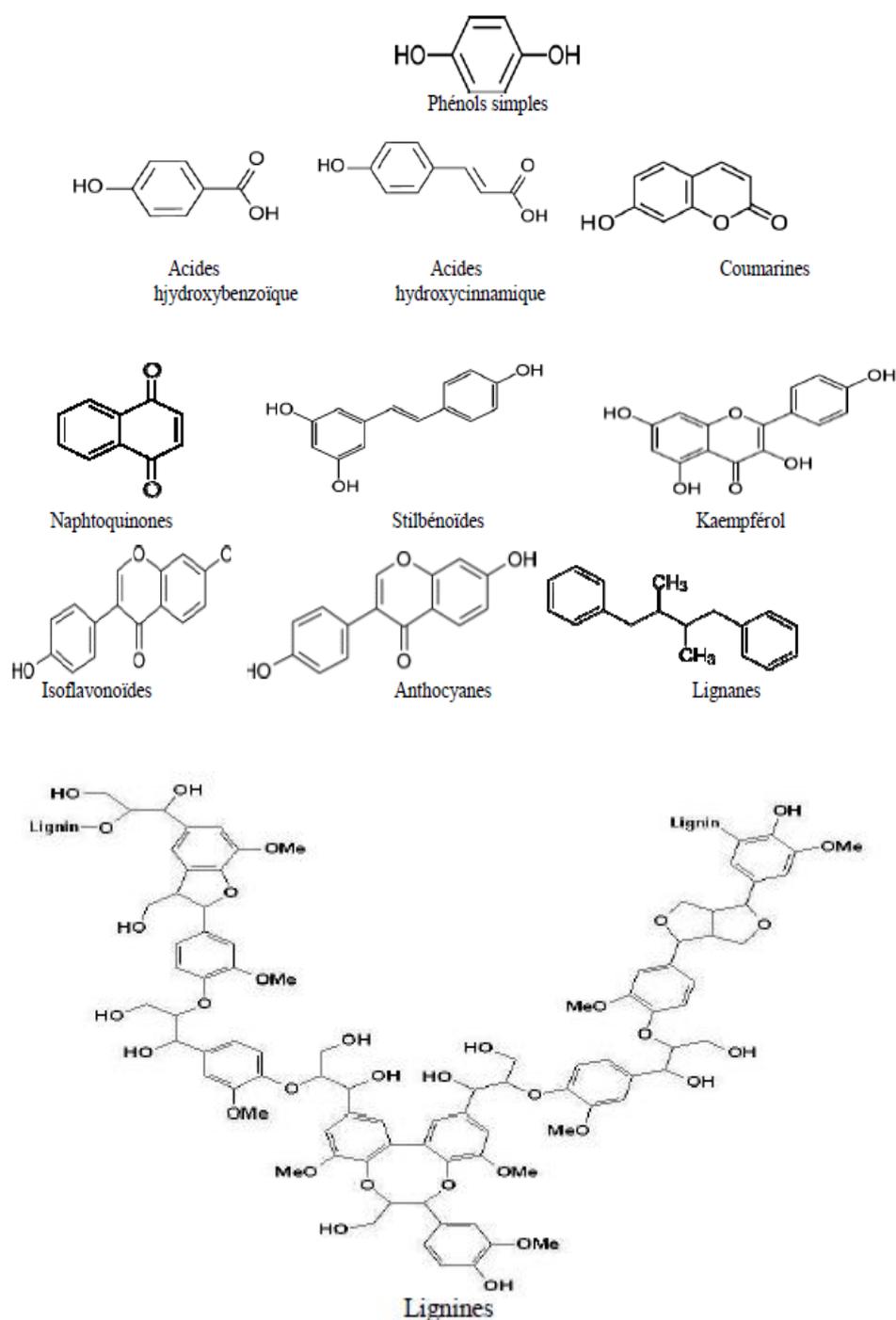
Par opposition aux métabolites primaires qui alimentent les grandes voies du métabolisme basal, mais ils sont essentiels dans l'interaction de la plante avec son environnement (Urquiaga et Leighton, 2000).

Plusieurs milliers de composés phénoliques ont été caractérisés jusqu'à aujourd'hui chez les végétaux, bien qu'étant très diversifiés, ils ont tous en commun la présence d'un ou de plusieurs fonctions hydroxyles. La structure des composés phénoliques naturels varie depuis les molécules simples (acides phénoliques simples) vers les molécules les plus hautement polymérisées (tanins condensés) (Macheix et al., 2005).

Avec plus de 8000 structures phénoliques identifiées (Urquiaga et Leighton, 2000) il est important de connaître les voies de biosynthèse de ces molécules afin de faciliter leur classification.

### **2.1. Structures chimiques et classification**

La structure chimique est identique à tous les polyphénols : un ou plusieurs noyaux aromatiques hydroxylés (Boros, 2010). Une classification de ces substances a été proposée par Harborne en 1980 et a distingué les différentes classes de polyphénols en se basant d'une part, sur le nombre d'atomes constitutifs et d'autre part, sur la structure du squelette de base (Fig 6).



**Figure 6 :** Structures chimiques de principaux polyphénols (Scalbert et Williamson, 2000)

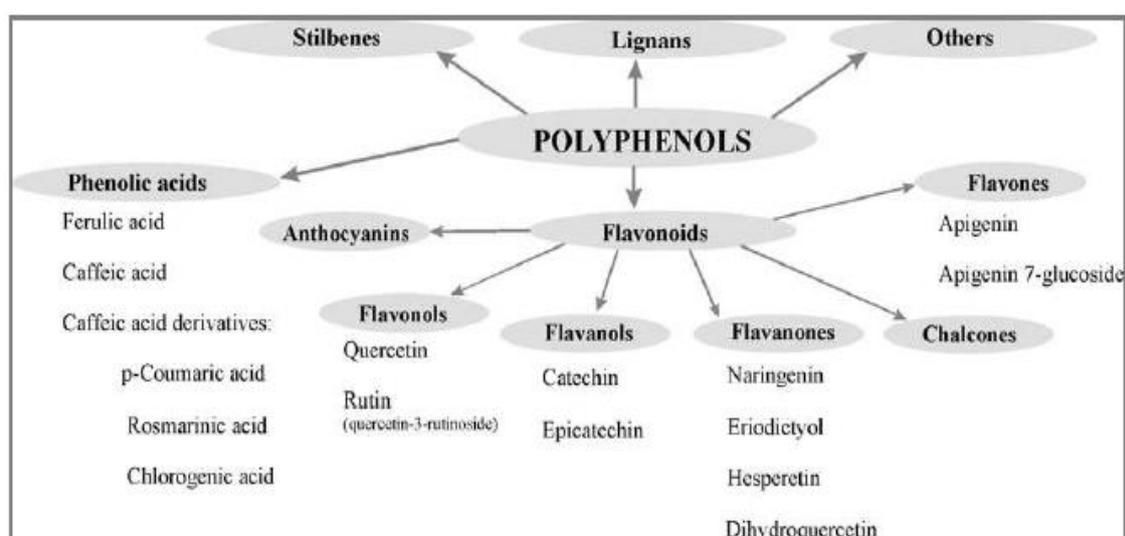
Les principales classes sont largement répandues :

- Les acides phénoliques (acides hydroxybenzoïques, acides hydroxycinnamiques).
- Les flavonoïdes.
- Les tanins et lignines.

Les principales classes de composés phénoliques sont résumées dans le tableau 4 et la figure 7.

**Tableau 4** : Les principales classes de composés phénoliques (Macheix et al, 2005).

Squelette carboné	Classe	Composés	Origine
C <sub>6</sub>	Phénols simples	Catéchol	
C <sub>6</sub> -C <sub>1</sub>	Acides hydroxybenzoïques	p-Hydroxybenzoïque	Epices, fraise
C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub>	Acides hydroxycinnamiques Coumarine	Acides caféique, férulique Scopolétine, esculétine	Pomme de terre, pomme Citrus
C <sub>6</sub> -C <sub>4</sub>	Naphtoquinones	Juglone	Noix
C <sub>6</sub> -C <sub>2</sub> -C <sub>6</sub>	Stilbènes	Resvératrol	Vigne
C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> -C <sub>6</sub>	<b>Flavonoïdes</b> - Flavonols - <b>Anthocyanes</b> - Flavanols - Flavanones Isoflavonoïdes	Kaempférol, quercétine Cyanidine, pélagonidine Catéchine, épicatechine Daidzéine	Fruits, légumes, fleurs Fleurs, <b>fruits rouges</b> Pomme, raisin Soja, pois
(C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Lignanes	Pinorésinol	Pin
(C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> ) <sub>n</sub>	Lignine		Bois, noyau des fruits
(C <sub>15</sub> ) <sub>n</sub>	Tanins		Raisin rouge, kaki

**Figure 7** : Classification des polyphénols avec exemples pour chaque classe.

(Boros et al., 2010).

## **2.2. Voies de biosynthèse**

Les polyphénols sont synthétisés par de deux voies biosynthétiques :

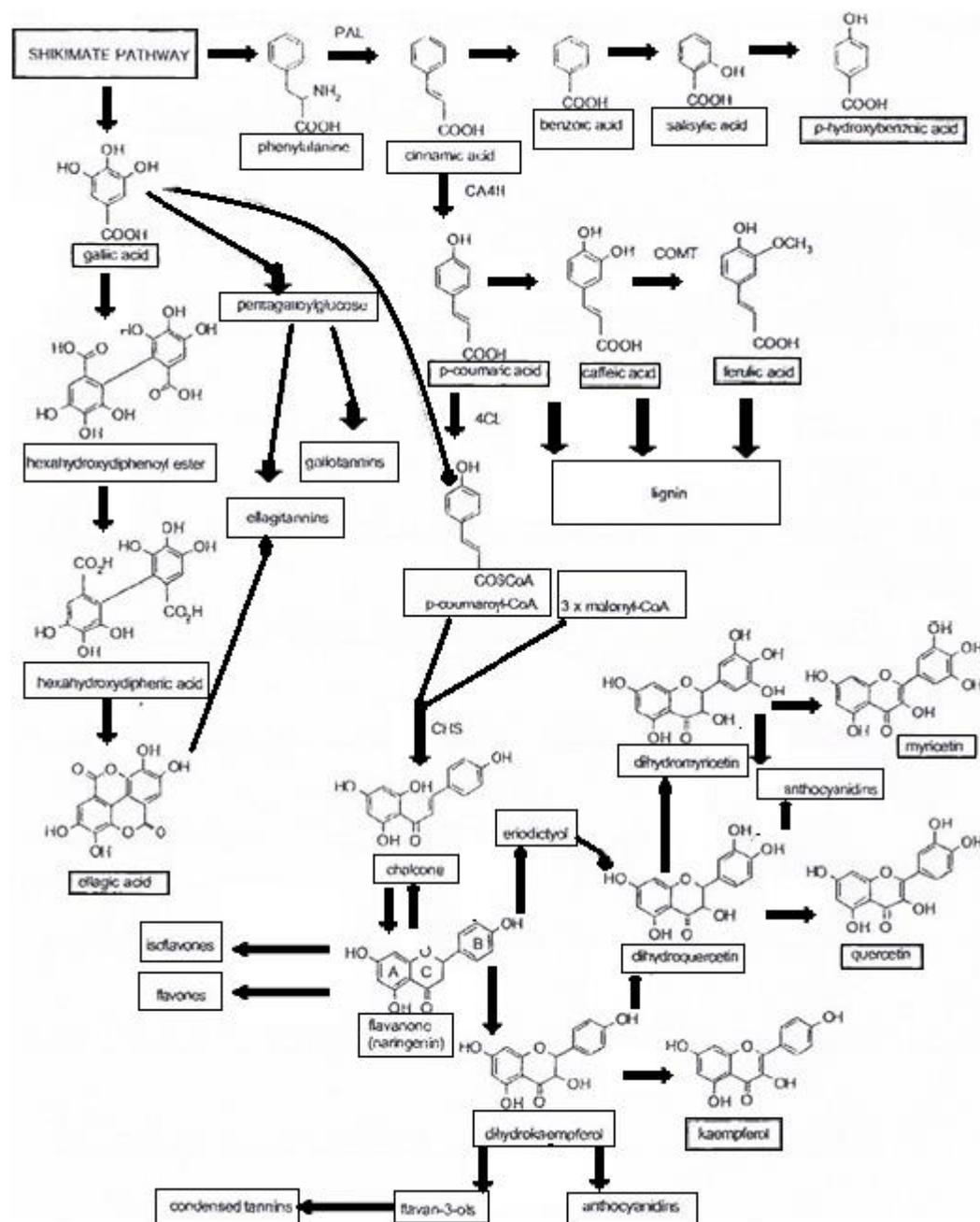
### **2.2.1. La voie du shikimate**

C'est souvent la voie de biosynthèse des composés aromatiques elle joue un rôle critique pour contrôler le métabolisme de la voie de phénylpropanoïde (Kening et al.,1995).

### **2.2.2. La voie du phénylpropanoïde**

La voie de phénylpropanoïde commence par la phénylalanine (Phe) qui fournit en plus des principaux acides phénoliques simples, coumarines, isoflavonoïdes, flavonoïdes, acide salicylique, des précurseurs de lignine, qui est quantitativement le second biopolymère le plus important après la cellulose (Zeghad, 2009).

Les deux principales voies sont résumées sur la figure 8



**Figure 8:** biosynthesis of hydroxycinnamic acids, hydroxybenzoic acids and flavonoids (Haddock et al 1982).

### 2-3/ Les flavonoïdes :

Les flavonoïdes constituent le groupe le plus étudié des polyphénols. Le nom flavonoïde proviendrait du terme flavedo, désignant la couche externe des écorces d'organe, cependant d'autres auteurs supposaient que le terme flavonoïde a été plutôt prêté du flavus : (flavus=jaune) (Piquemal, 2008).

