N° Ordre. ……../FSI/UMBB/2012

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES

Faculté des Sciences de l'Ingénieur

Mémoire de Magister

Présenté par :

M^elle KHIREDDINE Hamida

En vue de l'obtention du diplôme de **MAGISTER** en **:**

Filière : Génie Alimentaire

Option : Technologie Alimentaire

TITRE DU MEMOIRE

Comprimés de poudre de dattes comme support universel des principes actifs de quelques plantes médicinales d'Algérie

Devant le jury composé de :

Mr HACHEMI	Messaoud	Pr	UMBB	Président
Mr FEGAS	Rachid	M C/A	ENS	Examinateur
Mr BENAMARA	Salem	Pr	UMBB	Promoteur
Mr BOUSSENADJI	Ramadane	Dr	DLAEQ	invité

Année Universitaire 2012 /2013

Remerciements

Je tiens en premier lieu à remercier Dieu tout puissant pour la volonté, la santé et le courage qu'il m'a donné pour suivre mes études et de choisir un métier aussi noble.

Mes remerciements les plus vifs s'adressent à mon Promoteur le Pr. BENAMARA. Salem (professeur à l'UMBB), qui m'a honoré en acceptant de diriger ce travail, je lui exprime mes sentiments de reconnaissances les plus sincères pour sa précieuse aide, et de m'avoir accordé sa confiance et me guidé dans mon travail tout au long de ces années.

Je tiens à exprimer ma très grande considération, et mon profond respect au Pr. HACHEMI Messaoud (professeur à l'UMBB), pour l'honneur qu'il m'a fait en présidant mon jury et mes reconnaissances les plus sincères pour sa précieuse aide, ses encouragements et ses conseils.

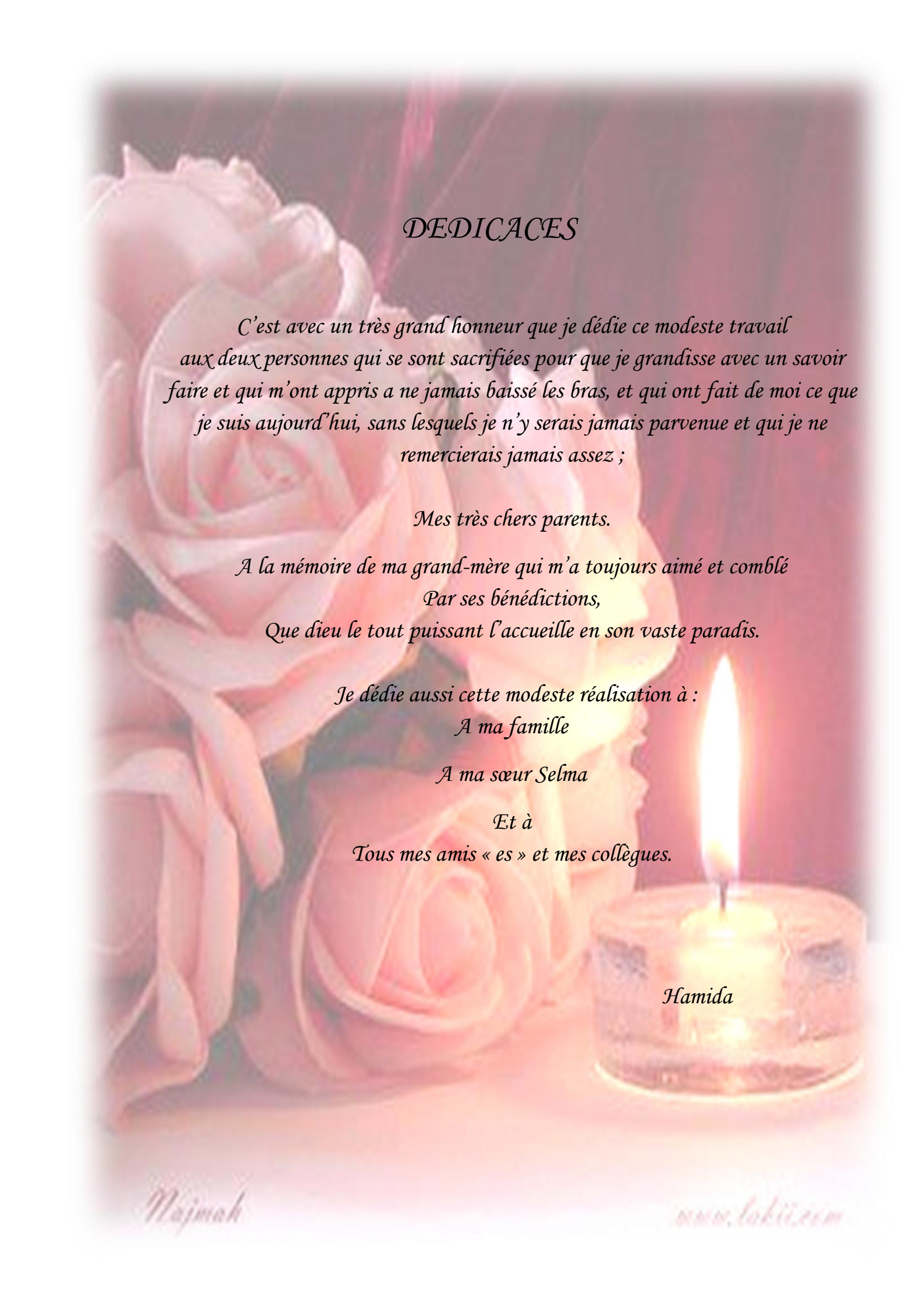
Je tiens à remercier aussi Mr FEGAS Rachid Maitre de conférences "A" ENS d'avoir accepté de juger ce modeste travail, qu'il trouve ici toutes mes expressions respectueuses.

J'exprime aussi ma gratitude à Mr BOUSSENADJI Ramdane. Directeur de laboratoire d'analyse et des essais de la qualité. D'avoir accepter l'invitation et de juger ce travail.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à Mr AKKOUCHE. Laid du laboratoire Génie des Procédés Chimiques et Pharmaceutiques de (I.N.H) pour ses conseilles, sa disponibilité et sa gentillesse à mon égard ;

J'adresse encore mes remerciements à tous les membres des Laboratoires de C.R.D - SAIDAL. El Harrach ; pour leurs accueils ; en particulier Mme ZAHI .Chafika qu'elle trouve ici mes expressions les plus respectueuses.

Mes sentiments de reconnaissance et mes remerciements vont à toute personne qui a participé de prés ou de loin dans la réalisation de ce modeste travail.



DEDICACES

C'est avec un très grand honneur que je dédie ce modeste travail aux deux personnes qui se sont sacrifiées pour que je grandisse avec un savoir faire et qui m'ont appris a ne jamais baissé les bras, et qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui, sans lesquels je n'y serais jamais parvenue et qui je ne remercierais jamais assez ;

Mes très chers parents.

A la mémoire de ma grand-mère qui m'a toujours aimé et comblé
Par ses bénédictions,
Que dieu le tout puissant l'accueille en son vaste paradis.

Je dédie aussi cette modeste réalisation à :
A ma famille

A ma sœur Selma

Et à
Tous mes amis « es » et mes collègues.

Hamida

Résumés

ملخص :

هذا العمل هو جزء من برنامج البحوث الذى يركز على صنع أقراص غذائية ذات نوعية وظيفية و تعزيز مسحوق التمر(مش دقلة) كحامل لبعض النباتات الطبية المعروفة للثروة الجزا ئرية و كذا بتفاعلاتها البيولوجية المحتملة. أعدت الاقراص بطريقة وسيلة ضغط مباشرة .لهذا،أجريت تحاليل و تقنيات اختبار العقاقير والمستحضرات.

حاليا ، النباتات الطبية تمثل منبع رئيسى و دائم لاستخراج المواد الفعالة. و فى هذا السياق ، النباتات (الشيح ،الناعمة ،مليلس ،الحلبة ،النعنع) خضعت لتحاليل فيتوكيميائية.

الدراسة أظهرت وجود مادة البوليفينول، الفلافونويد والكاروتينات في جميع النباتات المدروسة (بما في ذلك التمر) بينما القلويدات موجودة فقط في نبتة مليلس **AL** ونبتة الحلبة **Fe** ; بالإضافة إلى ذلك، نبتة الشيح **AR** لديها أعلى مستويات من العفص(**17، 0.040 ±567**ملغ) ، الفلافونويدات **20** ، **(1.620 ±610**ملغ) ومركبات الفينولية **(2.440 ± 236.610** ملغ **).**

الدراسة الفيزيائية أظهرت أن مسحوق التمر و النباتات الطبية مطاب قة من حيث المعايير الصيدلانية الأوروبية **.** تحضير هذه الاقراص تم بمزج مساحيق التمر و النباتات العشبية بمختلف نسب مئوية. بينما الضغط اللازم لصنع الاقراص كانت بنسبة تتمثل ب 11 ن.الاقراص المحضرة مطابقة للمعايير الاوروبية من حيث : القطر ،الوزن ،العرض، الصلابة.

الكلمات الدالة : مسحوق ، صياغة و تكوين ،تمر(مش دقلة) ،نباتات طبية ،أقراص غذائية ، الفيتوكيميائية .

Résumé :

Ce travail porte sur un essai d'élaboration des comprimés alimentaire**s à base de dattes (Mech-Degla) en tant que** support universel de quelques plantes médicinales d'Algérie **réputées pour leurs activités biologiques potentielles : Artimisia** *herba halba* **(AR) ; Salvia officinalis (S) ;Rhammus alaternus L (AL) ;Trigonella foenum graecum L (Fe); Mentha piperita (MP). Les comprimés ont été préparés par la méthode de compression directe. Un criblage phytochimiques révèle la présence des polyphénoles, flavonoïdes et des caroténoïdes dans toutes les plantes étudiées (incluant les dattes).Par contre les alcaloïdes ne sont présent que dans : AL et Fe. De plus, AR présente les teneurs les plus élevées en Tanins (17,567 mg E**C/100 g d'extrait **±0,040) ; Flavonoïdes (20,610 mg** EQ/100g d'extrait **±1,620) et en composés phénoliques (236,610 mg AG/100g** d'extrait **±2,440). En outre, le Fe est le plus** riche en caroténoïdes (15,87 mg E ßc/100g d'extrait ±0,05). **Les poudres obtenue à partir de la datte et plantes étudiés sont caractérisées en point de vue physique : angle de repos (ϴ),** l'écoulement, le tassement**, humidité résiduelle. En particulier, il convient de souligner que ces poudres : datte, AR, S, AL, Fe, MP présentent un écoulement (<10 s) conforme à la pharmacopée européenne (PH 2010). Des comprimés combinant la poudre de datte (D) et chaque plante médicinale (PM) à différentes compositions : C1 (100%PD), C2 (30% PD + 70% PM), C3 (50% PD+ 50% PM), C4 (70% PM+ 30% PD), C5 (100% PM) sont élaborés** pour une application d'une force de compression de l'ordre 11N. Suite aux résultats obtenus pour l'analyse **sensorielle, seule la combinaison C2 (30% PD + 70% AL) a été retenue pour les autres analyses. A noter que les paramètres pharmaco-techniques pour C2 (diamètre=12,54±0,02mm ; Friabilité< 1% ; temps de désintégration 6mn ; dureté= 23±0,01kp) sont conformes à la pharmacopée européenne.**

Mots clés : *poudre, formulation, datte Mech-Degla , plante médicinale, comprimé alimentaire, phytochimie***.**

Abstract :

This work is an attempt to develop the food tablets based on dates (Mech-Degla) as a universal medium of some medicinal plants in Algeria known for their potential biological activities: Artimisia *herba halba* (AR) ; Salvia officinalis (S) ;Rhammus alaternus L (AL) ;Trigonella foenum graecum L (Fe); Mentha piperita (MP). The tablets were prepared by direct compression method. A phytochemical screening revealed the presence of polyphenols, flavonoids and carotenoids in all plants studied (including dates).As against the alkaloids are present only in: AL et Fe. In addition, AR has the highest levels of tannins (17.567 mg EC/100 g extract ± 0.040) Flavonoids (20,610 mg extract EQ/100g ± 1.620) and phenolic compounds (236.610 mg of AG/100g extract ± 2.440).In addition, Fe is the most rich in carotenoids (15.87 mg E ßc/100g extract ± 0.05). The powders obtained from the date and studied plants are characterized by physical standpoint: angle of repose (ϴ) flow, compaction, and residual moisture. In particular, it should be noted that these powders: date, AR, S, AL, Fe, MP have a flow (<10 s) according to the European Pharmacopoeia (PH 2010). Combining the compressed powder date (D), and each herb (PM) at different compositions: C1 (100%PD), C2 (30% PD + 70% PM), C3 (50% PD+ 50% PM), C4 (70% PM+ 30% PD), C5 (100% PM) are developed for application to a compressive force of about 11N. Following the results obtained for the sensory analysis, only the combination C2 (30% PD + 70% AL) was chosen for further analysis. Note that the pharmaco-technical parameters for C2 (diameter = 12.54 ± 0.02 mm Friability <1% decay time 6mn, hardness = 23 ± 0.01 kp) conform to the European Pharmacopoeia.

Key words: *powder, formulation, date (Mech-degla), medicinal plant, compressed food , phytochemistry*.

Liste des abréviations

Alc : Alcaloïdes
AG: acide gallique
AL : Alaterne (Rhammus alaternus L)
AR: Armoise (Artimisia *herba halba*)
ß C : béta carotène
C : Comprimé
C.P : Composés phénoliques
Car : Caroténoïdes
DO : densité optique
P.E : Pharmacopée Européen
Fe : Fenugrec (Trigonella foenum graecum L)
Fl : flavonoïdes
$H_3 PMO_{12}O_{40}$: acide phosphomolybdique
$H_3 PW_{12}O_{40}$: acide phosphotungstique
kp : kilo pascal
M P: Menthe poivrée (Mentha piperita)
mg EqC / 100 g d'extr : milligramme d'équivalent de catéchine par 100g d'extrait
ml : millilitre
µ g Eq Q/100 g ext : microgramme d'équivalent de quercitine par 100 g d'extrait
MS : matière sèche
N : newton
Na_2CO_3 : bicarbonate de sodium
nm : nanomètre
P : poudre
P.M : Plantes médicinales
PD : poudre de datte
PPE : poudre de plante entière
Sap : Saponine
S : Sauge (salvia officinalis)
Ta : Tanins

Pages

Tableau 1 :Teneur en sucre de la variété de la datte algerienne Mech-Degla…….……..27
Tableau 2 :Composition de la pulpe de la datte en sels minéraux…….....28
Tableau 3 :Composition vitaminique moyenne de la datte seche ……..…..29
Tableau 4 :Activités biologiques des composés polyphénoliques ……...32
Tableau 5 :Caractéristiques physico-chimiques des chlorophylles a et b……..….....39
Tableau 6 :Taille des particules selon la technique granulométrique …….…….43
Tableau 7 :Répertoire des plantes et datte étudiées …….....52
Tableau 8 :La gamme d'étalonnage de la catéchine……..……...60
Tableau 9 : La gamme d'étalonnage de la Quercétine……..…….....62
Tableau 10 : La gamme d'étalonnage de la B carotène……...…….63
Tableau 11 : La gamme d'étalonnage de l'acide gallique……..……..65
Tableau 12 : composition de chaque comprimé en (%)…….…...70
Tableau 13 :Choix de la force de compréssion en fonction de friabilité……...…...71
Tableau 14 :Mécanisme de diffusion selon la constante(n)……..77
Tableau 15 :Caractéristiques morphologiques de la datte Mech-Degla……78
Tableau 16:Parrametres physicochimiques de la poudre datte……..……...……79
Tableau 17 :Resultats de l'analyse qualitative…….....…81
Tableau 18 :Dosage des Tanins ……82
Tableau 19 :Dosage des alcaloides……82
Tableau 20 La teneur en saponine (%) des plantes…….....83
Tableau 21 :La teneur moyennes en flavonoïdes des extraits des plantes et datte……..84
Tableau 22 :Teneur en caroténoïdes (D ;PM)…… ..85
Tableau 23 :Teneur en polyphénoles (D ;PM)……..86
Tableau 24 :Caractérisation physique des poudres (D ;PM)……...88
Tableau 25 :Les paramètres Pharmaco téchniques des comprimés……...……..91
Tableau 26 :Constante de l'équation de Korsmeyer-Peppas ……..……...……..95

Pages

Figure N°1 : les feuilles de la menthe……..……...8
Figure N°2 : La fleur de la menthe …….……....8
Figure N° 3 : La sauge : fleurs et feuilles……..11
Figure N°4 : Les feuilles de la sauge ……....11
Figure N°5 : Représentation de l'espèce Rhamus alaternus……...13
Figure N°6 : Les fleurs et les fruits de Nerprun alaterne ……....14
Figure N°7 : La plante armoise blanche dans son milieu naturel à la fin de la saison de Fleuraison ……...…...16
Figure N° 8 : Artimisia herba alba……17
Figure N° 9 : Les graines de fénugrec……...20
Figure N° 10 : La plante Trigonella Foenum gracum …….……21
Figure N° 11 : Datte Mech-Degla entière et en coupe…….23
Figure N° 12 : Composition de la datte ……...26
Figure N° 13 : Structure des tanins……..…33
Figure N° 14 : Structure de base des flavonoïdes…….....34
Figure N° 15 : Structure de quelques classes de flavonoïdes……..35
Figure N° 16: Structure de quelques classes d'alcaloïdes ……..36
Figure N°17 : Structure des saponines…….…36
Figure N°18 : structure des principaux caroténoïdes……..……...……..37
Figure N°19 : structure de la chlorophylle a à gauche et b à droite……..……..39
Figure N°20 : spectre d'absorption des chlorophylles (a) et (b)…….……40
Figure N°21 :Mesures angulaires des poudres ……..46
Figure N°22 :Schéma du cycles d'une pastilleuse alternative…….. …48
Figure N° 23 :Aspect général d'un cycle de compression……..……...50
Figure N° 24 : Schéma de l'étude expérimental……...……...…….....51
Figure N° 25 : Les plantes étudiées…….…....52
Figure N° 26 : Aspect général de la datte Mech-Degla…….....53
Figure N° 27 : Préparation de l'extrait aqueux…….…….....54
Figure N° 28 : Analyse par tamisage……..…..…66
Figure N° 29 : Mesure de l'angle de repos…….…….….67
Figure N°30: Test d'écoulement (entonnoire d'écoulement)…….….67
Figure N° 31 : Appareil de tassement des poudres…….……68

Pages

Figure N° 32 : Eprouvette du volumetre de tassage……..……68
Figure N° 33 : Dessiccateur à infra rouge……..69
Figure N° 34 : Comprimeuse semi alternative……..……71
Figure N° 35 : Presse manuelle compacte pour les échantillons de poudres…….71
Figure N° 36 : Test de friabilité des comprimés……73
Figure N° 37 : Test de dureté des comprimés……74
Figure N° 38 : Test de désagrégation des comprimés…….……...75
Figure N° 39: Appareillage de dissolution……..75
Figure N° 40:Représentation des poudres……. 87
Figure N° 41 : Représentation des différents comprimés…….. 89
Figure N° 42 : Acceptabilité général des comprimés…… 90
Figure N° 43 : la cinétique de l'indice de couleur pour chaque comprimé…….. 93
Figure N° 44 : Application du modél de Korsmeyer-Peppas…… 94
Figure N° 45 : Cinétique de dissolution dans les cordonnées log-log……94

