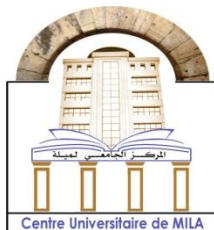


N° Ref :.....



Centre Universitaire Abdelhafid BOUSSOUF-Mila

Institut des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire préparé En vue de l'obtention du diplôme de **Master**

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : Biologie Appliquée et Environnement
Option : Biotechnologie et amélioration des plantes

Thème :

**Etude de l'impact des polyphénols sur la germination
des glands du chêne liège (*Quercus suber L*)**

Présenté par :

- Hassasna Nousseiba
- Boulahdour Warda

Devant le jury composé de :

- Présidente : Bouassaba Karima
- Examinatrice: Boukeria Sabah
- Promoteur : Benmakhlouf Zoubida

Grade : MAA

Grade : MCB

Grade : MAA

Année Universitaire: 2016/2017



Remerciement

Avant tout, nous remercions le bon Dieu tout puissant qui nous a donné la force et la foi et de nous a permis d'arriver à ce stade-là. Comme nous tenons à remercier toute personne ayant participé à l'élaboration de ce présent mémoire.

Notre première pensée va tout naturellement à notre encadreur

Mme. Benmakhlouf Z. qui suit fidèlement notre travail.

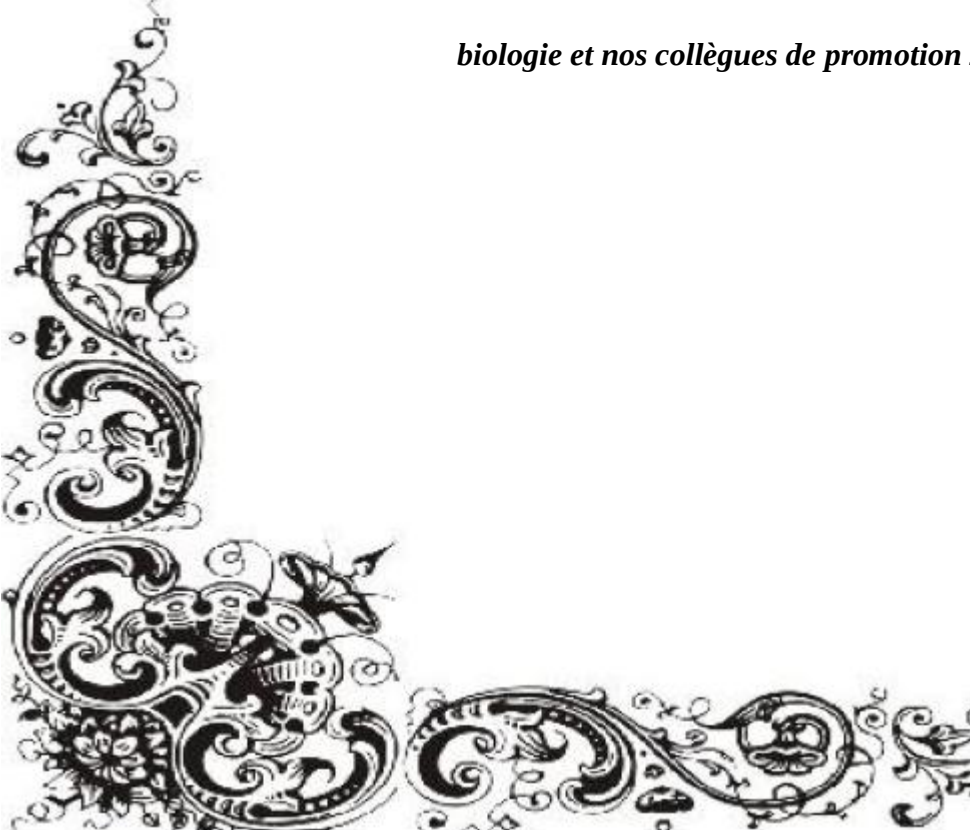
Nous adressons sincères remerciements à madame Amari. Sallima pour son aide, ses Conseils et son encouragement.

Nous adressons également nos sincères remerciements aux membres de jury qui ont Accepté d'évaluer ce modeste travail à savoir: Bouaassaba K. et Boukeria S.

Nos remerciements vont à tous le personnel de la pépinière De Sidi Marouane surtout monsieur Boukaka N. et Aloui Abd R. et aussi à tous les personnels de la la pépinière De Kisyre .

Nos remerciements aussi notre collègue Zitouni M.

Nous adressons aussi nos sincères remerciements à tous les enseignants du département de biologie et nos collègues de promotion 2016/2017.





A mes chers parents, qui m'ont donné la vie, qui ont été la bougie lumineuse. Ils ont fait toutes leur possible pour que je puisse devenir ce que je suis.

Je les remercie vivement à leur aide et leur soutient durant mes études.

A mon frère Med Salah Eddine et mes sœurs Hadjer, Belkis, Omaima, Meissoune et Amina loudjine .

A toutes la famille HASSASNA et LATRACHE.

A tous les enseignants qui ont contribués à notre formation.

A mes amis : MERBAH Aicha, SUISSI Soulef, HIMER Meriem, MEGHNAWI Ikram, GWARI Achwak et DAGHA Sana.

A mes collègues d'étude.

Je dédie ce modeste travail.

Nousseiba



A mes chers parents : la bougie lumineuse dans ma vie. Qui ont fait toutes leur possible pour que je puisse devenir ce que je suis.

A mes frères : Hichame, Hamza, Abd Elmalek, Ayoub, Rida, Sallah Edine avec sa femme Firouze , et ma sœur Ismahane.

A toutes la famille BOULEHDOUR et BOULHART.

A tous les enseignants qui ont contribués à notre formation.

A mes amis : MERBAH Aicha, BELHANACHE Souade, BOUKAZOULA djawida, HIMER Meriame, SUISSI Soulef, BARRA Iitidale, KOUIRA Moufida et Nassira.

A mes collègues d'étude

Je dédie ce modeste travail.

Warda

Liste des figures

Figure	Titre	Page
1	Distribution du chêne-liège dans son aire géographique méditerranéenne et atlantique	2
2	Aire de répartition du chêne-liège en Algérie.	4
3	Racines de chêne-liège.	6
4	Tronc de chêne liège	7
5	Formation de liège	7
6	Feuilles de chêne liège	8
7	Fleur de chêne liège	9
8	Schéma du gland de chêne-liège.	10
9	Courbe théorique d'imbibition d'une semence	11
10	Structure chimique des polyphénols	14
11	Structure d'acide ferulique	16
12	Structure d'acide caféique	16
13	Structure d'Acide gallique	17
14	Structure nucléaire des flavonoides	18
15	Structure des lignanes	20
16	Structure d'un stilbène	21
17	Squelette de base des coumarines	21
18	Classification des tanins	23
19	Protocole d'extraction des polyphénols	27

20	Protocole de dosage des phénols totaux solubles	28
21	Localisation de la pépinière de Sidi Merouane	29
22	Conteneur (WM)	30
23	Caissette	30
24	Différence entre la concentration des polyphénols dans les péicarpes des glands des trois provenances.	33
25	Effet de l'interaction des trois provenances (awana ansar et lmiliya) avec les traitements de l'imbibition sur la teneur en polyphénols dans les péicarpes des glands.	34
26	Taux de germination des trois provenances (AW.AN.M) dans les trois lots (Témoin, imbibition 24 h et imbibé 48 h).	35
27	Taux de germination des trois provenances (AW.AN.M) dans les trois lots (Témoin, imbibition 24 h et imbibé 48 h).	36

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
I	Superficie de chêne liège à travers les pays du monde.	3
II	Principales classes des flavonoïdes.	19
III	Fisher (LSD) / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95%.	33
IV	Fisher (LSD) Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95%	34
V	les groupes homogènes de l'interaction entre les provenances et les traitements.	35

Liste des photos

Photos	Titre	Page
1	Glands de chêne liège	9
2	Trois lots d'imbibition awana , ansar et l'miliya	25
3	Péricarpes sèches des glands avant (A) et après broyage (B)	26
4	Trois provenances (miliya ;Ansar et l'Awana)	31

Liste des abréviations

μl : microlitre

Mg Eq AG/g MS: Milligramme équivalent d'acide gallique par g de matière sèche

Na₂CO₃ : Carbonate de sodium

O₂: dioxygène

¹O₂ : Oxygène singulier

OH[•]: Radical hydroxyle

P_i: Poid initial

Pf: poid final

1/2: Dilution de 50%

% : Pourcentage

°C : Degrés Celsius

ERO : Espèces réactives oxygène

h: Heure

mg/ml : milligramme pare millilitre

AW: provenance de l'Awana

AN : provenance de l'Ansar

M : provenance de l'miliya

T : Traitement

P: Provenance

Nm : nanomètre

Table des matières

Remerciement

Dédicace

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

SOMMAIRE

Introduction

Première partie : Etude bibliographique

I. Généralités sur le chêne liège

1.1 Origine de chêne liège.....	2
1.2 Aire de répartition.....	2
1.2.1 Aire de répartition mondiale.....	2
1.2.2 Aire de répartition en Algérie.....	3
1.3 Importance économique du chêne-liège.....	4
1.4 Description générale de l'espèce	5
1.4.1 Systématique.....	5
1.4.2 Description botanique.....	5
1.4.2.1 Appareil végétatif.....	6
1.4.2.2 Appareil reproducteur.....	9
1.5 La germination de chêne liège.....	10
1.5.1 Définition de la Germination.....	10
1.5.2 Les phases de la germination.....	11
1.5.3 Conditions de la germination.....	11
1.5.3.1 Conditions internes.....	11
1.5.3.2 Conditions externes.....	12
1.6 Les dormances.....	12
1.7 Les glands de chêne liège.....	13
1.7.1 Structure morphologique.....	13
1.7.2 Constitutions chimiques.....	13

II /Généralités sur les polyphénols

2 .1.Définition.....	14
2 .2 Structure chimique.....	15
2 .3 Biosynthèse des polyphénols.....	15
2 .3.1 La voie de shikimate.....	15
2.3.2 La voie de l'acétate.....	15
2.4 Classification des polyphénols.....	15
2.4.1 Les acides phénoliques.....	15
2.4.1.1 Acide hydroxycinnamique.....	15
2.4.1.2 Acide hydroxybenzoïques.....	17
2.4.2 Les flavonoïdes.....	17
2.4.2.1 Biosynthèse.....	18
2.4.2.2 Structure des flavonoïdes.....	18
2.4.2.3 Classification.....	19
2.4.2.4 Localisation.....	20
2.4.3 Les lignanes.....	20
2.4.3.1 Structure des lignanes.....	20
2.4.4 Les stilbènes.....	20
2.4.5 Les coumarines.....	21
2.4.6 Les tanins.....	21
2.4.6.1 Localisation et distribution.....	22
2.4.6.2 Classification.....	22
2.5 Rôle des composés phénoliques pour la plante.....	24

Deuxième partie : Etude Expérimentale

III. Matériel et méthodes

3.1 Matériel végétal.....	25
3.2 Conduite de l'essai.....	25
3.2.1 L'imbibition des glands.....	25
3.2.2 Broyage et tamisage.....	25
3.3 Extraction des composés phénoliques.....	26
3.4 Dosage des polyphénols totaux	27
3.5 Travaux effectués au niveau de la pépinière.....	29
3.5.1 Germination des glands.....	29

3.5.1.1 Généralité sur la pépinière de sidi Maroine	29
3.5.1.2 Le matériel de la pépinière.....	29
3.5.2 Milieu de culture.....	31
3.5.3 Matériel végétal.....	31
3.5.4 Préparation des substrats.....	32
3.5.5 Dispositif expérimental	32
3.5.1 Technique de germination.....	32
3.2.6. Analyse statistique.....	32

IV. Résultats et discussions

4.1 Résultats.....	33
4.1.1 Teneur en polyphénols.....	33
4.1.2 Le taux de germination.....	35
4.2 Discussions.....	37

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Introduction

Introduction

Le chêne-liège est une espèce endémique du bassin méditerranéen où il couvre une superficie d'environ 2,4 millions d'hectares (Ivrin, 1991). En Algérie, ces formations occupent une superficie variant entre 429 000 et 480 000 hectares (Valette, 1992 ; Zine, 1992), soit un peu moins du cinquième de la superficie mondiale. (Bouhraoua, 2003). Les plus vastes massifs sont localisés à l'Est du pays, région qui renferme à elle seule près du 4/5 de la subéraie algérienne (Ouakid, 1991).

Selon Harfouche et *al.* (2004), jusqu'à l'heure actuelle, les exemples de régénération du chêne liège en Algérie sont rares voire inexistants. Seules quelques placettes expérimentales ont été réalisées qui a démontré la faisabilité d'une telle opération.

La germination des semences de chêne liège est d'une manière générale très influencée par la qualité et la quantité d'éléments (eau, inhibiteurs, stimulateurs...) qu'elles contiennent d'une part et par les conditions biotiques et abiotiques qui les accueillent d'autre part (Younsi, 2006).

A côté des composants alimentaires, les glands de cette espèce contiennent divers composés biologiquement actifs tels que les tanins, l'acide gallique, ellagique et différents dérivés hexahydroxydiphenoyl (Cantos et al. 2003; Chiou, 1989; Lee et al., 1992; Rakic', 2000; Rakic et al., 2004; 2006). Ces composés sont des métabolites secondaires (Lutge et al. 2002, Abderrazak et Joël., 2007). Leur rôle d'antioxydants naturels dans les plantes est dû à leurs propriétés redox qui leur permettent d'agir soit comme des agents réducteurs (donneurs d'hydrogène), piègeurs de l'oxygène. (King et Young., 1999 ; Tapiero *et al.* 2002). Ils sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs : racine, tiges, feuilles, fleurs, fruits (Boizot et Charpentier., 2006). Les téguments des graines matures sont généralement riches en composés phénoliques qui leur confèrent une couleur brune lorsqu'ils sont oxydés (Vasconcelos *et al.*, 2010). L'un des rôles de ces composés est d'inhiber la germination des graines dans le péricarpe du fruit (Varga et Köves, 1959). Ces composés priveraient l'embryon d'un apport convenable d'oxygène en le piégeant au passage en raison de leur propre oxydation (Macheix *et al.*, 2005).

L'objectif de ce travail est de tester l'impact des polyphénols présents dans les péricarpes sur la germination des glands de trois provenances de chêne liège.

Première partie:

Etude bibliographique

Généralités sur le chêne liège

1.1 Origine de chêne liège

Le chêne liège, est une essence endémique du bassin méditerranéen, cette espèce, dont l'origine remonte au Tertiaire (Natividade, 1956), est un descendant de la flore de la pliocène supérieure. (Boudy, 1950). Des études palynologiques ont montré l'apparition de ce végétal au Sud de l'Espagne et au niveau de la frontière franco-espagnole entre 10 000 et 6 500 ans av. (Dessain, 1992).

1.2 Aire de répartition

1.2.1 Aire de répartition mondiale

Le chêne-liège est débordant sur les côtes atlantiques depuis le Maroc jusqu'au golfe de Gascogne entre les latitudes Nord 31 et 45 (Figure: 01).



Figure01 :  Distribution du chêne-liège dans son aire géographique méditerranéenne et atlantique (Institut méditerranéen du liège, 2015).

Tableau I: Superficie de chêne liège à travers les pays du monde (Institut Méditerranéen du Liège, 2015)

PAYS	Superficie (hectares)	%
Portugal	860.000	32
Espagne	725.000	27
Maroc	440.000	16,4
Algérie	375. 000	14
Tunisie	144.000	5,3
Italie	99.000	3,7
France	44.000	1,6

En région méditerranéenne, le chêne-liège s'est maintenu, malgré l'effondrement des cours du liège. Il n'a pas pu être remplacé par d'autres essences plus productives (comme cela est encore le cas au Portugal avec l'eucalyptus) car il n'occupait déjà bien souvent que des terrains particulièrement pauvres (Piazzetta, 2005).

1.2.2 Aire de répartition en Algérie

Le chêne-liège est une espèce forestière principale en Algérie, tant en raison des superficies occupées, que de son importance économique. Il est présent sur 450000 ha, mais ne constitue de véritables subéraies que sur 150000 ha. Ces dernières se situent entre les frontières Marocaines et Tunisiennes et s'étendent du littoral méditerranéen au Nord aux chaînes telliennes au Sud, sur une largeur ne dépassant pas les 100 km (Bouhraoua, 2002). Les subéraies Algériennes couvrent trois faciès : l'occidental montagnard, l'oriental littoral et l'oriental montagnard (Aouati, 2013).

Le chêne-liège s'étend d'une manière assez continue le long de la zone littorale et reste disséminé sous formes d'îlot de moindre importance dans la partie Ouest. Elles se répartissent à travers 22 wilayas (Figure 02).