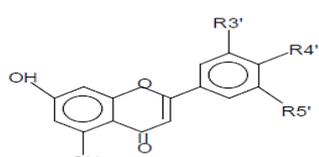
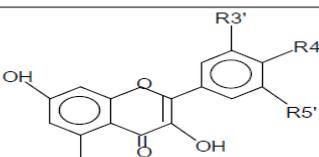
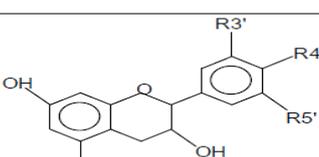
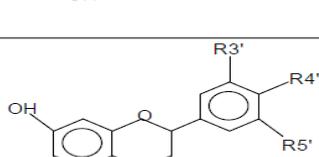
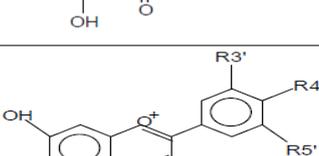
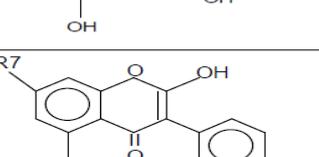
### 2-3-1/ Structures et classification des flavonoïdes :

Les flavonoïdes ont tous la même structure chimique de base, ils possèdent un squelette carboné de quinze atomes de carbones constitué de deux cycles aromatiques (A) et (B) qui sont reliés entre eux par une chaîne en C3 en formant ainsi l'hétérocycle (C) (Erdman et al., 2007)

Généralement, la structure des flavonoïdes est représentée selon le système C6-C3- C6 (Emerenciano et al., 2007) en formant une structure de type diphenyle propane dont des groupements hydroxyles, oxygènes, méthyles, ou des sucres peuvent être attachés sur les noyaux de cette molécule (Narayana, 2001 ; Malešev et Kuntić, 2007).

Les principales classes de flavonoïdes sont indiquées dans le tableau 5.

**Tableau 5** : Principales classes des flavonoïdes (Narayana et al., 2001 ; Erdman et al., 2007).

Classes	Structures chimiques	R3'	R4'	R5'	Exemples
Flavones		H	OH	H	Apigénine
		OH	OH	H	Lutéoline
		OH	OCH3	H	Diosmétine
Flavonols		H	OH	H	Kaempférol
		OH	OH	H	Quercétine
		OH	OH	OH	Myrecétine
Flavanols		OH	OH	H	Catéchine
Flavanones		H	OH	H	Naringénine
		OH	OH	H	Eriodictyol
Anthocyanidines		H	OH	H	Pelargonidine
		OH	OH	H	Cyanidine
		OH	OH	OH	Delphénidine
Isoflavones		R5	R7	R4'	
		OH	OH	OH	Genisteine
		H	O-Glu	OH	Daidezine

## 2.4. Localisation

Les flavonoïdes sont impliqués dans de nombreuses interactions des plantes avec les conditions biotiques et abiotiques de leur environnement. Ces substances sont accumulées dans différentes parties cellulaires et tissulaires de la plante durant l'organogénèse et sous l'influence de plusieurs facteurs stimulants (Hutzler et al., 1998).

Sur le plan cellulaire, les flavonoïdes sont synthétisés dans les chloroplastes puis migrent et se dissolvent dans les vacuoles (Piquemal, 2008). La répartition de ces composés montre des accumulations très localisées, généralement en relation avec une fonction physiologique ou avec l'interaction de la plante avec son environnement. Ainsi, les flavonoïdes qui ont une localisation épidermique ont un rôle d'écran vis-à-vis des rayonnements solaires (UV), tandis que ceux qui sont impliqués dans les mécanismes de défense ont plutôt une localisation sous épidermique (Boudet, 2000).

## 2.5. Distribution

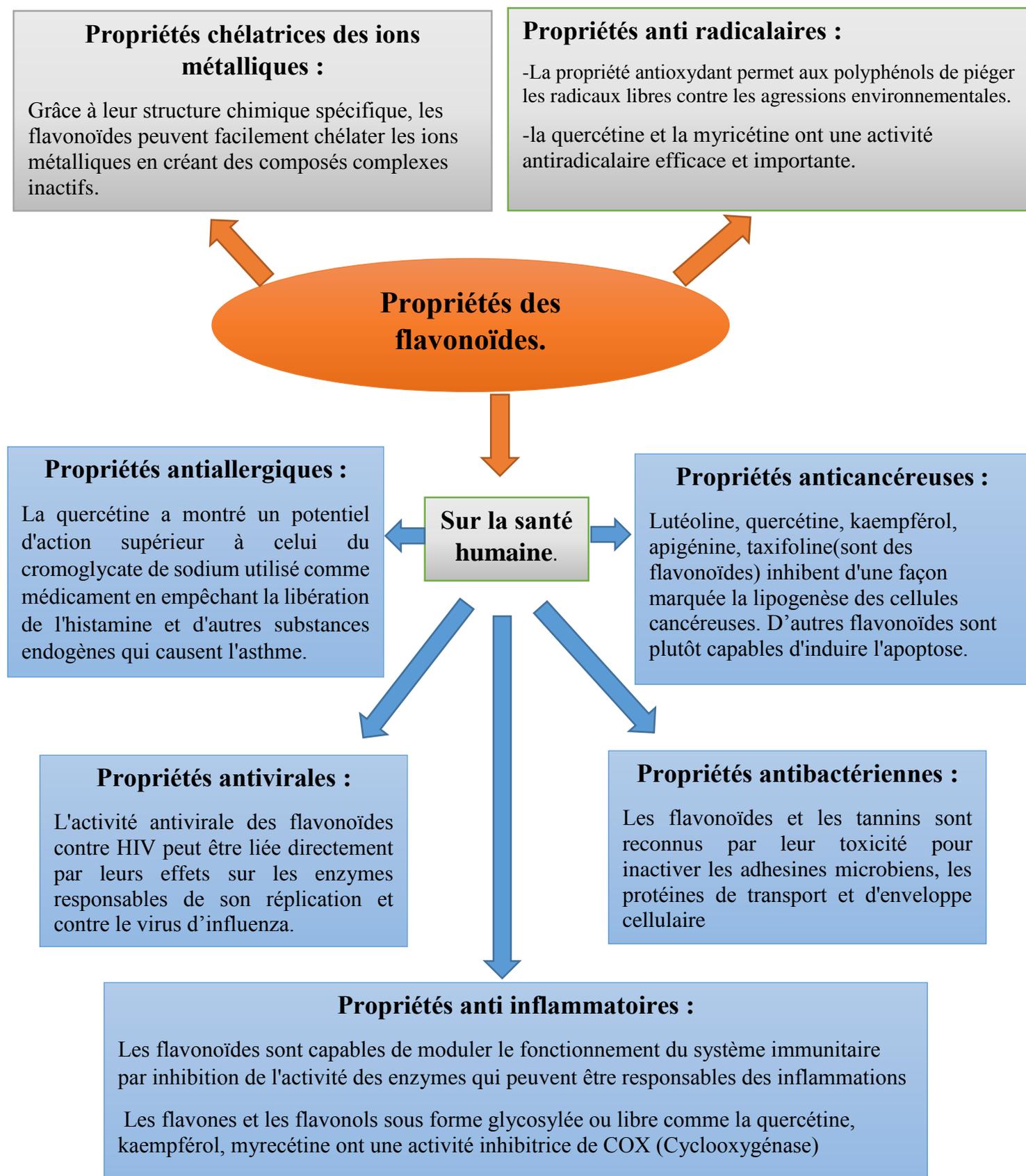
Les flavonoïdes sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs : racines, tiges, feuilles, fruits, graines, bois, pollens (Verhoeven et al., 2002). Ils peuvent aussi être rencontrés dans certains boissons et chez certains fourrages (ex : trèfle) (Urquiaga et Leighton, 2000).

Certaines classes de flavonoïdes sont présentes exclusivement chez certains végétaux, on trouvera par exemple, les flavanones dans les agrumes, les isoflavones dans le soja, les anthocyanes et les flavonols ont eu une large distribution dans les fruits et les légumes tandis que les chalcones se retrouvent plus fréquemment dans les pétales des fleurs, sont considérés comme des pigments naturels au même titre que les chlorophylles et les caroténoïdes (Lahouel, 2005 ; Piquemal, 2008).

## 2.6. Propriétés des flavonoïdes

Les propriétés des flavonoïdes sont schématisées sur la figure 9.

- Propriétés anti radicalaires
- Propriétés anticancéreuses
- Propriétés antiallergiques
- Propriétés antibactériennes
- Propriétés anti inflammatoires

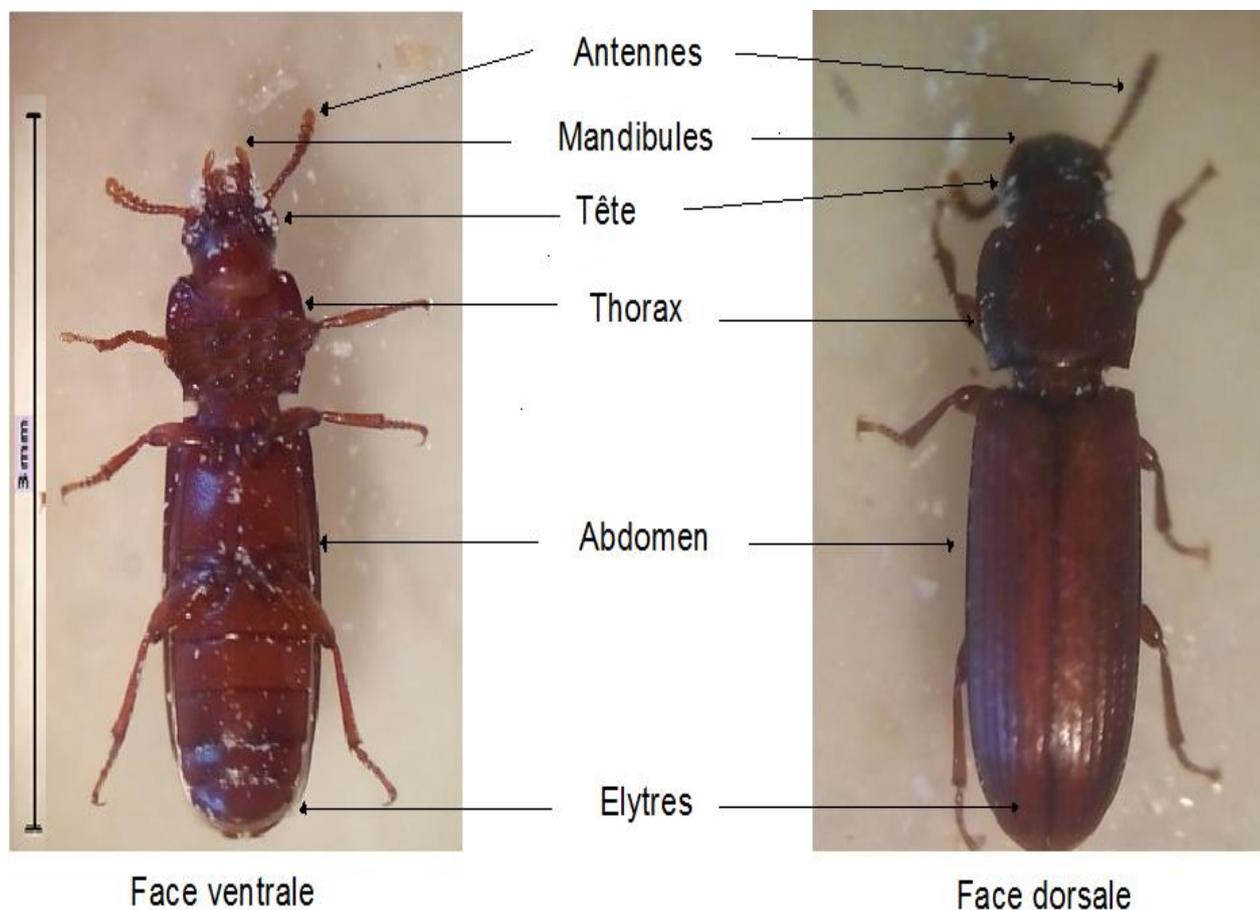


**Figure 9 :** schémas des propriétés des flavonoïdes (Zeghad, 2009).

### 3. Activités biologiques de la poudre des fruits de *Zizyphus lotus*

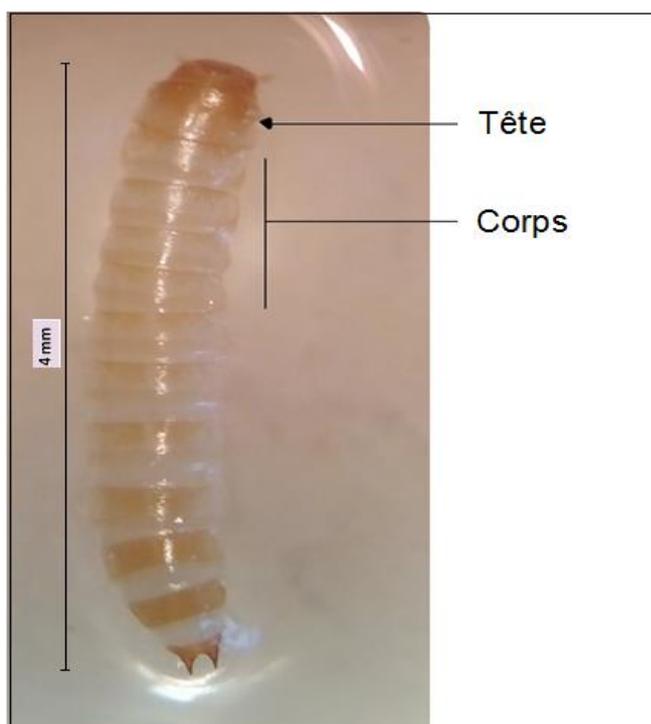
#### 3.1. Présentation de *Tribolium castaneum*

Il s'agit d'un ravageur polyphage, L'adulte mesure de 3 à 4mm de longueur, et son corps allongé est de couleur brun rougeâtre (Multon, 1982). Figure 10.



**Figure 10** : Adulte de *T. castaneum* observés à la loupe binoculaire G : 2x10 (laboratoire de CIV, UMMTO, 2016).

La jeune larve est très allongée, de forme cylindrique et presque glabre ; d'abord de couleur blanche, devient progressivement jaune à l'exception des pièces buccales et de la tête plus foncées (Multon, 1982).Figure 11.



**Figure11** : Larve de *T.castaneum* observé à la loupe binoculaire G : 2x10  
(Laboratoire de CIV, UMMTO, 2016).

### 3.2. Systématique de *Tribolium castaneum*

**Règne** : Animalia

**Embranchement** : Arthropoda

**Classe** : Insecta

**Ordre** : Coleoptera

**Super-famille** : Tenebrionoidea

**Famille** : Tenebrionidae

**Genre** : *Tribolium*

**Espèce** : *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797)

### 3.3. Dégâts causés par *T. castaneum*

Il n'est pas facile d'établir qu'il est à l'origine des dommages décelés.

Dérangé, il émet une sécrétion malodorante qui rend les produits de meunerie infestés impropres à la consommation.