SOMMAIRE

INTRODUCTION……..... 1

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE :

Chapitre I : Plantes médicinales et datte

1. Les plantes médicinales (P.M)……4
2. Intérêt de l'étude des P.M..... 4
3. Les propriétés et les vertus thérapeutiques…….. 5
4. La cueillette

   4.1 A quel moment cueillir les plantes ?..... 5

   4.2 Comment sécher les plantes ? …… 6
5. Efficacité des plantes entières……6

I .1 Description des plantes étudiées

I .1.1 La Menthe poivrée :

a. La description botanique …… 7
b. Nomenclature et taxonomie…… 8
c. Répartition géographique…… 9
d. Les principes actifs……..9
e. Place de la Menthe en phytothérapie……10

I .1.2La Sauge :

a. La description botanique…….. 11
b. Nomenclature et taxonomie…… 11
c. Répartition géographique…… 12
d. Les principes actifs……12
e. Place de la Sauge en phytothérapie…… 12

I .1.3 l'Alaterne :

a. La description botanique…….. 13
b. Nomenclature et taxonomie…… 14

c. Répartition géographique…… 15
d. Les principes actifs…….. 15
e. Place d'Alaterne en phytothérapie……. 15

I .1.4 L'Armoise blanche

a. La description botanique…….. 15
b. Nomenclature et taxonomie……. 17
c. Répartition géographique……. 18
d. Les principes actifs……18
e. Place d'Armoise blanche en phytothérapie…… 19

I .1.5 Le Fenugrec :

a. La description botanique…….. 20
b. Nomenclature et taxonomie……. 21
c. Répartition géographique……. 21
d. Les principes actifs……22
e. Place du Fénugrec en phytothérapie……. 22

I.1.6 La datte : Phoenix Dactylifera L

a. La description botanique…….. 22
b. Nomenclature et taxonomie…….. 23
c. Le palmier dattier : culture et répartition géographique en Algérie…… 24
d. La composition chimique de la datte…… 25
d.1 les principaux constituants de la pulpe……25
e. L'importance économique de la transformation de la datte..……..……...30

Chapitre II : Les métabolites secondaires

1) Généralité……..31
2) Définition et fonctions des métabolites secondaires…… 31
3) Classification des métabolites secondaires…….. 31
3.1 Les composés phénoliques…… 32
a. Les tanins……33
b. Les flavonoïdes……34
c. Les alcaloïdes…….. 35

d. Les saponines…….. 36
e. Les caroténoïdes ……. 37
f. Chlorophylle…… 38

Chapitre III : Compléments alimentaires

1) Historique…… 41
2) Produits nutraceutiques et aliments fonctionnels……..41
3) Exemple d'aliments fonctionnel…….. 41
4) Les formes galéniques……...42
5) Caractérisation des poudres……. 43
5.1 Distribution granulométrique……. 43
5.2 Masse volumique…… 44
5.3 Caractéristiques rhéologiques……. 44
6) Mélange……47
7) Comprimabilité…… 47
7.1 Dispositifs de compression…… 47
7.2 Le compactage des poudres alimentaires…….. 48

Chapitre IV : Matériel et Méthodes

Schéma de l'étude expérimentale …….. 51
IV.1 Méthodologie ……51
IV.2 Les plantes médicinales (P.M et datte D)…….. 52
IV.3 Fruit de datte……. 53
IV.4 Préparation des extraits aqueux…… 54
IV.5Extraction avec l'éthanol…… 55
IV.6 Préparation des poudres (D,PM)…….. 55
IV.7 Caractérisation physicochimique de la poudre de datte…….. 55
IV.8 Etude phytochimique des différentes poudres…….. 57
IV.8.1 Analyse qualitative……. 57
IV.8.2 Analyse quantitative…….. 59
IV.9 Caractérisation physique des poudres……. 65

IV.9.1 Distribution granulométrique……65
IV.9.2 Détermination de l'angle de repos (ϴ)…….. 66
IV.9.3Test de coulabilité……67
IV.9.4 Test de tassement…….. 67
IV.9.5 Test de compressibilité…….. 68
IV.9.6 Humidité résiduel…….. 69
IV.9.7 Rapport de Hausner (H)…… 69
IV.9.8 Formulation des comprimés et caractérisation……. 70
IV.9.8.1Prépartion du mélange (D/PM)…… 70
IV.9.8.2La compression du mélange (D/PM)…….. 70
IV.9.8.3Analyse sensoriel…… 72
IV.9.8.4Controle pharmacotéchnique ……. 72
IV.9.8.5Test de dissolution…….. 75

Chapitre V : Résultats et discussions

V.1 Caractéristiques morphologiques et la teneur en eau de la datte…….. 78
V.2 Caractérisation physicochimique de la poudre (D)……. 79
V.3Analyse qualitative sur les poudres (D,PM)…….. 80
V.4Analyse quantitative sur les poudres (D,PM)…… 81
V.5 Caractérisation physique des P(D,PM)……. 87
V.6 Présentation des comprimés…….. 89
V.7 Acceptabilité général des comprimés……89
V.8Analyse pharmaco-techniques des comprimés……. 91
V.9 Cinétique de dissolution…… 92

Conclusion ……96
Références bibliographiques
Annexe

Introduction

Introduction :

Avec une production de 500 000 tonnes par an, l'Algérie est l'un des premiers producteurs de la datte (*Dactylifera de Phoenix* L) fruit dans le monde, de cette production, les dattes communes (incluant les variétés sèches) représentent en moyenne 1600 tonnes **[155].**

L'importance diététique du fruit de datte est largement documentée **[134]**.Elle renferme en particulier une teneur en sucres totaux très importante, allant de 60 à 80 % du poids de la pulpe fraîche **[148]**, une teneur en eau qui varie entre 15 et 20 % selon les variétés **[125].**

Malgré leurs grandes valeurs nutritionnelles, certaines variétés sèches indigènes comme Mech-Degla est en cour de disparition en raison de leur basse valeur marchande **[9].**

Le recours aux plantes médicinales pour se guérir a pris naissance depuis bien longtemps en médecine traditionnelle grecque, romaine, indienne, chinoise et arabo-musulmane. Au niveau national et d'après une enquête réalisée dans le cadre d'une étude sur l'utilisation des plantes en médecine traditionnelle, 71% des personnes interrogées utilisent les plantes médicinales et aromatiques pour se faire soigner.

De nombreuses formes médicamenteuses à base des plantes ou de substances végétales ne cessent de croitre à l'échelle mondiale **[167].**

Ces dernières années ont connu une exploitation appréciable des plantes, les fruits notamment. Ceux-ci suscitent un intérêt de plus en plus croissant aussi bien chez les consommateurs que chez les diététiciens et les nutritionnistes. Ils servent, en outre, à l'élaboration des produits alimentaires de grande valeur diététique pour formuler des compléments alimentaires.

Le présent travail entre dans le cadre de la valorisation des dattes Mech-Degla. La finalité étant leur éventuelle transformation en poudre puis en comprimés. Ces derniers devront servir de support aux plantes médicinales largement utilisées localement : Artimisia *herba halba* (AR) ; Salvia officinalis (S) ;Rhammus alaternus L (AL) ;Trigonella foenum graecum L (Fe); Mentha piperita (MP).

Les objectifs considérés sont multiples :

- valorisation de la poudre de datte.
- élargir les connaissances scientifiques sur la caractérisation des poudres étudiées
- Utilisation de la poudre de dattes comme excipient des comprimés alimentaires et l'incorporation des plantes médicinales comme principe actif.
- La baisse de la valeur marchande des dattes Mech-Degla.
- Apprécier par le consommateur.

Par ces objectifs nous escomptons d'aboutir à la formulation d'un aliment de type fonctionnel.

Notons à ce sujet, que la formulation de nouveaux aliments reste à ce jour empirique et par voie de conséquence longue et coûteuse.

Ce travail est subdivisé en trois parties :

❖ La première partie consiste en une synthèse bibliographique donnant des notions générales sur la datte et plantes médicinales étudiées, les métabolites secondaires et enfin les compléments alimentaires.

❖ La deuxième partie est une étude expérimentale qui comprend:

- Une partie décrivant le matériel ainsi que les méthodes et les protocoles expérimentaux utilisés pour la préparation des extraits : datte et plantes étudiées.
- Caractérisation physicochimique de la poudre de datte.
- Un Screening chimique de nos extraits pour mettre en évidence certains groupements chimiques présents dans celle ci.
- L'estimation de la teneur de ces extraits en tanins, alcaloïdes, saponines, flavonoïdes, en composés phénoliques et en caroténoïdes par des méthodes spectrophotométriques.
- Caractérisation physique des poudres obtenues (datte et P.M).
- Obtention des comprimés par une compression direct et évaluer leurs caractéristiques physique après une analyse sensoriel des comprimés élaborés.
- Etude de la cinétique de dissolution suivant différents médias (L'eau distillée; une solution de HCl à 0.1 N (pH 1.2) et une solution tampon de phosphate pH 6.8) en appliquant le modèle de Korsmeyer.

- La troisième partie présente les résultats et discussions.
- Une conclusion.

NB : La partie bibliographique a été introduite et rédigée à ma propre initiative.

Etude bibliographique

Chapitre I
Plantes médidicinales et datte

1. Les plantes médicinales (P.M) :

La définition d'une plante médicinale est très simple. En fait il s'agit d'une plante qui est utilisée pour prévenir, soigner ou soulager divers maux. Les plantes médicinales sont des drogues végétales dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses.

Environ 35 000 espèces de plantes sont employées par le monde à des fins médicinales, ce qui constitue le plus large éventail de biodiversité utilisé par les êtres humains. Les plantes médicinales continuent de répondre à un besoin important malgré l'influence croissante du système sanitaire moderne **[63].**

2. Intérêt de l'étude des P.M :

La plupart des espèces végétales qui poussent dans le monde possèdent des vertus thérapeutiques, car elles contiennent des principes actifs qui agissent directement sur l'organisme. On les utilise aussi en médecines classique qu'en phytothérapie ; elles présentent en effet des avantages dont les médicaments sont souvent dépourvus **[90].**

Les plantes médicinales sont importantes pour la recherche pharmacologique et l'élaboration des médicaments ; non seulement lorsque les constituants des plantes sont utilisés directement comme agents thérapeutiques, mais aussi comme matières premières pour la synthèse de médicaments ou comme modèles pour les composés pharmacologiquement actif **[54].** La tubocuraraine ; le relaxant musculaire le plus puissant, est dérivée du curare (Chondrodendron tomentosum) ; la morphine ; l'analgésique le plus puissant est tirée du pavot à opium (Papavei somniferum) et la cocaïne utilisée comme anesthésiants ; est tirée du coca (Erythroxylum coca). **[71].**

Les plantes médicinales font l'objet d'une popularité croissante au même titre que les «alicaments» (nutraceutiques et aliments fonctionnels). Même les facultés de pharmacie s'intéressent de plus en plus aux propriétés médicinales des plantes.

3. Les propriétés et les vertus thérapeutiques des P.M :

Les plantes synthétisent de nombreux composés appelés métabolites primaires qui sont indispensables à leur existence. Ceux-ci englobent des protéines, des lipides et des hydrates de carbone qui servent à la subsistance et à la reproduction, non seulement de la plante elle même mais encore des animaux qui s'en nourrissent.

De plus, les plantes synthétisent une gamme extraordinaire d'autres composés appelés métabolites secondaires dont la fonction est loin de faire l'unanimité **[41].**

Il importe ici de se demander jusqu'à quel point les plantes médicinales peuvent être *bénéfiques* et jusqu'à quel point elles peuvent être *néfastes.*

Comme nous l'avons souligné précédemment, les plantes contiennent une grande variété de composés secondaires. Il est clair que certains de ces composés, au moins à l'état pur et à certaines doses, ont des propriétés médicinales ou peuvent être toxiques. Toutefois, il ne s'ensuit pas nécessairement que les mêmes composés sont aussi toxiques ou bénéfiques lorsqu'ils se trouvent dans la plante que lorsqu'ils en sont extraits, car il peut y avoir des effets synergiques des composés chimiques dans la plante **[41].**

A l'heure actuelle, les plantes médicinales restent encore le premier réservoir de nouveaux médicaments. Elles sont considérées comme source de matière première essentielle pour la découverte de nouvelles molécules nécessaires à la mise au point de futurs médicaments **[115].**

4. La cueillette

4.1 A quel moment cueillir les plantes ? :

Il est toujours préférable de procéder à la récolte par un temps sec et chaud : les plantes mouillées de pluie ou de rosée s'altèrent, moisissent, fermentent et perdent, de toute façon, toute valeur thérapeutique. Le matin est le moment le plus favorable, mais on peut toutefois cueillir aussi le soir, avant la fraîcheur **[53].**

4.2Comment sécher les plantes ?

L'opération du séchage a pour but d'enlever aux plantes l'eau qu'elles renferment : il est évident que le mode de dessiccation sera variable selon les parties de la plante à conserver, l'eau n'étant pas répartie de la même façon, ni dans les mêmes proportions, dans les divers organes de la plante.

Les racines et les rhizomes, débarrassés de leurs parties abîmées, lavés avec un soin méticuleux, seront épongés, puis coupés en tranches, en lanières ou fendus suivant leurs dimensions. Ils seront mis à sécher au soleil ou au four.

Les tiges, les écorces et le bois sécheront au soleil, à l'air libre et sec, ou encore au four doux. Les feuilles et les plantes entières seront disposées sur des claies, à l'ombre, dans un endroit chaud et bien ventilé. Les feuilles doivent être mondées : cette opération peut s'effectuer avant ou après le séchage.

Les plantes séchées, lorsqu'il ne reste plus aucune trace d'humidité, se rangent soigneusement et séparément dans des récipients. Il faut choisir des boîtes ou des bocaux propres, n'ayant pas contenu précédemment un produit dons ils auraient gardé l'odeur, et fermant hermétiquement **[53].**

5. Efficacité des plantes entières :

Après des échecs thérapeutiques répétés, face à des pathologies atypiques, ou éprouvé par l'agressivité de certaines médications efficaces, telles que la chimiothérapie, le malade recherchera des médecines douces.

Les plantes médicinales font appel à des formes galéniques diverses : plantes en nature, poudres, gélules de poudre, extraits, teintures, huiles essentielles **[165].**

S'il est capital de maîtriser l'action des différents principes actifs pris isolément, la phytothérapie, à la différence de la médecine classique, recommande d'utiliser la plante entière, appelée aussi « totum » plutôt que des extraits obtenus en laboratoire **[90].**

I .1Description des plantes étudiées :

I.1.1 La Menthe Poivrée :

Notre attention est éveillée par cette menthe très odorante, la *menthe poivrée, mentha piperata*.

La menthe était connue des Égyptiens qui la cultivaient et des Japonais qui utilisaient le menthol depuis plus de 2000 ans. Hippocrate décrit ses vertus stomachiques et diurétiques, et Charlemagne en impose la culture parmi d'autres plantes à essences.

Ce sont les Anglais qui au cours du 18 ème siècle ont répandu la menthe poivrée en Europe et en Amérique.

La menthe est l'une des espèces les plus célèbres parmi les plantes médicinales. Ses feuilles renferment une huile essentielle d'où elle doit son parfum à une essence douée de propriétés antiseptiques dont le principe actif est le menthol. Il est contenu dans toute la plante, son contact procure une sensation de fraîcheur, voire d'anesthésie locale. Son usage comme aromatisant en pharmacie, en alimentaire et en confiserie est très largement répandu **[98].**

a) Description botanique :

La Menthe poivrée (*Mentha x piperita*) est une plante herbacée de la famille des Lamiacées. Ce type de menthe est un hybride de la menthe aquatique (*Mentha aquatica*) et de la menthe verte (*Mentha spicata*), qui ont des vertus médicinales semblables.

C'est une plante vivace par son rhizome qui se propage sous terre ; elle se propage également par stolons.

Ses feuilles mesurent de 4 à 10 cm de long, elles sont ovales, vert foncé et se teignent de nuances rougeâtres au soleil et de rouge cuivré à l'ombre. Elles sont recouvertes de gros poils sécréteurs arrondis dans lesquels s'accumulent les substances volatiles odorantes.

Ses tiges sont violacées de section carrée, ses fleurs se trouvent tout en haut de la plante et sont rose violet. Sa Hauteur en cm c'est 10 à 14cm.

Figure 1 : Les feuilles de la Menthe

Figure 2 : La fleur de la Menthe

b) Nomenclature et taxonomie :

Le nom de la Menthe vient du grec "Minthe", nom d'une nymphe transformée en fleur par Proserpine et de "piperata" qui signifie "poivrée". La menthe est l'une des espèces les plus célèbres parmi les plantes médicinales.**www.wikipédia.com**

- **Règne :** Plantae
- **Division :** Magnoliophyta
- **Classe :** Magnoliopsida
- **Ordre :** Lamiales
- **Famille :** Lamiaceae
- **Genre :** Mentha
- **Nom binominal :** Mentha piperita

c) Répartition géographique :

On cultive la menthe poivrée en Europe, en Asie, en Afrique du Nord et en Amérique du Nord. On la trouve un peu partout en Europe ainsi qu'en Amérique.

Elle affectionne les sols humides ou, au contraire, secs, en fait cela dépend de l'espèce. On plante, en général, la menthe poivrée en mars, avril. On peut la bouturer en mars, juillet et août. On la récolte en mai, juin, juillet, août, septembre et octobre. Elle doit, de préférence, être plantée dans un endroit ensoleillé. Elle nécessite un sol drainé, fertile et frais, riches en calcaire et en argile. Elle requiert un pH entre 6 et 7.Elle se reproduit grâce à des stolons **[1].**

d) Les principes actifs :

La feuille de menthe poivrée contient une huile essentielle, des acides-phénols, des flavonoïdes (glycosides de la lutéoline et de l'apigénine), des triterpènes. L'huile essentielle est principalement constituée de menthol (30 à 40 %), de menthone et d'autres monoterpènes.

Cette huile essentielle est responsable de l'odeur puissante de la menthe poivrée. Les feuilles de bonne qualité destinées à un usage pharmaceutique contiennent plus de 9 ml d'huile essentielle par kg de feuilles sèches **[122].**

L'obtention d'un litre d'huile essentielle de menthe poivrée nécessite l'utilisation de 400 kg de cette plante.

L'huile essentielle extraite de la menthe poivrée contient principalement du menthol (40%), de la menthone (20%), du néomenthol (4%) et du cinéole (4%) **[40].**

e) Place de la menthe en phytothérapie :

Il existe de nombreuses espèces de Menthe. En dehors de la Mentha pulegium qui peut être dangereuse pour la santé dans la mesure où elle contient une substance toxique, toutes les autres menthes ont des vertus médicinales similaires.

La menthe poivrée est utilisée depuis fort longtemps en nature et pour son huile essentielle. Chez les Égyptiens, elle était conseillée contre les nausées. Il suffisait de passer un peu de menthe sous les narines.

Chez les Romains, ils l'utilisaient pour aromatiser du vin et des sauces mais également pour soulager les maux de tête et d'estomac.