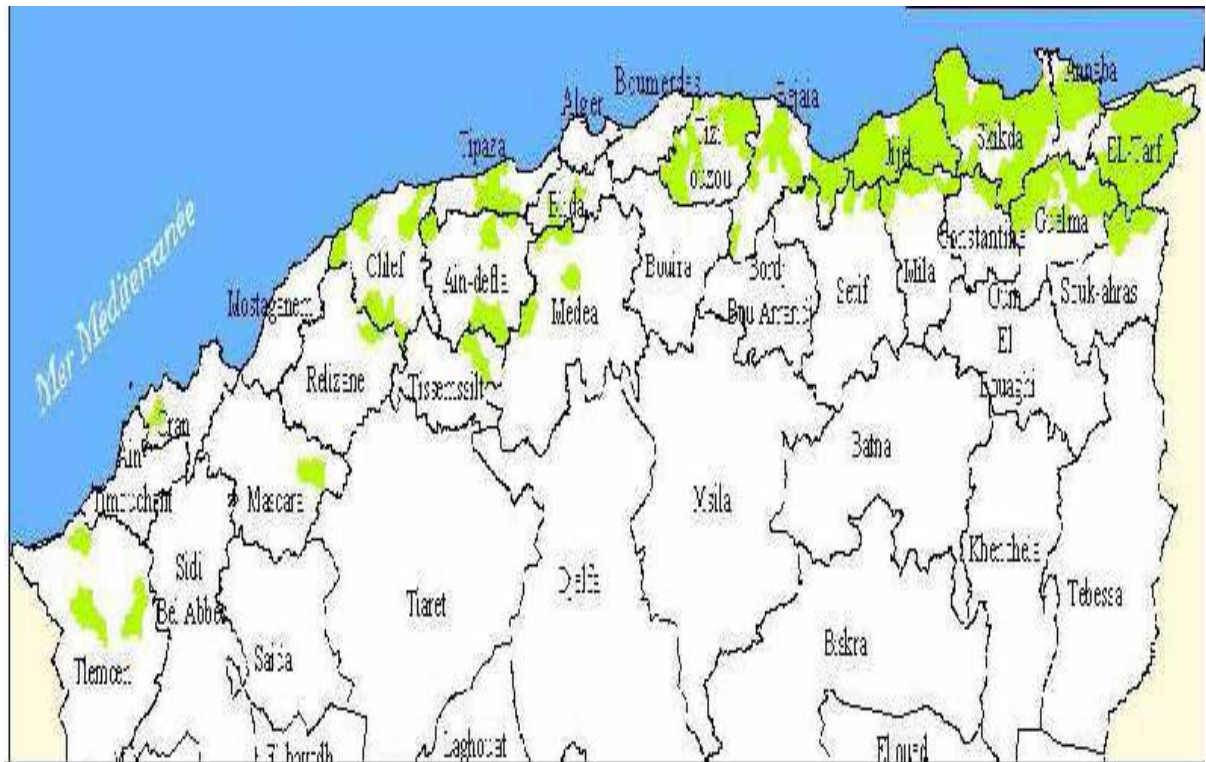


Figure 02 : Aire de répartition du chêne-liège en Algérie (DGF, 2003).

Les principales subéraies Algériennes sont localisées dans le tell Oriental, situées essentiellement en zone subhumides et humides au Nord-est de l'Algérie jusqu'à la frontière Tunisienne (Zeraia, 1982), région qui renferme à elle seule près des 4/5 de la subéraie Algérienne (Yessad, 2000).

1.3 Importance économique du chêne-liège

L'évolution des subéraies et de leur exploitation tout au long du XX^{ème} siècle a connu un développement très profond, essentiellement au niveau de l'industrie. Celle-ci a connu un grand essor à partir des années 50 (Cobra, 2000). La noblesse de chêne liège est dans son écorce qui appelée communément liège qui offre un potentiel économique non négligeable dans diverses utilisations (agglomérés d'isolation, revêtement, décoration, bouchons et articles divers). Il est utilisé aussi pour son bois (charbon de bois, bois de chauffage..), pour son écorce à tan (tannin) et pour ses fruits (glands) et feuilles qui servent au bétail.

Les caractéristiques physico-chimiques uniques du liège sont à la base d'un secteur industriel remarquable dans le secteur Méditerranéen occidental. Il engendre une synergie de valeurs économiques et sociales d'un profil rare dans cette région, La production mondiale de liège est estimée à 340.000 tonnes/an, dont l'Algérie a été le cinquième producteur mondial de liège brut avec 40.000 tonnes/an (Varela, 2000).

1.4 Description générale de l'espèce

1.4.1 Systématique

Le chêne liège (*Quercus suber* L.) est une espèce typiquement méditerranée, endémique de la méditerranée occidentale (Zeraia, 1981 in Piazzetta, 2005). Elle est décrite pour la première fois par Linnéen en 1753 (Arbouch, 2006). La taxonomie retenue pour le chêne liège est la suivante :

Règne : Végétal.

Embranchement : Spermaphyte.

Sous embranchement : Angiosperme.

Classe : Dicotylédones.

Sous classe : Apétales.

Ordre : Fagales.

Famille : Fagaceae.

Sous famille : Quercoïdeae.

Genre : *Quercus*.

Espèce : *Quercus suber* L.

1.4.2 Description botanique

Le Chêne-liège est une espèce extrêmement polymorphe comme la plupart des chênes ; elle est caractérisée par la formation subéreuse de son écorce donnant le liège.

Le chêne liège est un arbre généralement de taille moyenne pouvant atteindre 7 à 10 m de hauteur lorsqu'il est en peuplement.

A l'état isolé par contre, il peut atteindre jusqu'à 20 à 25 m de hauteur. Le tronc de l'arbre ainsi que les rameaux sont recouverts d'une écorce crevassée, épaisse et spongieuse appelée liège. Les feuilles de forme assez ovale sont dentées sur les bords, elles sont vertes, luisantes sur la face supérieure, alors que la face inférieure est blanchâtre et tomenteuse (Karem, 2005).

1.4.2.1 Appareil végétatif

➤ Les rameaux

Les rameaux sont sinueux pubescents les premières années, puis bruns clairs et enfin entièrement subéreux. Le houppier est constitué d'un couvert léger en raison de son feuillage

grêle et de sa ramification peu serrée. L'arbre développe un port large et étalé, en situation isolée, une forme arrondie, étroite et haute (Karoune, 2008).

➤ Les racines

Le système racinaire est pivotant, car il est constitué d'une grosse racine principale qui sert de support à l'arbre et de racines secondaires plus superficielles. Il permet l'approvisionnement en eau et en éléments minéraux, peut s'emmêler avec les racines des arbres voisins (échanges de substances nutritives) et s'associer avec le mycélium de certains champignons qui favoriseront la capture des minéraux. La longueur maximale est de 32 m (Belhoucine, 2013).



Figure 03: Les racines de chêne-liège. (Belhoucine, 2013).

➤ Le bois

Le bois du chêne-liège est dur, lourd, d'un brun clair et légèrement rose. Il sèche difficilement et se fend facilement, il fournit un excellent bois de chauffage (Cantat et Piazzetta, 2005).

➤ Le tronc

Le tronc, généralement court, se ramifie à une faible hauteur. Il est recouvert d'un liège épais fortement crevassé longitudinalement. La circonférence à 1,30 m (DBH) du sol est de 70cm entre 27 et 35 ans, elle peut atteindre des dimensions importantes. Signale l'Abattage, en 1876 au Portugal, d'un spécimen de 12 m de circonférence à la base. Sa longévité est de 80 à 100 ans dans l'étage bioclimatique semi aride et de 200 ans dans l'humide (Chaabna, 2012).



Figure 04 : Tronc de chêne liège (Yahiaoui, 2015)

➤ L'écorce (le liège)

Le liège est une écorce particulière du tronc des chênes lièges. Elle est produite par une enveloppe de cellules régénératrices appelée la mère. Comme le bois, le liège est un tissu de cellules mortes, les couches se superposent annuellement en cernes de quelques millimètres d'épaisseur. Le liège est récolté tous les 12 à 15 ans et à chaque levée, un nouveau liège repousse pour être récolté à nouveau.



Figure 05 : formation de liège (Institut Méditerranéen du Liège ,2015)

➤ Feuille

Les feuilles de chêne-liège présentent un polymorphisme très marqué, elles sont alternées généralement coriaces, plus ou moins dentées ou pas, ovales assez souvent renflées, vertes foncées et glabres sur leurs parties supérieures, grises blanchâtres et duveteuses sur leurs parties inférieures, elles sont persistantes dont la durée de vie est de 2 à 3 ans, et elles ont entre 5 et 7 paires de nervures, leurs tailles varient de 3 à 6 cm en longueur et de 2 à 3 cm en largeur (Yessad, 2000).



Figure 06 : Les feuilles de chêne liège (Yessad, 2000).

1.4.2.2 Appareil reproducteur

➤ Fleur

Les fleurs mâles en chatons filiformes (40 à 80 mm de long) poussent en grappes à l'aisselle des feuilles et des ramoules de l'année ou à l'extrémité des pousses de l'année précédente ; les fleurs femelles, en chatons courts (5 à 40 mm de long), poussent à l'aisselle des feuilles de l'année. Chaque chaton porte 2 à 5 fleurs en forme de petites cupules écailleuses dont la corolle et le calice, sont peu développés. (Tabet, 2014)



Figure 07 : Fleur de chêne liège (Chaabna, 2012).

➤ Fruits

Le fruit de chêne liège présente une forme et des dimensions très variables 2 à 5 cm en longueur et 1 à 2 cm en largeur. La maturation des glands à lieu dans l'année de floraison, les glands tombent en Octobre et Novembre, parfois jusqu'à Janvier (Karoune, 2008).



Photo01: des glands de chêne liège (2017)

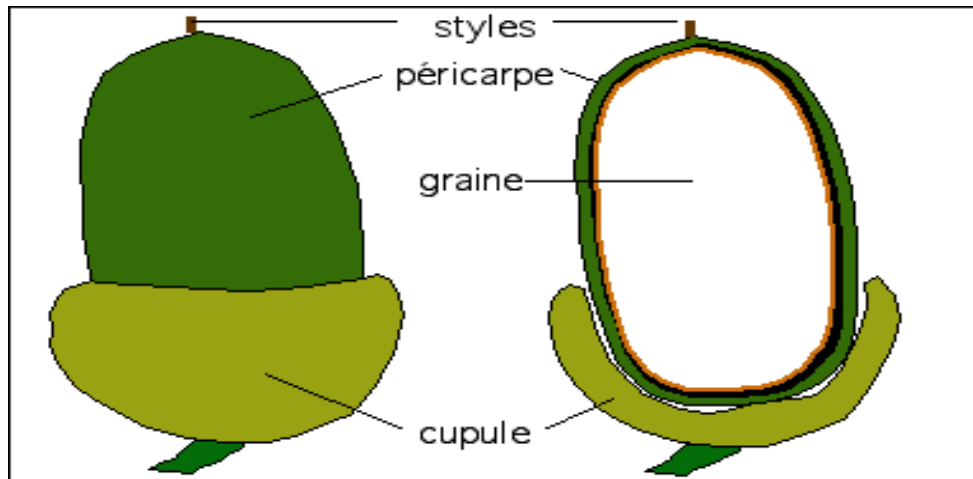


Figure 08: Schéma du gland de chêne-liège. (Saouli, 2009)

1.5 La germination de chêne liège

1.5.1 Définition de la Germination

La germination correspond à l'étape par laquelle une semence en vie ralentie "se réveille" et donne naissance à une plantule. Ce passage met en jeu des mécanismes physiologiques complexes qui sont assez bien identifiés aujourd'hui. En 1957, Evenari propose la définition suivante : 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. Cette définition, adoptée par les physiologistes, est validée par des mesures d'imbibition et d'activité respiratoire effectuées sur des semences en cours de germination. Il est ainsi démontré que la germination comprend trois phases successives (figure 09) : la phase d'imbibition, la phase de germination *stricto sensu* et la phase de croissance. On retrouve ces trois mêmes étapes pour l'activité respiratoire. (d'après Come, 1975).

1.5.2 Les phases de la germination

Heller *et al.*, (2000) ; Raven *et al.*, (2003) et Meyer *et al.*, (2004) ont distingué les phases suivantes de germination :

✓ La phase I

Ou phase d'imbibition, assez brève selon les semences (de 6 à 12h), caractérisée par une forte hydratation des tissus, accompagnée d'une élévation de l'intensité respiratoire.

✓ La phase II

Ou phase de germination *stricto sensu*. Au cours de cette phase il y'a une stabilisation de l'hydratation et de la respiration à un niveau élevé. Cette phase, est relativement brève aussi

de 12 à 48 heures. Elle s'achève avec l'émergence de la radicule hors des téguments séminaux. Durant cette phase, la graine peut être réversiblement déshydratée et réhydratée sans dommage apparent pour sa viabilité.

✓ **La phase III**

Est caractérisée par une reprise de l'absorption d'eau et une augmentation de la consommation d'oxygène, elle correspond à un processus de croissance de la radicule puis la tigelle.

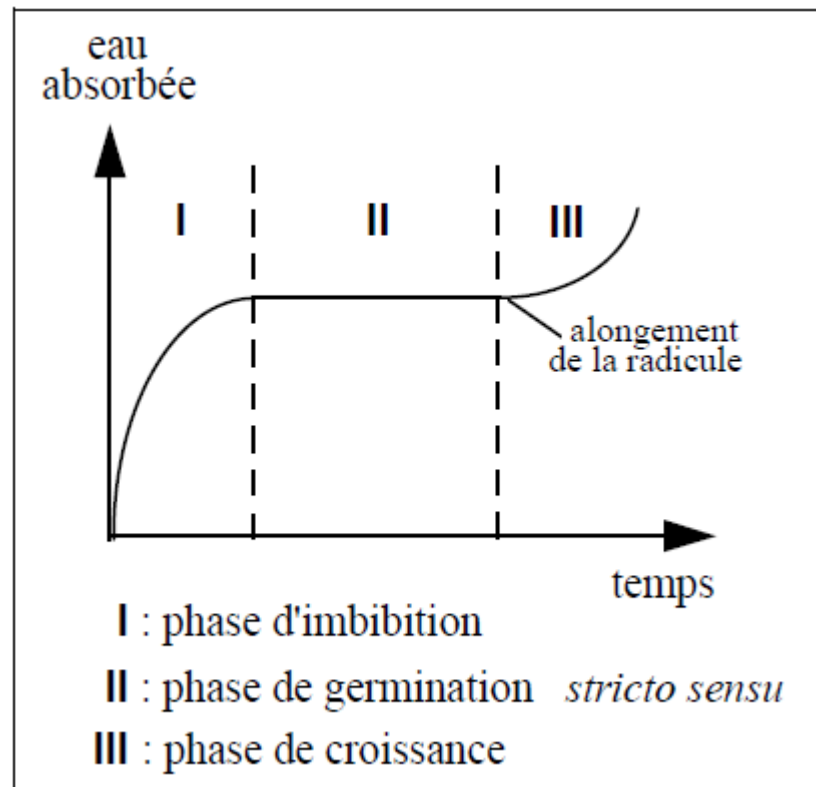


Figure 09. Courbe théorique d'imbibition d'une semence (d'après Côme, 1975).

1.5.3 Conditions de la germination

1.5.3.1 Conditions internes

Avant la germination, la graine doit répondre à de nombreuses conditions internes qui sont :

- ✓ la maturité c'est-à-dire que toutes les parties qui la constituent soient complètement différenciées morphologiquement (Heller *et al.*, 2000).
- ✓ La deuxième condition est la disponibilité de l'amidon, des protéines, des lipides et des

nutriments pour l'embryon de la graine à travers l'activité des enzymes et des voies spécifiques (Miransari et Smith, 2009).

✓ La troisième condition est la longévité des semences, autrement dit, la durée pendant laquelle les semences restent vivantes et gardent leur pouvoir germinatif. Cette dernière condition varie considérablement en fonction des espèces (Heller *et al.*, 2000).

La dormance des graines tout comme la germination est des processus importants qui affectent le développement des plantes. Ces processus sont influencés par divers facteurs, y compris les hormones végétales, les bactéries du sol, peuvent également affecter de manière significative la germination des graines (Miransari et Smith, 2014).

1.5.3.2 Conditions externes

✓ La température

Elle est fondamentale dans la germination. Elle agit sur la vitesse de consommation d'O₂ par l'embryon et sur les réactions d'oxydation des composés phénoliques (Mazliak, 1982). Bien que beaucoup de graines peuvent germer dans une gamme de température assez large, dans de nombreux cas, le minimum est de 0 à 5°C, le maximum de 45 à 48 °C et l'optimum de 25 à 30°C (Raven *et al.*, 2003).

✓ La lumière

Elle est considérée comme un facteur indirect de la germination. Les besoins en lumière pour cette dernière sont variables selon l'espèce (Vallée *et al.*, 1999 ; Lafon *et al.*, 1990).

✓ L'eau

Elle est nécessaire pour l'hydratation des tissus et pour la croissance des organes (Gimeno, 2009).