À forte densité, il peut conférer une coloration rosée aux denrées qu'il infeste.

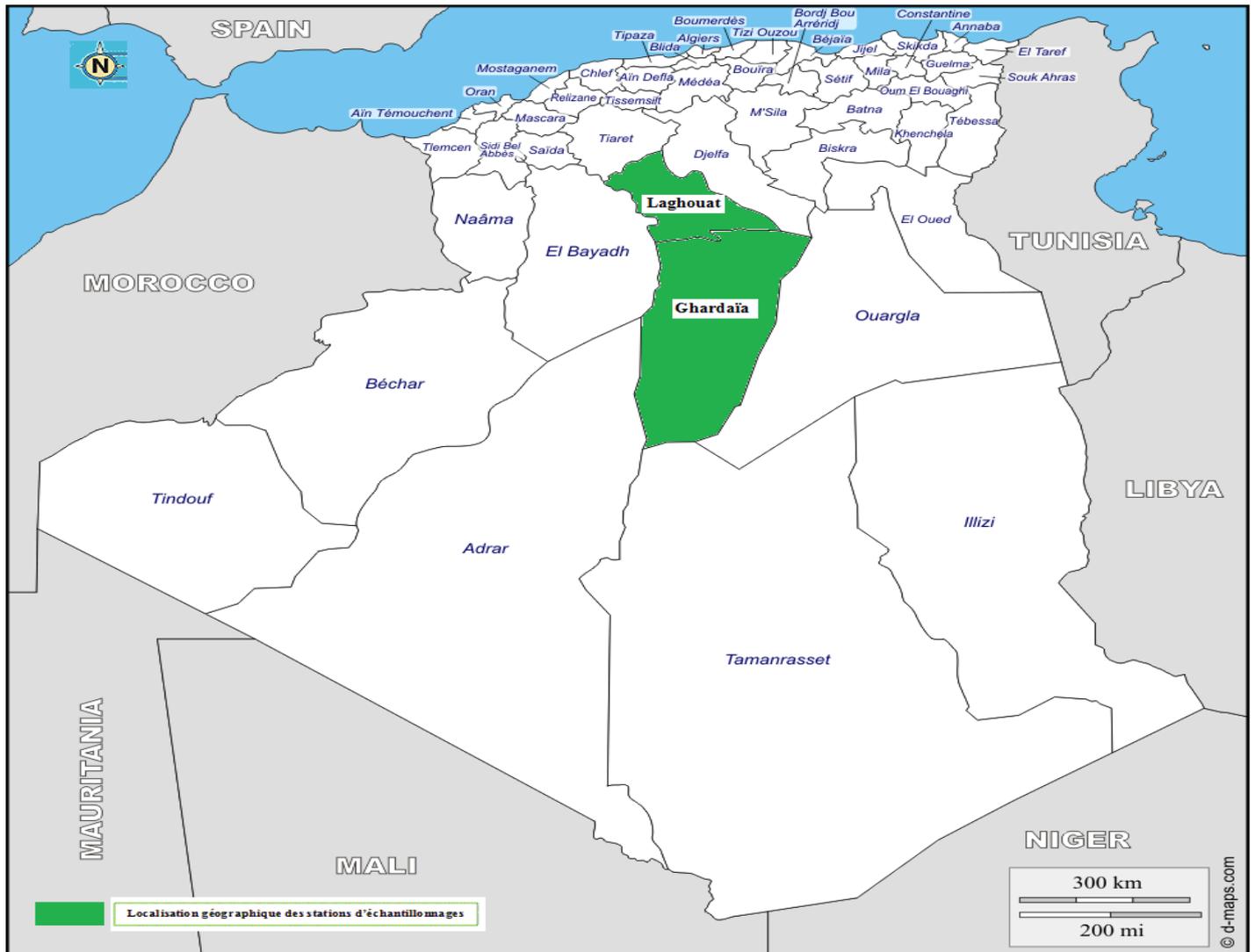
On le rencontre généralement dans le grain échauffé.

Elle donne une odeur de moisissure vraiment très désagréable aux aliments infestés.

## 1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé constitué de fruits et de feuilles prélevés à partir de deux populations de *Zizyphus lotus* à Laghouat (daya Tilghemt) sous un bioclimat Aride et à Ghardaïa (Oued Nlsa) sous un bioclimat Saharien. L'échantillonnage a été fait durant la période s'étalant du mois de Septembre ou mois d'Octobre 2015 sur 21 individus pour chaque population.

La localisation des stations d'échantillonnage présentée dans la figure 10.



**Figure 12** : Localisation géographique des stations d'échantillonnage.

## 2. Méthodes

### 2.1. Etude morphométrique des feuilles et fruits de *Zizyphus lotus*

L'étude morphométrique des feuilles et des fruits de *Zizyphus lotus* a été effectuée à l'aide de papier millimétré (Tab 6. et Fig12.).

**Tableau 6** : Caractères morphologiques étudiés

Symboles	Caractères
A	longueur de la feuille
B	largeur de la feuille
C	Diamètre du fruit



**Figure 13** : Mesure des largeurs et longueurs des feuilles et le diamètre des fruits de *Zizyphus lotus*.

➤ **Test statistique**

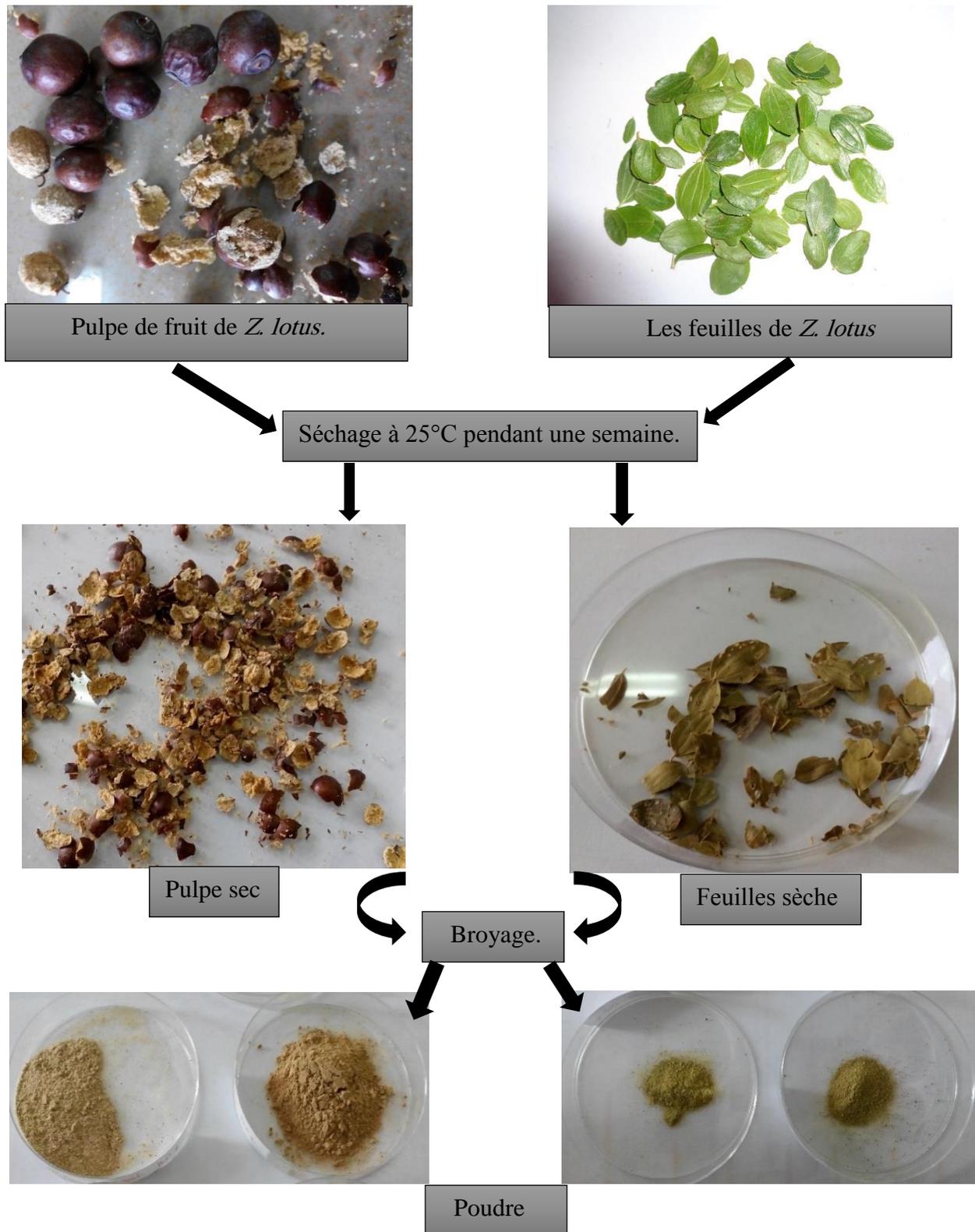
Les résultats obtenus ont été soumis à un test d'égalité des espérances (test t à  $P= 0.05$ ).

**2.2. Préparation des poudres de feuilles et fruits de *Zizyphus lotus***

La pulpe des fruits a été ôtée et les noyaux lavés. La pulpe a ensuite été broyée finement. La poudre obtenue servira pour l'extraction des différentes classes de polyphénols.

Les feuilles ont été mises à l'étuve à 25 C° pendant une semaine. Elles sont broyées pour obtenir une poudre qui servira pour la préparation des différents extraits.

Les différentes étapes sont résumées sur la figure 13.



**Figure 14 :** Préparation de la poudre des feuilles et fruits de *Zizyphus lotus* (Laboratoire de CIV, 2016).

## **2.3. Essais de germination**

Les noyaux sont lavés à l'eau tiède (30C°) pour la levée de la dormance.

Les graines extraites des noyaux ont été réparties en 03 lots pour chaque population :

(Population 1 : 10 grains) et (Population 2 : 11 graines)

Chaque lot a été soumis à un prétraitement spécifique :

- T : Graines témoins.
- E1 : Graines scarifiées.
- E2 : Graines traitées au froid (24h).

### **2.3.1. Mise à germination**

Les différents lots de graines sont imbibés avec de l'eau pendant 2h. Elles sont ensuite réparties dans des boîtes de Pétri, sur un papier buvard arrosé avec 10 ml d'eau stérile puis mises à l'étuve à 25 C°.

Selon Mazliak(1982), la germination est un processus dont les limites sont le début de l'hydratation de la semence et le tout début de la croissance de la radicule.

La mise en culture et le suivi de germination sont résumés par le schéma de la figure 13.



-Répartition des graines en 03 lots pour chaque population.  
-soumission des graines a 03 Prétraitements.

**Lot 01 : Témoin (T).**

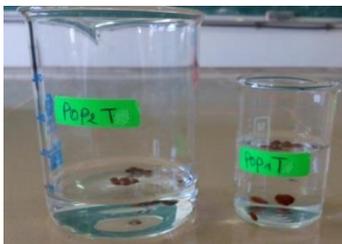
Imbibition pendant 2h

**Lot 02 : scarification (E<sub>1</sub>).**

(Avec du papier de verre), et  
Imbibition pendant 2h.

**Lot 03 : traitement au froid**

(24h à 4° C), et  
Imbibition pendant 2h



Mise à germination



**Figure15:** Procédé de la mise à germination des graines de *Z. lotus*.

### 2.3.2. Suivi de germination

Une fois germées les graines soumises aux différents traitements sont dénombrés toutes les 24 heures.

Le taux de germination, ainsi que l'indice et la vitesse de germination de chaque lot pour chaque population sont déterminés selon les formules suivantes :

$$\text{Taux de germination (\%)} = \frac{\text{nombre de graines germées}}{\text{nombre total de graines}} \times 100$$

$$\text{Vitesse de germination} = \frac{(N1 \times T1) + \dots + (Nn \times Tn)}{N1 + \dots + Nn}$$

$$\text{Indice de germination} = N1 \times 1 + \frac{(N2-N1)}{2} + \frac{(N3-N2)}{3} + \dots + \frac{(Nn-N_{n-1})}{n}$$

**N1** : est le nombre de grains germé au temps **T1**.

**N2** : est le nombre de grain germé au temps **T1** et **T2**.

**N1, N2, N3,....., N<sub>n-1</sub>** et **N<sub>n</sub>** sont les pourcentages de germination obtenue en fonction des jours.

Le suivie de germination termine lorsque le taux de germination reste constant.

### 2.4. Extraction par hydrolyse acide

La poudre des fruits et feuilles de *Zizyphus lotus* (Population1 : Laghouat (daya Tilghemt) et Population 2 : Ghardaïa (Oued Nlsa)) ont été utilisées pour l'extraction des Anthocyanes, les C-glycosides et les aglycones flavonique, et ce par la méthode d'hydrolyse acide.

#### 2.4.1. Technique d'extraction

La technique utilisée a été mise au point par Bate-Smith (1954), reprise par Lebreton (1967) puis par Jay et al. En (1975) et enfin améliorée par Laracine (1984). Elle consiste en l'extraction et la séparation des flavonoïdes par hydrolyse acide et à chaud de la poudre végétale (la liaison C-O-C des O-glycosyl-flavonoïdes est très fragile et se rompt à l'hydrolyse acide en libérant les aglycones ; par contre la liaison C-C des C-glycosyl-flavonoïdes est très résistante à ce type d'hydrolyse) et permet d'obtenir deux types de composés :

- Une fraction d'**aglycones** et d'acides phénols par l'extraction préliminaire à l'éther diéthylique.
- Une fraction de **C-glycosides** et d'**anthocyanes** récupérée par l'extraction au n-butanol.

### 2.4.2. Protocole expérimentale

Un échantillon de 0.5 g de la poudre végétale a hydrolysés par 40 mL d'HCl (2N) au bain marie bouillant pendant 40min avec insufflation d'air toutes les 10min, l'oxygène permet l'oxydation des proanthocyanidines en anthocyanidines correspondantes.

A chaque extraction deux phases apparaissent après l'ajout de 30 ml d'éther di-éthylique, l'une supérieure dite épiphase et l'autre inférieure dite hypophase :

- **Epiphase éthérée**

De couleur jaune verdâtre, elle contient les aglycones (flavones et flavonols) et les acides phénols. Elle est récupérée après chacune des extractions dans un bécher et évaporée à l'aire libre. Le résidu sec est repris dans 10mL d'éthanol, puis conservé au frais avant d'être soumis à une analyse quantitative par spectrophotomètre.