A la Renaissance, on l'utilisait contre les vomissements et les maux de tête et depuis toujours, les Arabes boivent du thé à la menthe pour calmer la soif et pour sa vertu antiseptique.

Ses propriétés, antispasmodique et antiseptique, calme la toux, soigne les névralgies, soulage les douleurs sciatiques ou dentaires, calme la paroi interne de l'estomac, aide à accélérer la digestion, stimule la sécrétion biliaire.

La menthe sert donc à calmer les spasmes intestinaux, les crampes digestives, les nausées, les ballonnements. C'est aussi un vermifuge et un stimulant du système nerveux **[60].**

Le menthol est une huile essentielle qui a un effet antibactérien et antioxydant, cette huile est souvent utilisée dans les dentifrices et les bains de bouche (contre les névralgies dentaires) ainsi elle soulage les migraines **[116].**

En usage externe, utilisée comme pommade ; efficace contre le rhume. Elle est utilisée aussi pour éloigner les moustiques.

I.1.2 La Sauge :

La sauge est une plante annuelle et biannuelle d'origine méditerranéenne de la famille des labiées **[57]**. Il existe environ 900 espèces identifiées autour du monde **[112]**; **[108].**

En Algérie les espèces qui ont été déterminées sont dans l'ordre d'une trentaine. Plusieurs appellations ont été données à la sauge. Selon Ibn El Beytar, les andalous la nomment "essalma" qui ajoute qu'elle est appelée " salbia" par les botanistes en Espagne. El djazairi indique l'expression "souek ennebi" comme synonyme de Saleme.

Figure 3: La sauge fleurs et feuilles

Figure 4 : Les feuilles de la sauge

a) Description botanique:

Cette plante vivace à tige ligneuse à la base, formant un buisson dépassant parfois 80cm, rameaux vert-blanchâtre. Feuilles assez grandes, épaisses, vert-blanchêtres, et opposées; fleurs bleu-violacé clair en épis terminaux lâches, disposées par 3 à 6 en verticilles espacés. Calice campanulé à 5 dents longues et corolle bilabiée supérieure en casque et lèvre inférieure trilobée; fruits en forme de tétrakènes **[83].**

b) Nomenclature et classification taxonomique : [139].

La sauge suit la classification suivante:

- **Règne** : Plantae
- **Division** : Magnoliophyta
- **Classe :** Magnoliopsida
- **Ordre :** Lamiales
- **Famille** : Lamiaceae
- **Genre** : Salvia
- **Espèce :** *Salvia officinalis L*

c) Répartition géographique :

Cette plante vivace est originaire des régions méditerranéennes orientales. Elle préfère les terrains chauds et calcaires. Elle croit de manière spontanée et en culture de long de tout le bassin méditerranéen, depuis l'Espagne jusqu'à la Turquie, et dans le nord de l'Afrique.

Espèce Euro méditerranéenne, assez commune en Algérie (cultivée) **[15].**

d) Les principes actifs :

La plante contient de l'huile essentielle (les cétones monoterpéniques sont considérées des constituantes principales), des tanins catéchiques, des acides polyphénolcarboxyliques (rosmarinique, caféique, chlorogénique, p–coumarique, férulique), des principes amers diterpéniques, des triterpènes pentacycliques (acides ursolique, crategolique, oléanolique etc.), des phytostérols, des flavones **[141].**

e) Place de la sauge en phytothérapie :

La sauge est une des plantes les plus utilisées, vu ses propriétés importantes; elle est considérée comme un stimulant pour les gens anémiques, aussi pour les personnes stressées et déprimées, et conseillée pour les étudiants en période d'examen

Pour usage externe, elle est appliquée en gargarisme contre les inflammations de la bouche, les abcès, et aussi pour le nettoyage et la cicatrisation des plaies **[57].**

Les infusions de la sauge sont appliquées pour le traitement de plusieurs maladies de la circulation sanguine et les troubles digestifs et les problèmes du système nerveux **[135]**.Cette herbe aromatique est employée dans la cuisine, pour son goût puissant, légèrement amer et comphré **[61].**

I.1.3 Le Nerprun Alaterne :

a) Description botanique :

Le nerprun alaterne (*Rhamnus alaternus*) est un arbrisseau pouvant atteindre jusqu'à 5 m, Sa croissance est lente mais sa longévité est étonnante (100 ans).

Caractéristique des garrigues méditerranéennes, le Nerprun alaterne comportant un feuillage persistant. Les rameaux sont alternes, glabres et non épineux. Les feuilles sont ovales ou lancéolées et ont les bords légèrement dentés **[44].** (**Figure 5**)

Figure 5. *Représentation l'éspèce Rh. Alaternus***[41].**

Ses feuilles sont alternes, ovales, courtement pétiolées, épaisses et coriaces. Ses fleurs jaunâtres sont très petites et dépourvues de pétales. Situées à l'aisselle des feuilles et groupées en bouquets, elles s'ouvrent en mars-avril. Ses fruits apparaissent en octobre-novembre. Ce sont de petites baies d'abord rouges puis noires, groupées en bouquets compacts.

Figure 6 : Les fleurs et les fruits de Nerprun Alaterne (www.wikipedia.org)

b) Nomenclatures et taxonomie :

Le nom de genre *Rhamnus* provient du grec *rhamnos*, nom du Nerprun purgatif et le nom d'espèce *alaternus* est l'ancien nom latin de la plante. Le terme français de *nerprun* dérive du latin populaire *niger prunus* « prunier noir» qui a donné aussi *noirprun* synonyme de nerprun cathartique **[31].**M'liles,ouchbat safar, arbuste appartient à la famille de Rhamnacée.

- **Règne : *Plantae***
- **Division : *Magnoliophyta***
- **Classe : *Magnoliopsida***
- **Ordre : *Rhamnales***
- **Famille : *Rhamnaceae***
- **Genre : *Rhamnus***
- **Nom binominal : *Rhamnus alaternus* L.**
- **Nom latin : *Rhamnus alaternus***

c) Répartition géographique :

Le Nerprun alaterne est une plante héliophile et qui ne poussent de manière optimale qu'en pleine lumière. Arbrisseau typiquement méditerranéen, le Nerprun alaterne se développe spontanément en France, Portugal, Espagne, ex-Yougoslavie, Albanie, Grèce, Italie, Turquie, Israël, Libye, Tunisie, Algérie, Maroc et Ukraine J-C **[136].**

Il s'est naturalisé en Australie et Nouvelle-Zélande. Il est utilisé dans les programmes de reforestation **[80].**

Floraison : Mars- Avril.

d) Les principes actifs :

Les drupes, les feuilles et l'écorce sont riches en dérivés anthracéniques et en flavonoïdes, glucosides, alcaloïdes, tanins **[22].**

e) Place de l'Alatrene en phytothérapie :

Purgatives, astringentes, laxatives ; la décoction des parties aériennes de cette plante semble être efficace pour le traitement de l'ictère.

Elle est indiquée contre les maladies du cœur ainsi que l'Athérosclérose.

Les fruits d'Alaterne renferment un principe actif ; la rhamine, qui leur donne des vertus purgative, elles constituent en effet, un purgatif très énergique et d'un emploi sûr. Mais les doses doivent être déterminées avec prudence 2g de fruit écrasés dans un quart d'eau, en décoction à prendre le matin à jeun **[23].**

I.1.4 L'Armoise Blanche :

Connue depuis des millénaires, l'*Artemisia herba-alba* (armoise blanche) a été décrite par l'historien grec Xénophon, dès le début du IVe siècle av. J.-C, dans les steppes de la Mésopotamie **[72].**

C'est une plante essentiellement fourragère, très appréciée par le bétail comme pâturage d'hiver.

Plusieurs noms sont attribuées à l'*Artemisia herba-alba*; thym des steppes, absinthe du désert. En Afrique du Nord et au Moyen-Orient, on l'appelle, en communément,(الشيح) ou (الشيح الخرسانى) selon les régions. Au Maroc occidental elle porte aussi le nom de (القيسوم) **[134].**

Figure7 : La plante l'Amoise blanche dans son milieu naturel à la fin de la saison de fleuraison **[132].**

a) Description botanique

L'*Artemisia herba alba Asso* (Nom vernaculaire : Armoise blanche en français, Chih en arabe) est une plante herbacée à tiges ligneuses et ramifiées vivace de 30-50 cm de long.

Elle se distingue par une odeur caractéristique d'huile de thymol et un goût amer d'où son caractère astringent **[124].**

Ces tiges sont rigides et droites et les feuilles sont coutres, généralement pubescentes avec un aspect argenté. Les fleurs sont hermaphrodites, emballés dans des petites capitules (comprenant chacun de 3 à 8 fleures) sessiles et en bottes. Les fruits sont groupées en grappes, à capitules très petites (3/1,5mm) et ovoïdes. Le réceptacle floral est nu avec 2 à 5 fleurs jaunâtres par capitule toutes hermaphrodites **[132].**

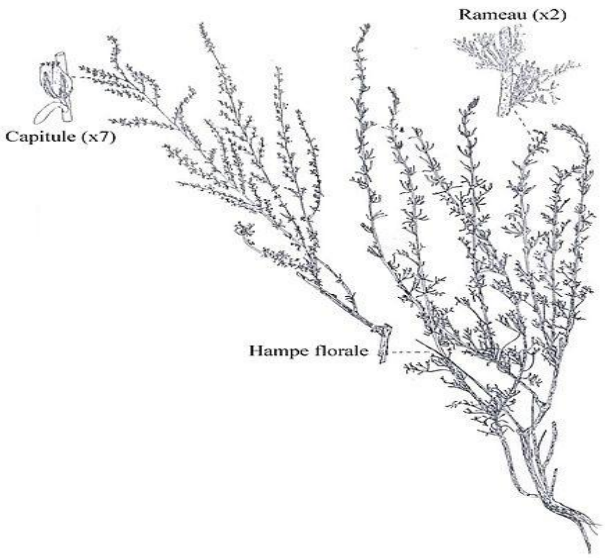


Figure 8 : Artemisia herba-alba (Dessin de détail d'après **[132].**

La croissance végétative de l'*Artemisia herba alba Asso* à lieu à l'automne, la floraison commence en Juin et se développe essentiellement en fin d'été **[77].**

b) Nomenclature et taxonomies:

Artemisia est le nom de genre des armoises, il provient de celui de la déesse grecque de la chasse Artémis; herba-alba signifie herbe blanche. **IPNI. The International Plant Name Index.**

- **Phylum:** Angiospermeae.
- **Sous Phylum**: Dicotylédones
- **Ordre:** Gampanulatae
- **Famille**: Asteraceae.
- **Sous-famille**: Asterioideae.
- **Tribu**: Anthemideae.
- **Sous-tribu**: Artemisiinae.
- **Genre**: Artemisia.
- **Espèce**: Herba-alba.

Et que son nom scientifique est *Artemisia herba-alba asso* ou *Artemisia inculta del*.

c) Répartition géographique :

Le genre Artemisia est un membre d'une grande variété de plantes appartenant à la famille des Asteraceae (Compositae). Plus de 300 différentes espèces de ce genre se trouvent principalement dans les zones arides et semi arides d'Europe, d'Amérique, l'Afrique du Nord ainsi qu'en Asie. Les espèces d'Artemisia sont largement utilisées comme plantes médicinales en médecine traditionnelle.Certaines espèces, telles que l'*Artemisia absinthium*, l'*Artemisia annua* ou l'*Artemisia vulgaris* sont incorporés dans les Pharmacopées de plusieurs pays européens et asiatiques **[133].**

En commun avec plusieurs d'autres espèces de ce genre, l'*Artemisia herba alba Asso*, plante caractéristique du moyenne-orient et d'Afrique du Nord (Feinbrun-Dothan, 1978), est utilisée en médecine traditionnelle pour traiter plusieurs maladies

L'armoise blanche se développe dans les zones bioclimatiques qui vont de la partie supérieure semi-arides à la partie inferieur Subsaharienne **[77].**

d) Les principes actifs :

Historiquement, l'armoise a été un genre productif dans la recherche de nouveaux composés biologiquement actifs. Les investigations phytochimiques ont montré que ce genre est riche en sesquiterpènes, monotèrpenes, flavonoïdes et coumarines **[144].**

Les flavonoïdes détectés dans l'Artemisia *herba alba* montrent aussi une diversité structurale allant des flavonoïdes communs (flavones glycosides et favonols) jusqu'à les flavonoïdes méthylés qui sont très inhabituel **[142]; [143].**

Parmi les composants les plus importants des huiles essentielle de l'*Artemisia herba alba Asso* on trouve les santonines, des triterpènes pentacycliques et les tanins **[77].**

e) Place de l'*Artemisia herba alba* en phytothérapie

Elle a été utilisée, tout d'abord, comme aromatisant dans le thé et le café, puis elle est devenue une panacée dans la médecine traditionnelle arabo-musulmane **[15] ; [21].**

Friedman et coll. (1986), ont rapporté que l'infusion de l'armoise est assez employée par les bédouins du Néguev (Palestine) pour soulager les maux gastro-intestinaux **[73].**

En Irak également, l'armoise préparée avec le thé constitue l'une des formes d'automédication contre le DNID *diabète non insulino-dépendant* **[11].**

En Tunisie, une enquête menée dans le milieu urbain a montré que l'armoise est, entre autres, essentiellement utilisée pour les maladies du tractus digestif et comme un traitement antidiabétique. D'après les cas interrogés elle donne un pourcentage d'amélioration élevé **[35].**

L'*Artemisia herba alba Asso* est très utilisé au Moyenne-Orient et en l'Afrique du nord contre plusieurs maladies y compris l'entérite et les troubles intestinales **[169].** Dans une étude visant à révéler les raisons de l'utilisation de cette plante, l'extrait de l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba Asso* a montré une activité antibactérienne contre plusieurs bactéries telle que l'Escherichia coli, Shigella sonnei et la Salmonelle typhose.Cette activité a été assimilée à linalool, pinocarveneol et surtout terpène 4-ol. L'effet antispasmodique de l'huiles essentielle d'*Artemisia herba alba Asso* a été expérimentalement 100 - 1000 fois plus élevé que l'effet antibactérien observé **[169].**

De loin le plus fréquemment cité est l'utilisation de l'Artemisia *herba alba* dans le traitement du diabète sucré **[161]; [10]; [114], [156].** Plusieurs auteurs ont rapportés sur l'effet hypoglycémiant de l'extrait aqueux d'*Artemisia herba alba Asso.*

En plus du diabète, son extrait aqueux est utilisé traditionnellement en Jordanie comme un antidote contre les venins de plusieurs types de serpents et de scorpions **[161],** et en Afrique du nord pour soigner la bronchite, l'abcès, les diarrhées, et comme vermifuge **[77].**

I.1.5 Le Fenugrec :

Le fenugrec est répandu autour du bassin méditerranéen et sur la côte ouest de la mer Noire. Sa présence et son utilisation sont anciennes aux Indes, en Chine méridionale, au Moyen-Orient et d'Égypte en Éthiopie. Il est cultivé en Afrique du Nord (Tunisie), en Ukraine, en Inde et en Chine **[167].**

Le fenugrec compte parmi les plus anciennes plantes médicinales et culinaires de l'histoire de l'humanité. On se servait déjà de ses principes aromatiques en Égypte pharaonique, environ 1 500 ans avant notre ère, pour embaumer les morts et purifier l'air des habitations et des lieux de culte. Ses graines entraient dans la fabrication du pain, une pratique culinaire qui persiste en Égypte moderne de même qu'en Inde.

La plante était également utilisée comme fourrage dans l'Antiquité ce qui lui vaut son nom de « foin grec», elle l'est toujours dans cet emploi en Inde **[167].**

a) Description botanique

Plante herbacée annuelle, poilue ou glabre selon les variétés, peut atteindre 50 cm de haut, à tige dressée, rameuse, feuilles pétiolées, alternes, composées à trois folioles ovales dentées.

Les fleurs sont axillaires, solitaires ou groupées par deux, de type papilionacé, jaune pâle à violet clair de forme triangulaire (d'où le nom de trigonelle). Le fruit est une gousse allongée, arquée, pouvant atteindre 20 cm de long et renfermant de nombreuses graines (10 à 20), très dures, aplaties, mesurant 3 à 5 mm de long et 2 à 3 mm de large, de couleur brun clair à brun rougeâtre, marquées par un sillon qui délimite les deux parties inégales **[167].**

Figure 9 : Les graines de fénugrec

Figure 10 : La plante Trigonella foenum-graecum **(www.wikipidia.com)**

b) Nomenclature et taxonomie :

Connu sous son nom scientifique ; la **Trigonella foenum-graecum** appartient à la famille des Fabaceae.

- **Règne :** Plantae
- **Sous-règne :** Tracheobionta
- **Division :** Magnoliophyta
- **Classe :** Magnoliopsida
- **Sous-classe :** Rosidae
- **Ordre :** Fabales
- **Famille :** Fabaceae
- **Genre :** Trigonella

c) Répartition géographique :

Le fenugrec est originaire du Moyen-Orient et d'Inde. Il s'est répandu très tôt dans les mondes méditerranéen et indien, puis jusqu'en Chine **[167].**

En France, il est répandu sur une ligne allant de la Gironde à la frontière italienne, plus rare et localisé ailleurs

Floraison : Avril - Mai

d) Les principes actifs :

Le fenugrec est une épice très riche qui contient du phosphore, du fer, du soufre, de l'acide nicotinique, des alcaloïdes, saponines (à l'origine de ses propriétés stimulantes de l'appétit), flavonoïdes, glucides, vitamines A, B1, C, magnésium, calcium, lécithine, protéines (30%), des saponines stéroïdes (diosgénine et yamogénine, qui contribuent à la synthèse du cholestérol et des hormones sexuelles) **[103].**

e) Place de la Trigonella foenum-graecum en phytothérapie :

Cette herbe de fourrage est connue pour être cardiotonique, diurétique, hypotensive. Elle exerce, par ailleurs, des activités hypoglycémiantes, hypocholestérolémiante et hypotriglycéridémiante (par ses saponines).

Cette légumineuse, qui est un peu le soja européen et qui peut être considérée comme une plante adaptogène, est utilisée encore comme antiasthénique chez l'enfant et l'adulte. Sa prescription traditionnelle pour favoriser la prise de poids chez l'homme aurait besoin d'être revue.

La médecine marocaine l'utilise pour l'asthénie, le diabète, le manque d'appétit et comme lactogogue. Les mets marocains à base de graine de fenugrec sont donnés aux convalescents, aux femmes enceintes et allaitantes **[149].**

En Tunisie ; le fenugrec est traditionnellement utilisé comme reconstituant, antidiarrhéique, béchique, pour traiter les gastralgies chez l'enfant, les maux de gorge et pour réduire les abcès et les furoncles **[34].**

I.1.6 La Datte :

Le fruit étudié dans notre présent travail est la datte provenant des oasis algériennes.

La datte a été depuis des temps immémoriaux un élément très important dans l'alimentation, tant pour les humains (les dattes molles) que pour les animaux (les dattes sèches).