✓ L'inhibition tégumentaire

La germination exige obligatoirement de l'oxygène (Soltner, 2007). D'après Meyer *et al.* (2004), l'oxygène est contrôlé par les enveloppes qui constituent une barrière, mais en même temps une réserve

1.6 Les dormances

La dormance peut être primaire, si elle est engendrée par les effets de l'acide abscissique au cours du développement de la graine (Leymarie *et al.*, 2007). Elle peut être aussi secondaire lorsque les graines inhibent volontairement leur germination pour d'attendre des conditions plus favorables (Finkelstein *et al.*, 2008). Dans le cas des dormances primaires,

les embryons isolés peuvent s'allonger alors que la semence entière ne germe pas. La cause réside alors dans les enveloppes séminales (albumen, téguments, péricarpe) on parle de dormances tégumentaires c'est le cas des espèces de genre *Hedysarum*. Elles peuvent être engendrées par une imperméabilité à l'eau ou à l'oxygène ou aux deux, c'est le cas des «graines dures » (Soltner, 2001). D'après Mazliak (1982), les inhibitions tégumentaires se rencontrent chez les semences dont les enveloppes sont totalement imperméables ou pas suffisamment perméable à l'eau ou à l'oxygène, ou des enveloppes trop résistants pour que l'embryon puisse les rompre. Cette dormance ou inhibition est d'origine tégumentaire puisque une fois débarrassée du tégument, les graines sont aptes à germer (Côme, 1975).

1.7 Les glands de chêne liège

1.7.1 Structure morphologique

Un gland comprend une enveloppe externe ou péricarpe constituée de 5 couches dont la plus importante est la couche ligno-cellulosique, résistante et pouvant atteindre 3,5mm d'épaisseur. A l'intérieur se trouve l'embryon formé par la plantule et les deux cotylédons. (Dajoz, 1980).

1.7.2 Constitutions chimiques

Les glands sont une source riche d'hydrates de carbone, des acides aminés, des protéines, des lipides et stérols divers.

➤ **Les protéines :** Le contenu en protéine de l'amande du gland sain de chêne-liège est de $0,37 \pm 0,01 \mu\text{g/g.MS}$ cette valeur diminue quand le gland est attaqué par les insectes, toutefois cette concentration diminue significativement lorsque le gland est fortement attaqué. (Saouli, 2009).

➤ **Les glucides :** Quant le gland est sain la teneur en glucides au niveau de l'amande est de $3,11 \mu\text{g/g.MS}$ alors qu'au niveau du péricarpe elle est de $1,71 \mu\text{g/g.MS}$. (Saouli, 2009). (Yasmine, 2016)

➤ **Les lipides :** Le contenu en lipides des glands du chêne-liège varient en fonction que le gland soit sain, attaqué ou fortement attaqué.

A côté des composants alimentaires, ils contiennent divers composés biologiquement actifs (des tanins, l'acide gallique et ellagique et différents dérivés hexahydroxydiphenoyl) qui possèdent une activité antioxydante.

Les glands sont une source riche d'hydrates de carbone, des acides aminés, des protéines, des lipides et stérols divers. (Cantos et al., 2003; Chiou, 1989; Lee et al., 1992; Rakic, 2000; Rakic et al., 2006).

Généralités sur Les polyphénols

2.1 Définition

Les composants phénoliques sont des métabolites secondaires végétaux. Ils peuvent être définis comme des molécules indirectement essentielles à la vie des plantes (d'où la dénomination de métabolites secondaires). 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. Ces composants ont tous en commun la présence d'un ou de plusieurs cycles benzéniques portant une ou plusieurs fonctions hydroxyles (Urquiaga et Leighton, 2000).

La structure des composants 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) Ils participent de manière très efficace à la tolérance des végétaux à des stress variés, donc ces composants jouent un rôle essentiel dans l'équilibre et l'adaptation de la plante au sein de son milieu naturel (Macheix *et al.*, 2005)

2.2 Structure chimique

La structure chimique des polyphénols est comparable à tous les polyphénols. Ils sont caractérisés par un ou plusieurs noyaux aromatiques hydroxylés. Les polyphénols sont classés en différents groupes en fonction du nombre de noyaux aromatiques qui les composent et des substitutions qui les relie (Manallah, 2012).

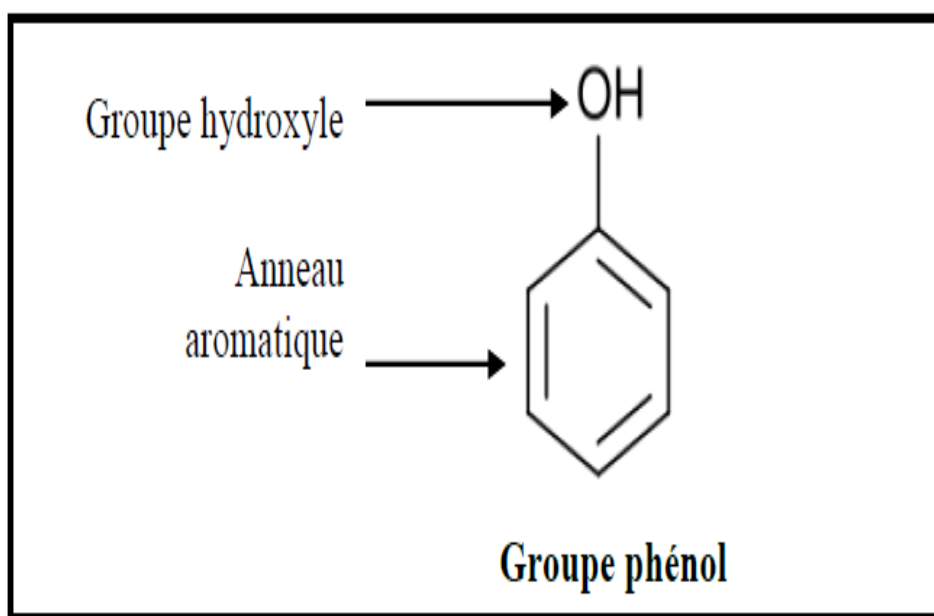


Figure10 : Structure chimique des polyphénols (Manallah, 2012).

2.3 Biosynthèse des polyphénols

La biosynthèse des polyphénols se fait par deux voies principales qui sont :

2.3.1 La voie de shikimate

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

Dans cette voie, l'érythrose 4-phosphate et le phosphoénol pyruvate sont produits par les hydrates de carbones lors de leur dégradation par la voie des pentoses phosphate et la glycolyse respectivement. Ces derniers sont à l'origine des composants phénoliques C6-C1 formant les tannins hydrolysables et de la chalcone qui est la molécule de base de tous les flavonoïdes et tannins condensés (Haslam, 1994 ; Dewick, 1995).

2.3.2 La voie de l'acétate

La voie de l'acétate est de longueur variable, menant par cyclisation à des composants polycycliques tels que les dihydroxy-1,8 anthraquinones ou les naphthoquinones (origine de ces poly : des poly β -coesters polyacétates) (Bruneton, 1999 ; Naczki et Shahidi, 2004).

De plus, la diversité structurale des composants polyphénoliques due à cette double origine biosynthétique, est encore accrue par la possibilité d'une participation simultanée des deux voies (du shikimate et de l'acétate) dans l'élaboration de composant d'origine mixte, comme les flavonoïdes (Martin et Andriantsitohaina, 2002).

2.4 Classification des polyphénols

On distingue les acides phénoliques (phénols simples), les flavonoïdes, les lignanes, les stilbènes, les coumarines et les tannins (Glombitza, 1985 ; Harborne, 1980 ; Goodwin, 1988 ; Porter, 1989; Boros, 2010).

2.4.1 Les acides phénoliques

Ces acides sont dérivés de deux sous groupes distingués : Les acides hydroxycinnamiques, dont les plus abondants sont l'acide caféique, l'acide férulique, l'acide chlorogénique, et les acides hydroxybenzoïques, mais les plus répandus sont l'acide salicylique et l'acide gallique.

2.4.1.1 Acide hydroxycinnamique

➤ Acide férulique

L'acide férulique est identifié dans les grains d'orge, maïs, mils, avoine, seigle, blé, riz. Cet acide a comme principale propriété biologique, l'effet antioxydant (Hahn *et al.*, 1983 ; Andreasen *et al.*, 2000; Zhou *et al.*, 2004; Kim *et al.*, 2006).

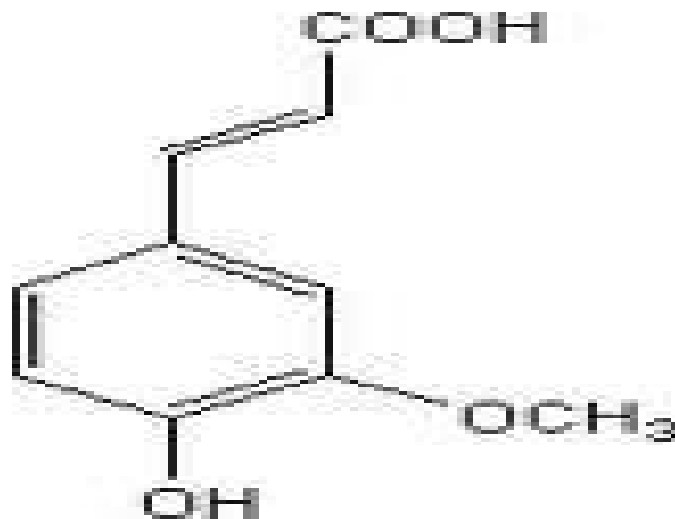


Figure11 : Structure d'acide ferulique (Benaissa, 2011).

➤ **Acides chlorogeniques**

Les acides chlorogeniques sont identifiés essentiellement chez : les artichauts, Café, pomme de terre..., Sont caractérisés par des propriétés antioxydants et antiradicalaires, comme ils jouent un rôle dans la prévention *in vitro* des maladies cardiovasculaires et du diabète type II.

➤ **Acide caféique**

L'acide caféique est un composé naturellement présent dans toutes les plantes, intervenant dans la synthèse de la lignine (molécule formant les parois des cellules végétales). (Cunha, et *al.*, 2004).

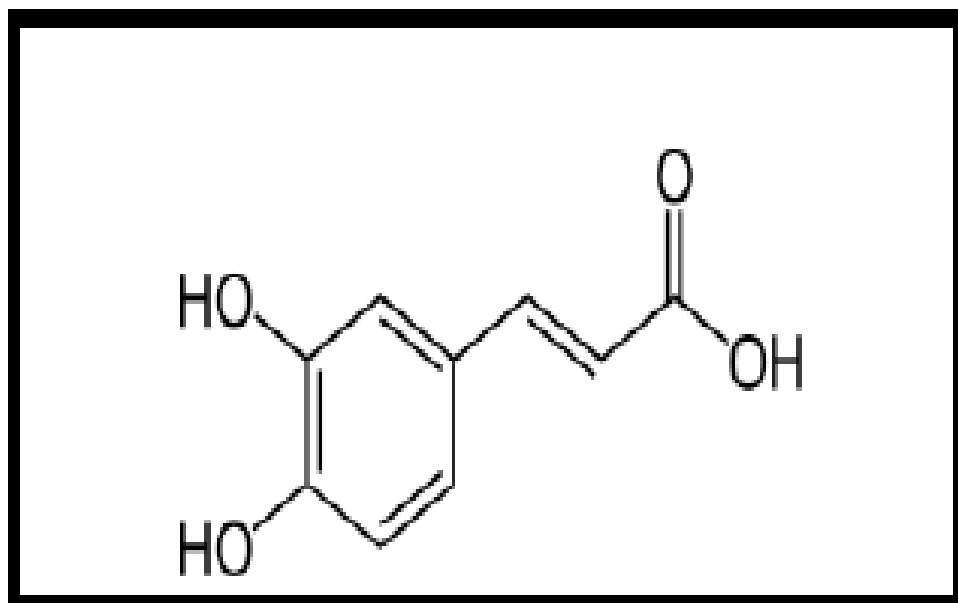


Figure 12 : Structure d'acide caféique (Nkhili, 2004).

2.4.1.2 Acide hydroxybenzoïques

➤ Acide gallique

L'acide gallique est abondant dans le mils, riz, sorgho (Hahn *et al.*, 1983). Cet acide présente une très grande activité antioxydante (Smith et Kramer, 1999). l'acide gallique a pour pouvoir *in vitro* de réduire la viabilité des cellules cancéreuse du poumon chez les souris et que la combinaison de cet acide avec les médicaments anticancéreux tels la cisplatine peut être un traitement efficace pour ce type de cancer (Rangkadilok *et al.*, 2007). Il peut aussi à une faible concentration, prévenir les dommages oxydatifs d'ADN cellulaire (Lee *et al.*, 2005).

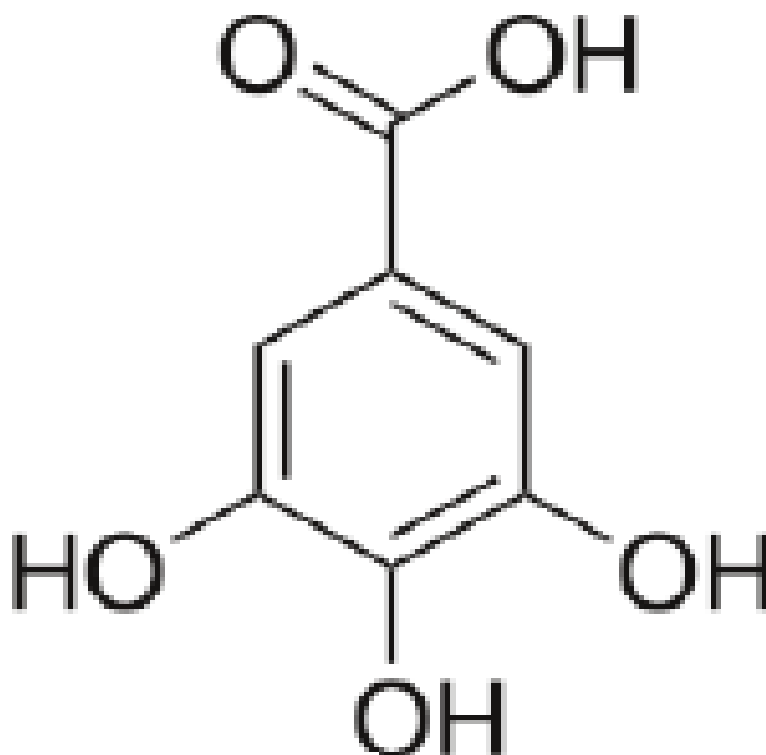


Figure 13 : Structure d'Acide gallique (Akroum, 2011).

2.4.2 Les flavonoïdes

Cette catégorie de substances naturelles forme une grande partie des métabolites secondaires d'un grand nombre de variétés de plantes supérieures. Ce sont des composés naturels appartenant à la famille des polyphénols, formant ainsi l'ensemble des substances les plus répandues. Ils possèdent une diversité structurale très importante. En effet, plus de 6500 structures ont été identifiées (Linuma *et al.*, 1993)

2.4.2.1 Biosynthèse des flavonoïdes

La formation de ces molécules flavonoïques s'effectue par un intermédiaire connu : tétrahydroxychalcone à partir de la quelle se différencient plusieurs types des flavonoides. (Bouheroum, 2007).