- **Hypophase acide**

De couleur rougeâtre, elle contient les anthocyanes, les C-glycosides et les oses simples. Elle est récupérée et additionnée à 35 mL de n-butanol, remise dans une ampoule à décanter. Le n-butanol forme dans l'hypophase une épiphase rougeâtre butanolique qui va être récupérée dans une boite de Pétri et évaporée a l'aire libre.

Le résidu sec est repris dans 10ml d'éthanol, conservé par la suite au frais avant d'être soumis à une analyse quantitative par spectrophotomètre.

Les étapes de l'hydrolyse acide sont résumées sur la figure 14.

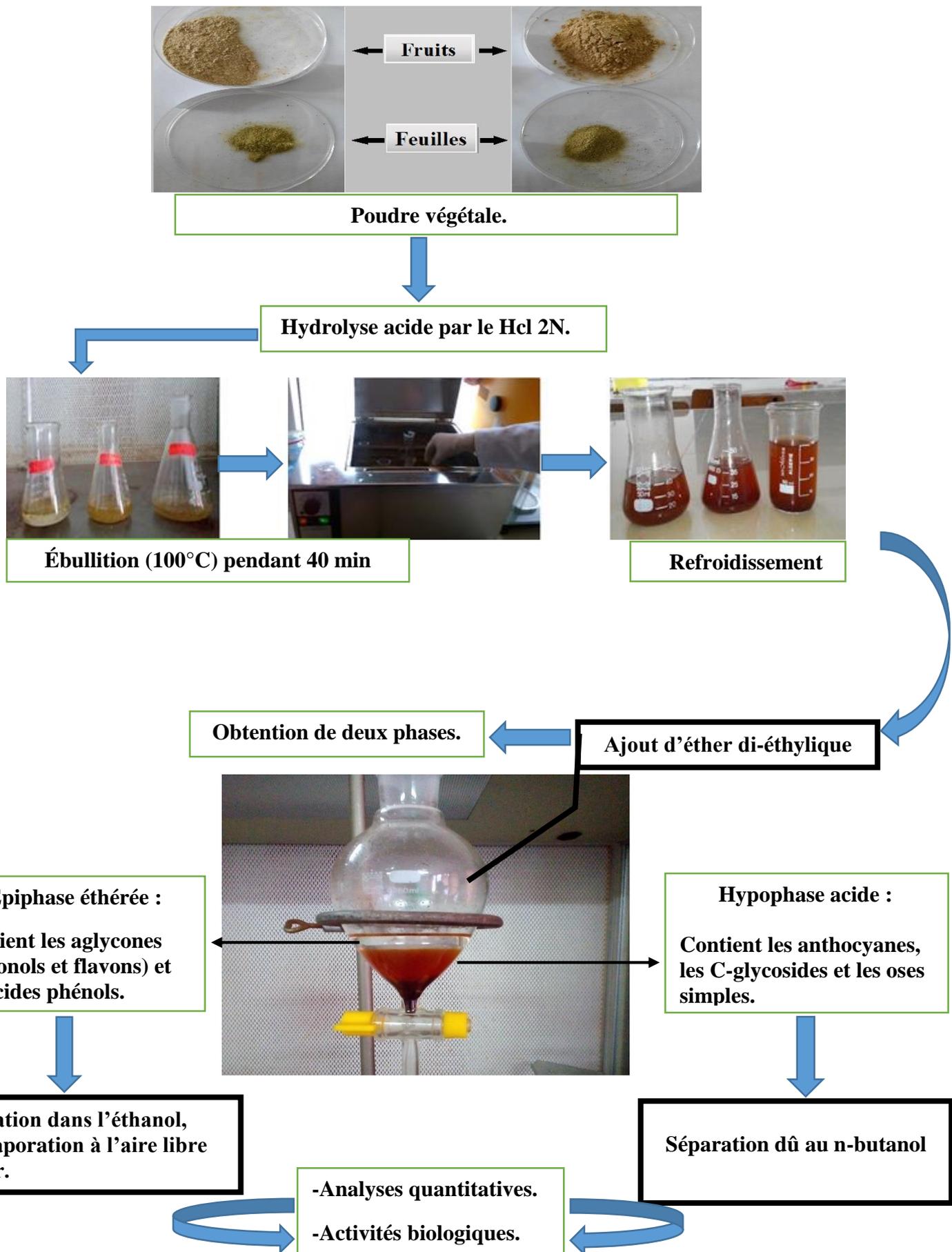


Figure 16 : Schémas récapitulatif des étapes d'hydrolyse acide selon (Lebreton, 1967).

## 2.5. Analyses quantitative

Nous avons utilisé la méthode de spectrophotométrie basée sur la propriété de certains composés qui absorbent d'avantage la lumière à des longueurs d'ondes spécifiques (Plummer, 1989) ; elle permet de réaliser des dosages grâce à loi de Beer Lambert dont le principe est le suivant :

Lorsqu'une lumière d'intensité  $I_0$  passe à travers une solution, une partie de celle-ci est absorbée par le (s) soluté (s). L'intensité  $I$  de la lumière transmise est donc inférieure à  $I_0$ . On définit l'absorbance de la solution comme :

$$A = \log_{10} \left( \frac{I_0}{I} \right)$$

### a. Dosage des proanthocyanes

La lecture des densités optiques des extraits s'établit par spectrophotométrie à 520nm juste après extraction car elle se dégrade rapidement à la lumière. La teneur absolue en anthocyanes est calculée par la formule suivante dont le coefficient correctif, est égale à 6 (Lebreton et al., 1967).

$$T \text{ (mg/g)} = 5,2 \cdot 10^{-2} \cdot \text{DO} \cdot V \cdot d / p$$

DO : densité optique

V : volume de la phase méthanoïque

d : facteur de dilution

p : poids sec du matériel végétal hydrolysé

### b. Dosage des C-glycosylflavones

La lecture des densités optiques des extraits s'établit également par spectrophotométrie à 340nm et la teneur absolue est calculée par la formule suivante :

$$T \text{ (mg/g)} = 2,37 \cdot 10^{-2} \cdot \text{DO} \cdot V \cdot d / p$$

DO : densité optique

V : volume de la phase méthanoïque

d : facteur de dilution

p : poids sec du matériel végétal hydrolysé

### c. Dosage des aglycones flavonique

Les flavonoïdes ayant un hydroxyle (-OH) libre en position 3 et 5 réagissent avec les métaux. Le chlorure d'aluminium ( $\text{AlCl}_3$ ) forme un complexe avec les flavones et/ou les flavonols. Pour déterminer la teneur en aglycones, on utilise la méthode du dosage différentiel, qui est basé sur deux dilutions :

- la 1<sup>ère</sup> dilution se fait dans de l'éthanol (extrait étheré + éthanol 95°)
- la 2<sup>ème</sup> dilution se fait dans la solution d' $\text{AlCl}_3$  (extrait étheré +  $\text{AlCl}_3$  dans l'éthanol 95°).

La solution d' $\text{AlCl}_3$  est préparée par le mélange de 1g de chlorure d'aluminium dans 100mL d'éthanol 95°.

A partir du résidu sec étheré repris dans de l'éthanol à 95° et d'autre part avec du chlorure d'aluminium à 1%, après réaction pendant 15min, la lecture des aglycones se fera entre 400 et 435nm au spectrophotomètre.

Concernant le dosage des Aglycones flavonique (420nm) et des flavonols (435nm), la formule utilisée est la suivante :

$$T \text{ (mg/g)} = 1.3 \cdot 10^{-2} \cdot DO \cdot V \cdot d/p$$

- $\epsilon$  : coefficient d'absorption de la Quercétine égale à 302g
- V : volume de la solution éthanolique
- d : facteur de dilution
- p : poids sec du matériel végétal hydrolysé en g

Les étapes des dosages quantitatives sont résumées dans la figure 15.

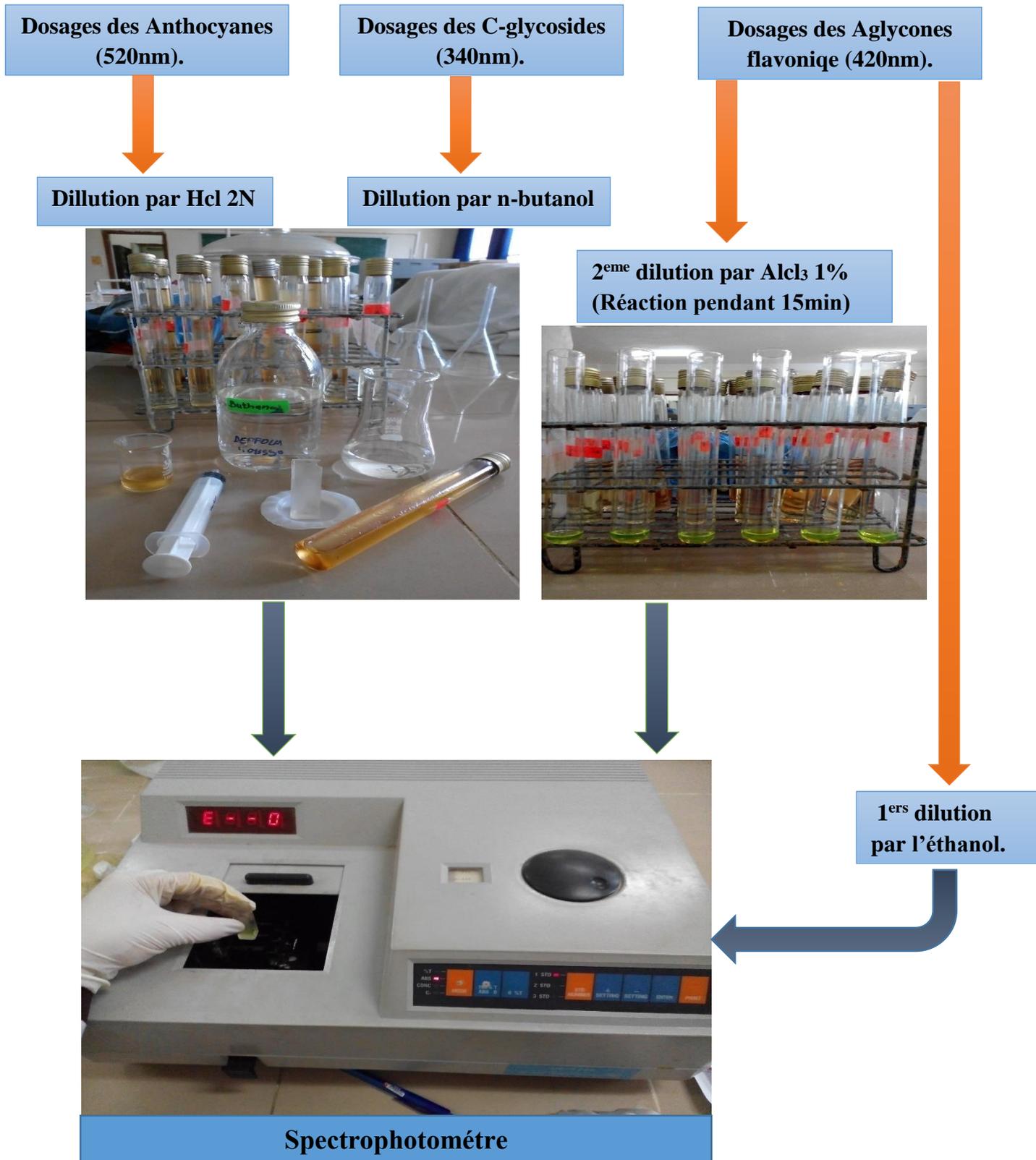


Figure 17 : Etapes des dosages quantitatives.

### 3. Evaluation de l'activité insecticide :

Le but de cette partie est d'évaluer dans des conditions de laboratoire, l'activité insecticide de la poudre des fruits de *Zizyphus lotus* sur un ravageur des denrées stockées, *Tribolium castaneum* Herbst.

Dans des bocaux préalablement remplis de blé concassé, nous avons introduit les adultes de *T. castaneum*. Les bocaux sont incubés à l'étuve à une température de 27°C. Les insectes adultes âgés de 7 à 14 jours ont été prélevés aléatoirement puis utilisés dans le bio-test.

➤ **Le test par contact :**

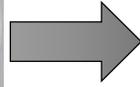
Dans des boîtes de Pétri, nous avons mélangé 25g de blé concassé avec différentes doses de poudre de fruits de *Zizyphus lotus* provenant de la région de Laghouat (daya Tilghemt) (pop1) et de Ghardaïa (Oued Nlsa) (pop2).

Deux répétitions ont été réalisées pour chaque dose (0.2-0.4-0.6-1-1.2g) et deux boîtes témoins ont été préparées avec seulement du blé concassé et *T. castaneum*, sans addition de poudre de fruits de *Z. lotus*. Dans chacune des boîtes de Pétri, nous avons introduit 20 individus adultes de *T. castaneum*.

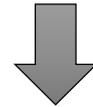
Un comptage des individus morts est effectué chaque jour après 24h, et les insectes morts sont éliminés de la boîte de Pétri. Ces étapes sont illustrées dans le schéma suivant (fig.19).



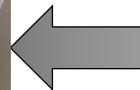
**Poudre des pulpes de *Z. lotus*.**



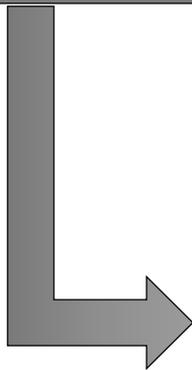
**Blé tendre concassé + poudre.**



**Blé + poudre + 20 adultes de *T. castaneum*.**



**Boîtes de Pétri scellées.**



**Incubation à une température de 27°.**

**Figure18 : Test par contact.**

➤ **Test statistique :**

Les résultats obtenus sont soumis à une analyse de la variance à deux critères de classification à  $P=5\%$  à l'aide du logiciel stat. Box, version 6.8 pour déterminer l'action de la poudre de *Z. lotus* sur les adultes de *T. castaneum*.