Le palmier dattier constitue à la fois le symbole et la charpente de l'écosystème oasien. Il crée un microclimat favorisant le développent des cultures sous-jacentes **[29].**

Notons que les produits à base des dattes ont été déjà élaborés. On citera à ce titre les biscuits **[148]**, farine de dattes et yaourt à l'extrait de dattes **[24].**

Les dattes des variétés sèches, improprement appelées « dattes communes » sont des dattes de texture farineuse qui durcissent sur l'arbre.
C'est le cas justement des variétés Mech-Degla, matériel végétal de la présente étude.

a) Description botanique :

La datte est le fruit du palmier dattier ; elle est constituée de deux parties : une partie non comestible «noyau» et une partie comestible « pulpe ou chair ».
Selon **[64],** la partie comestible de la datte est constituée de :

- Un péricarpe ou enveloppe cellulosique fine dénommée peau.
- Un mésocarpe généralement charnu, de consistance variable selon sa teneur en sucre et de couleur soutenue.
- Un endocarpe de teinte plus claire et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane parcheminée entourant le noyau.

Figure 11 : Datte Mech-degla entière et en coupe

Les dimensions de la datte sont très variables, de 2 à 8cm de longueur et d'un poids de 2 à 8 grammes selon les variétés. Leur couleur va du blanc jaunâtre au noir en passant par les couleurs ambre, rouge, brune plus ou moins foncée **[56].**

Les dattes sont généralement de forme allongée, oblongue ou ovoïde, mais on rencontre également des dattes sphériques.

b) La nomenclature et taxonomie :

La place du palmier dattier dans le règne végétal est rappelée ci-dessous **[73]**:

- **Groupe** : Spadiciflores
- **Ordre** : Palmale
- **Famille** : Palmacées
- **Sous famille** : Coryphoïdées
- **Tribu** : Phoenicées
- **Genre** : Phoenix
- **Espèce** : *Dactylifera L*.

Le genre Phoenix comporte au moins douze espèces, la plus connue est le dactylifera, dont les fruits "dattes" font l'objet d'un commerce international important **[64].**

c) Palmier dattier : culture et répartition géographique en Algérie

Le palmier dattier : *Phoenix dactylifera L*, provient du mot « *Phoenix* » qui signifie dattier chez les phéniciens, et dactylifera dérive du terme grec « *dactulos* » signifiant doigt, allusion faite à la forme du fruit **[56].**

C’est une espèce arborescente connue pour son adaptation aux conditions climatiques trop sévères des régions chaudes et sèches **[33].**

Le palmier dattier est cultivé comme arbre fruitier dans les régions chaudes arides et semi-arides.

Cet arbre peut s'adapter à de nombreuses conditions grâce à sa grande variabilité.
Le dattier est une espèce thermophile ; il exige un climat chaud, sec et ensoleillé. C’est un arbre qui s’adapte à tous les sols. Il est sensible à l’humidité pendant la période de pollinisation et au cours de la maturation **[123].**

En général, les palmeraies algériennes sont localisées au Nord-Est du Sahara au niveau des oasis où les conditions hydriques et thermiques sont favorables **[75].**

Le palmier dattier commence à produire les fruits à un âge moyen de cinq année, et continue la production avec un taux de 400-600 kg/arbre/an pour plus de 60 ans **[89].**

d) Composition chimique de la datte

La datte est constituée d’une partie charnue, la chair ou la pulpe et d’un noyau. C’est un fruit de grande valeur alimentaire et très énergétique, elle fournit des calories 4 à 5 fois supérieure à celles fournies par d’autres fruits **[123].**

d)-1 Principaux constituants de la pulpe

La pulpe de la datte représente une proportion de 80à95% du poids total du fruit, selon la variété et les conditions pédo-climatiques. Elle se distingue par son taux d’humidité et sa forte teneur en sucres **[168].**

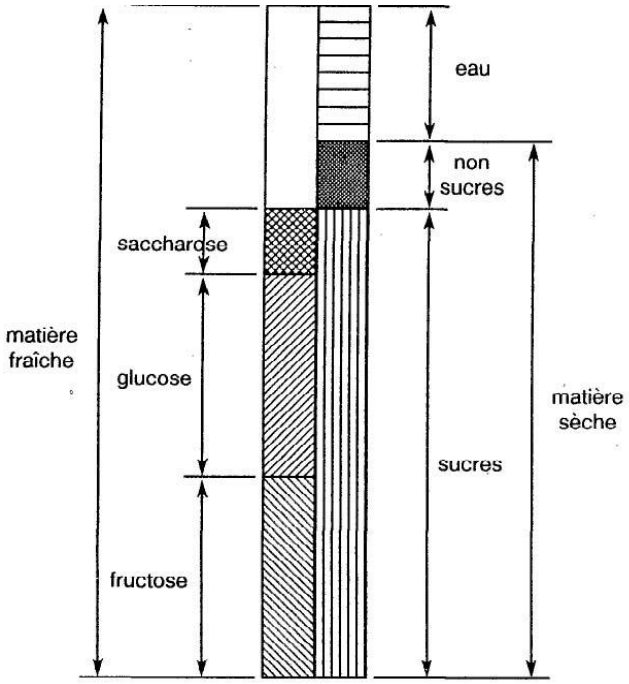


Figure12. Composition de la datte **[65].**

d.1.1. L'eau

La teneur en eau des dattes évolue en fonction du stade de maturation. L'humidité décroît des stades verts aux stades mûrs **[29].** D'une manière générale, la teneur moyenne en eau des dattes varie de 10 à 40% de poids frais, ceci la classe dans les aliments à humidité intermédiaire **[65].**

La teneur en eau de la variété Mech-Degla sèche est de 13.7 % du poids frais de la région Fche (Biskra) **[99].**

d.1.2. Les sucres

La teneur en sucres varie généralement en fonction de la variété, de la consistance et des stades de maturation. Elle est comprise entre 50 à 80% de la pulpe fraîche pour les sucres totaux avec des proportions qui peuvent atteindre jusqu'à 60% du poids de la pulpe fraîche en saccharose et 17 à 80% pour les sucres réducteurs **[148].** Selon **[9].** le contenu en sucres totaux de la datte varie entre : 44 et 88% du poids de la pulpe fraîche.

Tableau 1. Teneur en sucres de la variété de datte algérienne Mech-Degla **[20].**

Constituant par rapport à la matière sèche (%)	**Datte sèche (Mech-Degla)**
Sucres totaux	80.07
Sucres réducteurs	20.00
saccharose	51.40

d.1.3. Les protéines

La pulpe de datte ne renferme qu'une faible quantité de protéines variant entre 0.38 à 2.5% selon **[126].** D'autres parts **[9].** notent une quantité plus élevée allant de : 2.3% à 5.6 % du poids de la pulpe fraîche de la datte.

[67]. ont noté la présence dans la datte des acides aminés :Isoleucine , leucine, lysine, méthionine, cystine , phénylalanine , tyrosine, thréonine, tryptophane, valine, arginine, histidine, alanine, acide aspartique, acide glutamique, glycocolle, proline et sérine .

d.1.4. Les lipides

La teneur de la pulpe de datte en lipides est très faible soit 1.25% du poids frais **[27].** Cependant la quantité signalée par **[9]** est encore plus faible (0.2-0.5%)

d.1.5. Les fibres

Les dattes sont riches en fibres alimentaires. La teneur en fibres dans la datte mûre est comprise entre 2-6% du poids de la chair **[27].**

Selon **[25],** la proportion de cellulose diminue chez les variétés de haute qualité comme Deglet-Nour, et peut augmenter jusqu'à 10% chez certaines variétés communes particulièrement farineuses **[123].**

La paroi cellulaire de la datte mûre est pauvre en pectines (3% MS de datte), se sont en fait des pectines hautement méthylées **[26].**

La lignine est un composé important de la paroi de la datte, elle intervient avec les pectines, cellulose et hémicellulose dans la modification de la fermeté de la datte au cours de la maturation **[123].**

d.1.6. -les éléments minéraux

La richesse de la pulpe de datte en éléments minéraux la classe parmi les aliments les plus intéressants.

Tableau 2. Composition de la pulpe de datte en sels minéraux **[27].**

Sels minéraux	**Teneur de la pulpe en mg/100g**
Sodium	27-70
Potassium	600-1600
Calcium	20-150
Magnésium	32-170
Phosphore	34-120
Cuivre	0.2-1.9
fer	1.5-08
zinc	0.25-01
manganèse	0.5-01

D'après l'étude faite par **[8] ;** les dattes constituent une source importante de sélénium (0.36-0.53 mg/100 g).

d.1.7. Les vitamines

En général la datte ne constitue pas une source importante de vitamines, mais elle renferme des quantités appréciables de la vitamine B et C.

Tableau 3 . Composition vitaminique moyenne de la datte sèche **[67].**

vitamines	**Teneur moyenne pour 100g**
Vitamine C	2.00 mg
Thiamine (B1)	0.06 mg
Riboflavine (B2)	0.10 mg
Niacine (B3)	1.70 mg
Acide pantothénique	0.80 mg
(B5) Pyridoxine (B6)	0.15 mg
Folates	28.00 mg

d.1.8. Les composés phénoliques

L'analyse qualitative par HPLC montre la présence dans la datte de composés phénoliques : acides cinnamiques, féruliques, cinapiques et coumariques et leurs dérivés. Cette teneur importante en acides cinnamiques libres n'est pas fréquente dans les autres fruits, ainsi que certains flavonoïdes tels que : les flavones, flavonols et flavanones glucosides dont l'identification était difficile et la teneur s'est révélée très faible **[113].**

La quasi-totalité des dattes est marquée par une astringence plus au moins prononcée due au dépôt d'une couche de tanins au dessous de la peau au cours du stade de maturité.

Lorsque les dattes perdent leur couleur verte et deviennent jaunes ou rouges, les tanins se déposent dans les cellules géantes ou ils se transforment de la forme soluble en la forme insoluble (tanins précipités) ; l'astringence disparaît alors. Cependant, la rapidité du processus diffère selon les variétés **[76].** Le contenu en tanins décroît avec la maturation de la datte **[113].**

L'oxydation enzymatique des polyphénols de la datte est à l'origine du brunissement de la datte ce qui altère sa qualité organoleptique **[78].**
Un certain degré de brunissement est en effet recherché lors de la maturation des dattes.

d.1.9. Composés mineurs

Bien que 95 % des constituants de la datte sont représentés par les composés cités ci-dessus, il existe d'autres composés moins importants qui influent sur la qualité du fruit tels que :

* **les acides organiques** (acide citrique, l'acide malique,…)
*__les substances volatiles__ qui ont été analysé par GC-MS et dont l'ethanol, l'isobutanol et l'isopentanol en représentent les constituants majeurs **[25].**
* **les pigments** : en plus des caroténoïdes la chlorophylle se révèle aux stades précoces.

e) Importance économique de la transformation de la datte

La datte est un produit qui présente des avantages comparatifs et pour lequel il n'existe pas de problèmes de concurrence entre les pays développés et les pays sous-développés, comme c'est le cas pour d'autres produits agricoles (tomates, agrumes, olives, etc).

La datte, fait l'objet d'un commerce intérieur et extérieur important, surtout la variété Deglet-Nour. Les autres variétés, même si elles ne sont pas largement commercialisées sur les marchés, peuvent être transformées en divers produits dont l'impact socio-économique est considérable tant du point de vue de la création d'emplois et de la stabilisation des populations dans les zones à écologie fragile.

Ainsi, les produits issus de la transformation de la datte limiteraient, par ailleurs la dépendance économique du pays vis-à-vis de l'étranger et lui permettraient d'économiser des devises susceptibles d'être dégagées pour d'autres secteurs **[159].**

Chapitre II
Les métabolites secondaires

1. Généralités :

La plante est le siège d'une intense activité métabolique aboutissant à la synthèse de principes actifs les plus divers. Ce processus métabolique est lié aux conditions mêmes de vie de la plante : la plante doit faire face à de multiples agressions de l'environnement dans lequel elle vit : prédateurs, microorganismes pathogènes, etc.

On conçoit donc que la plante puisse développer un métabolisme particulier lui permettant de synthétiser les substances les plus diverses pour se défendre : les métabolites secondaires **[96].**

2. Définition et fonctions des métabolites secondaires :

Les métabolites secondaires sont reconnus par leurs activités biologiques nombreuses qui comprennent des activités antibactériennes, anticancéreuses, antifongiques, analgésiques, anti-inflammatoires, diurétiques gastro-intestinales, antioxydants**….[84] ; [38].**

Ils ne sont pas vitaux pour l'organisme mais jouent nécessairement un rôle important de part la machinerie enzymatique complexe nécessaire à leur production. Ils ont des rôles écologiques (allomone, phéromone…). Ces molécules furent sélectionnées au cours de l'évolution pour l'interaction qu'elles ont avec un récepteur d'un autre organisme. Elles représentent donc une grande source potentielle d'agents thérapeutiques **[158].**

Ils pourraient jouer un rôle dans la défense contre les herbivores, et dans les relations entre les plantes et leur environnement : plusieurs composés phénoliques participent à la filtration des UV, les pigments floraux sont essentiels aux processus de pollinisation **[78].**

3. Classification des métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont produits en très faible quantité, il existe plus de 200 000 métabolites secondaires classés selon leur appartenance chimique en l'occurrence, les terpènes, les alcaloïdes, les composés acétyléniques, les cires, et les composés phénoliques **[48] ; [165].**On distingue trois classes principales :

3.1 Les composés phénoliques :

Les composés phénoliques sont des molécules hydrosolubles présentes dans tous les végétaux. Ils résultent bio génétiquement de deux voies synthétiques principales : la voie shikimate et acétate **[110].**

L'élément structural de base est un noyau benzénique auquel sont directement liés un ou plusieurs groupes hydroxyles, libres ou engagés dans une autre fonction chimique (éther, méthylique, ester, sucre...) **[37].**

Les fonctions principales attribuées à ces composés chez les végétaux sont la protection contre les herbivores ainsi que la limitation des dommages dus aux radiations UV. Dans ce cas, ils agissent par effet d'écran et par effet antioxydant **[105].** D'autre part leurs actions antibactériennes et anti-fongiques, participent à la pigmentation des fleurs, des légumes et de quelques fruits (raisins, agrumes, etc…).Certains d'entre eux sont responsables d'amertume et d'astringence**.**

Les composés phénoliques (acides phénoliques, flavonoïdes simples et proanthocyanidines) forment le groupe des composés phytochimiques le plus important des plantes **[16].** Ces substances sont dotées de certaines activités résumées dans le (Tableau 4).

Tableau 4 : Activités biologiques des composés polyphénoliques**[16].**

POLYPHENOLS	ACTIVITES
Acides Phénols (cinnamiques et benzoïques)	Antibactériennes Antifongiques Antioxydantes
Coumarines	Protectrices vasculaires et antioedémateuses
Flavonoïdes	Antitumorales Anticarcinogènes Anti-inflammatoires Hypotenseurs et diurétiques Antioxydantes
Anthocyanes	Protectrices capillaro-veineux
Proanthocyanidines	Effets stabilisants sur le collagène Antioxydantes Antitumorales Antifongiques Anti-inflammatoires
Tanins galliques et catéchiques	Antioxydantes

3.1.1. Classification des composés phénoliques

a) *Les tanins* :

Les tanins sont des substances d'origine organique que l'on trouve dans pratiquement tous les végétaux, et dans toutes leurs parties (écorces, racines, feuilles et les fruits (raisin, datte, café, cacao...). **[86].**

Ces tanins sont des donneurs de protons aux radicaux libres lipidiques produits au cours de la peroxydation. Des radicaux tanniques plus stables sont alors formés, ce qui a pour conséquence de stopper la réaction en chaîne de l'auto oxydation des lipides **[42].**

Les tanins sont divisés en deux groupes

- Les tanins condensés, (flavan-3-ols) formés de proanthocyanidines (sous forme d'oligomères)
- Les tanins hydrolysables, esters des acides phénols et de glucose.

Les tanins condensés, appelés aussi polyphénoles ou proanthocyanidine, sont largement répandus dans l'alimentation humaine. Ces tanins sont des oligomères ou polymères de flavan-3-ols qui ont la propriété de libérer des anthocyanes en milieu acide à chaud par rupture de la liaison inter monomérique **[79].**

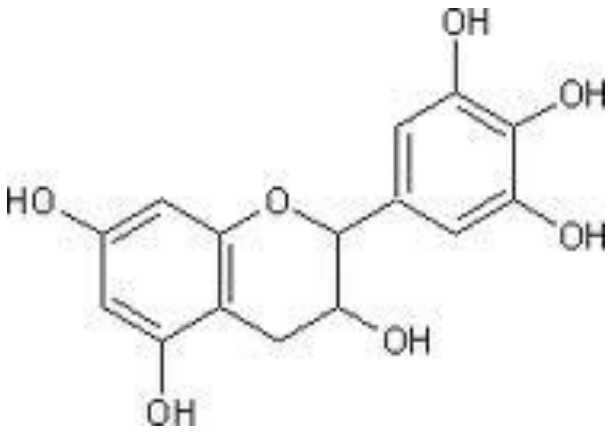


Figure 13 : structure des tanins

Caractérisées par leur astringence, ils ont la propriété de précipiter les protéines (fongiques ou virales) et les métaux lourds. Ils favorisent la régénération des tissus et la régulation de la circulation veineuse, tonifient la peau dans le cas des rides **[96].**

b) Les flavonoïdes :

Les flavonoïdes sont des molécules très répandues dans le règne végétal. Ils font partie de la classe des polyphénols, principaux métabolites secondaires des plantes. Les flavonoïdes ont une origine biosynthétique commune et, de ce fait, présentent le même élément structural de base (sauf exceptions : chalcones, aurones, isoflavones), à savoir quinze atomes de carbone constitués de deux cycles en C6 (A et B) reliés par une chaîne en C3 (noyau 2-phényl-1-benzopyrane) (Figure 14) **[38].**

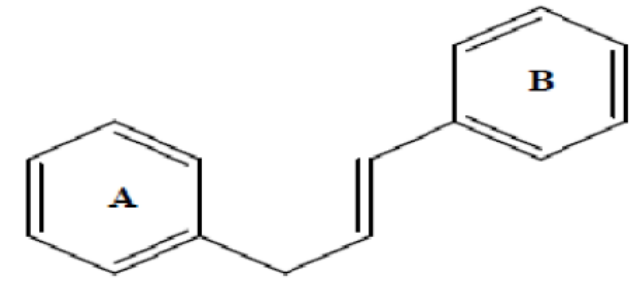
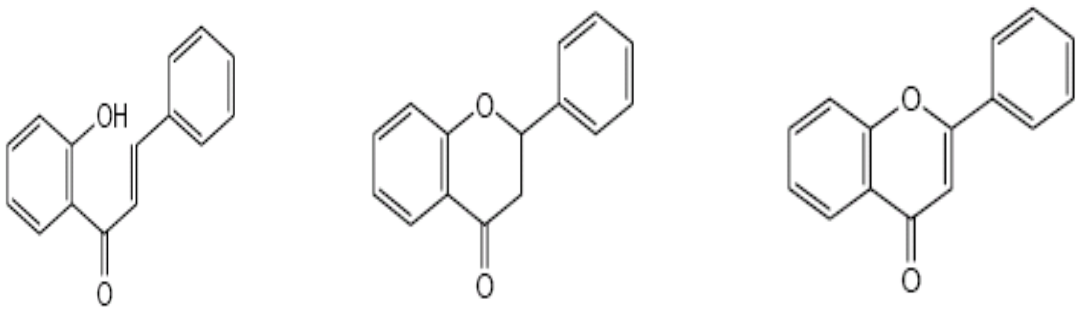