2.4.2.2 Structure

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) (W- Erdman *et al.*, 2007). Généralement, 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)

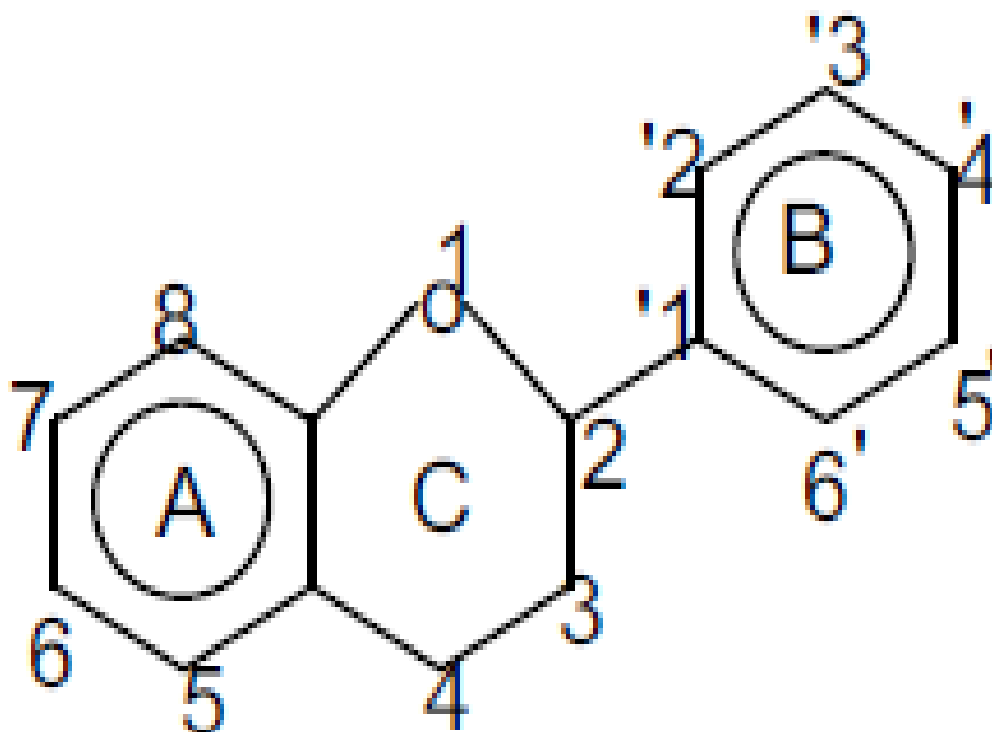
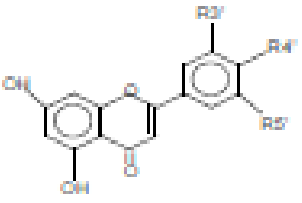
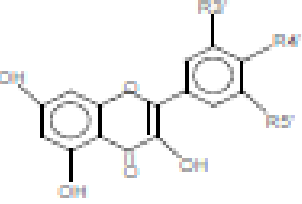
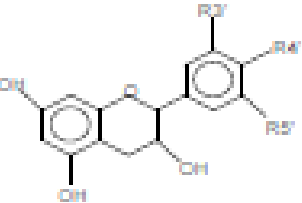
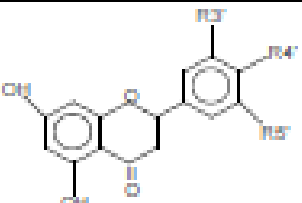
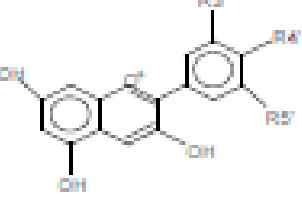
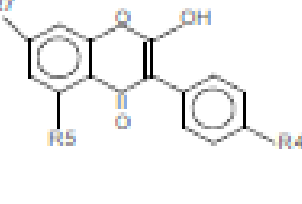


Figure 14: Structure nucléaire des flavonoides (Rania, 2007)

2.4.2.3 Classification

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

Classes	Structures chimiques	R3'	R4'	R5'	Exemples
Flavones		H	OH	H	Apigénine
		OH	OH	H	Lutéoline
		OH	OCH3	H	Diosmétique
Flavonols		H	OH	H	Kaempférol
		OH	OH	H	Quercétine
		OH	OH	OH	Myricétine
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	Genistéine
		H	O-Glu	OH	Daïdezine

2.4.2.4 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)

2.4.3 Les lignanes

Le terme lignane à l'origine présenté par Haworth en 1936. Les lignanes sont les dimères des unités de phenylpropane (C6 C4) (Benarous, 2009).

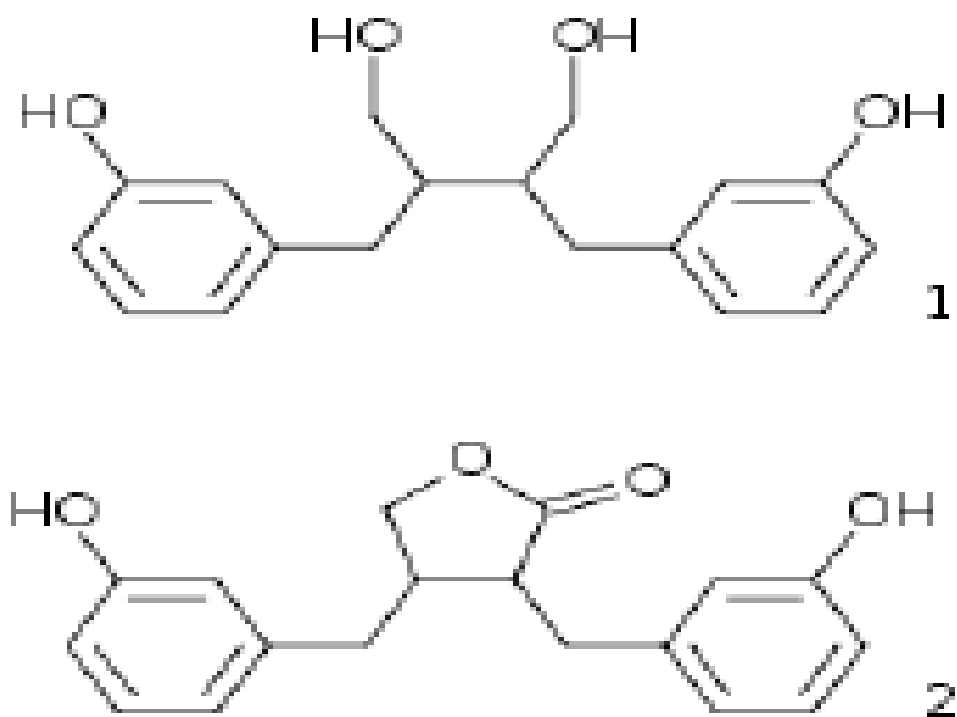


Figure15: Structure des lignanes (Midoun, 2011).

2.4.3.1 Structure des lignanes

Les lignanes sont répartis en huit groupes, classés selon le mode d'incorporation du (ou des) atome (s) d'oxygène dans le squelette carboné et selon le type de cyclisation (Umezawa, 2003).

2.4.4 Les stilbènes

Les Stilbènes sont des composés phénoliques contenant au minimum deux noyaux aromatiques reliés par une double liaison, dont la structure est C6-C2-C6 comme les flavonoïdes,

formant un système conjugué. Cette particularité leur confère une grande réactivité due à la résonance des électrons sur la totalité de la molécule.

Ils sont des phytoalexines, composés produits par les plantes en réponse à l'attaque par les microbes pathogènes fongiques, bactériens et viraux. Les sources principales des stilbènes sont les raisins, les vins, le soja et les arachides (Crozier *et al.*, 2006).

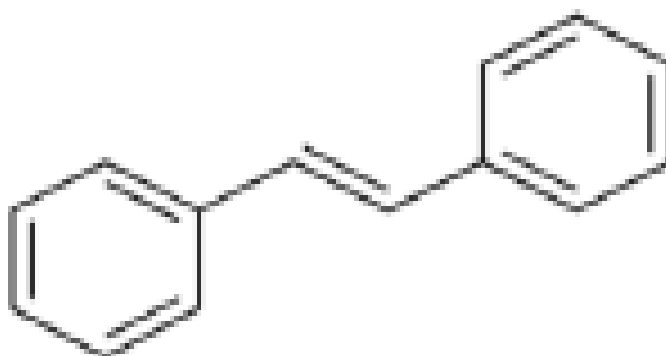


Figure16: Structure d'un stilbène (Midoun, 2011).

2.4.5 Les coumarines

Les coumarines tirent leur nom de « coumarou », nom vernaculaire de fève tonka (*Dipterix odorata* Wild., Fabaceae) dont les fèves contiennent 1 à 3% de coumarine, d'où fut isolée en 1982 (Bruneton, 1993). Le squelette de base des coumarines est constitué de deux cycles accolés avec neuf atomes de carbone (Ford *et al.*, 2001).

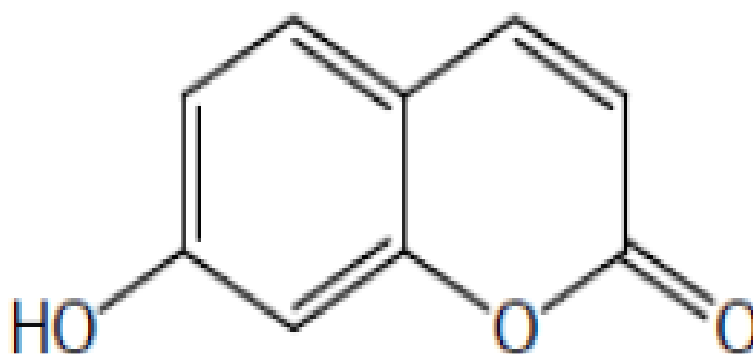


Figure17: Squelette de base des coumarines (Djemoui, 2012).

2.4.6 Les tanins

Les tanins sont des substances polyphénoliques de structure variée, de saveur astringente ayant en commun la propriété de tanner la peau, cette aptitude est liée à leur propriété de se combiner aux protéines. Leur poids moléculaire est compris entre 500 et 3000 Da (Paris et Hurabielle., 1981).

2.4.6.1 Localisation et distribution

Les tanins sont très répandus dans le règne végétal, mais ils sont particulièrement abondants dans certaines familles comme les conifères, les Fagacées, les rosacées (Ghesterm et al., 2001). Ils peuvent exister dans divers organes: l'écorce, les feuilles, les fruits, les racines et les graines (Khanbabae et Ree., 2001).

2.4.6.2 Classification

On distingue habituellement chez les végétaux supérieurs, deux groupes de tanins différents par leur structure aussi bien que par leur origine biogénétique: Les tanins hydrolysables et les tanins condensés (Bruneton, 1993).

➤ Tanins hydrolysables

Les tanins hydrolysables sont formés par liaison de plusieurs acides galliques à un carbohydrate (généralement le glucose). On parle de gallotannins. Aussi des unités galloyles peuvent être ajoutées par liaisons esters, généralement en position C3 de l'acide gallique. Et les unités d'acide gallique voisines s'accouplent formant les esters d'acide hexahydroxydiphénique, dits : ellagitannins, ces deux groupes, les gallotannins et les ellagitannins sont appelés tannins hydrolysables. Comme leur nom l'indique, ces composés peuvent être dégradés en fragments simples (acides phénols et sucres). L'acide gallique provient de la β -oxydation des composés C6-C3, comme l'acide coumarique ou les acides oxygénés correspondants. Mais, l'acide shikimique est considéré comme le meilleur précurseur (Seigler, 1998).

➤ Les tannins condensés

Ce sont des proanthocyanidines, composés phénoliques hétérogènes : dimères, oligomères ou polymères du flavanes, flavan-3-ols, 5-flavanols, 5-deoxy-3-flavanols et flavan-3,4-diols (Sarni-Manchado et Cheynier, 2006). Les deux groupes majeurs des proanthocyanidines sont les procyanidines et les prodelphinidines. Les monomères constitutifs des procyanidines sont la catéchine et l'épicatéchine qui peuvent être substituées par l'acide gallique ou des sucres, généralement en position 3 ou plus rarement en position 7. Ces monomères de prodelphinidines

sont la gallocatéchine et l'épigallocatéchine, mais on distingue également des monomères de quercétine et de myricétine .

En s'hydrolysant, les tannins condensés ne donnent pas de composés simples comme le glucose ou les acides phénoliques comme c'est le cas pour les tannins hydrolysables, mais plutôt des anthocyanidines (Andersen et Markham, 2006).

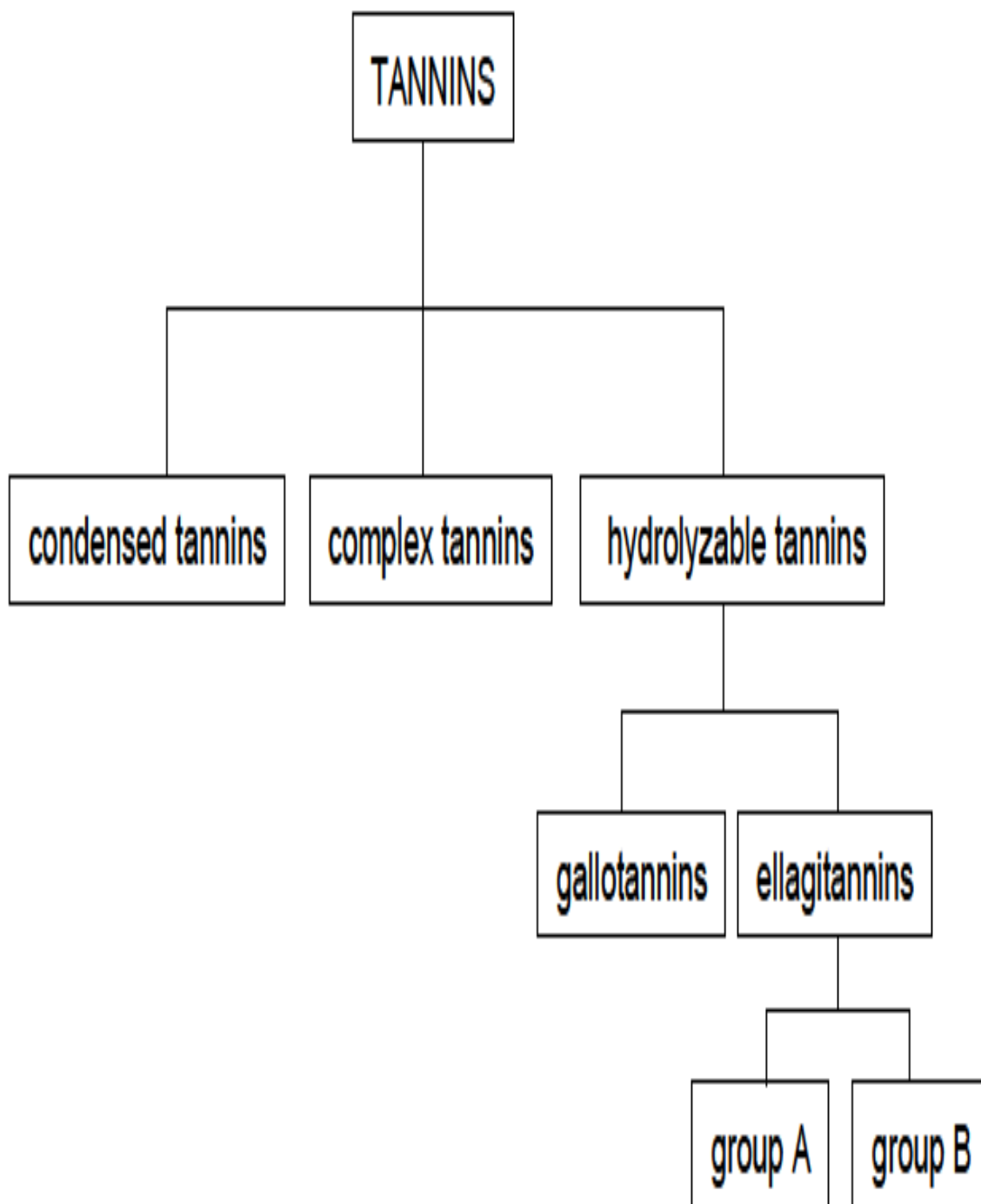


Figure18: Classification des tanins (Wilfred et Ralph., 2006).

2.5 Rôle des composants phénoliques pour la plante

L'importance des composés phénoliques est de plus en plus mise en avant et décrite dans la littérature scientifique. Ceux-ci ont notamment un rôle capital pour la plante en elle-même : dans le processus de germination, dans le contrôle de la toxicité induite par les ROS (espèces réactives de l'oxygène) mais aussi dans le port et la croissance du végétal avec le cas particulier de la lignine. De plus, les polyphénols jouent un rôle loin d'être négligeable dans les relations du végétal avec son environnement : pollinisation, protection contre les pathogènes... (Urquiaga et Leighton, 2000).

Deuxième partie :

Etude expérimentale

Materiel et Méthodes

3.1.2 Matériel végétal

Les glands de (*Quercus suber* L.) ont été ramenés de la pépinière de Kisyr wilaya de Jijel collectés de trois régions essentielles (Miliya, Awana et l'Ansar) au mois d'Octobre.

3.1.3. Conduite de l'essai

3.1.3.1. L'imbibition des glands

Les glands de *Quercus suber* L. préalablement nettoyés (élimination de la poussière et autres particules indésirables), On a divisé les glands de chêne liège en trois lots :

- Le premier lot est celui du témoin.
 - Le deuxième lot représente les glands imbibés dans l'eau pendant 24 heures.
 - Le Troisième lot est celui des glands imbibés dans l'eau pendant 48 heures.
- Les péricarpes des glands sont détachés et séchés à l'Étuve pendant 24 heures



Photo02: Trois lots d'imbibition awana(Aw), ansar(An) et l'miliya(M) (2017)

Après traitement des glands de chêne liège, on détache les péricarpes des glands pour les sécher à l'étuve pendant 24 heures à une température de 60°C.

3.1.3.2. Broyage et tamisage

Les péricarpes des glands ont été broyés à l'aide d'un moulin à café électrique pour obtenir une poudre dont la taille des particules de 0,5 mm (**photo 03**). Les poudres ainsi obtenues sont conservées dans des chopes en plastique, emballées hermétiquement par un papier aluminium et stockées à l'abri de la lumière.