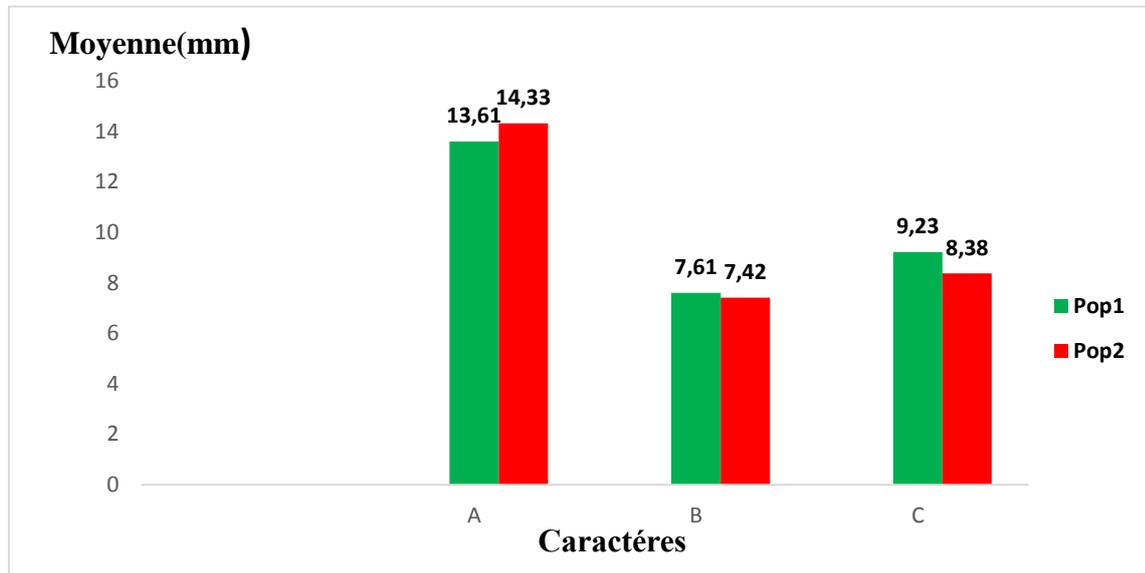
Si la probabilité (P) est :

- ❖  $P > 0.05$ , il n'y a pas de différence significative
- ❖  $0.01 < P \leq 0.05$ , il y a une différence significative
- ❖  $0.001 \leq P \leq 0.01$ , il y a une différence très significative.
- ❖  $P \leq 0.001$ , il y a une différence hautement significative.

Lorsque cette analyse montre des différences significatives, elle est complétée par un test de Newman et Keuls afin de déterminer les groupes homogènes.

## 1/ variabilité morphométrique des populations naturelles de *Zizyphus lotus* :

Les différences entre les moyennes des caractères morphométriques étudiés, sont données dans le tableau 3 annexe 2 et sont représentés par le graphe de la figure 19.



**Figure 19** : Moyenne de la longueur et largeur des feuilles et le diamètre du fruit de *Z.lotus* des deux populations étudiées.

La comparaison des deux populations de *Zizyphus lotus* sur la base des caractères :

➤ **A (longueur des feuilles):**

Seuil de signification	P (T≤ t) bilatéral
0,05	0,07

➤ **B (largeur des feuilles) :**

Seuile de signification	P (T≤ t) bilatéral
0,05	0,37

Le test t a montré des différences non significatives ( $P > 0.05$ ).

➤ **C (le diamètre du fruit) :**

Seuille de signification	P (T≤ t) bilatéral
0,05	0,04

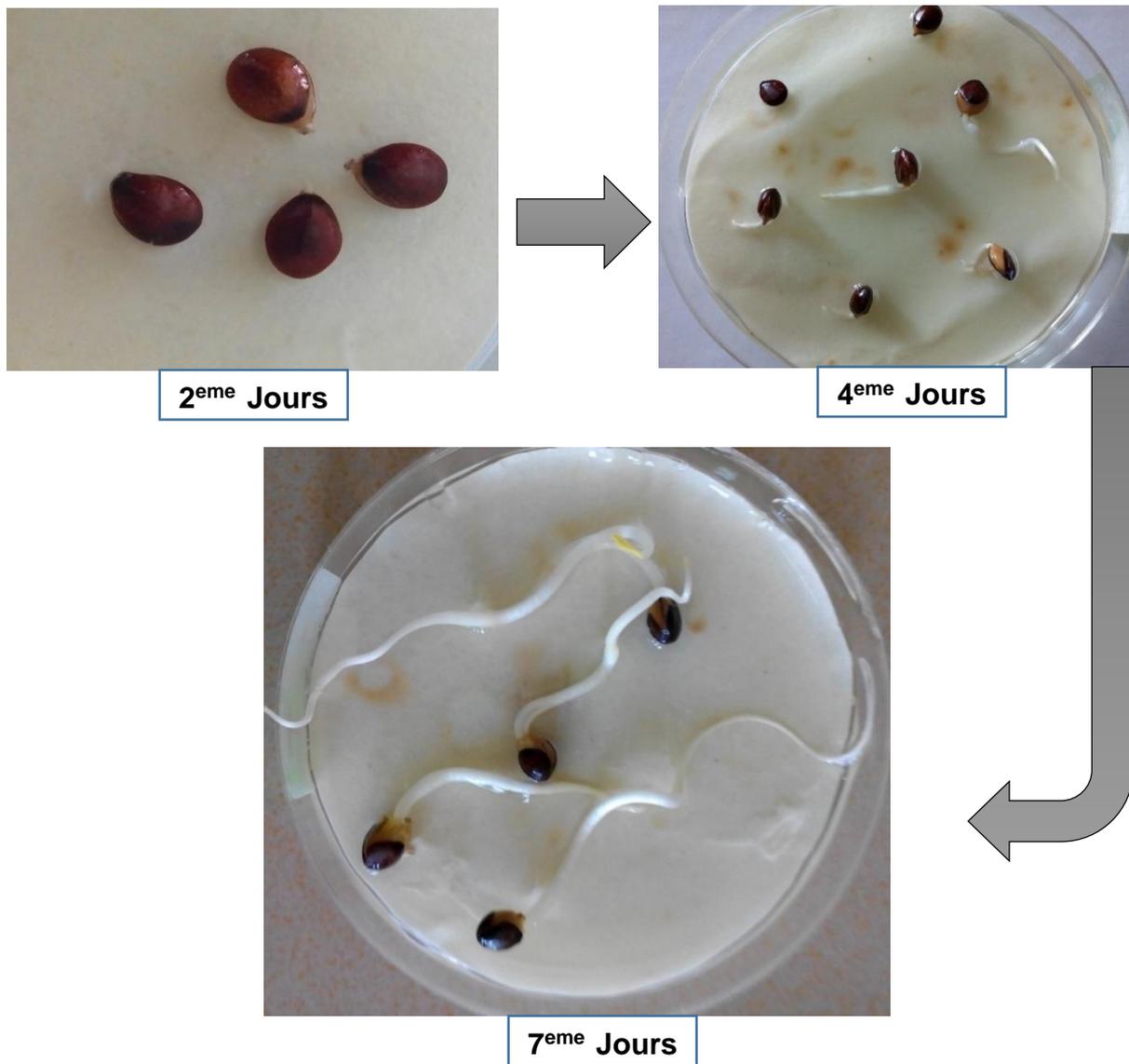
Le test t a montré des différences significatives ( $P < 0.05$ ).

L'étude morphométrique des longueurs et largeurs des feuilles des deux populations n'a montré aucune différence significative (Pop1=13,61/7,6 mm ; Pop2=14,33/7,42mm), alors que le diamètre des fruits montre une différence significative (Pop1=9,39mm ; Pop2=8,38mm). Nos résultats confirment celui de Azibi (2015) qui a trouvé un résultat

analogue au notre dans le cas de la longueur et largeur des feuilles qui n'ont montré aucune différence significative (Pop1= 12,10/ 22,14 mm ; Pop2= 8,95/ 18,19mm), contrairement au diamètre des fruits qui a montré une différence significative (Pop1= 13,81mm ; Pop2= 5,79mm).

## 2/ Essai de germination :

Les différentes étapes de germination sont résumées dans la figure 20.



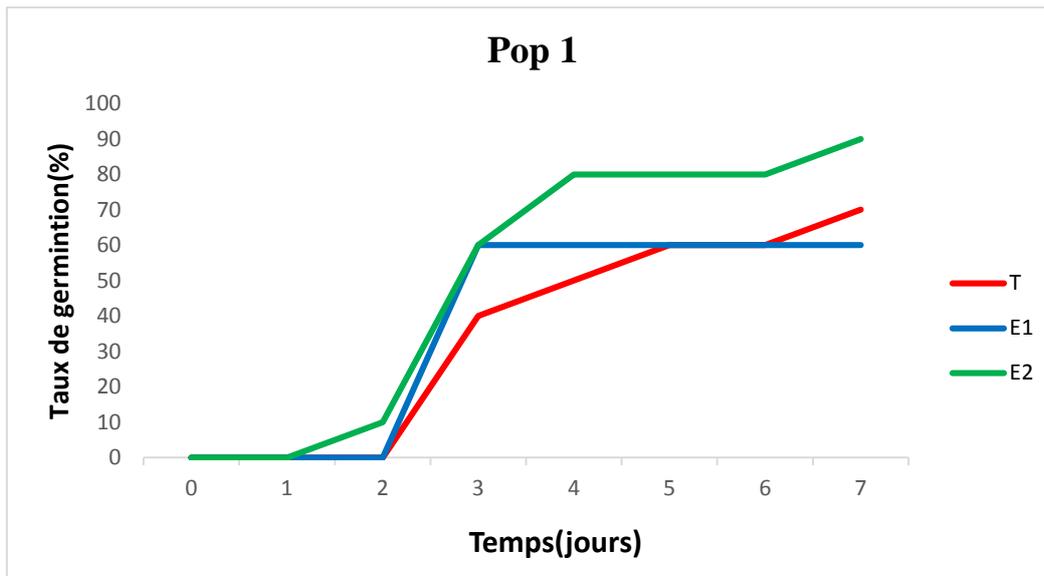
**Figures 20** : Etapes de la mise à germination des graines de *Zizyphus lotus* (Laboratoire de CIV, 2016).

Les taux (T%), la vitesse (v) ainsi que l'indice (i) de germination calculés pour les différents lots de graines des deux populations étudiées sont groupés respectivement dans les tableaux 7, tableau 8 et illustrés par les figure 21 et 22.

**Tableaux 7** : Résultats des mesures des facteurs (Taux de germination(T), vitesse de germination(V) et Indice de germination(I)) de la population 1 (Laghouat « Daya de Tilghem »).

Temps(j) Essais	0	1	2	3	4	5	6	7
<b>T</b>	0	0	0	4	5	6	6	7
Taux de germination %	0	0	0	40	50	60	60	70
Vitesse de germination	<b>5.25</b>							
Indice de germination	<b>4.98</b>							
<b>E1</b>	0	0	0	6	6	6	6	6
Taux de germination %	0	0	0	60	60	60	60	60
Vitesse de germination	<b>5</b>							
Indice de germination	<b>5.75</b>							
<b>E2</b>	0	0	1	6	8	8	8	9
Taux de germination %	0	0	10	60	80	80	80	90
Vitesse de germination	<b>5.08</b>							
Indice de germination	<b>7.41</b>							

**T** : Graines témoin.      **E1** : Graines scarifiées.      **E2** : Graines traités au froid (24h).



**Figure 21 :** Taux de germination des graines de *Zizyphus lotus* (Pop1).

Le processus de germination des graines se déroule différemment selon la provenance et selon le traitement appliqué.

Les graines du lot E2 germent de manière asynchrone toute la durée du test de germination (très étalée). Le pourcentage de germination augmente lentement jusqu'à la fin du test, mais reste important (90% de germination).

Les graines de lot E1 germent simultanément est dans un laps de temps court. Le taux de germination finale de (60%) est rapidement atteint et varie très peu à la fin du test (plateau). Dans le cas de lot témoin T, les graines germent d'abord rapidement et de façon synchronisée mais quelques semences germent tardivement (plateau). Un pourcentage de germination final de 70% est atteint peu de temps avant la fin du test.

Dans chacun des lots traités certaines graines ne germent pas (graines peu vigoureuses, non viables ou vides).

La progression de la germination montre que les graines du lot témoin est plus lente que celle du lot E1 (moyennement lente) alors que celle des graines du lot E2 est plus importante.

Les pourcentages de germination obtenus sont proches pour les trois lots de graines considérés. Nous avons ainsi obtenus des taux respectifs de 90%, 70%, et 60% pour les lots traité au froid, témoin, et scarifiées.

**La vitesse de germination :**

Diverses grandeurs faciles à déterminer peuvent être choisies pour exprimer la vitesse de germination : le temps de latence, le temps nécessaire pour obtenir 50% de la capacité de germination ou de pourcentage de semences germées après un certain temps (Mazliak, 1982). Les résultats montrent des valeurs approximativement égales dans les 03 lots Témoin ( $T = 5.25$  graine/jours), scarifiées ( $E1 = 5$  graine/jours) et le traitement au froid ( $E2 = 5.08$  graine/jours).

**L'indice de germination** dans le lot de graines traitées au froid montre une valeur élevée (7.41%) par rapport au lot témoin (4.98%) au lot de graines scarifiées (5.75%).

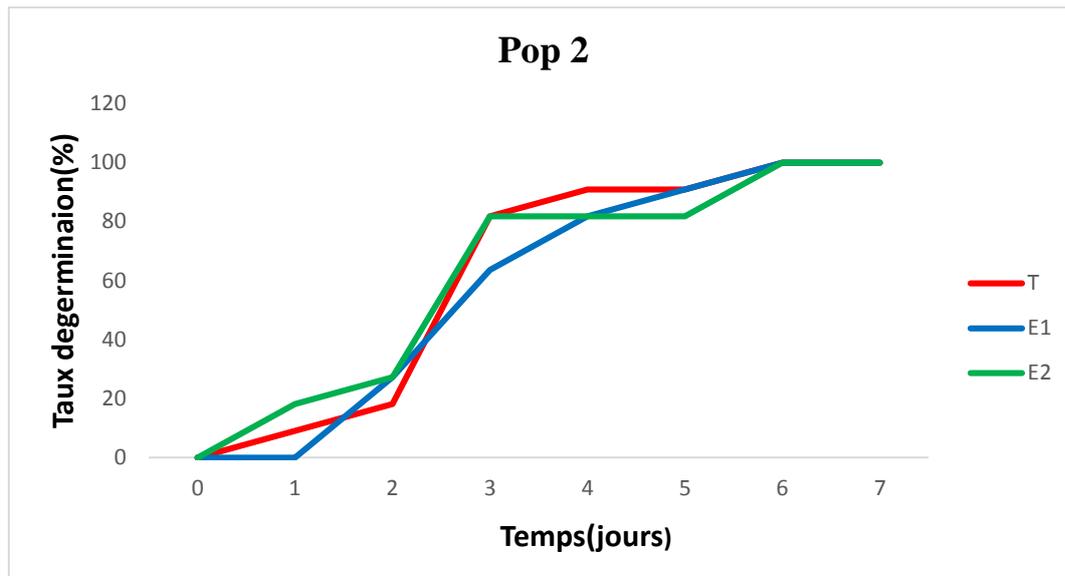
Le pourcentage final de germination, la vitesse de germination et l'indice de germination sont différents.