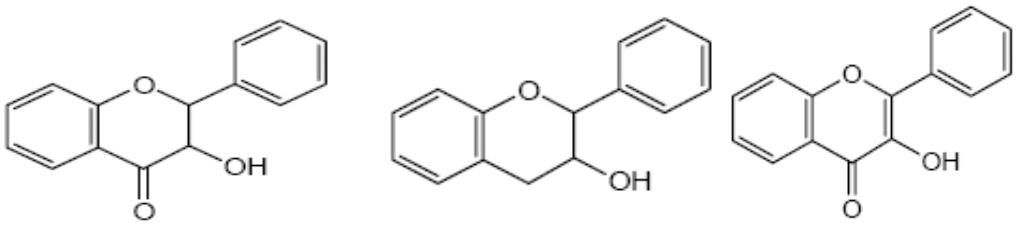
Figure 14 : Structure de base des flavonoïdes

De nos jours, les propriétés des flavonoïdes sont largement étudiées dans le domaine médical où on leur reconnaît des activités antivirales, anti-tumorales, anti-inflammatoires, antiallergiques,antioxydantes et anti-cancéreuses **[117].**

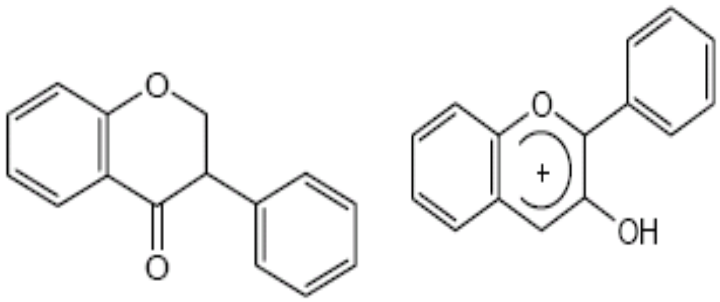
La famille des flavonoïdes peut se diviser en six classes qui diffèrent par leurs structures chimiques: flavanols, flavones, flavonols, flavanones, isoflavones et anthocyanidines (Figure15) **[118].**



Chalcone Flavanone Flavone



Dihydroflavonol Flavanol Flavonol



Isoflavone Anthocyanidol

Figure 15 : Structure de quelques classes de flavonoïdes **[70].**

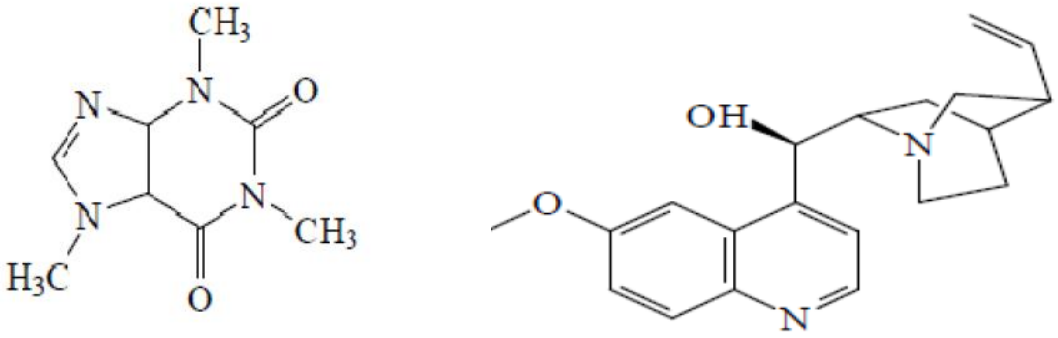
c) les alcaloïdes :

Les alcaloïdes sont un groupe de composés azotés et faiblement basiques issus principalement des végétaux (Figure 16). Ils présentent des réactions communes de précipitation. Après extraction, ils sont détectés par des réactions générales de précipitation fondées sur leur capacité de se combiner avec des métaux.

La caractérisation de la présence d'alcaloïde peut se faire par précipitation à l'aide de : Réactif silicotungstique : réactif de Bertrand, Réactif Tétraiodomercurate de potassium : réactif de Valser-Mayer, Iodobismuthate de potassium : réactif de Dragendorff **[96].**

Les propriétés médicamenteuses des alcaloïdes font de ce groupe de métabolites secondaires un intérêt particulier. Au niveau du système nerveux central ils agissent comme dépresseurs (morphine, scopolamine) ou comme stimulants (caféine, strychnine,…).

Au niveau du système nerveux autonome comme sympathomimétiques (éphédrine), anticholinergiques (atropine). Certains jouent le rôle d'anesthésiques locaux (cocaïne), d'antipaludiques (quinine) **[96].**



Caféine quinine

Figure 16 : Structure de quelques alcaloïdes

d) Les saponines

On désigne sous ce nom une vaste famille de glycosides triterpéniques ou stéroïdiens qui se trouvent dans de nombreuses plantes. Ils sont composés de deux parties :

- Une partie hydrophile, formée d'un ou de plusieurs sucres, eux-mêmes de nature variée
- Une partie aglycone et lipophile (dite sapogénine), qui est soit un résidu de triterpène, soit un résidu de stéroïde.

On trouve les saponines dans le soja, l'ail, les haricots blancs, les épinards, les tomates, les pommes de terre, les graines d'avoine, la luzerne **[50].**

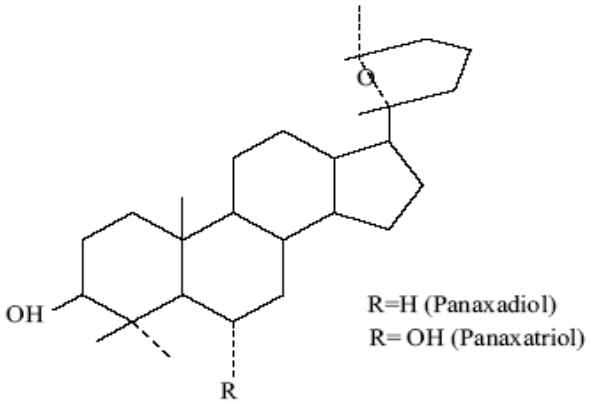


Figure 17. Structure des saponines **[128].**

e) Les caroténoïdes

Les caroténoïdes sont, avec la chlorophylle et les anthocyanes, les pigments les plus répandus dans la nature. A ce jour, plus de 600 caroténoïdes ont été identifiés, mais seule une quarantaine est retrouvée régulièrement dans l'alimentation humaine. Une trentaine de caroténoïdes et de leurs métabolites a été identifiée dans le plasma et les tissus humains, mais six caroténoïdes sont majoritaires : le B-carotène, le lycopène, la lutéine, la B-cryptoxanthine, l' α - Carotène, et la zéaxanthine **[140].**

Dans la figure 18 sont données les structures des principaux caroténoïdes.

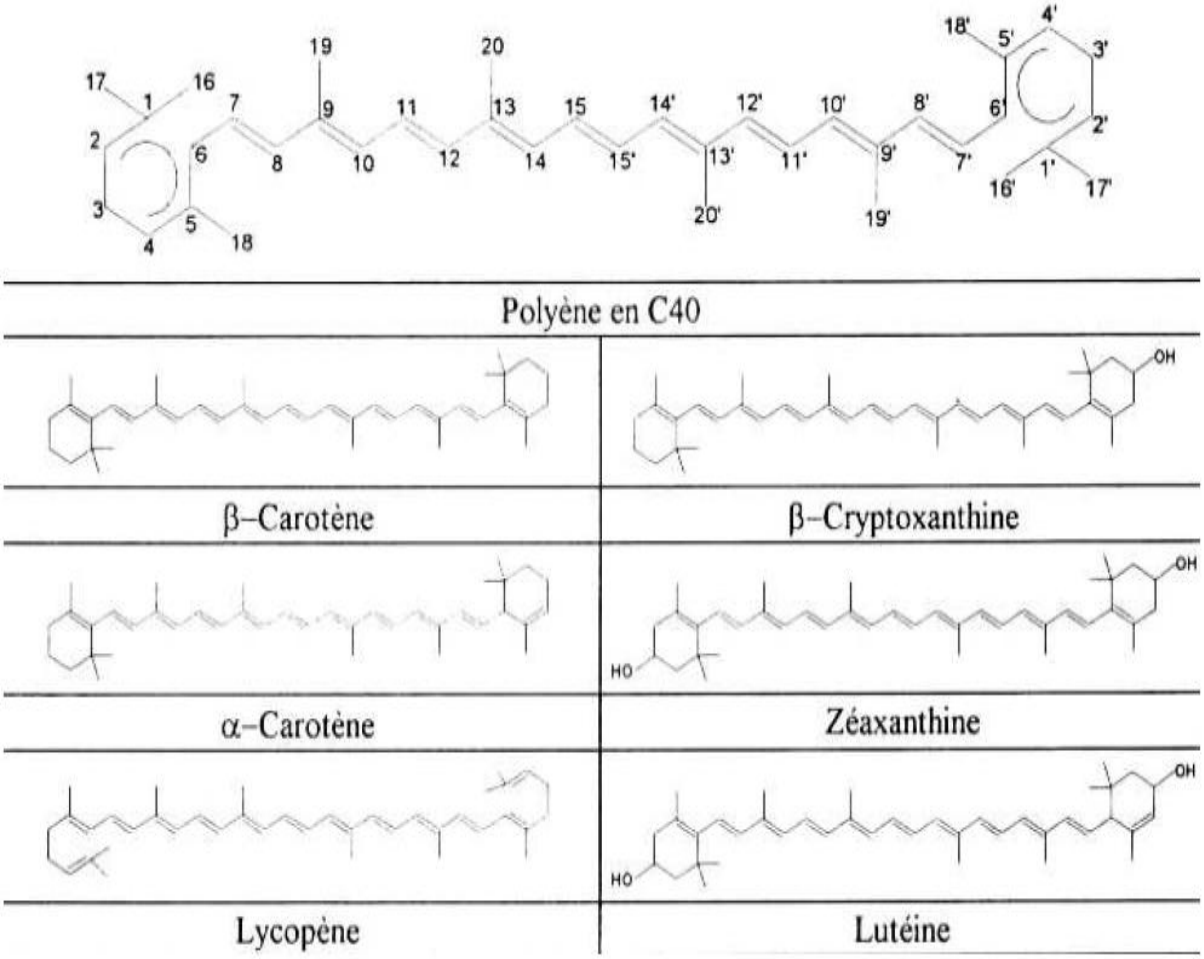


Fig .18 *:* Structure des principaux caroténoïdes **[119].**

Le plus important et le plus connu des caroténoïdes est le B-carotène. Il a longtemps été étudié pour son activité de provitamine A. Cependant, tous les caroténoïdes ne peuvent pas être convertis en vitamine A. Ils intéressent de plus en plus les chercheurs pour leur pouvoir antioxydant que n'a pas la vitamine A.

Les caroténoïdes peuvent agir en tant qu'antioxydants selon plusieurs mécanismes:

- ✓ Ils sont capables de bloquer les chaînes de réactions radicalaires, selon les équations suivantes :

⇨ BC + ROO° ⟶ BC°

⇨ BC° + O_2 ⟶ BC-OO°

⇨ BC + ROO° ⟶ Produits inactifs **BC** : B-carotène

- ✓ Ils empêchent l'initiation des réactions radicalaires en neutralisant l'oxygène singulet.

Néanmoins, tous les caroténoïdes n'ont pas la même efficacité pour inactiver l'oxygène singulet. Par ordre décroissant d'efficacité on classe : le lycopène, puis le B- carotène et enfin la lutéine **[95].**

d) La chlorophylle

La chlorophylle est le principal pigment photosynthétique. Elle est présente chez presque tous les organismes photosynthétiques et est à l'origine de leur couleur verte car elle absorbe fortement la lumière visible dans les longueurs d'onde correspondant au bleu et au rouge mais laisse filtrer une grande partie de la lumière verte. On dénombre jusqu'à plusieurs centaines de millions de molécules de chlorophylle dans un seul chloroplaste. Deux structures remarquables caractérisent cette molécule :

- un noyau tétrapyrrolique ou chlorine, contenant un atome de magnésium en son centre ;
- une chaîne terpénique ou phytol, constituée de vingt atomes de carbone.

Il existe différentes formes de chlorophylles, dont les seules présentes chez les végétaux supérieurs sont la chlorophylle a et la chlorophylle b. Les autres formes (chlorophylles c et d) présentes chez certaines algues ou bactéries et sortent du cadre de notre étude. Comme le montrent la figure 19 et le tableau 5, la structure des formes a et b de la chlorophylle est quasi identique, à l'exception d'une fonction aldéhyde située sur la chlorine **[91].**

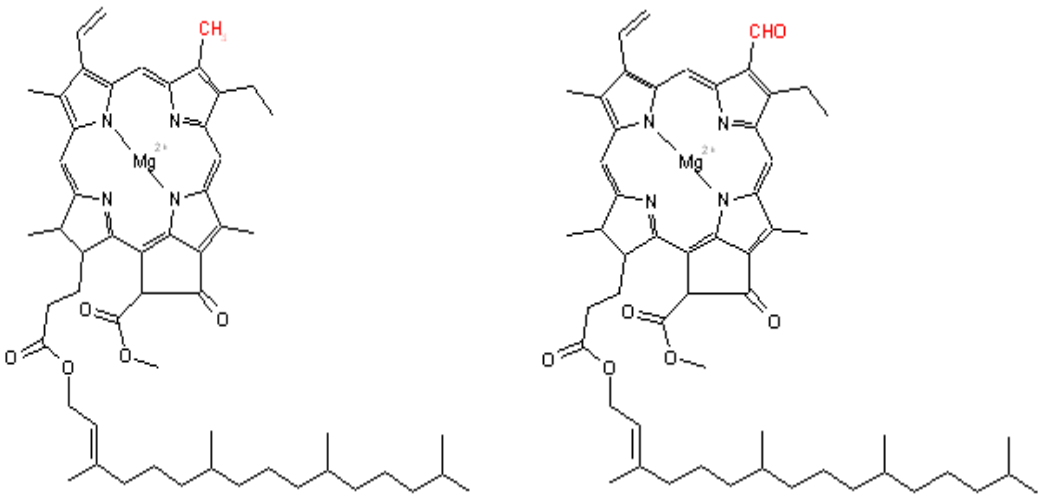


Figure 19: structure des chlorophylles a (à gauche) et b (à droite).

Tableau 5: caractéristiques physico-chimiques des chlorophylles a et b.

	Chlorophylle *a*	Chlorophylle *b*
Formule chimique	$C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$	$C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$
Masse molaire ($g.mol^{-1}$)	893.5	907.5

Cette différence de structure a une forte incidence sur leurs propriétés optiques respectives, comme le montre la figure 20 qui présente les spectres d'absorption des deux formes pures mises en solution dans un solvant apolaire.

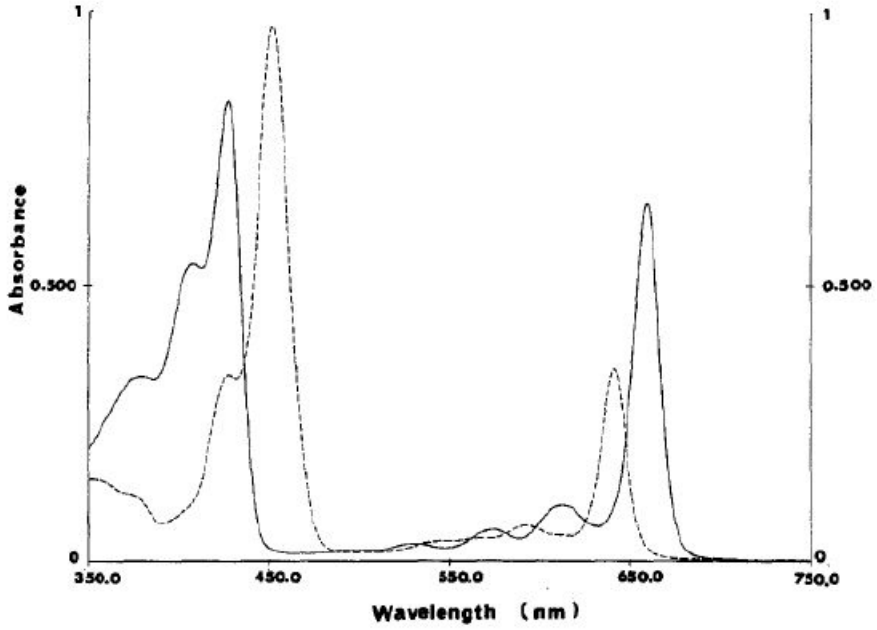


Figure 20 : spectre d'absorption des chlorophylles a (traits pleins) et b (pointillés) en solution dans le diéthyl éther pur **[107].**

L'atome de magnésium participe aux propriétés optiques de la molécule alors que le groupement phytol n'interagit pas avec la lumière. En revanche, en raison de ses propriétés liposolubles, il joue un rôle essentiel dans l'intégration de la chlorophylle dans les protéines de la membrane des thylakoïdes.

Chapitre III
Complélments alimentaires

1. Historique

Connus sous les noms de : aliments fonctionnels, alicaments, superaliments, « designer foods » aux États-Unis ou « foshu » (food for specified health uses) au Japon, la vague des nutraceutiques déferle à travers le monde. Ces produits aux vertus médicinales préventives et thérapeutiques, origine du Japon où ils sont officiellement réglementés et approuvés par le ministère de la Santé. Les définitions sont diffèrent d'un pays à l'autre [17].

Les compléments alimentaires en vitamines et sels minéraux servent à compléter l'alimentation quotidienne dans les cas ou l'apport d'origine alimentaire est insuffisant ou lorsque le consommateur estime que son régime alimentaire doit être complété.

2. Produits nutraceutiques et aliments fonctionnels

Les plantes médicinales représentent un marché nouveau en pleine expansion en tant que composés d'aliments naturels et de médicaments préventifs, surtout sous Les appellations : nutraceutiques les alicaments, aliments santé et aliments fonctionnels, sont toutes des synonymes

Il n'existe pas de définition universellement reconnue des aliments fonctionnels, ni des nutraceutiques [107].

Un *produit nutraceutique* est fabriqué à partir d'aliments, mais vendu sous forme de pilules ou de poudres (potions) ou sous d'autres formes médicinales qui ne sont pas généralement associées à des aliments et il s'est avéré avoir un effet physiologique bénéfique et /ou assurer une protection contre les maladies chroniques au-delà des fonctions nutritionnelles de base [107].

3 **Exemple d'aliments fonctionnels** :

Les aliments fonctionnelles sont consommés en tant qu'élément d'un régime habituel, sont démontrées pour avoir les avantages physiologiques et/ou pour réduire le

risque de la maladie chronique au delà des fonctions alimentaires de base. Elles sont créées par de divers moyens, comme :

- La fortification avec des vitamines et/ou des minéraux (par exemple les boissons de soja et le jus de fruit enrichis avec du calcium)

- Addition des ingrédients bioactive (par exemple petits pains avec du bêta-glucane, yogourts avec le probiotics (culture biologique vivante), et boissons avec des mélanges d'herbe) [72].