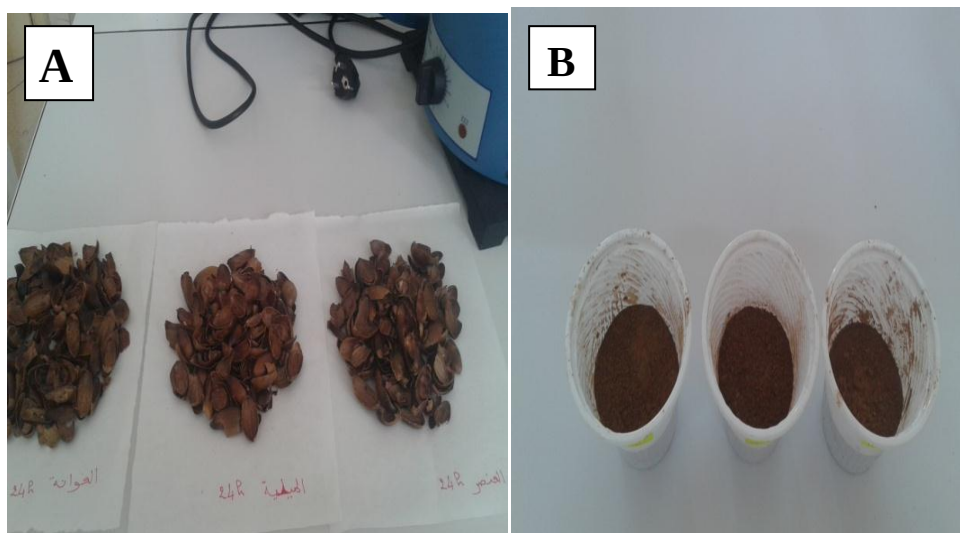


Photo 03: Péricarpes sèches des glands avant (A) et après broyage (B)

3.1.4. Extraction des composés phénoliques

Au cours de ce travail, l'extraction solide/liquide a été choisie comme moyenne pour la récupération des composés phénoliques à partir d'une matrice végétale constituée de glands de chêne liège broyées.

L'extraction des composés phénoliques est faite par macération selon la méthode d'Oomah et *al.*, (2006) avec modification par l'eau distillée et l'éthanol à une concentration de 70%.

- **Principe**

La macération est la méthode d'extraction solide-liquide la plus simple. Elle consiste à la mise en contact du matériel végétal avec le solvant avec ou sans agitation, à température ambiante ou à température élevée pour une durée déterminée. La macération commence avec le choix d'un solvant d'extraction adéquat. Après une étape de diffusion du solvant à l'intérieur des cellules végétales, le processus continue avec la solubilisation de composés bioactifs qui vont migrer de la matrice végétale vers le solvant environnant jusqu'à ce que l'équilibre de partage de concentration soit atteint (Llaneza et *al.*, 2009)

- **Mode opératoire**

4 g de poudre de glands de chêne liège est additionné à 160 ml d'eau distillée ou de l'éthanol 70%. Les mélanges sont soumis à une agitation magnétique pendant 2 h à l'obscurité et à température ambiante, puis ils sont filtrés sur un papier filtre 2 fois,

évaporés presque à sec au moyen d'un évaporateur rotatif, puis séchés dans une étuve à une température de 40 à 45°C

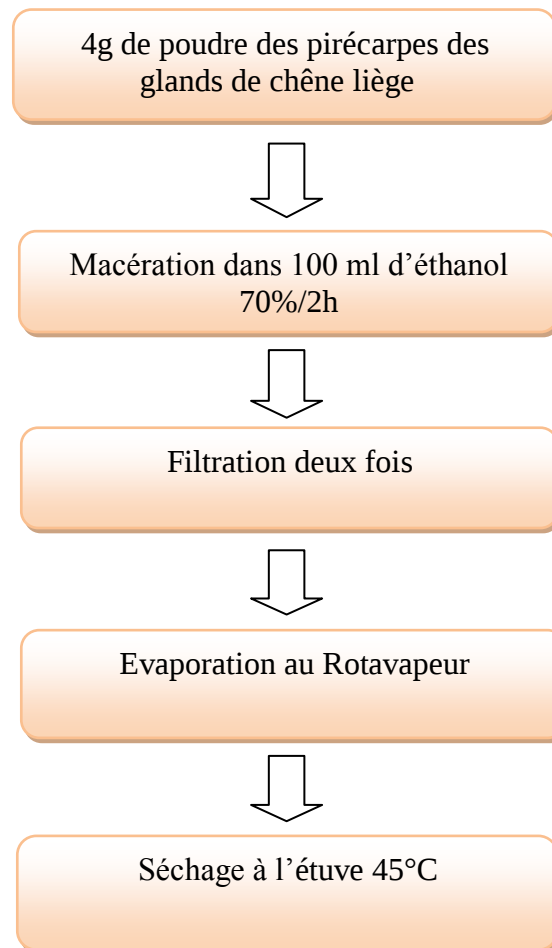


Figure 19: protocole d'extraction des polyphénols (Oomah et *al.*, 2006).

Les extraits ont été peser et conserver à sec jusqu'à utilisation et le rendement sec d'extraction de chaque extrait est calculé par la formule suivante :

$$\text{Taux d'extraction (\%)} = [(P_f)/P_i] * 100$$

P_f : Poids de l'extrait après (g).

P_i: Poids de l'échantillon initial(g).

3.1.5. Dosage des polyphénols totaux :

La teneur en composés phénoliques est estimée selon la méthode de Skerget et *al.*, (2005).

- **Principe**

Le réactif Folin-Ciocalteu est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique et d'acide phosphomolybdique. Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène. La coloration bleue est proportionnelle au taux de composés phénoliques présents dans le milieu donne un maximum d'absorption à 760 nm (Ribéreau- Gayon, 1968).

- **Mode opératoire**

Un volume de 500 µl des solutions d'extrait à différentes concentrations sont ajoutées à 2.5 ml de réactif de Folin-Ciocalteu (10%). Après 15 min, 2 ml de carbonates de sodium (7,5 %) sont additionnés. Le mélange est incubé à une température de 50°C pendant 5 min, puis la lecture de l'absorbance est faite à 760 nm

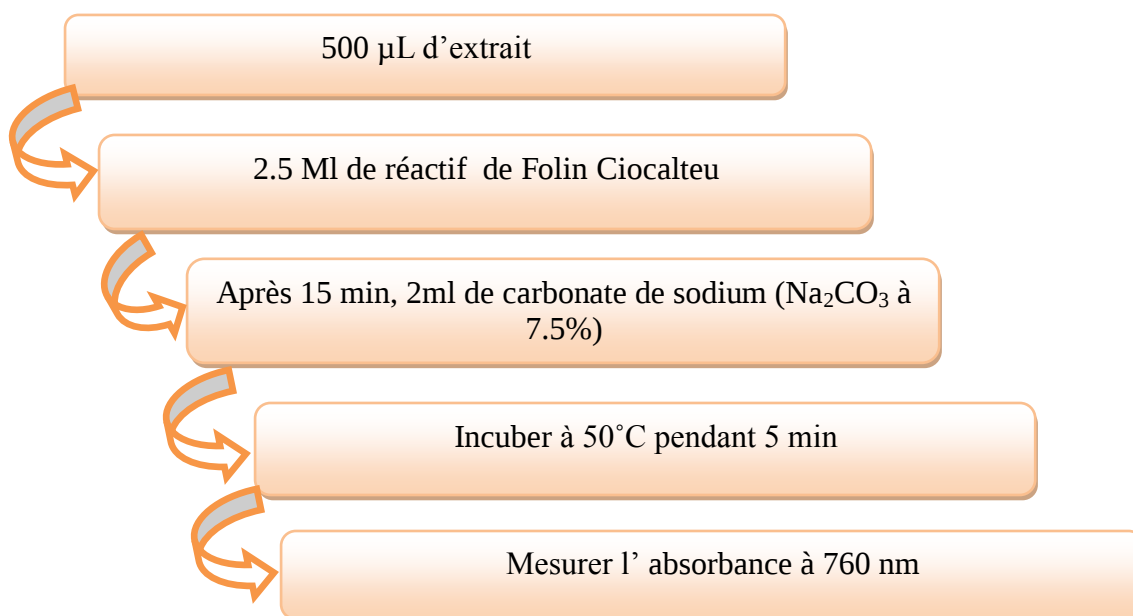


Figure20 : Protocole de dosage des phénols totaux solubles (Ŝkerget et *al.*, 2005).

Les concentrations en composés phénoliques sont déterminées par référence à une courbe d'étalonnage obtenue avec l'acide gallique utilisé comme standard (**Annexe IV**). Les résultats sont exprimés en mg, équivalent d'acide gallique (Eq AG) par g de matière sèche (mg Eq AG/g d'échantillon).

3.2 Travaux effectués au niveau de la pépinière

3.2.1 Germination des glands

3.2.1.1 Généralités sur la pépinière de sidi Marouine

Cette étude est réalisée dans La pépinière de Sidi Marouane qui est la première en production de chêne-liège; projet-pilote financé par la Banque mondiale (BM) vers 1992/1993. Elle est située dans la wilaya de Mila à la région de Sidi Marouane exactement au nord-est au côté sud de oued Rhumel (délimitée au nord par le barrage de Beni Haroun, à l'Est par la cité Fardoua et de sud la daïra de Sidi Marouane et de l'Ouest la communauté de Chégarâ) donc c'est une zone climatique de barrage de Bni Haroun (Figure: 21) qui s'étend sur une superficie totale de 04h et une superficie utile de 02h.

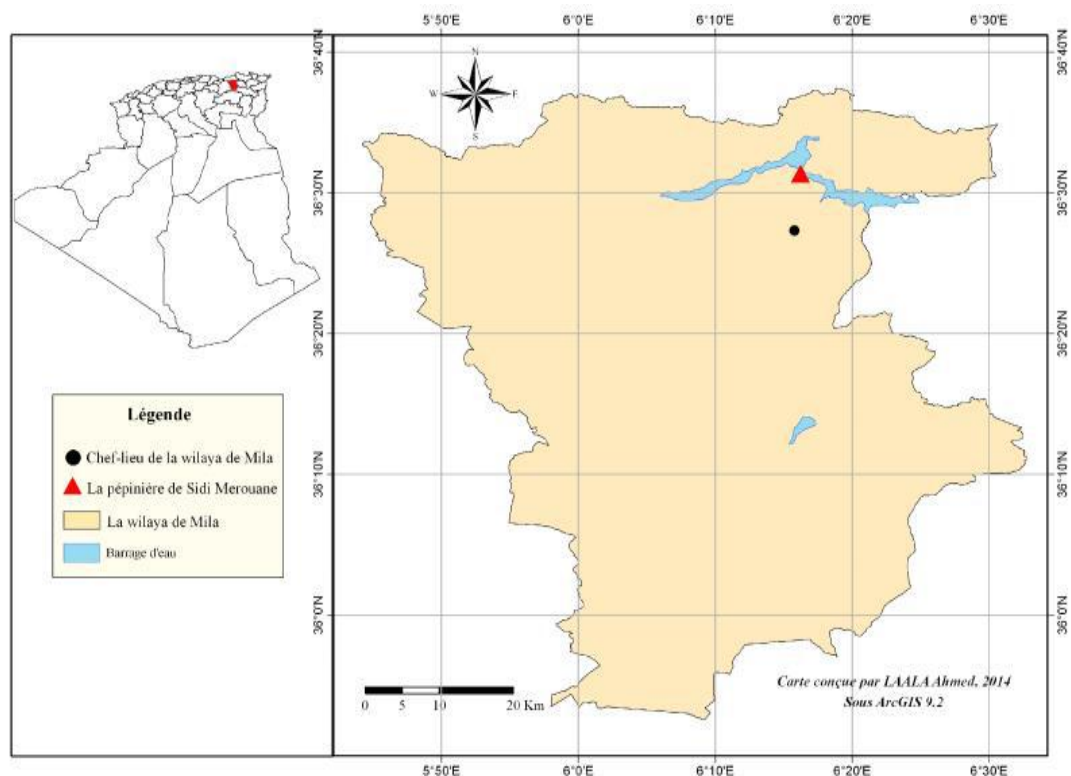


Figure 21 : Localisation de la pépinière de Sidi Merouane (Laala, 2014)

3.2.1.2 Le matériel de la pépinière

➤ Les conteneurs

Le choix du conteneur est un facteur déterminant pour produire un plant de qualité, dans cette étude, nous avons utilisé le conteneur WM de Riedacker qui

remplace le sachet polyéthylène traditionnellement utilisé par les pépinières. Il est sans fond, constitué de deux pièces rigides en polyéthylène emboîtables pliées sous la forme de la lettre alphabétique **W** ou **M** (figure n°1). Il est caractérisé par : une hauteur de 17cm, une longueur de 08cm, une largeur de 05cm, un poids de 22g et un volume de 400cm³ (Laala et Maameche, 2002).

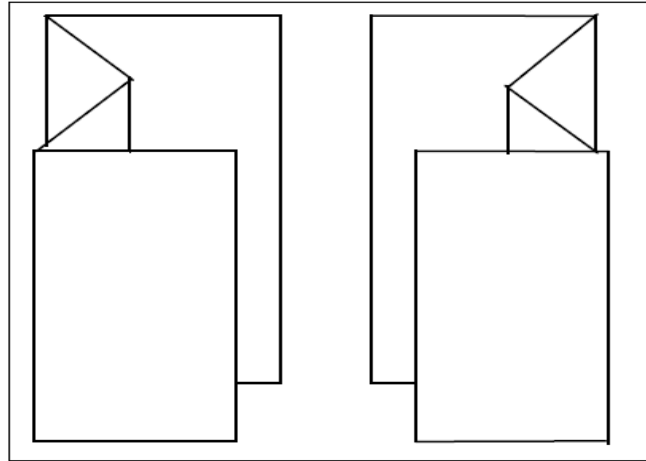


Figure 22 : Le conteneur (WM) (Laala et Maameche, 2002).

➤ Les caissettes

Il s'agit des caissettes en plastique de dimension: 51×35×17 cm, elles représentent des ouvertures dans leur fonds, qui favorisent l'auto-cernage des racines (arrêt spontané de croissance des racines au contact de l'air). Une caissette peut contenir 40 conteneurs (WM).

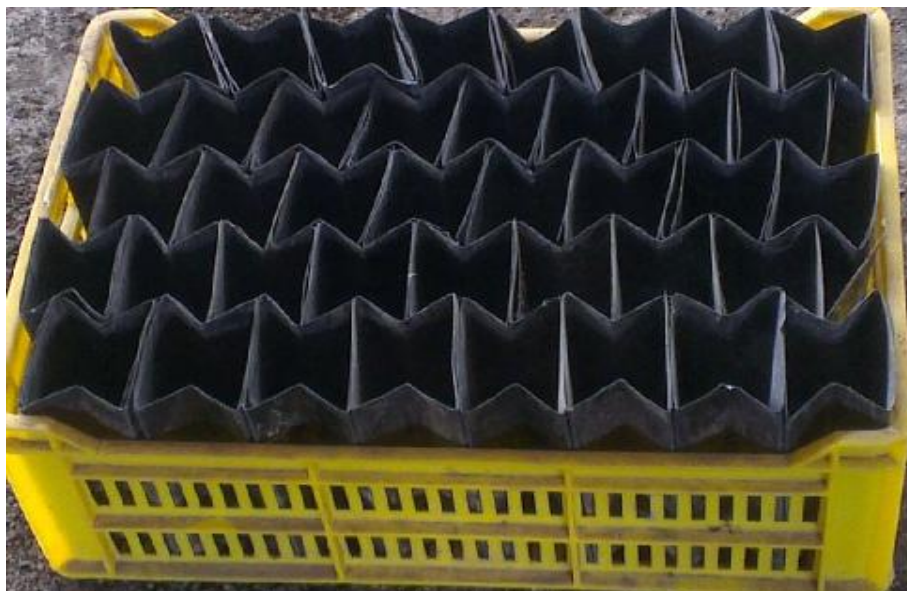


Figure 23 : Une caissette (d'après Boukhalfa et Zid, 2015).

3.2.2. Milieu de culture

Il est constitué de:

A- Humus 25%

Ce sont des macromolécules de poids moléculaire élevé, composées d'un assemblage de différentes chaînes hydrocarbonées.

B- Sable 25%

C- Terre végétal 50%

Matériau très riche en nutriments qui sont d'origine organique (humus forestier); il a une bonne capacité de rétention d'eau

3.2.3. Matériel végétal

L'espèce utilisée dans notre expérimentation : les glands de chêne liège préalablement représenté dans la première partie.