Ceci permet de conclure que l'inhibition de la germination est majoritairement embryonnaire et non tégumentaire.

**Tableaux 8** : Résultats des mesures des facteurs (Taux de germination(T), vitesse de germination(V) et Indice de germination (I)) de la population 2(Ghardaïa « Oued Nlsa »).

Temps(j) Essais	0	1	2	3	4	5	6	7
<b>T</b>	0	1	2	9	10	10	11	11
Taux de germination %	0	9.09	18.18	81.81	90.90	90.90	100	100
Vitesse de germination	<b>4.91</b>							
Indice de germination	<b>10.67</b>							
<b>E1</b>	0	0	3	7	9	10	11	11
Taux de germination %	0	0	27.27	63.63	81.81	90.90	100	100
Vitesse de germination	<b>5.02</b>							
Indice de germination	<b>9.67</b>							
<b>E2</b>	0	2	3	9	9	9	11	11
Taux de germination %	0	18.18	27.27	81.81	81.81	81.81	100	100
Vitesse de germination	<b>4.78</b>							
Indice de germination	<b>11.29</b>							

**T** : Graines témoin.      **E1** : Graines scarifiées.      **E2** : Graines traités au froid (24h).



**Figure 22** : Taux de germination des graines de *Zizyphus lotus* (Pop2).

Quelque heures après la mise à germination, les graines des lots témoin et E2 commencent à germer lentement. Le taux de germination des trois lots augmente, d'une façon synchronisée jusqu'à la fin du test avec 100% de germination, ce qui indique que cette population a un grand pouvoir germinatif.

Toutes les semences du lot témoin, des lots E1 et E2 germent de manière moyennement lente pendant toute la durée du test, mais leur germination est très étalée dans le temps. Le pourcentage final de germination atteint 100%.

Divers traitements sont capables d'améliorer la germination de semences qui présentent une dormance embryonnaire ou une inhibition tégumentaire. La nature du traitement dépend du type d'inaptitude à la germination.

Les conditions dans lesquelles les semences doivent être placées pour acquérir la possibilité de germer plus facilement sont en générale très différentes de celles qui permettent la réalisation de la germination. Autrement dit, ces traitements ne font pas germer les semences ; ils les rendent seulement capables de germer ultérieurement, quand toutes les conditions requises seront réunies. Ils sont souvent appelés prétraitements, car ils doivent être appliqués avant de placer les semences en germination.

**Les vitesses de germination** montrent des valeurs proches pour l'ensemble des populations considérées avec 4,91g/jours dans le cas du lot témoin, 5.02 graine/jours pour E1 et 4.78 graine/jours pour E2.

**L'indice de germination** est plus élevé dans le lot traité au froid ( $E2 = 11.29\%$ ) par rapport au témoin ( $10.67\%$ ) et aux graines scarifiées ( $9.67\%$ ).

La vitesse et l'indice de germination sont différents d'une population à une autre et dans les lots témoins.

Les résultats obtenus dans les différents lots des deux populations de *Zizyphus lotus* de Laghouat « La Daya Tilghemt » et Ghardaïa « Oued Nlsa » nous permettent de déduire que les traitements au froid améliorent la germination par la levée de la dormance des graines, d'autre part, la population de Ghardaïa se caractérise par une forte performance germinative par rapport à la population de Laghouat.

Il est reconnu que la germination des semences diminue avec le temps d'entreposage, même dans des conditions environnementales idéales et constantes. Lorsque les conditions sont défavorables, la réduction de viabilité et la fréquence de mortalité en fonction du temps se trouvent augmentées. Le froid est le facteur essentiel de la levée de la dormance embryonnaire. C'est d'ailleurs lui qui intervient surtout, dans les conditions naturelles, pour permettre la germination de nombreuses semences au printemps. Mazliak (1982) a affirmé qu'on ne connaissait aucun autre traitement réellement efficace. Mais on sait maintenant que d'autres facteurs peuvent agir de la même façon comme la Température élevée, anoxie ou les gibbérellines.

Les traitements qui permettent de lever les obstacles à la germination ont pour conséquence de rendre la germination plus rapide et plus homogène.

Les facteurs qui nuisent à la bonne conservation des graines sont une température et une humidité élevées, ainsi qu'une teneur en eau des semences qui est trop importante. De plus les fluctuations des conditions de stockage sont aussi néfastes à une préservation adéquate des semences. La rapidité avec laquelle la germination diminue lors de l'entreposage dépend aussi des caractéristiques de chaque lot. Dans les mêmes conditions, la réduction de viabilité sera plus rapide pour certaines provenances que pour d'autres. Ainsi Azibi (2015) a trouvé que les graines de *Zizyphus lotus* d'une population du sud répondent mieux à la germination que celle provenant du nord.

Nos résultats ne concordent pas avec ceux de ce même auteur. En effet la germination des graines de *Z. Lotus* a été améliorée par un prétraitement par scarification alors que c'est le prétraitement au froid qui donne les meilleurs résultats dans notre cas.

Les différences de germination entre les lots peuvent être attribuées aux différences génétiques et physiologiques existant entre les provenances et les traitements pré-

germinatoires qui ont comme objectif de favoriser la germination des semences vivantes (viables ou peu vigoureuses) aux conditions auxquelles ils ont été soumis.

### 3/ Dosage quantitative des polyphénols de *Zizyphus lotus* :

Les résultats des dosages des teneurs absolues des substances phénoliques (anthocyanes, c-glycosides, et les aglycones flavonique) extraites des feuilles et des fruits des 21 individus de chacune des deux populations étudiées (Laghouat et Ghardaïa).

#### 3-1/ Etude comparative des teneurs absolues en flavonoïdes entre les 2 populations :

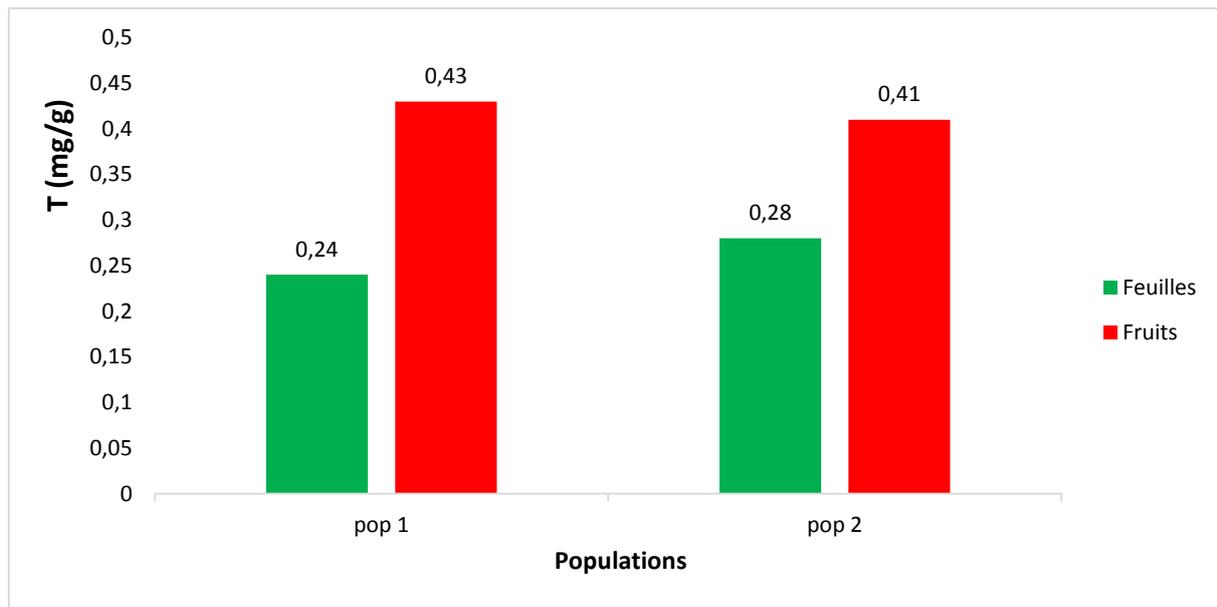
Les résultats de l'analyse de la variance par le test t des trois classes de flavonoïdes (Anthocyanes, C-glycosides, Aglycones), groupes dans le tableau 9.

**Tableaux 9:** Résultats de l'analyse de la variance par le test t.

	Valeur	Feuilles	Fruits
Anthocyanes	P	0,05	0,05
	Fobs	0,13	0,63
C-glycosides	P	0,05	0,05
	Fobs	0,06	0,001
Aglycones	P	0,05	0,05
	Fobs	0,21	0,22

#### 3-1-1/Les anthocyanes

Les moyennes des teneurs absolues en anthocyanes des feuilles et des fruits des deux populations sont calculées et groupés respectivement dans les tableaux 5 et 6(annexe 5) et illustrés par la figure 23.



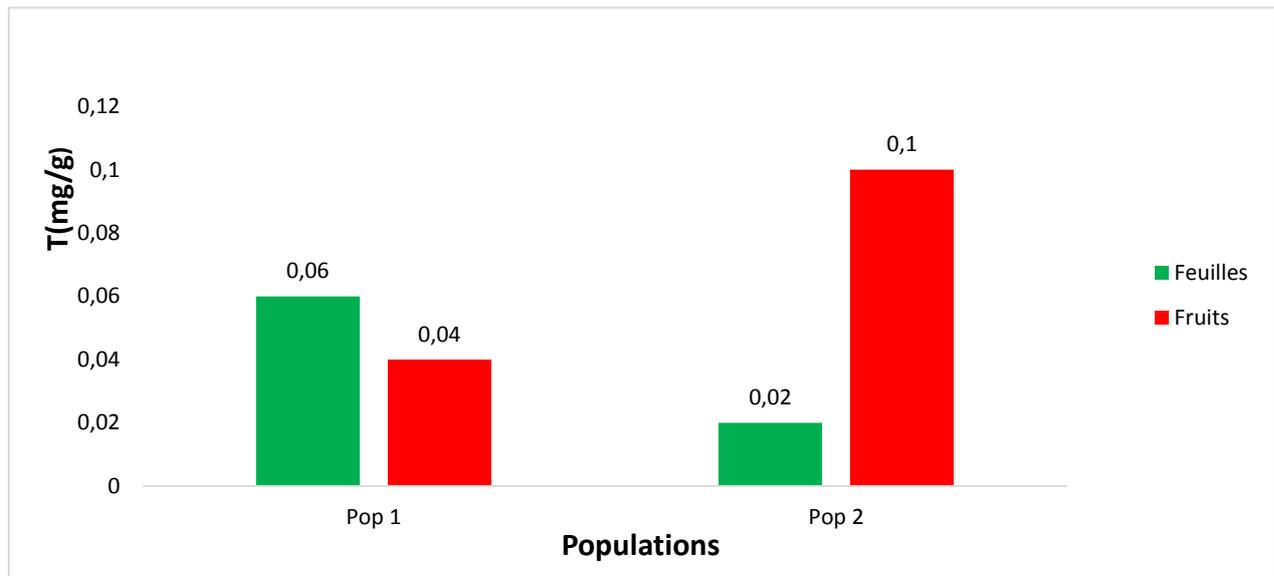
**Figure 23** : Moyennes des teneurs absolues des anthocyanes dans les feuilles et des fruits des deux populations.

Les résultats des dosages quantitatifs montrent que les fruits des deux populations sont plus riches en anthocyanes (Pop1 : 0.43, Pop2 : 0.41 mg/g) par rapport aux feuilles (Pop2 : 0.28, Pop1 : 0.24mg/g) et une légère augmentation des teneurs des anthocyanes des fruits de la Pop 1 par rapport à la Pop2 (0.43 > 0.41) et dans les feuilles de la Pop2 par rapport à la Pop1 (0.28 > 0.24) a été notée.

Le test t ne montre aucune différence significative entre les feuilles et les fruits des deux populations aussi bien pour les feuilles que pour les fruits ( $P \geq 0.05$ ).

## 1.2 C-glycosides

Les moyennes des teneurs absolues en C-glycosides des feuilles et des fruits des deux populations sont calculées et notées respectivement dans les tableaux 7 et 8 (annexe 5) et illustrés par la figure 24.



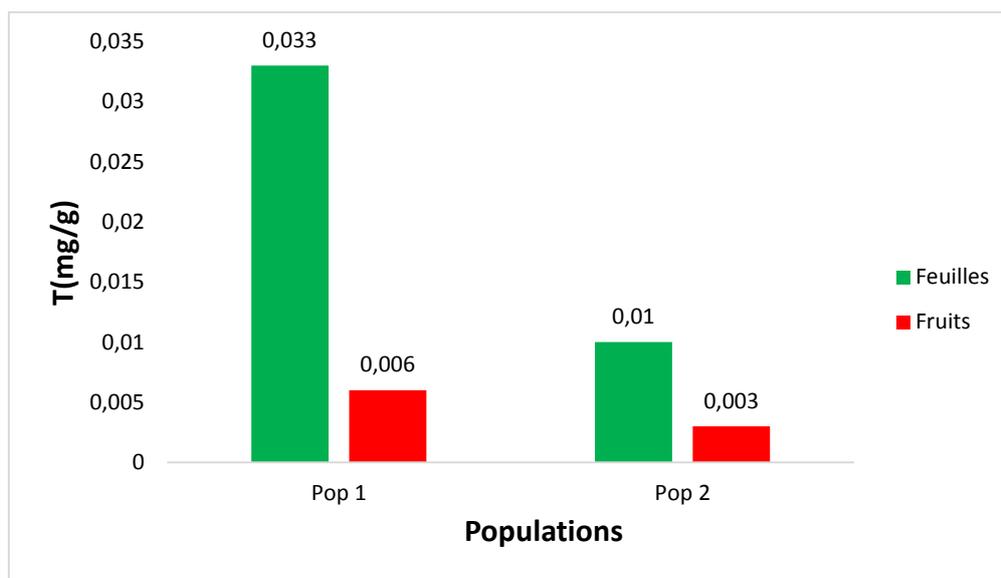
**Figure 24 :** Moyenne des teneurs absolues des c-glycosides dans les feuilles et des fruits des deux populations.