- les jus et boissons de fruits contenant des concentrations accrues d'antioxydants; les céréales et grains riches en fibres alimentaires comme les produits à base de blé, d'avoine, d'orge et de fenugrec; les huiles végétales contenant des acides gras modifiés; les protéines végétales tirées du soja, du canola, des légumineuses et des produits à base de fruits3
- les aliments de minceur, les barres énergétiques, les margarines spéciales diététiques contenant des phytostérols [72].

4 Les formes galéniques : [121].

Le complément alimentaire peut être sous différentes formes :

- ❖ les capsules molles (utilisées essentiellement pour des formules huileuses ou pâteuses).
- ❖ les comprimés (offrant une multitude de formes, couleurs, dimensions et pouvant répondre à certaines contraintes de formulation).
- ❖ les gélules (de formulation simple, excipients réduits et rapidité de fabrication).
- ❖ les liquides.

5 Caractérisation des poudres :

5.1 Distribution granulométrique

La granulométrie correspond à la distribution de taille des particules. En dessous d'une taille critique, les particules subissent entre elles des forces attractives et répulsives. Elles ont tendance à s'agglomérer ou à adhérer à la surface qui les supporte lorsque l'attraction est supérieure à la répulsion.

Les techniques d'analyse granulométrique sont multiples : séparation mécanique (tamisage) ou par l'intermédiaire d'un liquide ou d'un gaz, variation de résistance électrique d'un milieu liquide, imagerie, diffraction laser, centrifugation ...

Le choix de la méthode d'analyse repose sur la taille des particules mais également sur les paramètres complémentaires : forme, répartition des particules …

Tableau 6: Taille des particules selon la technique granulométrique utilisée [119].

Techniques		Tailles des particules
Techniques directes	Tamisage	>75 µm
	Microscopie	MO : 0,2 à 200 µm MEB : > 0,001 µm

5.1.1 Méthodes directes

5.1.1.1 *Le tamisage*

Son principe consiste à faire passer une masse connue à travers une colonne de tamis soumis à des vibrations. Chaque fraction refusée est ensuite pesée. (Pharmacopée Européenne Vème édition)

Les facteurs susceptibles d'influer sur les résultats du tamisage sont liés [119].

- au produit : forme et taille des particules, électrostatisme, friabilité et cohésion de la poudre,
- aux conditions opératoires : hygrométrie et température, conditions de vibrations, durée de l'analyse, masse de l'échantillon.

5.2La masse volumique

La masse volumique d'un solide correspond à sa masse moyenne par unité de volume et est généralement exprimée en g.cm-3.

La masse volumique ***apparente*** inclut la contribution des espaces inter particulaires.

Elle dépend donc à la fois de la masse volumique des particules et de leur arrangement dans le lit de poudre (Pharmacopée Européenne). Elle est déterminée dans un état de tassement donné et deux notions peuvent être distinguées :

- la ***masse volumique vrac*** est déterminée par mesure du volume occupé par une masse connue de poudre versée dans un cylindre gradué après passage à travers un tamis.
- la ***masse volumique tassée*** est déterminée en provoquant le tassement d'un échantillon de poudre versé dans un cylindre gradué. (Pharmacopée Européenne)

5.3 Caractéristiques rhéologiques

La rhéologie est la science de l'écoulement et de la déformation. La coulabilité se définit comme l'ensemble des aptitudes qui rendent le matériau pulvérulent apte à s'écouler.

Une bonne coulabilité permet donc l'écoulement en masse, régulier et complet, sans démélange ni ségrégation [122].

Différentes techniques prétendent mesurer l'aptitude à l'écoulement [122].

5.3.1 Ecoulement à travers un orifice

Ce test correspond à une mesure d'écoulement gravitaire dont le protocole est décrit dans la Pharmacopée Européenne. C'est la mesure de l'aptitude d'un matériau à s'écouler à travers un orifice calibré, exprimée par le débit (g.s-1) :

$$Débit\ d'écoulement = \frac{\text{masse de poudre (g)}}{\text{temps d'écoulement (s)}} \qquad \textit{Equation (1)}$$

Pour considérer un bon écoulement de la poudre au travers d'un entonnoir normalisé en verre, le temps doit être inférieur à 10 s pour 100g de substance [109].

Ce type d'essai présente l'avantage d'être simple d'utilisation mais présente l'inconvénient d'être affecté par les conditions de mise en œuvre de l'essai : humidité, granularité du matériau, masse volumique [109].

5.3.2 *Mesures angulaires*

Elles consistent à mesurer l'angle formé par un tas de poudre dans des conditions d'écoulement données. Ce test amène à mesurer différents angles suivant le dispositif utilisé : angle de repos, de glissement, de talus, de spatule, de chute, de friction, de roulement [109].

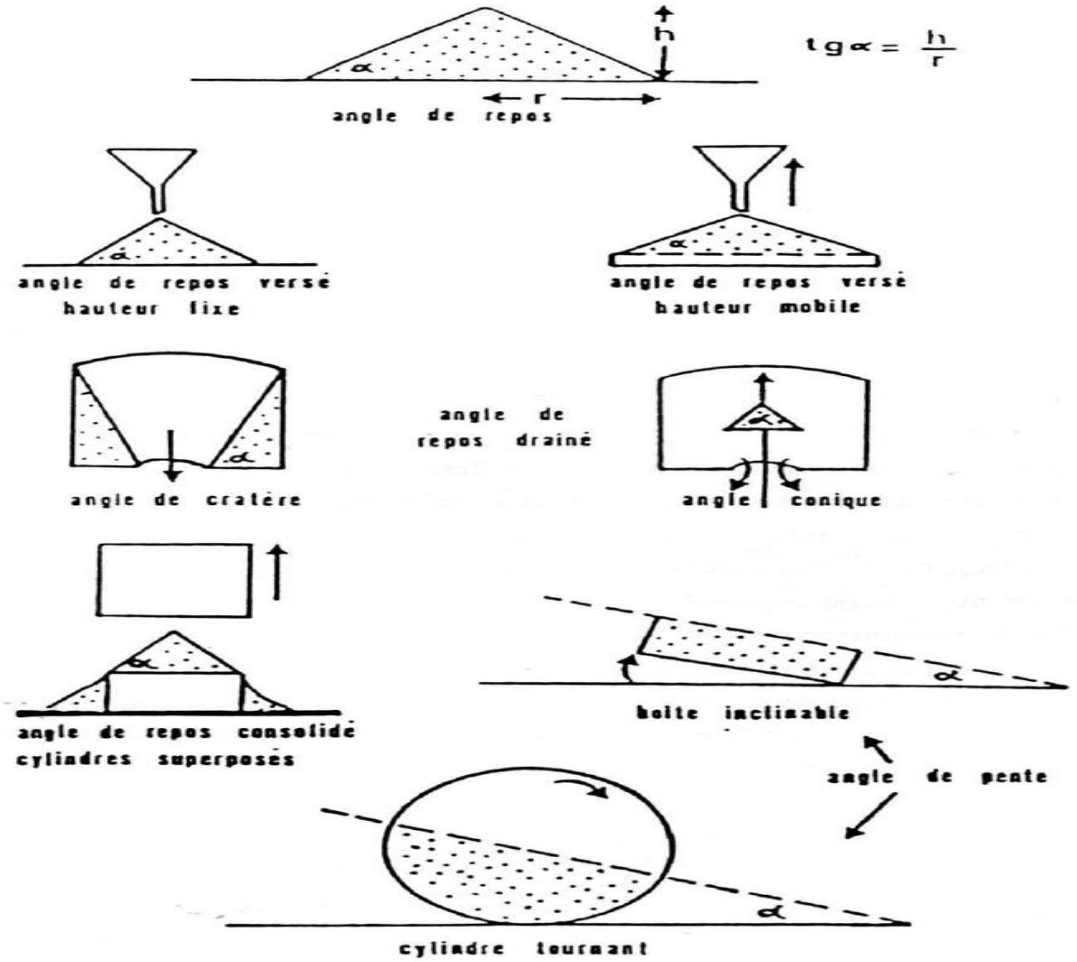


Fig 21: Mesures angulaires des poudres [109].

5.3.3 Evolution de la masse volumique apparente par tassement

L'étude du tassement des poudres consiste à déterminer, dans des conditions définies, les volumes apparents occupés dans une masse donnée de poudre avant et après tassement.

La méthode du voluménomètre de tassement utilise une éprouvette de 250 mL graduée placée sur un appareil de tassement pouvant provoquer environ 250 chutes par minute d'une hauteur de 3 mm(Pharmacopée Européenne) et dans laquelle 100 g de poudres sont versées.

Le volume apparent non tassé (Vo, cm3) occupé par la masse (m, g) de poudre permet de déterminer la masse volumique apparente de la poudre (g.cm-3) :

$$D_{app} = m/Vo$$ Equation 2

D'autre part, un indice, empirique, est communément utilisé pour distinguer les produits selon leur écoulement.Si la variation du volume de la colonne de poudre entre le 10ème et le 500ème coup (V10-V500) est supérieure à 20 mL, le produit présentera des difficultés d'écoulement à cause de l'air persistant entre les particules, liées à une capacité de réarrangement importante.

Une autre expression des résultats est sous forme de cinétiques de tassement :

$$\log \frac{V_o}{V_T} = f(\text{nombre de coups})$$ Equation 3

L'indice de Hausner (I Hausner) est basé sur la mesure du volume apparent non tassé (Vo, cm3) puis du volume final (VT, cm3) obtenu en provoquant le tassement de la poudre jusqu'à obtention d'un volume constant.

Hausner indique que la différence de cet indice, par rapport à 1 est représentative des frictions interparticulaires qui limitent l'écoulement [55].

$$I_{HAUSNER} = \frac{Vo}{V_T}$$ Equation 4

6 Mélange :

Le mélange est dans tous les cas une étape fondamentale dans la préparation d'un comprimé. En effet, la "granulation", plus couramment mis en œuvre que la "compression directe", regroupe un ensemble de procédés.

7 Comprimabilité

7.1 Dispositifs de compression :

Différents dispositifs permettent de comprimer les poudres. Ils diffèrent par les modalités d'application de la pression, les cadences, le principe d'alimentation et d'éjection, l'équipement extensomètrique, les opérations annexes.

7.1.1 Machines alternatives

Elles permettent la fabrication des comprimés avec un seul jeu de poinçon et une seule matrice. La compression est brutale avec application de la force uniquement par le poinçon supérieur (Fig. 19).

Pour régler la masse des comprimés, le volume de la chambre de compression est ajusté en réglant la position basse du poinçon inférieur.

Ce réglage volumique est donc dépendant de la masse volumique apparente du produit. Le réglage de la pression appliquée sur le lit de poudre, qui détermine la résistance du comprimé final, se fait par ajustement de la course du poinçon supérieur.

Le rendement des machines alternatives peut aller de 1500 à 6000 comprimés en une heure et ces pastilleuses sont ainsi utilisées à l'échelle du laboratoire et des petites séries.

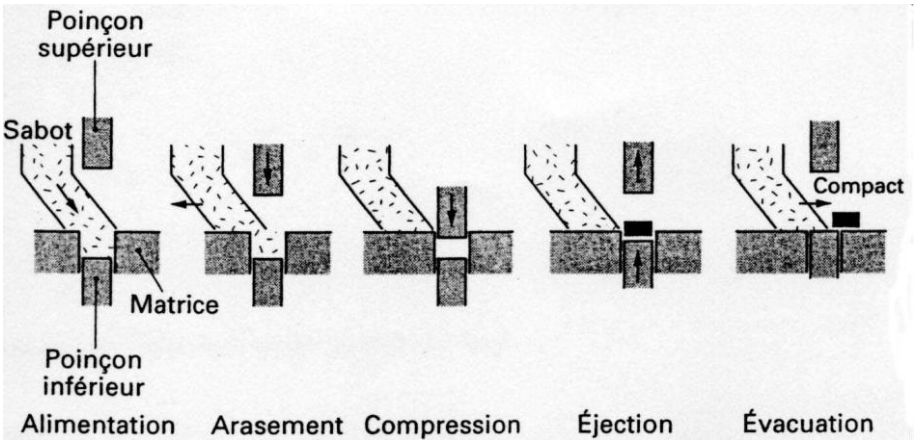


Fig. 22 : Schéma du cycle d'une pastilleuse alternative (Castel.1996).

7.2 Le compactage des poudres alimentaires :

L'existence de la fissure dans le comprimé peut avoir des effets indésirables sur les propriétés de libération des substances actifs des plantes qui le contient.

Le type et la quantité d'agent d'enrobage, la taille des particules, la sélection des additifs, la pression appliquée doit être soigneusement examinées afin de maintenir les propriétés de libération souhaitée des comprimés.

7.2.1 Les phases de la compression

La transformation d'une poudre en un comprimé sous l'effet d'une contrainte appliquée, implique des mécanismes complexes. Les différentes étapes significatives sont décrites sous dessous [105].

7.2.2 Réarrangement des particules

Lors de la phase de tassement, les espaces interparticulaires sont réduits par évacuation de l'air sans augmentation importante de la pression.

7.2.3 *Déformation des particules*

Au delà de la phase de tassement, le mouvement des particules au sein de la matrice n'est plus possible. Les particules vont alors opposer une résistance à l'enfoncement du poinçon dans le lit de poudre. La réduction de volume ne peut alors se faire que par une succession de déformations suivant différentes mécanismes [140].

7.2.4 *Cycles de compression et modélisation :*

Les cycles de compression peuvent être obtenus avec toutes machines équipées de capteurs de force et de déplacement. Les données acquises au cours de la compression (pression du poinçon en fonction de son déplacement) permettent de tracer un cycle de compression (Fig.23) qui peut être décrit en trois parties [132].

- la phase initiale de tassement pendant laquelle le poinçon se déplace sans augmentation significative de la pression (0 à 0,5 MPa),
- la phase de densification où interviennent déformations plastiques et/ou fragmentation,
- la phase de décompression.

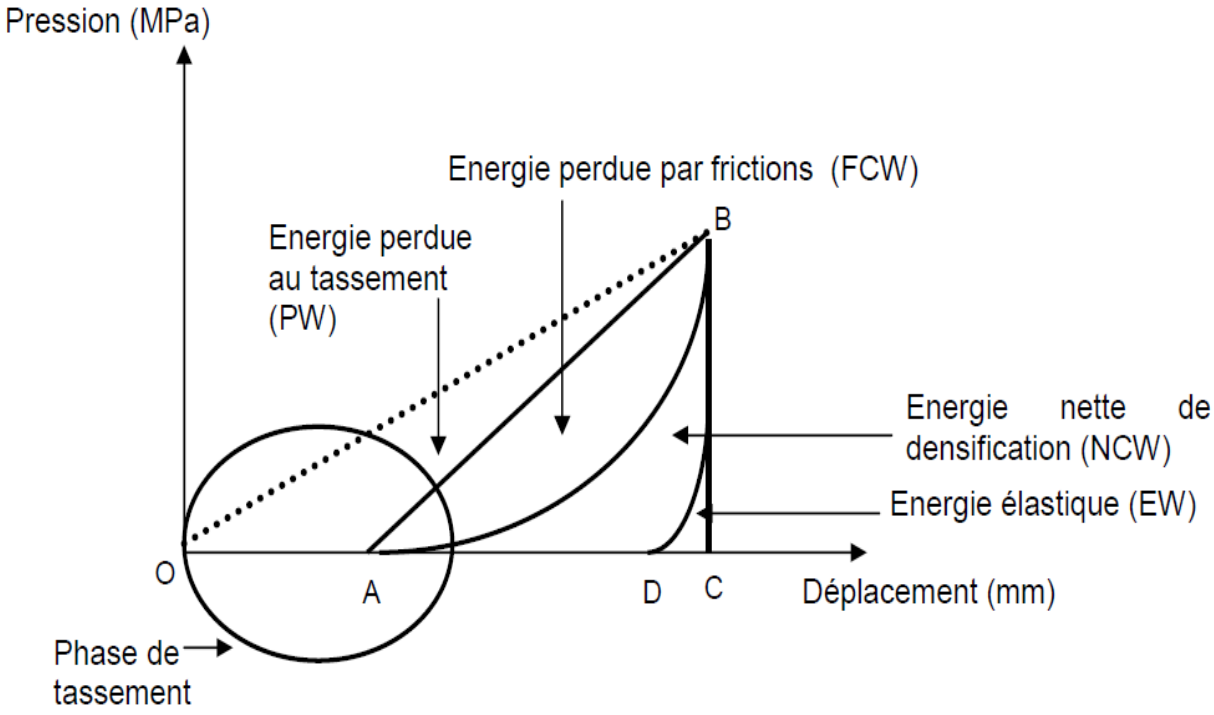


Fig.23 : Aspect général d'un cycle de compression (Pontier ; 2001)

Chapitre IV Matériels et Methodes

IV.1.Méthodologie :

La méthodologie expérimentale suivie dans la présente étude est dans la figure 24 :

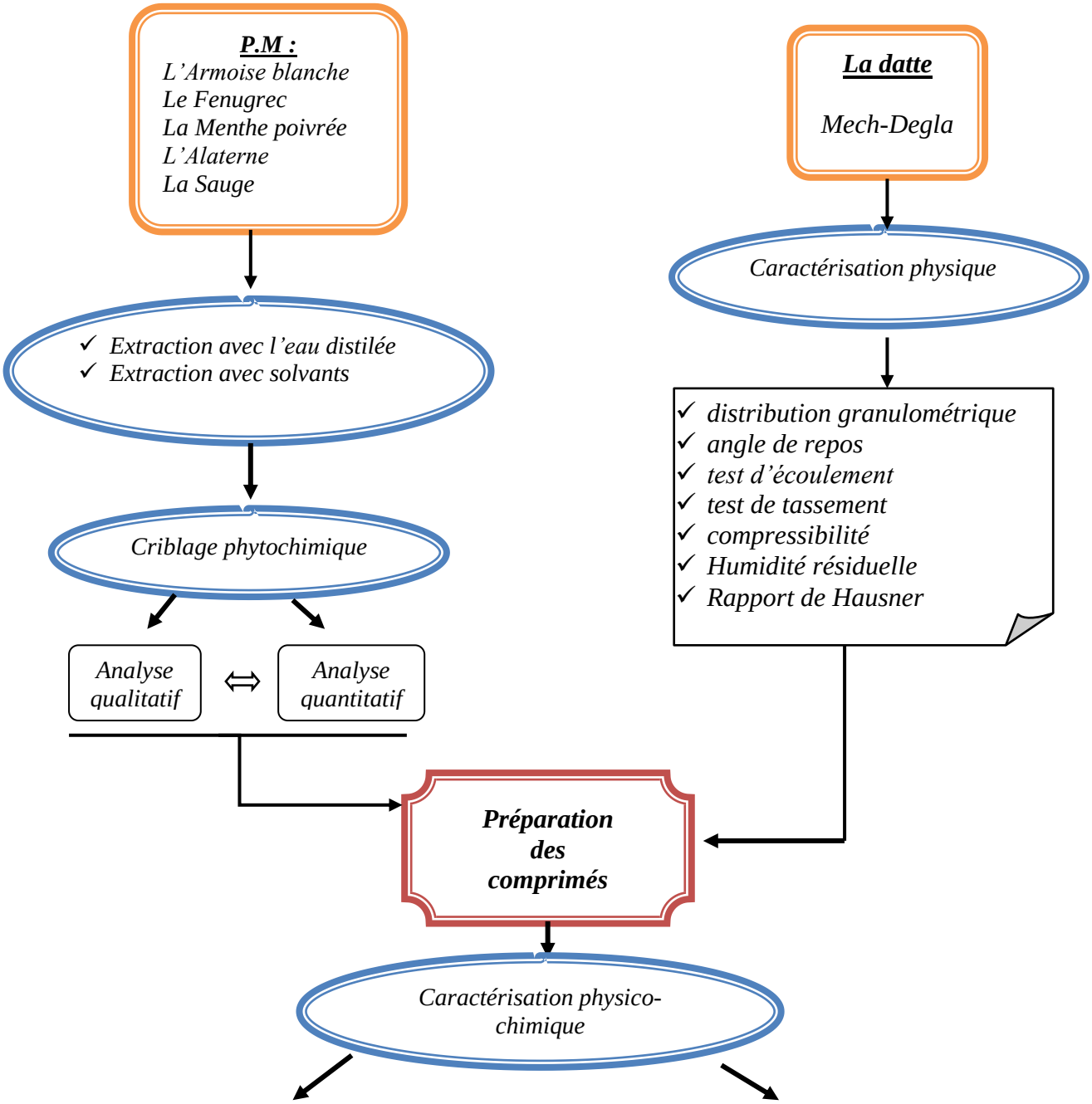


Fig.24: Schéma de la méthodologie suivie.