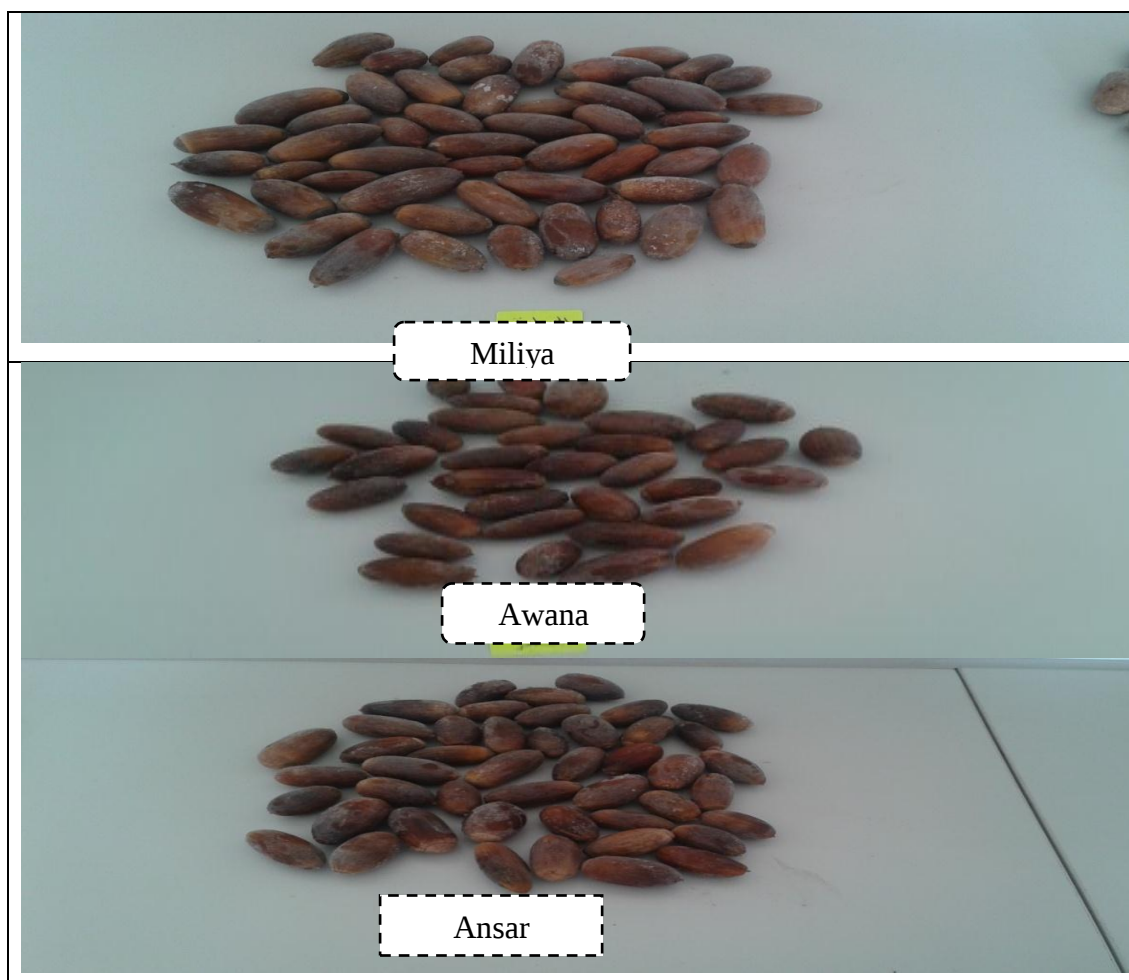


Photo04: Trois provenances (miliya ;Ansar et l'Awana) (2017)

3.2.4. Préparation des substrats

Dans notre expérimentation, l'élément rétenteur utilisé est l'humus forestier et terre végétale associée à un aérateur: le sable. Par la combinaison de trois substrats avec trois provenances de différentes régions. On a choisi les proportions suivantes : 25% sable, 25% humus et 50 % de terre végétale, On utilise le même milieu de culture pour les trois provenances par ce que le but de travail est de calculer le taux de germination et le facteur appliqué c'est l'imbibition (le taux des polyphénols).

3.2.5. Dispositif expérimental

3.2.5.1. Technique de germination

Les glands des trois lots sont stérilisés pendant 10–15 min dans une solution de chlorure de sodium (80 %) puis mis à germer dans le milieu de culture à l'obscurité et à 20 °C durant 23 jours. Elles sont réparties dans 09 caissettes, chaque traitement occupe 3 caissettes. Avec 3 répétitions, chaque caissette contenant 40 conteneurs qui ont le même substrat et un seul gland pour chacun. Le semis a été fait le 23 Mars.

3.2.6. Analyse statistique

Pour l'analyse statistique, on a utilisé le logiciel STAT ITCF, et le taux de germination a été calculé selon la formule suivante :

$$TG = \frac{\text{Nombre de graines germées}}{\text{Nombre total de graines}} \times 100 \%$$

Résultats et discussions

4.1 Résultats

4.1.1 Teneur en polyphénols

Pour la teneur en polyphénols chez les trois provenances, la figure 24 indique qu'il y a une différence entre les trois provenances, dont la teneur la plus élevée concerne la provenance Awana(P-AW) avec une moyenne de 144,193mg/μl, tandis que l'analyse de la variance montre que cette différence demeure non significative car les moyennes de la teneur en polyphénols entre les provenances forment un seul groupe homogène A selon le test de Fischer (tableau III).

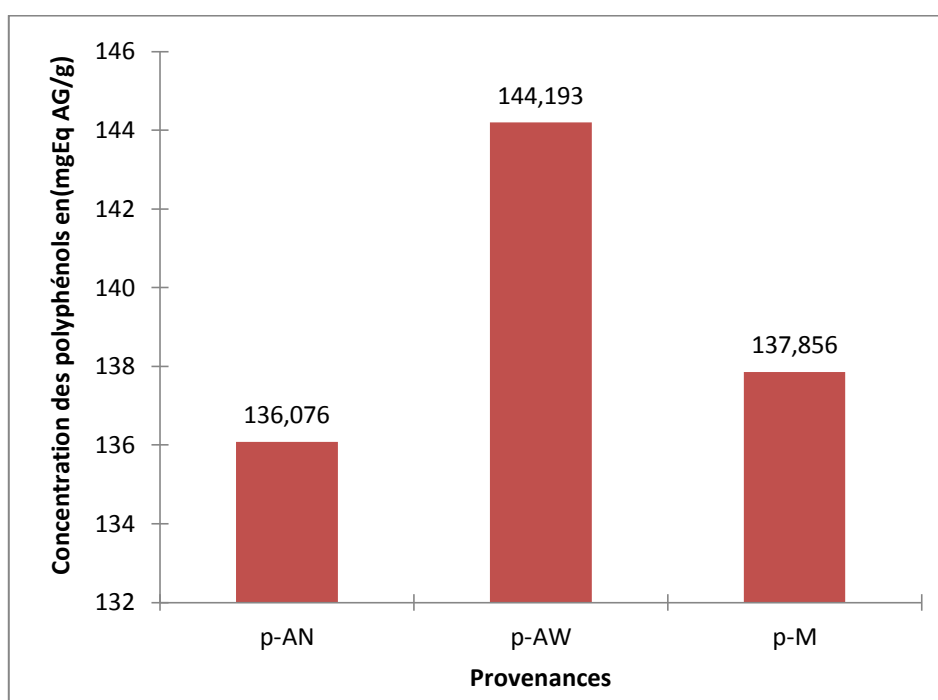


Figure 24 : la différence entre la concentration des polyphénols dans les péricarpes des glands des trois provenances

Tableau III / Fisher (LSD) / Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% :

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
AW	144,193	A
M	137,856	A
AN	136,076	A

Concernant la relation entre la durée de l'imbibition des glands dans l'eau et la teneur en polyphénols (figure25) , l'analyse statistique montre que la teneur en polyphénols dans les péricarpes diminue en fonction de l'augmentation de la durée

d'imbibition qui note les moyennes des teneurs les plus bas chez les glands imbibés pendant 48 h avec une moyenne de 122,821 mg/μl en un groupe homogène B, cependant les teneurs en polyphénols des glands témoins et ceux des glands imbibés pendant 24 h, les moyennes sont de 152,881 mg/μl et 142,423 mg/μl respectivement et elles forment un seul groupe homogène A. La différence entre ces deux reste non significative mais elle est hautement significative entre le groupe (A) et le groupe B selon le test de Fisher (tableau IV).

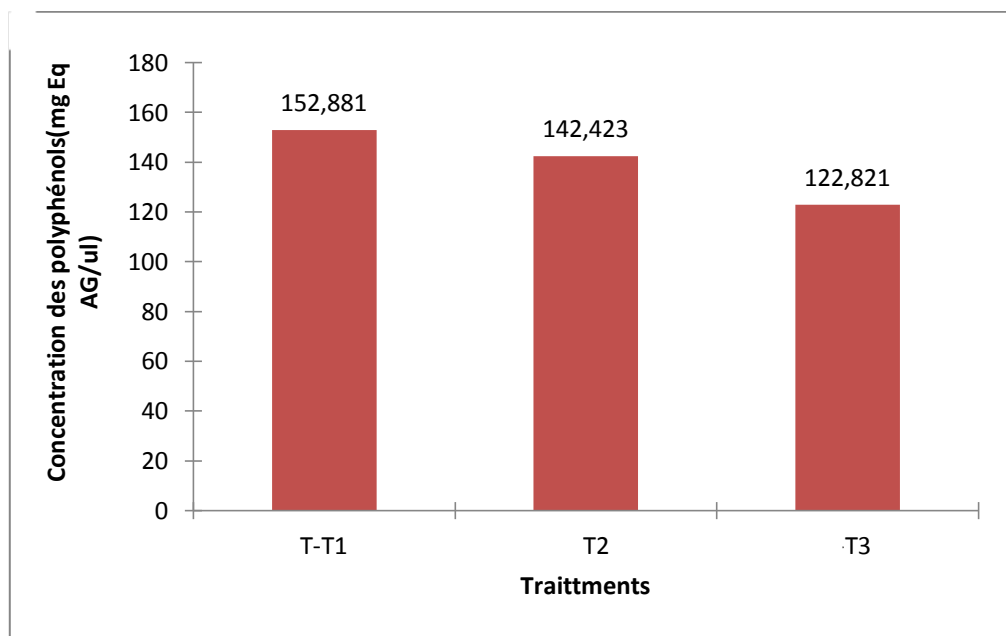


Figure 25: l'effet de la durée de l'imbibition sur la teneur en polyphénols dans les péricarpes des glands des trois provenances de chêne liège (Ansar-Awana-Miliya)

Tableau IV : Fisher (LSD) Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% :

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
T1	152,881	A
T2	142,423	A
T3	122,821	B

Selon la figure 26 ; l'interaction provenance-traitement a un effet significatif sur la teneur en polyphénols. Le test de Fisher (tableau 06) confirme que la différence entre AW-T1 qui forme un groupe homogène A et M-T3 et AN-T3 qui forment un groupe homogène C est hautement significative, la différence entre ces deux groupes et le groupe BC qui comprend (AW-T3) demeure significative. Tandis que la

différence entre les autres interaction reste non significative et formes un seul groupe homogène AB qui montre a son tour une différence significative par rapport aux groupes A, C et BC.

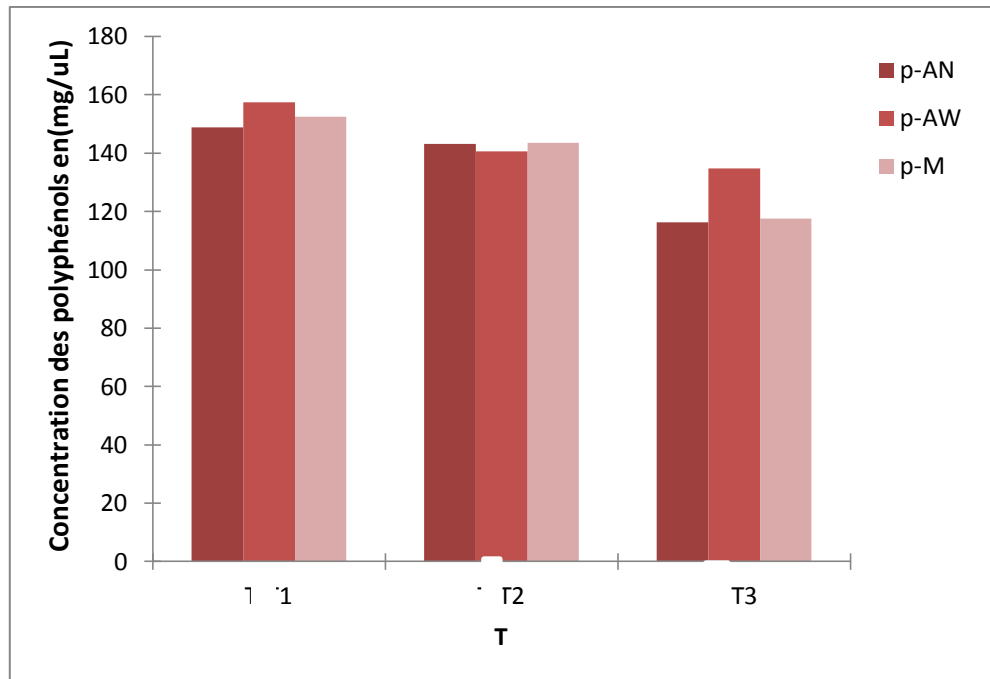


Figure 26: l'effet de l'interaction des trois provenances (awana, ansar et miliya) et traitements (T1, T2 et T3) sur la teneur en polyphénols dans les péricarpes des glands.

Tableau V : les groupes homogènes de l'interaction entre les provenances et les traitements.

Modalité	Moyenne estimée	Groupes		
AW*T1	157,394	A		
M*T1	152,414	A	B	
AN*T1	148,835	A	B	
M*T2	143,602	A	B	
AN*T2	143,156	A	B	
AW*T2	140,511	A	B	
AW*T3	134,675		B	C
M*T3	117,552			C
AN*T3	116,236			C

4.1.2 Le taux de germination

Selon Mazliak (1982), c'est le pourcentage de germination maximale ou le taux maximal obtenu dans les conditions choisies par l'expérimentateur. Il correspond

au nombre de glands germées par rapport au nombre total de glands semés à la germination. Il est exprimé en pourcentage.

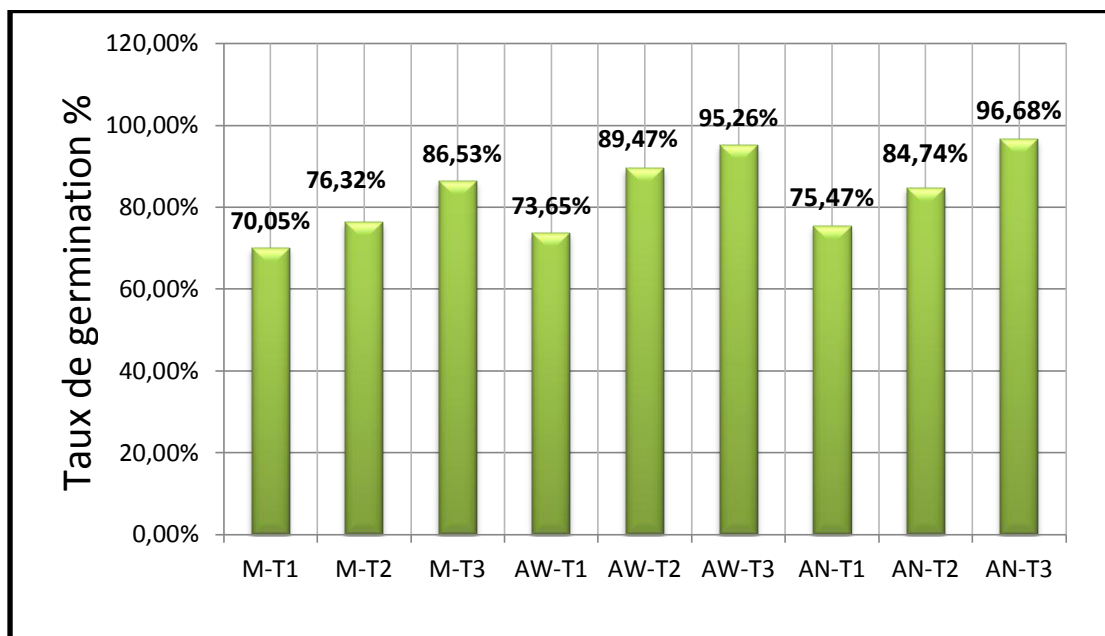


Figure 27: le Taux de germination des trois provenances (AW.AN.M) dans les trois lots (Témoin, imbibition 24 h et imbibé 48 h).

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires végétaux. Ils peuvent être définis comme des molécules indirectement essentielles à la vie des plantes. Ils sont essentiels dans l'interaction de la plante avec son environnement. (Urquiaga et al., 2000). D'après la figure 27 qui présente le taux de germination des trois provenances dans les trois lots avec les pourcentages, le taux de germination des glands du troisième lot (imbibition 48h) est le plus élevé qui varie entre (86,53 % et 96,68%) et le deuxième lot (imbibé 24h) est moins important par un temps de germination variée entre 73,65% et 84,74% ; finalement le premier lot (témoin) par un taux de germination variée entre 70,05% et 75,47%. D'après la graphique qui présente la relation entre le traitement d'imbibition des glands de chêne liège (la concentration des polyphénols de péricarpes et le taux de germination de ces dernières, les résultats montrent que les polyphénols ont une influence importante sur la germination des glands de chêne liège.