Dans la population 1, on note que les teneurs des c-glycosides sont plus importantes dans les feuilles (0.06mg/g) par rapport aux fruits (0.04mg/g), tandis que dans la population 2, ces teneurs sont élevées dans les fruits (0.1mg/g) que dans les feuilles (0.02mg/g). Cependant, les feuilles de la population 1 sont plus riches en c-glycosides par rapport aux feuilles de la population 2 (0.06>0.02), et les fruits de cette dernière sont plus riches en c-glycosides par rapport à la population1 (0.1>0.04).

Le test t montre une différence non significative entre les feuilles des deux populations ( $P \geq 0.05$ ) et montre aussi une différence significative entre les fruits des deux populations ( $P \leq 0.05$ ).

### 1- Les aglycones flavoniques :

Les moyennes des teneurs absolues en aglycones flavoniques des feuilles et des fruits des deux populations sont calculées et groupées respectivement dans les tableaux 9 et 10 (annexe ) et illustrées par la figure 25.



**Figure 25** : Moyennes des teneurs absolues des aglycones flavonique dans les feuilles et les fruits des deux populations.

Les résultats des dosages quantitatifs montrent que les teneurs en aglycones sont plus importantes dans les feuilles de la population 1 que dans les fruits (0.006mg/g), et dans la population 2 ces teneurs sont plus élevées dans les feuilles (0.01mg/g) que dans les fruits (0.003mg/g).

Dans les deux populations les feuilles sont plus riches en aglycones flavonique que les fruits. Ces teneurs sont plus élevées dans la population 1 que dans la population 2.

Le test t montre une différence non significative entre les feuilles et les fruits des deux populations ( $P \geq 0.05$ ).

Les résultats obtenus dans l'étude des dosages quantitatifs des polyphénols exprimées en (mg/g) de matière végétale sèche des feuilles et des fruits de *Zizyphus lotus* provenant de deux stations du sud algérien (Laghouat (Pop1), et Ghardaïa (Pop2) ) a montré que les teneurs moyennes en anthocyanes des feuilles et fruits des deux populations sont plus importantes, suivies par celles des c-glycosides, puis viennent les teneurs en aglycones. Nous avons noté une légère différence des teneurs en anthocyanes entre les deux populations. En fait, ce sont les feuilles des arbustes de *Zizyphus lotus* de Ghardaïa qui sont les plus riches en anthocyanes avec 0.28 mg/g comparativement aux feuilles de *Zizyphus lotus* de Laghouat avec 0.24 mg/g. Ce fait pourrait être expliqué par le rôle que revêtent les anthocyanes dans la protection des cellules contre les rayons UV.

Ces observations ont été renforcées par une analyse statistique (test t) qui a montré que les teneurs absolues en trois classes de flavonoïdes (anthocyanes, c-glycosides, aglycones) des deux populations sont très proches ce qui indique qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux populations ( $P \geq 0.05$ ).

Les résultats obtenus dans notre étude ne concordent pas avec une étude récente effectuée par Azibi (2015) en analysant les feuilles et les fruits de deux populations de *Zizyphus lotus* de la wilaya de Tizi-ouzou (Mekla) et de Djelfa (daya de bousdraia). De cette étude, il a apparu que la pulpe des fruits est plus riche en C-glycosides avec  $5.14 \pm 1.82$  pour les graines provenant du nord Algérien (Mekla) et les graines provenant du sud (Djelfa) avec  $2.41 \pm 0.18$  suivi par les anthocyanes et enfin les aglycones. Alors que dans notre cas les fruits sont les plus riches en Anthocyanes puis viennent les C-glycosides et les Aglycones.

Azibi (2015) a trouvé que la composition des feuilles est dominée par les anthocyanes aussi bien pour la population du sud que pour celle du nord. Notre résultat est conforme bien que nos deux populations proviennent du sud. Quant aux fruits ce sont les Anthocyanes qui prédominent pour les deux populations du sud. Ce résultat confirme encore une fois celui de Azibi (2015) qui a trouvé un résultat analogue au notre dans le cas d'une population du sud Algérien alors que les fruits du nord sont riches en C-glycosides.

Djemai- Zoughlache (2009) en analysant les fruits de *Zizyphus lotus* de la wilaya de Batna (Algérie) a trouvé  $0.64 \pm 0.4$  (anthocyanes), ce résultat est bien plus important que le nôtre. Cette différence pourrait s'expliquer par l'origine géographique et le degré de maturité du fruit (Guignard, 2001).

Cette différence dans les teneurs peut être inhérente aux conditions environnementales, climatiques et à la période de collecte ainsi qu'aux facteurs génétiques et aux conditions expérimentales.

Les teneurs absolues en flavonoïdes révélées par les fruits de *Z. lotus* confirment les vertus médicinales attribuées à cette plante par les populations d'Afrique du Nord, comme rapporté par Bellakdar (1997).

En effet, les flavonoïdes faisant partie du grand groupe des polyphénols ont un effet antioxydant, protègent contre les rayons ultraviolets, les agents pathogènes, les dommages oxydatifs et les conditions climatiques difficiles comme dans le cas de l'aire d'origine de notre essence d'étude.

Par ailleurs, les flavonoïdes interviendraient dans la mise en place de la symbiose endomycorhizienne qui caractérise *Z. lotus*, ce qui permet à ces plantes de corriger leurs carences en phosphore et azote (Macheix et al., 2005).

#### **4 / Effets de la poudre des fruits de *Zizyphus lotus* sur les adultes de *Tiboluim castaneum* :**

Les effets biocides des deux poudres sont similaires sur *Tiboluim castaneum* et ce quel que soit la dose utilisée. En effet, le nombre de morts augmente en fonction de la dose.

L'analyse de la variance à deux critères de la classification a révélé une différence hautement significative pour les facteurs population ( $P=0,000$  ;  $F=64,524$ ), dose ( $P=0$  ;  $F=228,803$ ) et l'interaction des Pop X dose ( $P=0,00001$ ,  $F=8,487$ ), (tableau 11 annexe 6).

Les deux poudres testées provenant de la pulpe des fruits de Ghardaïa et de Laghouat ont eu le même effet sur les adultes de *Tiboluim castaneum*.

La mortalité moyenne (moyennes  $\pm$  écarts types) des adultes de *T.castaneum* dans les traitements avec les 2 poudres à différentes doses. (Tableau 10).

**Tableau 10** : moyennes  $\pm$  écart types de la mortalité des adultes de *T.castaneum*.

Doses	Pop 1	Pop 2
d0=0	0 $\pm$ 0,391	0 $\pm$ 0,791
d1=0.2	0,375 $\pm$ 0,176	0,792 $\pm$ 0,176
d2=0.4	0,875 $\pm$ 0,155	1,333 $\pm$ 0,155
d3=0.6	1,208 $\pm$ 0,116	1,958 $\pm$ 0,116
d4=1	2,292 $\pm$ 0,652	4,167 $\pm$ 0,652
d5=1.2	3,917 $\pm$ 0,259	4,708 $\pm$ 0,259

Cette analyse montre des différences hautement significatives, elle est complétée par un test de Newman et Keuls à  $P=5\%$  qui a classé les doses en 6 groupes homogènes. (Tableau 11).

**Tableau 11** : Différents groupes homogènes révélés par le test de Neuman et Keuls.

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES						
2.0 6.0	pop2 d5	4,708	A						
2.0 5.0	pop2 d4	4,167		B					
1.0 6.0	pop1 d5	3,917		B					
1.0 5.0	pop1 d4	2,292			C				
2.0 4.0	pop2 d3	1,958			C				
2.0 3.0	pop2 d2	1,333				D			
1.0 4.0	pop1 d3	1,208				D			
1.0 3.0	pop1 d2	0,875				D	E		
2.0 2.0	pop2 d1	0,792				D	E		
1.0 2.0	pop1 d1	0,375					E	F	
1.0 1.0	pop1 d0	0						F	
2.0 1.0	pop2 d0	0						F	

Le test par contact a montré que le nombre d'individus morts augmente au fur et à mesure que la dose utilisée augmente. Le nombre de mort le plus important a été enregistré à la dose 1.2g/25g avec 13 (soit 65%) dans le cas des fruits de la population de Ghardaïa et 10 individus mort (soit 50%) dans le cas de la population de Laghouat, après 12 jours de traitement.

Notre résultat concorde avec celui obtenu par Bounechada et Arab (2011) qui en appliquant des poudres obtenues à partir des fruits de *Melia azedarach* L. et *Peganum harmala* L sur le même ravageur à savoir *Tribolium castaneum* qui ont eu des effets adulticides à la dose 30%.

L'activité bioinsecticide pourrait s'expliquer par la déshydratation de la cuticule des insectes qui va induire à la longue la mort de ce dernier. Multon (1982) a attiré l'attention sur la capacité de résistance de *Tribolium castaneum* à la sécheresse. Cette donnée nous aide à comprendre la longueur du temps mise par cet insecte à mourir pendant le test par contact.

Nos résultats rejoignent ceux de Gakuru et Foua-bi (1995) qui rapportent que les essences végétales sont très efficaces et réduisent la durée de vie, d'autres ravageurs comme *Callosobruchus maculatus* et *Sitophilus oryzae*, Ainsi la réduction de la longévité des adultes pourrait également être attribuée à l'intoxication respiratoire liée aux composés volatils contenus dans la poudre des fruits de *Z. lotus*.

Au terme de notre étude, il a apparu des morphométrique que les longueurs et largeurs des feuilles des deux populations n'a montré aucune différence significative (Pop1=13,61/7,6 mm ; Pop2=14,33/7,42mm), alors que le diamètre des fruits a montré une différence significative conséquente (Pop1=9,39mm ; Pop2=8,38mm)

Les essais de germination des graines de *Z. lotus* des deux populations du sud Algérien ont montré que celles provenant de Laghouat traitées au froid (24h) ont germé à 90% suivies de celles du lot témoin 70% et celles ayant subi une scarification 60%. Les grains de Ghardaïa ont montré une forte performance germinative pour tous les traitements subis 100%. En outre l'indice de germination des deux populations est important dans le cas du traitement au froid (Pop1= 7,41 ; Pop2= 11,29).

Les résultats des dosages quantitatifs des polyphénols ont montré que les organes de la plante étudiée contiennent les trois classes de flavonoïdes. Avec une teneur en anthocyanes et c-glycosides des fruits largement supérieure par rapport aux feuilles, contrairement aux aglycones qui sont importantes dans les feuilles et faibles dans les fruits.

La poudre des fruits de *Z. lotus* a montré un effet insecticide sur les adultes de *T. castaneum*. En effet, la mortalité la plus importante a été enregistrée avec les fruits de la population de Ghardaïa (Oued Nlsa) 65%, alors que dans le cas de la population de Laghouat la mortalité est de 50%.

L'analyse de la variance à deux critères de la classification a révélé une différence très hautement significative pour les facteurs population (P=0,000 ; F=64,524), dose (P=0 ; F=228,803), temps (P=0, F=117,388).

En perspectives d'étude, nous préconisons de repérer le traitement prégerminatoire adéquat et de le faire suivre d'une expérience en serre. Ceci permettrait d'évaluer, les bénéfices réels de cette procédure.

En effet, plusieurs études montrent que les résultats obtenus lors des tests de germination ne sont pas toujours fidèles à ceux obtenus en serre ou en conditions naturelles.

Actuellement, le recours aux poudres végétales s'avère être un choix pertinent face aux risques de contamination de l'environnement et à la nécessité de réduire ou de remplacer les produits de synthèse.

Les produits naturels semblent fournir, une solution viable aux problèmes provoqués par les ravageurs des denrées stockées.

Cette étude, nous l'espérons constituera une nouvelle porte pour des études semblables sur d'autres espèces appartenant à la richesse phytogénétique en général et de Kabylie en particulier qui reste un territoire non encore complètement exploré.

**Références bibliographiques:**

- Azibi T. (2015).** Etude des polyphénols du jujubier (*Zizyphus lotus*) provenant de Mekla (Tizi- Ouzou) et de la daya de Bousdraïa (Djelfa). Evaluation de leur pouvoir antioxydant et leur activité anti bactérienne vis-à-vis de deux bactéries pathogènes et estimation de l'effet bio insecticide de la poudre des fruits à l'encontre d'un insecte ravageur des denrées stockées *Tribolium castanum*. Mémoire de Master II à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie. P.76.
- Baba Aissa F. (1999).** Encyclopédie des plantes utiles, Flore d'Algérie et du Maghreb, Substances Végétales d'Afrique d'Orient et d'Occident, ed. EDAS, p.144-146.
- Bamouh A. (2002).** La lutte chimique contre le jujubier. Programme National de transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA), ed. DERD Rabat, n° 94, p. 1, 4.
- Bellakhdar J. (1997).** La Pharmacopée marocaine traditionnelle, Médecine arabe ancienne et savoir populaires - Saint -Etienne, ed. TEC et DOC. Ibis press : Paris, p. 464-465.
- Bennamar C., Hichami A., Yessoufon A., Simonin A.M., Allali M., Akhan N. (2010).** Complementary & alternative medicine, vol.10, p.54.
- Borgi W., Bouraoui A., Chouchane N. (2007(b)).** Antiulcerogenic activity of *Zizyphus lotus* (L.) extracts. Journal of Ethnopharmacology, n°12, p.228-231.
- Borgi W., Ghedira K., Chouchane N. (2007(a)).** Anti-inflammatory and analgesic activities of *Zizyphus lotus* root barks. Fitoterapia, n° 78, p.16-19.
- Borgi W., Chouchane N. (2006).** Activité anti-inflammatoire des saponosides des écorces de racines de *Zizyphus lotus* (L.). Revue des Régions Arides, p. 283-286.
- Boros B., Jakabova S., Dornyei A., Horvath G., Pluhar Z., Kilar F., Felinger A. (2010).** Determination of polyphenolic compounds by liquid chromatography–mass spectrometry in Thymus species. Journal of Chromatography A, n°1217, p. 7972–7980.
- Bossard R., Cuisance P. (1984).** Arbre et arbustes d'ornement des régions tempérées et méditerranéennes, ed. Tec&Doc. Lavoisier. Paris, p.600.
- Boudet A. M. (2000).** L'usine chimique. 9<sup>ème</sup> conférence de l'université de tous les savoirs. France, p. 1-16.
- Bounechada M., Arab R. (2011)** Effet insecticide des plantes *Melia azedarach* L. et *Peganum harmala* (L.) sur *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). Université Ferhat Abbas, Faculté SNV, Département de Biologie Végétale et d'Ecologie. Sétif, p.3.