IV .2 . Plantes médicinales (P.M) et datte :

Le matériel végétal utilisé dans notre étude est constitué de cinq plantes (Fig 25) : Mentha Piperita L, Rhammus alaternus L, Salvia officinalis. Sont cueillies dans les environs de la région de Boumerdes (Isser), tandis que Artemisia herba alba est collectée dans la région de Bousaada. Quant aux graines de Trigonella foenum graecum L cultivées à Ghardaïa ; ont été acheté chez un vendeur d'herbes à Boumerdes.

Les plantes à part les graines de Trigonella foenum graecum , sont récoltées durant la période d'Avril /septembre 2011. Le tableau 7, récapitule le matériel végétal utilisé dans cette étude.

Tableau 7: Répertoire des plantes et datte étudiées.

Famille	Nom (genre)	Nom usuel	Partie utilisée
Arécacées	Phoenix dactylifera L (Phoenix)	Datte	Le fuit
Lamiacées	Mentha Piperita L (Mentha)	Menthe	La partie aérienne
Lamiacées	Salvia officinalis L (Salvia)	Sauge	La partie aérienne
Rhamnacées	Rhamus alaternus L (Rhamus)	Alaterne	La partie aérienne
Astéracées	Artemisia herba alba Asso L (Atemisia)	Armoise	La partie aérienne
Fabacées	Trigonella Foenum-graecum L (Trigonella)	Fenugrec	La graine (le fruit)

Le choix des plantes est basé essentiellement sur leur popularité et leur fréquence d'emploi.

La menthe poivrée

la sauge

l'Alaterne

L'Armoise blanche

le Fenugrec

Fig. 25: photos des plantes étudiées

Après récolte, le matériel végétal est débarrassé des débris. Il subit ensuite un lavage à l'eau distillée, un séchage à l'air libre et à l'obscurité pendant une dizaine de jours.

Elles sont, ensuite, conservées dans des flacons à l'abri de la lumière. Toutes ces opérations permettent de pallier la dégradation de certains constituants et contribuent à l'inhibition de toutes activités enzymatiques responsables de leur dénaturation.

IV. 3 Fruit de datte :

Les dattes utilisées (Fig 26) sont des dattes sèches de la variété Mech-Degla achetée chez un marchand de dattes à Boumerdès au mois de Mars 2010. Elles sont issues des palmiers de Tolga (Biskra). Les dattes, récoltées au stade de maturité, sont conservées à 4°C. Les dattes présentent une forme sub-cylindrique. Elles ont un goût sucré et une couleur variable (beige, jaune, teinté d'un marron prononcé).

Notons que parmi toutes les variétés des dattes sèches, Mech-Degla est la plus populaire, elle est considérée comme étant la datte de référence des dattes sèches en Algérie **[65].**

Elle est toujours considérée comme un déchet sans valeur **[65].**

Fig.26 : Aspect général de la datte *Mech-Degla*

IV.4 Préparation des extraits aqueux :

L'extraction des substances bioactives contenues dans les parties aériennes des plantes et du fruit de dattes et graines de Fenugrec sont réalisées par infusion dans l'eau distillée bouillante selon le diagramme de la fig 27, inspiré par le travail de **[28].**

10 g de la partie aérienne broyée + 100 ml d'eau distillée bouillante (100°c)

⇓

Infusion pendant 30 min

⇓

Centrifugation à 1000 trs/min pendant 15min

⇓

Filtration avec du papier filtre (0,45µm) et obtention d'extrait

⇓

Congélation à – 20°c jusqu'à analyse

Fig.27 : Préparation de l'extrait aqueux [28].

IV.5 Extraction avec le méthanol et l'éthanol 80º :[28].

20 g de la poudre sont mélangées avec 200 ml de solvant dans un erlenmeyer. Après une agitation de 24 heures, le produit obtenu est filtré. Le filtrat est concentré au Rotavapor puis lyophilisé et ensuite conservé dans un flacon stérile.

IV.6. Préparation des poudres de datte et de plantes:

Les dattes sont nettoyées puis dénoyautées. La pulpe est coupée en petits morceaux cubiques dont l'arrête équivaut approximativement à l'épaisseur de la chair. Les coupeaux sont ensuite soumis au séchage sous vide partiel dans une étuve de type Heraeus à 40°C. Après broyage et tamisages, les poudres obtenues sont conservées dans des flacons hermétiques en verre.

Dans le cas des plantes étudiées ; la poudre est obtenu par broyage dans un moulin à café.

IV. 7. Caractérisation physicochimique de la poudre de datte :

a. Détermination de la teneur en eau :

La teneur en eau a été déterminée par dessiccation d'un échantillon de 2g dans une étuve isotherme à une température de 103°±2°C et à la pression atmosphérique jusqu'à l'obtention d'une masse constante de l'échantillon.

La teneur en eau est égale à la perte de masse subie dans les conditions de mesure **[12].**

a.1 Mode opératoire

- Sécher des capsules vides à l'étuve durant 15 mn à 103 ± 2°C ;
- Laisser refroidir dans un dessiccateur
- Peser dans chaque capsule préalablement tarée 2 g d'échantillon et les placer dans l'étuve réglée à 103 ±2°C pendant 3 heures ;
- Retirer les capsules de l'étuve, les placer dans le dessiccateur,
- Peser les capsules après refroidissement. L'opération est répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant (en réduisant la durée de séchage à 30 mn).

a.2 Expression des résultats

$$H\% = \frac{(M_1 - M_2)}{P} . 100$$

Soit :

H%: teneur en eau ou humidité **;**

M1: la masse initiale en g « (matière fraîche +capsule) avant dessiccation ».

M2 : la masse finale en g « (matière sèche +capsule) après dessiccation ».

P : la masse de la prise d'essai.

La teneur en matière sèche est calculée selon la relation :

Matière sèche % = 100 – H %

b. Détermination de la teneur en cendres (NF V05-113, 1972)

La détermination de la teneur en cendres est basé sur la destruction de toute matière organique sous l'effet de température élevée qui est de : 550° C.

b.1 Mode opératoire

- Peser 2 g d'échantillon broyé dans une capsule préalablement tarée ;
- Mettre les capsules au four à la température de 550 ± 15 °C pendant 5 à 6 heures jusqu'à l'obtention d'une couleur grise, claire ou blanchâtre.
- Après refroidissement retirer les capsules et mesurer leurs poids.

b.2 Expression des résultats

$$MO\ \% = \frac{(M_1 - M_2)}{P} . 100$$

Soit

Mo% : la teneur en matière organique ;

M1 : masse initiale en g « (capsule + matière sèche) avant incinération » ;

M2 : masse finale en g « (capsule + cendres) après incinération » ;

P : masse de la prise d'essai.

La teneur en cendres est calculée selon la relation :

Cendres % = 100 - Mo %

c. Détermination du pH (NF V05-108 ,1970)

La détermination du pH a été effectuée à l'aide d'un pH mètre.

d. Détermination du degré Brix : AFNOR (NF V 05-109, 1970).

La détermination du degré Brix a été effectuée à l'aide d'un réfractomètre.

IV. 8.Etude phytochimique des différentes poudres :

Les plus importants des constituants bioactifs des plantes sont : les alcaloïdes, les tanins, les flavonoïdes, les saponines et des composés phénoliques **[131].**

Dans le but de caractériser les extraits préparés à partir des cinq plantes et de la datte, des analyses qualitatives (marqué positive: + ou négative : -) et quantitatives ont été effectuées.

IV.8.1 Analyses qualitatives:

Cette étude permet de mettre en évidence la présence de quelques groupes chimiques (tanins, flavonoïdes, alcaloïdes, saponines, Caroténoïdes, Composés phénoliques).

5g de poudre du matériel végétal sont infusés dans 100ml d'eau bouillante pendant 10min. L'extrait obtenu après filtration sert à réaliser l'analyse qualitative.

- **Tannins** : **[93].**

Dans un tube à essai contenant 1 ml de l'infusion, est ajouté 1 ml d'une solution aqueuse de FeCl3 à 1%. En présence de tanins, il se développe une coloration verdâtre ou bleu noirâtre.

- **Alcaloïdes :**

Précisant d'abord que ce test est fondé sur la capacité des alcaloïdes à se combiner avec les métaux lourds ou avec l'iode **[54].**

20 g de poudre sont macérées pendant 24heures dans 10ml d'acide sulfurique dilué au 1/20. L'ensemble est ensuite filtré.

Dans 2 tubes à essai, introduire 1 ml de filtrat et en ajoutant 5 gouttes de réactif de Mayer (mercuri-tétra-iodure de Potassium) dans le premier tube et 5 gouttes de réactif de Dragendorff dans le second tube. L'apparition d'un précipité orange, indique la présence d'alcaloïdes **[87].**

- **Saponines** *:* **[153].**

10ml de l'infusion sont mélangés à 5ml d'eau distillée. La suspension est secouée vigoureusement pour la formation d'une mousse persistante stable. L'écumage est mélangé à 3 gouttes d'huile d'olive et secoué vigoureusement, la formation de l'émulsion indique la présence des saponines.

- **Flavonoïdes: [147].**

La présence ou l'absence des flavonoïdes dans un extrait peut être mise en évidence par un test simple et rapide appelé " réaction de Shinoda". Le test consiste à ajouter à 1ml de l'extrait aqueux, quelques gouttes d'HCl concentré et environ 0,5g de magnésium métallique. Laisser agir 3min et regarder le changement de couleur. La présence de flavonoïdes est confirmée par la coloration rouge, orangée, rosée ou rouge violacé.

- **Composés phénoliques** : **[93].**

À 2 ml d'extrait alcoolique ou extrait aqueux, 1 ml de 1% de la solution de chlorure ferrique a été ajouté. La couleur bleue ou verte indique la présence des phénols.

- **Caroténoïdes :**

Après évaporation jusqu'à sec de 5 ml d'extrait aqueux, on ajoute 2 à 3 gouttes d'une solution saturée de trichlorure d'antimoine dans le chloroforme. Il se développe en présence de caroténoïdes une coloration bleue devenant rouge par la suite **[19].**

IV.8 .2 Analyses quantitatives:

- **Tanins** :

Le dosage des tanins condensés a été réalisé par la méthode de la vanilline décrite par **[82].**

❖ Principe

La vanilline réagit avec les flavan 3-ols libres et les unités terminales des proanthocyanidines donnant une coloration rouge dont l'intensité est proportionnelle aux taux de flavanols présents dans le milieu et qui présente un maximum d'absorption à **500 nm** de longueur d'onde.

❖ Mode opératoire

Dans un erlenmeyer ,1 ml de l'échantillon (préparé dans le méthanol) est ajouté à 5ml du réactif d'analyse (2,5 ml de la solution de vanilline à 1% mélangée à 2,5 ml de la solution du HCl à 8% (8 ml HCl complétés à 100 ml avec du méthanol)), le mélange est vigoureusement agité. Après 1 min ; 5ml de la solution HCl à 4% sont additionnée. L'erlenmeyer est ensuite introduit au bain marie à 30°C et laissés pendant 20 min.

La lecture des absorbances est lue à **500 nm** en respectant l'intervalle d'une minute.

Une courbe d'étalonnage établie par la catéchine servira à la quantification des tanins condensés.

La teneur en tanins condensés est exprimée en milligramme d'équivalent de catéchine par 100gr d'extrait (**mg EqC/100 gr d'ext**).

❖ Préparation de la courbe d'étalonnage de la catéchine

Une gamme de 6 concentrations de catéchine allant de 0 à 0.3 mg /ml a été préparée à partir de la solution mère à 0,3 mg /ml (tableau 8)

Tableau 8: La gamme d'étalonnage de la catéchine

N° des tubes	1	2	3	4	5	6
Volume pris de la solution mère (en ml)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1
Volume ajouté de méthanol (en ml)	1	0.8	0.6	0.4	0.2	0
Concentration finale de catéchine (en mg/ ml)	0	0.06	0.12	0.18	0.24	0.30

(Voir annexes pour courbe d'étalonnage des tanins condensés)

- **Alcaloïdes :**

❖ **Mode opératoire :**

Mettre en agitation 3 g de poudre, 25 ml d'acide sulfurique à 10% et 5 ml d'eau distillée. Compléter à 50 ml avec de l'eau distillée après filtration. On ajoute NH4OH jusqu'à pH= 8-9 puis faire une extraction avec 50 ml de chloroforme.

Le filtrat est évaporé au bain-marie dans une capsule préalablement pesée. La capsule est encore pesée avec le résidu **[62].**

❖ **Expression des résultats :**

$$A\% = \frac{P - P_0}{P_e} \times 100$$

P **:** Poids de la capsule +les alcaloïdes

P_0 : Poids de la capsule vide

P_e : Poids de la prise d'essai

- **Saponines :**

L'échantillon est préparé, en pesant 10g de poudre et l'introduisant dans un ballon de 100 ml et mélangé à 25 ml d'éthanol aqueux.

Le mélange a été gardé pendant 4 heures dans un bain d'eau à 55° C avec agitation de temps en temps. Le filtrat a été de nouveau extrait de la même façon et concentré à une température **90**°C.

Le concentré obtenu a été transféré dans une ampoule à décanter et 20 ml d'éther diéthylique ont été ajoutés.

Après avoir secoué vigoureusement, la couche aqueuse a été récupérée et la couche d'éther a été jetée. Le processus a été répété. À la couche aqueuse, 40ml n-butanol a été ajouté. Le mélange entier a été lavé dans l'ampoule à décanter deux fois avec 10 ml 5% de NaCl aqueux.

La partie supérieure (la phase transparente) a été maintenue et chauffée dans le bain d'eau jusqu'à l'évaporation. Cette Dernière a été séchée dans un four à un poids constant **[62].**

❖ **Expression des résultats :**

$$S\% = \frac{P - P_0}{P_e} \times 100$$

P **:** Poids de ballon + les saponines

P_0 : Poids de ballon vide

P_e : Poids de la prise d'essai

- **Flavonoïdes** :

Les flavonoïdes sont un groupe d'antioxydants, d'absorbance à **430 nm**, les études réalisées soupçonnent que ces flavonoïdes sont à l'origine des propriétés anti-inflammatoires **[170].**

❖ Principe :

La coloration jaunâtre donnée dans cette méthode est due à la formation d'un complexe entre le chlorure d'aluminium et les atomes d'oxygène présent sur les carbones 4 et 5 des flavonoïdes.

La méthode du trichlorure d'aluminium **[170].** est employée pour déterminer la teneur en flavonoïdes totaux dans les différents extraits de feuilles.

❖ Mode opératoire

1 ml de l'échantillon (préparé dans le méthanol) est ajouté à 1ml de la solution d'AlCl3 (2% dans le méthanol), le mélange est vigoureusement agité. Après 10 min d'incubation, l'absorbance est lue à **430 nm**.

Une courbe d'étalonnage (y= ax+ b) établie par la quercétine (0-40µg/ml), servira à la quantification des flavonoïdes.

La teneur en flavonoïdes est exprimée en microgramme d'équivalent de quercétine par milligramme d'extrait (µg EqQ/ 100g d'ext).

❖ Préparation de la courbe d'étalonnage de La quercétine :

Une gamme de 10 concentrations de quercétine allant de 2.5 à 40 µg /ml a été préparée à partir d'une solution mère de 400 µg/ml de concentration (tableau 9)

Solution mère du standard : 400µg de quercétine dissous dans 10ml de méthanol

Tableau 9 : La gamme d'étalonnage de la Quercétine

N° des tubes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Volume pris de la solution mère (en ml)	0	0.2	0.4	0.8	1.1	1.5	1.8	2.3	2.6	3.0
Volume ajouté de méthanol (en ml)	3	2.8	2.6	2.2	1.9	1.5	1.2	0.7	0.4	0.0
Concentration finale de Quercétine (en µg/ ml)	0	2.5	5.0	10	15	20	25	30	35	40

La concentration en flavonoïdes est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant la quercétine comme standard.(Voir annexes pour courbe d'étalonnage des flavonoïdes)

- **Caroténoïdes :**

❖ **principe**

Les caroténoïdes sont extraits par la méthode de **[145].** en utilisant un mélange de différents solvants.

❖ **Mode opératoire**

- ✓ Peser 0,5 g de la poudre finement broyée ;
- ✓ Ajouter 20 ml du mélange hexane/acétone/éthanol (2 :1 :1) ;
- ✓ Agiter le mélange à l'abri de la lumière pendant 30 min ;
- ✓ Filtrer et récupérer la phase supérieure par 10 ml d'hexane pour une deuxième extraction ;
- ✓ Réunir les deux phases. Lire l'absorbance à 450 nm pour le dosage des caroténoïdes totaux.

Le tableau 10 représente les valeurs de la courbe d'étalonnage :

Tableau 10: La gamme d'étalonnage de la ß-carotène

Dilution	S/2	S/4	S/8	S/16	S/32	S/64
Concentration mg/l	0.045	0.5	0.67	0.83	0.96	1.6

Les concentrations des caroténoïdes sont estimées en se référant à la courbe d'étalonnage utilisant solution mère de β-carotène (0,1g/ml de solvant) et les résultats sont exprimés en mg /100g d'éxtrait. (Voir annexes pour courbe d'étalonnage de la B- caroténe)

Polyphénols totaux :

L'estimation de la teneur en composés phénoliques extractibles totaux a été effectué spectrophotométriquement selon la méthode au réactif de Folin Ciocalteu **[151].**

❖ Principe

Ce dosage est basé sur la quantification de la concentration totale de groupements hydroxyles présents dans les extraits. Le réactif de Folin-Ciocalteau consiste en une solution jaune acide contenant un complexe polymérique d'ions (hétéropolyacides), un mélange d'$H_3PW_{12}O_{40}$ et de $H_3PMO_{12}O_{40}$.Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène (W8O23) et de molybdène (Mo8O23) **[138].**

En milieu alcalin, le réactif de Folin-Ciocalteau, oxyde les phénols en ions phénolates et réduit partiellement ses hétéropolyacides, d'où la formation d'un complexe bleu **[51].**
Cette coloration bleue dont l'intensité est proportionnelle aux taux de composés phénoliques présents dans le milieu donne un maximum d'absorption à 760 nm.