L'inhibition tégumentaire des polyphénols est due à la présence de composés phénoliques dans les péricarpes séminales (Come, 1975).

4.2 Discussions

La dormance d'une semence est une incapacité momentanée, lorsque toutes les conditions favorables semblent réunies, de germer. Cette incapacité est attribuée à plusieurs obstacles tels que les inhibiteurs tégumentaires (Bewley, 1997). Le péricarpe et (ou) les téguments constituent un obstacle non négligeable à la germination rapide et homogène des glands de chêne liège qui sont classés dans la catégorie des gaines lourdes. Elle exige obligatoirement de l'oxygène contrôlé par les enveloppes qui exerce une action restrictive de germination la plupart du temps en étant imperméable à l'eau et / ou à l'oxygène ou par sa résistance mécanique à la protubérance radiculaire. (Debeujon *et al.* 2000). Côme en 1967 a rapporté que le péricarpe et les téguments entourent l'embryon et constituent des obstacles plus ou moins néfastes au passage de l'eau ou de l'oxygène car ils s'oxydent en présence de ce gaz sous l'action de polyphénoloxydases.

Ces propriétés ont été positivement corrélées avec la couleur de la couche de graine due à des composés phénoliques qui constituent une barrière qui empêche l'arrivée de l'oxygène à l'embryon avec des quantités suffisantes (Soltner, 2007). Les résultats statistiques de notre expérimentation montrent que les concentrations des polyphénols au niveau des péricarpes varient, non seulement par rapport à la provenance, mais également par rapport à la durée d'imbibition. Les concentrations des polyphénols sont corrélés négativement avec le temps d'imbibition des glands, les valeurs les plus bas sont enregistrées chez le troisième lot (imbibition 48 h) avec des moyennes de 116,23 mg /ul ; 117,55 mg /ul et 134,67 mg /ul pour les provenances Ansar, Awana et l'miliya respectivement par contre les plus élevés sont notées dans le premier lot qui représente le témoin. mg/ul

L'expérimentation montre que l'imbibition pendant 24 h et 48 h, a permis le lessivage de grandes quantités de polyphénols qui ont la capacité de diffusion dans l'eau sous forme des pigments et donnent la couleur marron de l'eau d'imbibition des glands des trois provenances (figure 27), ce traitement a permis la suppression des inhibiteurs tégumentaires ce qui a facilité la germination des glands des trois provenances de chêne liège. L'imbibition dans l'eau est un processus qui se réalise naturellement après une période pluvieuse et que subissent les glands après leur chute, permet la réduction des polyphénols résidants dans les péricarpes. Ces résultats sont en accord avec ceux de (Côme et Semadeni, 1973).

Conclusion

Conclusion

Chez les glands du chêne liège, les inhibitions de la germination en plus à d'autres facteurs dépendent de la semence, en particulier l'épaisseur de son tégument et de sa perméabilité à l'oxygène et aux substances dissoutes dans l'eau de germination, en particulier, les composés phénoliques qui leur confèrent une couleur brune lorsqu'ils sont oxydés. L'un des rôles de ces composés est d'inhiber la germination des graines en piégeant l'oxygène au passage en raison de leur propre oxydation (Varga *et al.*, 2005).

La germination est généralement améliorée lorsque la teneur en phénols des graines diminue soit au cours de l'évolution naturelle soit à la suite de traitements appliqués aux graines. (Pellisier, 1994). Les traitements d'imbibition et surtout celui de 48h, a amélioré le taux de germination chez les trois provenances de chêne liège. Cela montre qu'il y'a une relation étroite entre la teneur en polyphénols des péricarpes des glands de chêne liège et le taux de germination de ces derniers.

Il est donc préférable de :

- ✓ Amélioré les études biochimique sur les fruits de *Quercus suber L.*
- ✓ Appliqué le traitement d'imbibition avant chaque semis pour gagnée du temps.
- ✓ Orienter les recherches scientifiques vers la réalisation des études approfondies et complémentaires des activités antioxydant, à base de métabolites secondaires des végétaux.
- ✓ L'ablation totale ou partielle des enveloppes séminales avant chaque semer.

Référence bibliographique

Référence bibliographique

- Abderrazak, M., et Joël, R., 2007.** La botanique de A à Z. Ed. Dunod. Paris. 177p.
- Akroum, S., 2011.** Etude Analytique et Biologique des Flavonoïdes Naturels. Thèse de doctorat. Université Mentouri de Constantine. 125p.
- Andreasen, M.F., Christensen, L.P., Meyer, A.S., et Hansen. 2000 .** Content of phenolic acids dehydrodimers in 17 rye (*Secale Cereale* L.) varieties, J.Agric. Food Chem. p48, 2837, 2000.
- Andersen, Y.M et Markham, K.R., 2006** Flavonoids : chemistry, biochemistry, and applications. Ed. CRC, Taylor & Francis, Boca Raton, FL. pp, 553 - 616
- Aouati, A., 2013.** Contribution à l'étude de l'influence de certains substrats de culture et de la provenance des glands sur le comportement des jeunes plants de chêne liège (*Quercus suber* L) dans la pépinière de Sidi Merouane -Wilaya de Mila-. Thèse ing. En foresterie, Batna. 70p.
- Arbouche, Y., 2006.** Valorisation nutritive du gland de chêne vert (*Quercus ilex*) et liège (*quercus suber*) dans l'alimentation du bétail. Thèse. Ing. En agronomie, Tarf. p:03.
- Belhoucine, L., 2013.** Les champignons associés au *Platypus cylindrus* Fab. (Coleoptera, Curculionidae, platypodinae) dans jeune peuplement de chêne liège du forêt de Msila (Oran, nord ouest d'Algérie) : Etude particulière de la biologie et l'épidémiologie de l'insecte. Thèse de Doctorat. En agronomie, Tlemcen. p : 06.
- Benaïssa, O., 2011.** Etude des métabolismes terpénique et flavonique d'espèces de la famille des composées, genres *Chrysanthemum* et *Rhantherium*. Activité Biologique, Thèse Doctorat, université Mentouri Constantine. 63p.
- Benarous, K., 2009.** Effets des extraits de quelques plantes médicinales locales sur les enzymes: *a amylase, trypsine et lipase* ; université Amar Telidji Laghouat, Mémoire de fin d'étude d'Ingénieur d'état en génie biologique.
- Bensaid, S., 1985.** Contribution à la connaissance des espèces arborescentes, germe et croissance d'*Acacia raddiana*, thèse de magister. Ed institut national agronomique (I.N.A) Elmarache Algérie. 70p.
- Bewley-Derek, J., 1997.** Seed Germination and Dormancy. The Plant Cell, Vol. 9, 1055-1 066, American Society of Plant Physiologists.
- Boizot, N., and Charpentier, J.P., 2006.** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre fustier. Le cahier des techniques de l'Inra . pp 79-82.

- Boros, B., Jakabova, S., Dornyei, A., Horvath, G., Pluhare, Z., Kilar, F., et Felinger, A., 2010.** Determination of polyphenolic compounds by liquid chromatography–mass spectrometry in *Thymus* species. *Journal of Chromatography*
- Boudy, P., 1950.** Economie forestière nord africaine. Tome 2(1): Monographie et traitements des essences forestières. Larousse, Paris. 525 p
- Bouheroum, M., 2007.** Etude phytochimique des plantes médicinales algériennes : *Rhantherim adpressum* et *Ononis anfastissima*. Thèse de doctorat de l'université de Constantine.
- Bouhraoua., 2002.** Situation sanitaire de quelques subéraies de l'Ouest algérien : impact des xylophages, *IOBC/wprs Bull.* pp : 85-90.
- Bouhraoua, R.T., 2003.** Situation sanitaire de quelques forêts de chêne-liège de l'Ouest algérien: étude particulière des problèmes posés par les insectes. Thèse d'état, Département de Foresterie, Faculté des Sciences, Université de Tlemcen. 290 p.
- Bruneton, J., 1993.** Pharmacognosie et phytochimie des plantes médicinales, 2ème Ed. Lavoisier, Paris.
- Bruneton, J., 1999.** Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales, 3ème Ed. Ed. médicales internationales and Tec & Doc Lavoisier, Paris.
- Cantat, R., et Piazzetta, R., 2005.** Le levé du liège, Ce qu'il faut savoir sur l'exploitation du chêne-liège, Guide technique et de vulgarisation, Institut méditerranéen du liège. p 7.
- Cantos, E., Espin, J., Carlos-Lopez, B.C., Delahoz, L., Ordonez, J.A., et Tomas-Barberan, F.A., 2003.** Phenolic compounds and fatty acids from acorns (*Quercus spp.*), the main dietary constituent of free ranged Iberian pigs. *J. Agric. Food Chem.*, 51:6248–6255.
- Chaabna Bouzitoune., 2012.** Etude des facteurs de dépérissement du chêne-liège (*Quercus Suber L.*). État sanitaire des subéraies du Nord-est Algérien: Eco éthologie: magistères en biologie: Univ, Annaba. p13.
- Chaussat, R., Ledeunf, Y., 1975.** La germination des semences .Ed. Bordars, paris, 232p.
- Chiou, J.W., 1989.** The antioxidant activity and the chemical structure of selected components acorns and their potential use as inhibitors of milk oxidation. A Dissertation of Cornell University, USA.
- Cobra, J., 2000 .** Le future de chêne liège, la réalité présente et les incertitudes de demain. Colloque de chêne liège, 15 et 16 Juin 2000-France.
- Come., 1967.** L'inhibition de germination des graines de pommier (*Pirus malus L.*) non dormantes. Rôle possible des phénols tégumentaires. *Ann. Sc. Naturelles, Bot.*, **8** : 371-478.

- Come., Semadeia., 1973.** Dégazage des enveloppes séminales lors de leur imbibition . III. Application à l'étude de la dureté des graines d'*Hedysarum coronarium* L. *Physiol, vég.*, 11 :171-179.
- Come., 1975.** Acquisition de l'aptitude à germer « la germination des semences » INRA. Ganthier-villars, Paris. p75 –70.
- Crozier, A., Clifford, M.N., et Ashihara, H., 2006.** Plant Secondary Metabolites: Occurrence, Structure and Role in the Human Diet. Edt Blackwell Publishing Ltd. Thèse Présentée Par Mme Belyagoubi Née Benhammou Nabila.
- Cunha, F.M., 2004.**Free Radic. Res. p38, 1241
- Dajoz, R., 1980.** Ecologie des insectes forestiers. Ecologie fondamentale et appliquée. Gauthier-Villard, Paris.
- Debeaujon, I., Karen, M., Léon-Kloosterziel, and Maarten Koornneef., 2000.** Influence of the Testa on Seed Dormancy, Germination, and Longevity in *Arabidopsis*¹.*Plant Physiol.* Feb; 122(2): 403–414 .
- Dessain, G., 1992.** Histoire de l'utilisation du liège. In actes du colloque : Les subéraies méditerranéennes. Direction départementale de Pagiculture et de la forêt des Pyrénées orientales et l'association Vivexpo (France). pp.l 1-21
- Dewick, PM., 1995.** The biosynthesis of shikimate metabolites. *Nat. Prod. Rep.* p12, 579-607.
- DGF., 2003.** Direction générale des forêts.
- Djemoui, D., 2012.** Contribution à l'étude de l'activité antioxydante et antibactérienne de quelques coumarines synthétisées. Mémoire Master Academique, Spécialité : Chimie Appliquée. 53p
- Emerenciano, V.P., Barbosa, K.O ., Scotti, M.T., et 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.*, 18 (5) : 891-899.
- 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., et Burrowes, J., 2007.** Flavonoids and heart health : Proceeding of the ILSI North America flavonoids workshop, may 31-june 1, 2005, Washington. *Journal of Nutrition.*, 137 (3 supp 1) : 718 s-737 s.
- Finkelstein, R., Reeves, W., Ariizumi, T., Steber, C., 2008.** Molecular aspects of seed dormancy. *Ann Rev Plant Biol.* 59 : 387–415.

- Ford, R.A., Hawkins, D.R., Mayo, B.C., Api, A.M., 2001.** The *in vitro* dermal absorption and metabolism of coumarin by rats and by human volunteers under simulated conditions of use in fragrances. *Food and Chemical Toxicology*. p39, 153-162.
- Ghestem, A., Seguin, E., Paris, M., et Orecchioni, A.M., 2001.** Le préparateur en pharmacie dossier 2ème Ed TEC&DOC. Paris. pp275. (Cited in Djemai Zoueglache S, 2008).
- Gimeno-Gilles, C., 2009.** Etude cellulaire et moléculaire de la germination chez *Medicago truncatula*. Thèse de doctorat. Biologie cellulaire et moléculaire. Université d'ANGERS. 172p
- Glombitza, K.W., et Gerstberger, G., 1985.** Phytochemistry (Elsevier) p24, 543 551.
- Goodwin, T. W., et Editor., 1988.** Plant Pigments.
- Hahn, D.H., Faubion, J.M., et Rooney, L.W., 1983.** Sorghom phenolic acids, their high performance chromatography separation and their relation to fungal resistance. *Cereal Chem.* 60: 255. In: Phenolic Compounds in Cereal Grains and Their Health Benefits
- Harborne, J.B., 1980.** Plant Phenolics: Encyclopedia of Plant Physiology, New series. p8, 329-402.
- Harfouche, A., Bekkar, H., Belhou, O., et Graine, M., 2004.** Quelques résultats à l'état juvénile sur la variabilité géographique du chêne liège (*Quercus Suber L.*) et stratégie d'amélioration génétique. *An. Rech. For. Algérie*, 2004, 37 - 58.
- Haslam, E., 1994.** Natural polyphenols (vegetable tannins): Gallic Acid metabolism. *Nat. Prod.* p11.
- Heller, R., Esnault, R., et Lance, C., 2000.** Physiologie végétale et développement, Ed. Dunod, Paris. 366p.
- 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.*, 49 (323) : 953-965.
- Institut méditerranéen du liège., 2015.**
- Ivrin, R., 1991.** Le Chêne-liège se meurt. *Cérès* 127: 37-42.
- Karem, A., 2005.** Le chêne-liège, programme pour l'Afrique du Nord projet éducation et conservation de la biodiversité: 49.
- Karoune, S., 2008.** Effets des boues résiduelles sur le développement des semis du chêne-liège (*Quercus Suber L.*): gestion et pathologie des écosystèmes forestiers: magistères en écologie végétale: Univ, Constantine. p53.
- Kening, Y., Vincenzo, D. L., et Normand, B., 1995.** Creation of a metabolic sink for tryptophan alters the phenylpropanoid pathway and the susceptibility of potato.

- Khanbabae, K., and Ree, T.R., 2001.** Tannins: Classification and Defenition. *Journal of Royal Society of Chemistry*. 18: 641-649.(cited in Djemai Zoueglache S, 2008).
- Kim, K.H., Tsao, R., and Cui, S. W., 2006.** Phenolic acid profile and antioxidant activities of wheat bran extracts and the effect hydrolysis conditions. *Food Chem*. p95, 466, 2006
- King, A., and Young, G., 1999.** characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals. *Jof the American dietetic association*. 99 :213-218. (cited in DjemaiZoueglache S, 2008
- Laala, A., et Maameche, M., 2002.** Contribution à l'étude de l'effet de quelques substrats sur la production des plants forestiers - cas du cyprès. Mémoire d'Ingéniorat en Ecologie et environnement, Sétif. p : 89.
- Lafon, J.P., Tharaud-Prayer, C., Levy, G., 1990.** Biologie des plantes cultivées. Tome 2. Physiologie du développent génétique et amélioration. Ed : Lavoisier, Paris. 172p.
- Lee, M.H., Jeong, J.H., Oh, M.J., 1992.** Antioxidative activity of gallic acid in acorn extract. *Han'guk Yong yang Siklyong Hakhoechi*, 21:693–700.
- Lee, K.W., Hur, H.J., Lee, C.Y., 2005.** Antiproliferative effects of dietary phenolic substances and hydrogen peroxide. *J. Agric. Food Chem*. p53, 1990-1995.
- Leymarie, J., Bruneaux, E., Gibot-Leclerc, S., Corbineau, F., 2007.** Identification of transcripts potentially involved in barley seed germination and dormancy using. DNAAFLP. *Journal of Experimental Botany*. 58 : 425–437.
- Linuma, M., 1993.**Constituents of *Vancouveria hexandra* heterocycles (35) ,407
- Llaneza Coalla, H., Blanco, J. M., Fernández., Morís Morán, M. A., et López Bobo, M.R., 2009.** Biogas generation apple pulp. *Bioresource technology*. 100(17): 3843-3847.
- Lutge, U., Kluge, M., Bauer, G., 2002.** Botanique 3 ème Ed : Technique et documentation. Lavoisier .Paris. 211p.
- Manallah, A., 2012.** Activités antioxydante et anticoagulante des polyphénols de la pulpe d'olive *Olea europaea* L. Pour obtenir le Diplôme de magister, Option : Biochimie Appliquée. Université Ferhat Abbas- sétif. 87p
- Martin, S., Andriantsitohaina, R., 2002.** Mécanismes de la protection cardiaque et vasculaire des polyphénols au niveau de l'endothélium. *Annales de cardiologie et d'angéiologie*. p51, 304–315.
- Mazliak, P.,1982.** Croissance et développement. Physiologie végétale. T2.Harmann, Paris.465 p.
- Meyer, S., Reeb, C., Bosdeveix, R., 2004.** Botanique, biologie et physiologie végétale .Ed. Moline, Paris.461p.