- Catoire C., Zwang H., Bouet C. (1999)** Les jujubiers ou le *Zizyphus* fruits oubliés .article n°1.
- Cronquist A. (1981)** An integrated system of classification of flowering plants. Colombia university, p. 1256.
- Djemai Zoughlache S. (2009)** Etude de l'activité biologique des extraits du fruit de *Zizyphus lotus*. Thèse de Magister. Université El-Hadjar Lakhdar. Batna, p. 61.
- Edeas M. (2007).** Les polyphénols et les polyphénols de thé. Pharmacognosie, n° 5, p. 264-270.
- Emerenciano V. P., Barbosa K. O., Scotti M. T., Ferriro M. J. P. (2007)** Self organising maps in chemotaxonomic studies of Asteraceae : a classification of tribes using flavonoid data. Journal of brazilian chemical society, vol.18, n° 5, p. 891-899.
- Gakun S., Foua-Bi K. (1995)** Effete compare des huiles essentielles de quatre espèces végétales contre la bruche du neibé (*callosobruchus maculatus* FAB) et le charançon du riz (*Sitophilus oryzae* L.) Agriculture, vol.13, n°4, p231.
- Ghedira K. (2013).** *Zizyphus lotus* (L.) Desf. (Rhamnaceae) : jujubier sauvage. Ethnobotanique–monographie, vol.11, p.149-153.
- Ghedira K., Chemli R., Caron C., Nuzillard J-M., Zeches M., Le Men-Olivier L. (1995)** Four cyclopeptide alkaloids from *Zizyphus lotus*. Phytochemistry, n° 38, p.767-772.
- Guignard J.L. (2001)** Biochimie végétale 3<sup>ème</sup> ed. Dunod. Paris, p. 274.
- Hadjamar K. (2012)** Etude de la toxicité des extraits foliaires de *Cleome arabica* L (Capparidaceae) sur les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) (Orthoptéra – Acrididae).Thèse d'ingénieure d'Etat. Université Kasdi Merbah, Ourgla, Algérie, p. 88.
- Harborne J.B. (1980)** Plant Phenolics. Encyclopedia of Plant Physiology, n°8, p. 329-402.
- Hutzler P., Fishbach R., Heller W., Jungblut T. P., Reuber S., Schmitz R., Veit M., Weissenböck G et Schnitzler J. P. (1998)** Tissue localisation of phenolic compounds in plants by confocal laser scanning microscopy. Journal of experimental botany, vol. 49, n° 323, P. 953-965.
- Haddock E.A, Gupta R.K, Alshafi S.M.K, Haalam E. (1982)** The metabolism of gallic acid and hexahydrophenic acid in plant. Part 1 Introduction. Naturally occurring galloyl esters J. chem. Soc. Perkin Trans.1:2515
- Kening Y., Vincenzo D. L., Normand B. (1995)** Creation of a metabolic sink for tryptophan alters the phenylpropanoid pathway and the susceptibility of potato to *Phytophthora infestans*. The plant cell, n°7, p. 1787-1799.

- Lahouel M. (2005)** Interaction flavonoïdes-mitochondrie et rôle de la propolis dans la prévention de l'apoptose induite par certains médicaments anticancéreux. Thèse de doctorat de l'université Mentouri de Constantine.
- Leclef D. (2010)** Plantes de méditerranée, jardins de couleurs méditerranéens. Aix-en-Provence, ed. Lesse. France, P.261.
- Macheix J.J., Fleuriet A., Jay-Allemand C. (2005)** Les composés phénoliques : un exemple de métabolites secondaires d'importance économiques, ed. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, p.4-5.
- Maciuk A., Lavaud C., Thépentier P., Jacquier M-J., Ghédira K., Zèche-Hanrot. (2004)** Four New Dammarane Saponins from *Zizyphus lotus*. Journal of Natural Products, n° 67, p. 1639-1643.
- Malešev D., Kuntić V. (2007)** Investigation of metal-flavonoid chelates and the determination of flavonoids via metal-flavonoid complexing reactions. Journal of the Serbian chemical society, vol. 72, n° 10, p. 921-939.
- Mazliak P. (1992)** Croissance et développement. Physiologie végétale Tom II, ed. HERRDMEN. Paris, p. 465.
- Mbaiogaou A., Hema A., Ouédraogo M., Pale E., Naitormbaide M., Mahamout Y., Nacro M. (2013)** Etude comparative des teneurs en polyphénols et en antioxydants totaux d'extraits de graines de 44 variétés de voandzou (*Vigna subserranea* (L.) verdcourt). International journal of biological and chemical sciences, vol. 7, n° 2, P.861.
- Multon J.M. (1982)** Conservation et stockage des grains et des graines et produits dérivés. Céréales, oléagineux, protéagineux, aliments pour animaux, ed. TEC & DOC. Lavoisier : Paris. Vol 1, p. 576.
- Multon J.M. (1982)** Conservation et stockage des grains et des graines et produits dérivés. Céréales, oléagineux, protéagineux, aliments pour animaux, ed. TEC & DOC. Lavoisier : Paris. Vol 2, p. 1154.
- Narayana K. R., Reddy M. S., Chaluvadi M. R et Krishna D. R.(2001)** Bioflavonoids classification, pharmacological, biochemical effects and therapeutic potential. Indian journal of pharmacology, vol 33, p. 2-16.
- Piquemal G. (2008)** Les flavonoïdes (en ligne) : [http://www.detoursante.com/index.php ? Option=com\\_content&view=article&id=166&Itemid=215'](http://www.detoursante.com/index.php?Option=com_content&view=article&id=166&Itemid=215)
- Quezel P., Santa S. (1962)** Nouvelle flore de l'Algérie et régions désertiques méridionales. Tome2, ed. Centre national de la recherche. Paris, p.565.

- Ribaet G., Silvy C. (1989)** Combattre les ravageurs enjeux et perspectives, ed. Saint-Denis. Paris, p.230.
- Rizvi S.I., Panders K.B. (2009)** Polyphénols végétaux comme antioxydants alimentaires dans la santé humaine et la maladie. *Oxydative médecine and cellular longivity*, vol. 2, n° 5, p.270-278.
- Scalbert A., Williamson G. (2000)** Dietary intake and bioavailability of polyphenols. *Journal of Nutrition*, vol. 130, p. 2073 – 2085.
- Urquiaga I. et Leighton F. 2000.** Plant polyphenol antioxidants and oxidative stress. *Biological Research*, vol. 33, n° 2, p. 55-64.
- Verhoeven M. E., Bovy A., Collins G., Muir S., Robinson S., De Vos C. H. R., Colliver S. (2002)** Increasing antioxidant levels in tomatoes through modification of the flavonoid biosynthesis pathway. *Journal of experimental botany*, vol. 53, n° 377, p. 209 -210.
- W- Erdman J., Balentine J. D., Arab L., Beecher G., Dwyer J. T., Folts J., Harnly., Hollman J. P., L –Keen C., Mazza G., Messina M., Scalbert A., Vita J., Williamson G., Burrowes J. (2007)** Flavonoids and heart health: Proceeding of the ILSI North America flavonoids workshop. *Journal of Nutrition*, vol. 137, n° 31, p. 718 -737.
- Zarrou B. (2012)** Etude phytochimique de quelques extraits obtenus de la plante *Matricaria pubescens* (Asteracées) et évaluation de leur activité antioxydante. Mémoire Master II, Université Kasdi merbah. Ouargla, p. 66.
- Zeghad N. (2009)** Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (*Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*) et évaluation de leur activité antibactérienne. Thèse de Doctorat, Université Mentouri, Constantine, Algérie, p.96.

<http://d-maps.com/m/africa/algerie/algerie21.gif>.

**Annexe 1 : Matrice de données brutes morphologique de feuilles et fruits de *Zizyphus lotus en (mm)*.**

**Tableau 1 :** population 1 Laghouat (daya Tilghemt).

Organes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Individus																						
A	15	14	16	15	15	13	12	13	13	13	15	15	12	12	13	13	13	15	15	12	12	
B	9	8	8	8	7	7	8	8	7,5	7,5	7	7,5	7	8	8	7,5	7,5	7	7,5	7	8	
C	11	8	9	15	9	8	8	9	10	10	8	9	9	9	9	9	9	8	10	9	8	

**Tableau 2:** Population 2 Ghardaïa (Oued Nlsa).

Organes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Individus																						
A	17	14	15	14	15	14	15	16	12	15	14	14	13	15	15	12	15	14	14	13	15	
B	8	7	8	7	8	7	7	8	6	7	9	7	7	8	8	6	7	9	7	7	8	
C	8	9	10	9	10	8	8	9	10	8	7	6	8	9	7	8	9	7	9	8	9	

**Annexe 2 : Etude morphométriques.****Tableau 3 :** Moyenne de la longueur et largeur des feuilles et le diamètre du fruit de *Z.lotus* des deux populations étudiées.

Population		A	B	C
		Moyenne		
<b>Pop1</b>		13,61	7,61	9,23
<b>Pop2</b>		14,33	7,42	8,38

**Annexe 3 : Résultats des essais de germination.****Tableau 4 :** Les nombres des grains germés.

Prétraitement		Jours								
		0	1	2	3	4	5	6	7	
<b>Pop 1</b>	<b>T</b>	0	0	0	4	5	6	6	7	
	<b>E<sub>1</sub></b>	0	0	0	6	6	6	6	6	
	<b>E<sub>2</sub></b>	0	0	1	6	8	8	8	9	
<b>Pop 2</b>	<b>T</b>	0	1	2	9	10	10	11	11	
	<b>E<sub>1</sub></b>	0	0	3	7	9	10	11	11	
	<b>E<sub>2</sub></b>	0	2	3	9	9	9	11	11	

**Annexe 4 : Comparaison inter-population des teneurs absolues des flavonoïdes.****Tableau 5 :** Moyennes des teneurs absolues en anthocyanes des feuilles des deux populations.

Population	Individus 1	Individu 2	Individu 3	Moyenne
Pop 1	0.2548	0.2042	0.2623	<b>0.24</b>
Pop 2	0.3064	0.2645	0.2752	<b>0.028</b>

**Tableau 6 :** Moyennes des teneurs absolues en anthocyanes des fruits des deux populations.

Population	Individus 1	Individu 2	Individu 3	Moyenne
Pop 1	0.3853	0.4264	0.4761	<b>0.43</b>
Pop 2	0.3772	0.3635	0.4784	<b>0.41</b>

**Tableau 7 :** Teneurs absolues en C-glucosides des feuilles des deux populations.

Population	Individus 1	Individu 2	Individu 3	Moyenne
Pop 1	0.0521	0.03792	0.0982	<b>0.06</b>
Pop 2	0.0177	0.0148	0.0202	<b>0.02</b>

**Tableau 8 :** Teneurs absolues en C-glucosides des fruits deux populations.

Population	Individus 1	Individu 2	Individu 3	Moyenne
Pop 1	0.0398	0.0378	0.0291	<b>0.04</b>
Pop 2	0.0954	0.1059	0.1035	<b>0.10</b>

**Tableau 9** : Teneurs absolues en Aglycones flavoniques des deux populations.

Population	Individus 1	Individu 2	Individu 3	Moyenne
Pop 1	0.0638	0.0011	0.0336	<b>0.033</b>
Pop 2	0.0039	0.0117	0.0029	<b>0.006</b>

**Tableau 10** : Teneurs absolues en Aglycones flavoniques des deux populations.

Population	Individus 1	Individu 2	Individu 3	Moyenne
Pop 1	0.0097	0.0024	0.0185	<b>0.010</b>
Pop 2	0.0027	0.0038	0.0039	<b>0.003</b>

**Annexe 5 : Résultats de l'activité biologique (test par contact).****Tableau 11** : Analyse de variances a deux critères

	s.c.e	ddl	c.m.	test f	proba	e.t.	c.v.
<b>Var.totale</b>	997,609	143	6,976				
<b>Var.facteur 1</b>	18,418	1	18,418	64,524	0		
<b>Var.facteur 2</b>	326,557	5	65,311	228,803	0		
<b>Var.inter f1*2</b>	12,113	5	2,423	8,487	0,00001		
<b>Var.residuelle 1</b>	15,7	55	0,285			0,534	29,65%

## Résumé

Cette étude porte sur la valorisation d'un arbrisseau fruitier appelé *Zizyphus lotus* provenant de deux localités du sud Algérien (Laghouat [Daya Tilghemt]), Ghardaia [Oued Nlsa]. L'étude morphométrique des feuilles et fruits des deux populations a révélé une différence significative de la taille des fruits alors qu'il n'y a aucune différence significative concernant les longueurs et largeurs des feuilles.

Les essais de germination des graines issues des fruits de ces deux populations ont montré que celles de Ghardaia ont une grande performance germinative par rapport à la population de Laghouat. Les prétraitements germinatoires effectués sur les graines ont montré que le traitement au froid était le plus efficace.

Les composés phénoliques extraits confirment que les feuilles et les fruits de *Z.lotus* présentent trois classes des flavonoïdes (Anthocyanes, c-glycosides, Aglycones) avec une forte teneur en Anthocyanes.

L'activité bio-insecticide a montré que la poudre des fruits du *Z.lotus* provenant de Ghardaia a entraîné une mortalité de 65% des adultes de *Tribolium castaneum* tandis que celle de Laghouat a causé une mortalité de 50%.

**Mots clés :** *Z.lotus*, polyphénols, *T.castaneum*, Laghouat, Ghardaia.

## Abstract :

This study concerns the valuation of a fruit shrub called *Zizyphus lotus* coming from two localities of South Algeria (Laghouat [Daya Tilghemt]), Ghardaia [ Oued Nlsa]. Leaves and fruits' morphometric study of both populations revealed a significant size difference of fruits, while there is no significant difference concerning the lengths and the widths of leaves.

The trials of seeding of seeds stemming from fruits of these two populations showed that those of Ghardaia have an important germinal performance regarding to the population of Laghouat. The germinative pretreatments made on seeds showed that the cold treatment was the most effective.

The phenolic compounds extracted confirm that leaves and fruits of *Z.lotus* present three classes of flavonoids: Anthocyanins, c-glycosides, Aglycones, with a strong content in Anthocyanins.

The bio-insecticidal activity showed that the *Z.lotus* fruit powder coming from Ghardaia led to a mortality of 65 % while that of Laghouat caused a mortality of 50 %.

**Keywords:** *Z.lotus*, polyphenols, *T.castaneum*, Laghouat, Ghardaia.