- Midoun, T., 2011.** Extraction Des Composes Phenoliques Et Etude Leurs Activités Antioxydante Par La Voltametrie Cyclique. Mémoire Présenté pour l'obtention du diplôme de Master, Spécialité : *chimie appliquée*. Université Kasdi Merbah Ouargla . 53p
- Miransari, M., and Smith, D., 2009.** Rhizobial Lipo-Chitooligosaccharides and Gibberellins Enhance Barley (*Hordeum vulgare* L.) Seed Germination. Volume : 8. (2) : 270-275.
- Miransari, M., et Smith, D.L., 2014.** Plant hormones and seed germination. *Environmental and Experimental Botany*. 99 : 110–121.
- Naczki, M., Shahidi, F., 2004.** Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*. p1054, 95–111.
- 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*., 33 : 2-16.
- Natividade, J., 1956.** Subériculture, édition française de l'ouvrage portugais « Subéricultura », ENEF (Nancy). 103p.
- Nkhili, Ez-zohra., 2004.** Polyphénols de l'Alimentation : Extraction, Interactions avec les ions du Fer et du Cuivre, Oxydation et Pouvoir antioxydant. Diplôme de Doctorat, Spécialité: Sciences des Aliments. Université Cadi Ayyad. Marrakech Université D'avignon Et Des Pays De Vaucluse Ecole Doctorale 306 – SPSA, Montpellier. 378p.
- Oomah, B.D., Tiger, N., Olson, M., et Balasubramanian, P., 2006.** Phenolic and oxidative activities in Narrow-Leafed Lupins (*Lupinus angustifolius* L). *Plant foods for Human Nutrition* 61: 91-97.
- Ouakid, M.L., 1991.** Etude d'un ravageur des forêts: *Lymantria dispar* (Lepidoptera, Lymantriidae). Bioécologie dans la forêt de la Gourrah. Action des facteurs écologiques et activité du Thuricide HP et du Dimilin. Thèse de Magister, Université d'Annaba, Algérie. 87p.
- Paris, M., et Hurabielle., 1981.** Abrégé de matière médicale. Pharmacognosie. Tome 1. Ed Masson. Paris.pp: 102-103-104-107.
- Piazzetta, R., 2005.** Etat des lieux de la filière liège française .Institut Méditerranéen du liège – Vivés. pp : 13-25.
- Porter, L. J., 1989.** *Methods in Plant Biochemistry*. p1, 389-419.
- Rakić, S., 2000.** Effect of oak acorn extracts an lipid oxidation kinetics. *J. Agric. Sci.*, 45:139–145.
- Rakic, S., Povrenovic, D., Tesjevic, V., Simic, M., et Maletic, R., 2006.** Oak acorn, polyphenols and antioxidant activity in functional food. *J. Food Eng.*, 74:416–423.

- Rangkadilok, N., Sitthimonchai, S., Worasuttayangkurn, L., Mahidol, C., Ruchirawat, M., et Satayavivad, J., 2007.** Evaluation of free radical scavenging and antityrosinase activities of standardized longan fruits extract. *Food Chem. Toxicol.* p45, 328-336.
- Rania, A., 2007.** Complexation des proteines laitieres par les extraits de gousses vertes de caroubier : Proprietes technologiques des coagulums obtenus. Thèse de doctorat de l'université de Paris.
- Raven, P.H., Evert, R.f., Eichhon, S.E., 2003.** Biologie végétale. , 1ére édition. De Boeck université, ISBN. PP 565.
- Ribèreau-Gayon, P., 1968.** Notions générales sur les composés phénoliques. In : Les composés phénoliques des végétaux. *Edition Dunod* . 12-27.
- Rollin, P., 2014.** « GERMINATION », © Encyclopædia Universalis France [URL : <http://www.universalis.fr/encyclopedia/germination/>].
- Saouli Amel., 2009.** Caractérisation des composés chimiques des glands du chêne-liège. Etude de la germination; Interaction Glands-Insectes
- Sarni-Manchado, P., and Cheynier, V., 2006.** Les polyphénols en agroalimentaire. Ed. Tec & Doc, Paris, p. 2-10
- Seigler, D.S., 1998.** Plant secondary metabolism. Ed. Kluwer Academic, Boston. p. 193-205.
- Skerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Rizner- Hras, A., Simonic, M., et Knez, Z., 2005.** Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food Chemistry.* 89: 191-198.
- Smith, D. S.; & Kramer, J. R., 1999.** *Environment International.* p25, 295-306.
- Soltner, D., 2001.** Les bases de la production végétale. Tome III la plante et son amélioration, 3e édition Paris. 189p.
- Soltner, D., 2007.** Les bases de la production végétale tome III, la plante. Ed. Collection sciences et technique agricole Paris. 304p.
- Tabet Mustapha., 2014.** l'adaptation de jeunes plants de chêne liège (*Quercus Suber L.*) soumis à des températures de l'environnement, étude comparative entre provenance
- Tapiero, H., Tew, K.D., Nguyen, B.G., and Mathé, G., 2002.** Polyphenol do they play a role in the prevention, of the human pathologies? *Biomed.pharmacother.* 56 : 200-207.(cited in DjemaiZoueglache S, 2008)
- Umezawa, T., 2003.** Diversity in lignan biosynthesis. *Phytochem. Rev.* 2(3): 371-390
- Urquiaga, I., et Leighton, F., 2000.** Plant polyphenol antioxidants and oxidative stress. *Biological Research.*, 33 (2).
- Valette, A., 1992.** La subéraie maghrébienne. Actes du colloque «les subéraies méditerranéennes», Vives: 90-97.

- Vallee, C., Bilodeau, G., et Cegep, J.D.L., 1999.** Les techniques de culture en multicellulaires. Institue Québécois du développment de l'horticulture ornementale. Technology and Engineering. 394P.
- Varela, M. C., 2000 .** Le liège et le chêne-liège au troisième millénaire : défis et potentialités. Colloque de chêne liège, 15 et 16 Juin 2000- France
- Wilfred, V ., et Ralph ,N., 2006.** Phenolic compound biochemistry Ed Springer .USA. 24p.
- Yahiaoui El-Batoul., 2015.** L'adaptation de jeunes plants de chêne liège (*Quercus Suber*) soumis à des températures extrêmes de l'environnement, étude comparative entre provenance.
- Yasmine Adjami ., 2016.** Influence de l'attaque des Carpophages sur les métabolites des glands du chêne-liège (*Quercus suber*)
- Yessad Sid, A., 2000.** Le chêne liège et le liège dans les pays de la Méditerranée occidentale, Louvain la Neuve A, S, B, L Forêt wallonne. p : 52.
- Younsi Salaheddine., 2006.** Diagnostic des essais de reboisement et de régénération du chêne liège (*Quercus suber*L.) dans la région de Jijel. Thèse de Magister. En écologie végétale, Constantine.142p.
- Zeraia, L., 1981.** Essai d'interprétation comparative de données écologiques, phénologiques et de production subero-ligneuse dans les forêts de chêne-liège de Provence cristalline. (France Méridionale) et d'Algérie, Doctorat des sciences, Univ, d'Aix Marseille, Faculté des sciences et techniques; Saint Jérôme. P 367.
- Zeraia, L., 1982.** Le chêne-liège, phytosociologie, édaphologie, régénération et productivité. Institut national de la recherche forestière. pp : 65.
- Zhoo, Z., Robards, K., Helliwell, S & Blanchard, C., 2004.** The distribution of phenolic acids in rice. Food chem.87:401.2004. In Phenolic compounds in cereal grains and their health benefits
- Zine, M., 1992.** Situation et perspectives d'avenir du liège en Algérie. Actes du colloque « les subéraies méditerranéennes », Vives: 98-107.

Annexes

Annexes

Annexe I : Préparation des solutions pour l'analyse biochimique

➤ **Ethanol 70%**

Ethanol70ml

Eau distillée.....30ml

➤ **Folin Ciocalteu**

Folin Ciocalteu.....1ml

Eau distillée.....9ml

➤ **Carbonate de sodium**

Carbonate de sodium.....7.5g

Eau distillée.....100ml

Annexe II : Matériel de laboratoire

- ❖ Spectrophotomètre (spectronic20genesys TM).
- ❖ Etuve.
- ❖ Rota vapeur (Büchi).
- ❖ Balance de précision.
- ❖ Agitateur.
- ❖ Autoclave.
- ❖ Produits chimiques et réactifs

Les réactifs chimiques utilisés dans cette étude sont : Éthanol, Folin-Ciocalteu, carbonate de sodium (Na_2CO_3 à 7.5%), l'acide gallique, Méthanol

Annexe III : Résultats statistiques

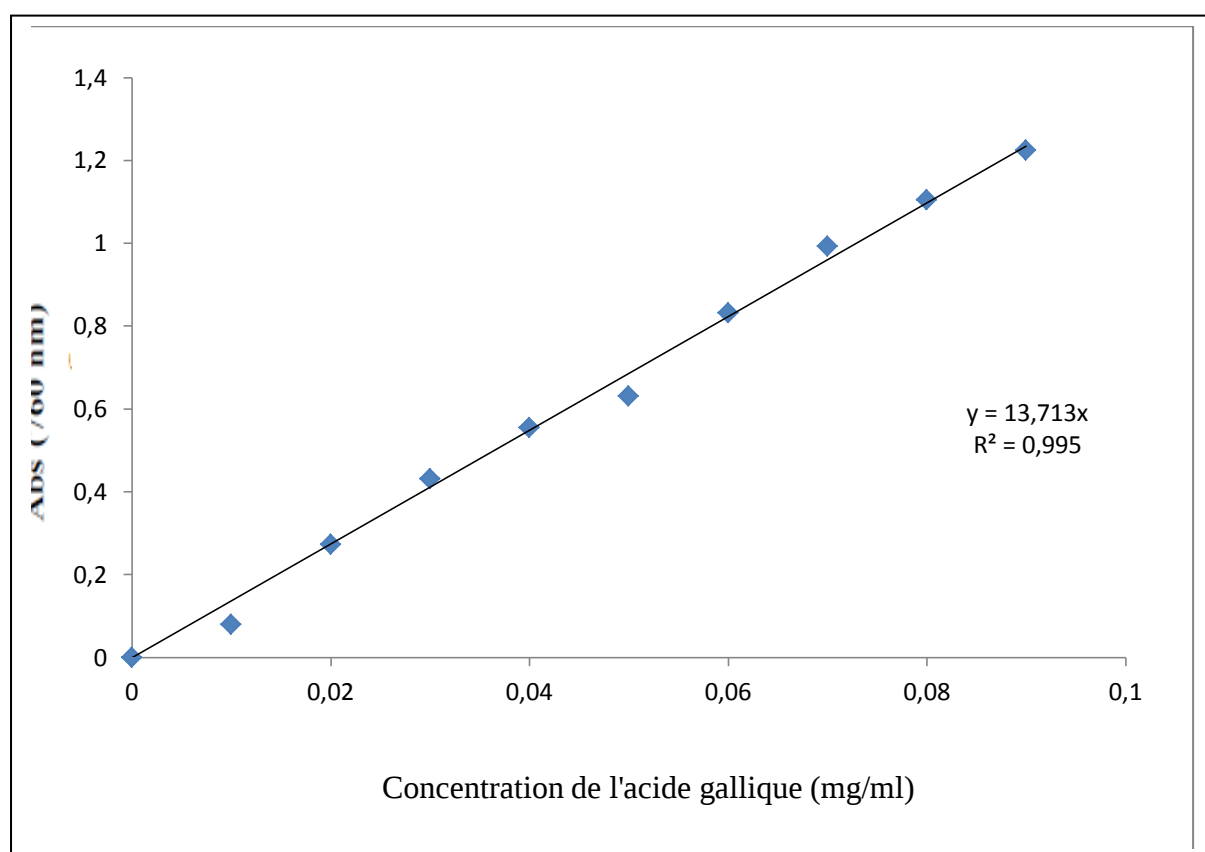
La différence entre la concentration des polyphénols dans les trois provenance

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif
AW vs AN	8,117	1,494	2,101	0,152	Non
AW vs M	6,337	1,167	2,101	0,259	Non
M vs AN	1,780	0,328	2,101	0,747	Non
LSD-value :	11,414				

Fisher (LSD) : Analyse des différences entre les modalités avec un intervalle de confiance à 95% :

Contraste	Différence	Différence standardisée	Valeur critique	Pr > Diff	Significatif
T1 vs T3	30,060	5,533	2,101	< 0,0001	Oui
T1 vs T2	10,458	1,925	2,101	0,070	Non
T2 vs T3	19,602	3,608	2,101	0,002	Oui
LSD-value :	11,414				

Annexe IV : Courbe étannolage



Abstract :

Cork oak (*Quercus suber L*) is a forest wealth where we studied the effect of phenolic compounds on seed germination taken from three state forests in the state of Jijel (al-Awana, al-Miliya, Al-Ansar) in different experimental conditions. We divided the amount of seeds per region into three environments: the first was left as a witness while the second environment seeds were placed in water for 24 hours and the third environment seeds were put in water for 48 hours .The first part of this study is concerned with the extraction and estimation of phenolic compounds while the second part is concerned with the examination of these compound's effect on seed germination. The results showed that the seeds were rich in phenolic compounds and their quantity varied according to the environment. The highest percentage was recorded in the first environment that was kept as a witness and the lowest percentage in the third environment where the seeds were put in water for 48 hours A comparison between the results of the extraction and the results of the transplant showed an inverse relationship between the amount of phenolic compounds in the hull and the quantity of seeds obtained during a specific period of time .

key words: Phenolic compounds, Cork oak, Extraction, Germination, Nursery , Dosage.

Résumé:

Dans cette étude nous avons testé l'effet des composés phénoliques sur la germination des glands provenant de trois forêts de la wilaya de jijel (al-Awana, al-Miliya et Al-Ansar).

La première partie de cette étude concerne l'extraction et l'estimation des composés phénoliques. La deuxième partie s'intéresse à l'effet de ces composés sur la germination des semences. Les résultats ont montré que les graines sont riches en composés phénoliques et leur quantité varie selon le milieu. Le pourcentage le plus élevé est enregistré dans lot qui est conservé comme témoin et le pourcentage le plus bas est dans le troisième lot où les graines sont imbibées dans l'eau pendant 48 heures. Une comparaison entre les résultats de l'extraction et les résultats de la germination a montré qu'il existe une corrélation négative entre la teneur en composés phénoliques dans le péricarpe et la quantité des glandes obtenues pendant une période de temps limitée.

Mots clés: Composés phénoliques, Chêne-liège, Extraction, Germination, Pépinière, Dosage.

ملخص:

يعتبر البلوط الفليني (*Quercus suber L*) ثروة غابية حيث قمنا بدراسة تأثير المركبات الفينولية على إنبات بذور مأخوذة من ثلاث غابات حكومية بولاية جيجل (العنصر - العوانة - الميلية) في ظروف تجريبية مختلفة، فقسنا كمية البذور لكل منطقة إلى ثلاث أوساط: الوسط الأول تم الاحتفاظ به كشاهد بينما تم وضع بذور الوسط الثاني في الماء لمدة 24 ساعة أما بذور الوسط الثالث فوضعت في الماء لمدة 48 ساعة. يتعلق الجزء الأول من هذه الدراسة باستخلاص و تقدير المركبات الفينولية ، أما الجزء الثاني فندرس فيه تأثير هذه المركبات على إنبات البذور.

تظهر النتائج غنى البذور بالمركبات الفينولية وتفاوت كميتها حسب الوسط حيث تم تسجيل أعلى نسبة في الوسط الأول الذي تم الاحتفاظ به كشاهد وأقل نسبة في الوسط الثالث الذي وضعت فيه البذور في الماء مدة 48 ساعة. وقد أظهرت المقارنة بين نتائج الإستخلاص و نتائج الزرع وجود علاقة عكسية بين كمية المركبات الفينولية في قشرة البذور وكمية البذور المنتشة في مدة زمنية محددة.

الكلمات المفتاحية

المركبات الفينولية، البلوط الفليني، الإستخلاص، الإنبات، مشتلة، معايرة.