❖ Mode opératoire :

A 0.2 ml des extraits aqueux a été ajouté 0.8 ml de la solution de Na2CO3 à 7.5 %, après agitation, 1ml de la solution de Folin Ciocalteu (à 10 ml du réactif Folin Ciocalteu on a ajouté 90 ml d'eau distillée) est additionné. Après 2 h d'incubation à la température du laboratoire, l'absorbance est lue à 760 nm contre un blanc sans extrait.

Le taux de polyphénols totaux dans nos extraits, a été calculé à partir d'une courbe d'étalonnage linéaire, établie avec des concentrations précises d'acide gallique (0-200 mg/ml), comme standard de référence, dans les mêmes conditions que l'échantillon.
Les résultats sont exprimés en milligramme d'équivalent d'acide gallique par milligramme d'extrait de feuilles en poudre (mg eq AG /100g d'éxtrait).

❖ Préparation de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique :

Une gamme de neuf concentrations d'acide gallique allant de 0 à 0.17 mg/ml a été préparée à partir d'une solution mère de 0.2 mg/ml de concentration.(tableau 11)

Tableau 11 : La gamme d'étalonnage de l'acide gallique

N° des tubes	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Volume pris de la solution mère (en ml)	0	0.05	0.1	0.25	0.4	0.5	0.65	0.75	0.85
Volume ajouté d'eau distillée (en ml)	1	0.95	0.9	0.75	0.6	0.5	0.35	0.25	0.15
Concentration finale de l'acide gallique en mg /ml	0	0.01	0.02	0.05	0.08	0.10	0.13	0.15	0.17

La teneur des composés phénoliques est exprimée en équivalents de mg A.G / 100 g d'extrait. (Voir annexes pour courbe d'étalonnage des composés phénoliques totaux)

IV.9 Caractérisation physique des poudres :

Les analyses physiques faite des poudres de datte ainsi les analyses pharmaco-techniques des comprimés sont effectuées au niveau de centre de recherche SAIDAL.(El-Harrach).

En production, la compression des poudres est extrêmement liée aux propriétés d'écoulement des particules et leurs caractéristiques physiques (taille, forme et porosité des grains) **[55].** Il est donc important d'analyser la distribution granulaire et les paramètres physiques des poudres.

IV.9.1 La distribution granulométrique des poudres:

Objectifs de cette étude :

- ✓ Aider à la description des particules et des ensembles de particules en vue d'une utilisation donnée.
- ✓ Afin de mettre en évidence les facteurs de disparité des poudres et leurs influences sur leur caractérisation physico-chimique, il est utile d'établir une carte de répartition granulométrique des poudres.
- ✓ Afin de comparer entre elles les répartitions granulométriques des poudres étudiées, les conditions se devaient d'être identiques pour tous les types de poudres, qu'il s'agisse de granulés plus ou moins fins, ou de mélanges de poudres.

L'appareil **Tamiseur RETSCH AS 200 basic** utilisé, se compose d'un empilement de tamis de maille variable, disposé sur un socle vibrant.

La distribution de dimension particulaire a été déterminée par analyse par tamisage en utilisant le matériel d'essai (poudre) (100 g) et séries de passoirs normalisé selon la pharmacopée européenne. L'ouverture des tamis s'étendent de 90 µm à 1000 µm.

Le dispositif est équipé par un système (trembleur mécanique) (AFNOR NF X11-501).

(fig 28)

Fig.28 : Vue générale du tamiseur utilisé.

IV.9.2 Détermination de l'angle de repos (Ɵ):

L`angle de repos ou de talus est une technique qui evalue l'aptitude d`une poudre à l`écoulement **[119].**

Une quantité déterminée de poudre est versée sous un entonnoir sur une surface horizontal (Fig 29). L`angle de repos est déterminé par la mesure de la hauteur (H) et du diamètre (d) du cône formé **[172].**

L`angle de repos, exprimée en degré, est calculé par la formule suivante :

$$\theta = \text{arc tang } (2H/d)$$

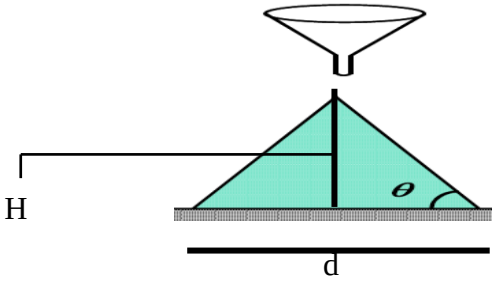


Fig.29 : Mesure de l'angle de repos

IV.9.3 Test d'écoulement:

Ces essais d'écoulement (Fig 30) consistent à vérifier l'aptitude d'une poudre à s'écouler à travers un orifice d'un entonnoir à diamètre normalisé et d'observer le régime d'écoulement (constant ou discontinu) et son débit **[109].**

L'écoulement est destiné à déterminer, dans des conditions définies, l'aptitude des solides divisés (Poudre, granulés,…) à s'écouler verticalement. L'essai est réalisé selon la pharmacopée européenne dernière édition (EP 6, 2010). On considère comme bon écoulement, un temps inférieur ou égal à 10 secondes.

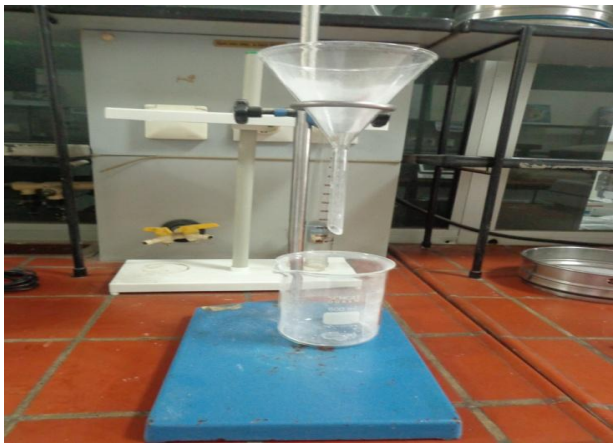


Fig. 30: Test d'écoulement

IV.9.4 Test de tassement:

L'essai du volume apparent est destiné à déterminer, dans des conditions définies, les volumes apparents de 100 gr du mélange de poudre avant et après tassement, et puis de déterminer l'aptitude au tassement, ainsi que les masses volumiques apparentes des solides divisés (par exemple poudres, granulés). (Fig 31,32)

L'essai est réalisé selon la Pharmacopée Européenne 6ème édition.

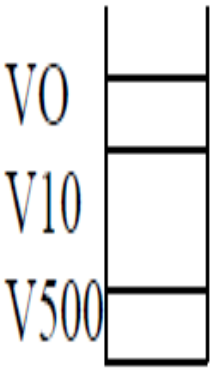


Fig .31 : Appareil de Tassement

Fig. 32 :Éprouvette sur socle du volumètre de tassage

❖ **Aptitude au tassement**

V0 : vol vrac

V10 : vol apparent après 10 tassages

V10 – V500 : Aptitude au tassement < 20 ml → satisfaisant

A 500 tassements jusqu'au 1250 (En général, il existe peu d'évolution vs 500 et 1250)

IV.9.5 Test de compressibilité:

La compressibilité d'un milieu granulaire est liée aux propriétés d'écoulement car elle est représentative des forces inter-granulaires et donc, indirectement, de la cohésion du milieu.

Une poudre cohésive versée en pluie conduit à un empilement lâche. Le tassement imposé (par chocs successifs) casse les liens entre particules et permet leur réarrangement. Plus les forces inter-particulaires sont importantes (poudres cohésives), plus le milieu aura la possibilité de se comprimer.

Des mesures de densité aérée et tassée (densité après que la poudre ait subit un certain nombre donné de chocs) donne une estimation de la compressibilité de ce milieu:

$$compressibilité = \frac{\rho_{tassée} - \rho_{aérée}}{\rho_{tassée}}$$

où : $\rho_{tassée}$ est la masse volumique apparente tassée,

$\rho_{aérée}$ est la masse volumique apparente non tassée.

L'essai est réalisé selon la pharmacopée européenne (PH 2010). Des valeurs plus importantes de compressibilité sont obtenues si la poudre est soumise à une compression directe au lieu d'être tassée par des chocs **[36].**

IV.9.6 L'Humidité résiduelle:

L'essai est destiné à déterminer l'humidité résiduelle d'un échantillon d'une poudre ou un grain, d'une façon empirique; elle peut être appréciée au toucher mais en général il faut avoir recours à des méthodes de mesure plus précises tout en restant rapides. L'essai est réalisé avec une balance à infrarouge.(fig 33)

Fig. 33 : Dessicateur à infra rouge (Precisia)

IV.9.7 Rapport de Hausner (H):

Le rapport d'Hausner (H) d'une poudre est défini comme le rapport des masses volumiques du produit tassé et non tassé.

Ce rapport est supérieur ou égale à 1 ⟶ On admet qu'il qualifie l'aptitude d'une poudre à s'écouler .En théorie, plus il est proche de 1 mieux la poudre s'écoule.

IV .9.8 Formulation des comprimés et caractérisation :

Avant le passage à la compression des poudres, il est indispensable d`effectuer un séchage (2h à 40˚C) pour réduire le taux d`humidité.

IV.9.8.1 Préparation de mélange (poudre datte et plantes) :

Différentes combinaisons sont testées en mélangeant la poudre de datte avec chacune des cinq plantes choisies pour préparer les comprimés (C).Voir le (Tableau 12).

Tableau 12: Composition de chaque comprimé en (%)

Comprimés	Poudre de datte (D)	Poudre de plante
C 1	100	0
C2	70	30
C3	50	50
C4	30	70
C5	0	100

IV.9.8.2 La compression du mélange :

Les comprimés sont généralement fabriqués par compression d'un volume constant de particules obtenues par la méthode de granulation. L'opération de compression nécessite des presses qui peuvent être alternatives ou rotatives. C'est l'ensemble matrice/ poinçons qui va déterminer la forme du produit fini.

Cependant, compte tenu des propriétés des poudres (ou mélange de poudres) qui sont très sensibles à la manutention, à la provenance ou à la manipulation, la réussite du procédé de compactage et la formation d'un comprimé conforme demande une compréhension des propriétés fondamentales des poudres. Ces propriétés, qui peuvent-être d'ordre physicochimique et/ou mécanique, permettent d'expliquer comment une formulation pourrait se comporter en compression.

La compression est réalisée au moyen d'une comprimeuse semi alternative de marque FROGERAIS (fig 34) au centre de recherche SAIDAL et une presse manuelle HERZOG (Fig 35) ; en utilisant des poinçons ronds et plats et avec un diamètre de 12 mm. La masse des comprimés est ajustée à 1g ±0,05g. Pour choisir la force optimale de compression dans la

limite de friabilité appropriée, sont appliqués onze forces de compressions variant de 1 à 11 N et le temps de saturation d'en moyenne 10 s. Selon la déformation des comprimés (tableau 13), la force de pression de11 N impliquant un assemblage stable à faible friabilité est choisie.

Fig. 34 : Comprimeuse semi alternative (ED. Frogerais, OA 307)

Fig. 35 : Presse manuelle (HERZOG,Philips)

Les comprimés ainsi obtenus présentent des résistances mécaniques suffisantes pour pouvoir être manipulés sans s'effriter, ni se briser. L'influence de la variation des forces de compression en fonction de la résistance au broyage des comprimés est portée dans le tableau 13 suivant :

Tableau13: **Choix de la force de compression en fonction de la friabilité des comprimés**.

Force de compression (N)	Friabilité	Type de comprimeuse
<11	Comprimés fragiles (trop friables) avec collage sur le piston)	Compression lente non automatique (manuelle)
>11	Comprimés durs	Compression automatique (lente)
= 11	Comprimés de friabilité souhaitée	Compression automatique (rapide)
~ 150.000	Comprimés de friabilité plus au moins souhaitée	Presse manuelle (HERZOG,Philips)

IV.9.8.3 Analyse sensorielle :

L'analyse sensorielle d'un aliment joue un rôle primordial dans l'acte d'achat par le consommateur.

Le panel est constitués de 20 sujets parmi lesquels sont des étudiants de l`université de Boumerdes et employeurs de l'unité de Saidal.

L'analyse sensorielle est réalisé selon la procédure décrite par **[52].** Dans les épreuves de cette évaluation, les comprimés sont présentés et le sujet doit exprimer son avis concernant (l'acceptabilité générale) sur une échelle de cotation de 0 à 4 points (Le model d'appréciation citée en annexe).Une analyse sensorielle a été réalisée pour choisir le meilleur : rapport (poids/poids) poudre de datte / poudre de plante.

L'étude statistique est réalisée en basant sur la moyenne de trois répétitions ± Ecart type. L'intervalle de confiance est de 95% ($p< 0,05$). Le traitement des résultats est au moyen d'un logiciel (XLSTAT).

IV.9.8.4 Contrôles pharmaco-techniques des comprimés :

Tous les essais sont réalisés selon la pharmacopée européenne (PH ,2010)

- **Uniformité de masse :**

L'essai est réalisé sur dix comprimés de chaque formulation. On les pèse individuellement et on détermine la masse moyenne et l'écart type. La pharmacopée européenne donne les spécifications en fonction de la masse du comprimé.

La détermination de ces poids moyens est aussi utile dans les essais de dissolution.

- **Friabilité:**

L'essai de friabilité est déterminé sur 10 comprimés prélevés au hasard de chaque échantillon. Après un dépoussiérage minutieux, chaque comprimé exactement pesé est placé dans un tambour du friabilimètre de type ERWEKA tournant à 25rpm (Fig 36).

Après 100 rotations, l'échantillon est retire du dispositif, ré-dépoussiéré et repesé. La friabilité est exprimée en pourcentage de perte par rapport à la masse initiale.

Ce test est réalisé pour des comprimés qui ont subit quatre types de compression.

La perte en masse (F%) que doit être inférieure à 1% est calculée selon la formule suivante :

$$F(\%) = (P_0 - P_1) / P_0 . 100$$

F : La friabilité (perte en masse) en ;(%).

P0 : Poids initial des comprimés ;(g).

P1 : Poids final des comprimés ;(g).

En règle générale, l'essai est effectué sans répétition.

Fig. 36: Test de friabilité des comprimés

- **Résistance à la rupture des comprimés (dureté) :**

L'appareil (fig 37) est constitué de deux mâchoires se faisant face, l'une se déplaçant vers l'autre. Le comprimé est placé entre les mâchoires. La résistance à la rupture des comprimés est mesurée par la force nécessaire pour provoquer leur rupture par écrasement.

L'essai est réalisé sur 10 comprimés.

Fig. 37 : Test de dureté des comprimés

- **Essai de la désagrégation :**

En ce qui concerne le comportement des matrices formées en contact avec le milieu, c'est leur résistance à la désagrégation qui semble en premier responsable de la prolongation de la libération du principe actif. Donc, un système matriciel ne doit pas se désagréger. Par contre, son volume peut augmenter par gonflement en contact avec le milieu ou peut encore diminuer par érosion en fonction de la nature de l'agent matriciel **[155] ; [129].**

Ce test est réalisé sur six comprimes. Ceux-ci sont soumis à une oscillation verticale dans un cylindre transparent plongé dans l'eau (fig 38). Le cylindre comporte une série de tubes fermés aux deux bouts par des tamis. Le dispositif est mis en marche, le comportement des comprimés est observé en fonction du temps. Le temps de dégradation est défini lorsque le comprimé commence à se dissoudre dans l'eau hors du cylindre.

Fig. 38 : Test de désagrégation des comprimés

IV.9.8.5. Test de dissolution :

L'essai de dissolution est appliqué sur six comprimés correspondant à la deuxième composition (C2).Il est destiné à déterminer la plus ou moins grande aptitude d'une forme galénique à laisser passer en solution, dans un milieu déterminé, le ou les principes actifs qu'elle contient (les pigments photosynthétique dans notre cas).

Ce test consiste à placer chaque comprimé dans 500 ml du liquide de dissolution dans l'appareil de dissolution ERWEKA ZT (Fig 39) muni des palettes fonctionnant à 50 r.p.m et la température du milieu est réglée à 37± 0,5 °C.

Fig. 39: Appareillage de dissolution.

L'indice de couleur est évalué par absorbance à UV à 450 nm et à différents intervalles de temps (spectrophotomètre UV-VIS, type V 530-JASCO).

Cette étude est basée sur la modélisation de la cinétique de variation du contenu des milieux de dissolution similaires aux liquides gastriques : l'eau distillée à 37°C± 5°C, (solution buccal), tampon phosphate pH 6,8 (milieu intestinale), solution HCl à 0,1N (milieu gastrique). Le mécanisme de transfert de la couleur (pigment) dans le milieu de dissolution a été déterminée selon le modèle Korsmeyer Peppas rapporté par plusieurs chercheurs **[102] ; [121].**

En réalité, ce model est souvent utilisé avec des concentrations, mais en appuyant sur la loi de Beer-Lambert, donnant une relation linéaire entre la Densité Optique (DO) mesurée au spectrophotomètre et la concentration C de la solution en molécules absorbant à la longueur d'onde considérée : $DO = \varepsilon\, l\, C$ (où ε, l sont des constantes), on pourra adapter ce model à cette grandeur (DO) ;

$$DO/DO_0 = k.\, t^n$$

Ou :

DO_0, DO densité optique à t = 0 et dans le liquide d'immersion au temps t respectivement;

k = constante caractérisant en même temps la structure et la géométrie des comprimés.

n = constante caractérisant le mécanisme de libération de la substance;

Les constantes du modèle sont déduites graphiquement en utilisant log-log des coordonnées après une simple transformation :

$$\log DO/DO_0 = \log k + n \log t$$

Pour les comprimés cylindriques, les mécanismes correspondant aux comprimés cylindriques sont récapitulés dans le tableau 14 :

Tableau 14 : Mécanisme de diffusion selon la constante (n)

La constante caractérisant le mécanisme de libération de la substance (n)	Le mécanisme de diffusion
0,45< n <0,89	le mécanisme de diffusion est non-Fickian
n= 0,45	le type de diffusion est Fickian.
n = 0,89	le type de diffusion est d'ordre 0.
n > 0,89	le transport est de type II.

La raison principale pour le choix d'étude l'indice de couleur (caroténoïdes et chlorophylle) réside dans le fait que la majorité des effets pharmacologiques des plantes leur sont attribués **[68].**

Chapitre V
Résultats et discussion

V.1 Caractéristiques morphologiques et teneur en eau de la datte :

Certaines présentations du fruit (datte), sont données dans le tableau 15 :

Tableau 15 : Caractérisation morphologique et teneur en eau de la datte Meche-Degla

Paramètres	Valeurs obtenues
Poids de la datte entière	6,09±0,80 (g)
consistance	sèche
couleur	Jaune- marron
Poids de la pulpe	5,52±0,37 (g)
Poids de noyau	0,76±0,43 (g)
Longueur de la datte	4,23±0,74 (cm)
Largeur de la datte	2,01±0,06 (cm)
Longueur de noyau	1,39±0,04 (cm)
Largeur de noyau	0,53±0,18 (cm)
Rapport longueur/largeur	4, 94±0, 65 (%)
Rapport pulpe /datte	86, 84±0, 02 (%)
Rapport noyau/datte	20, 75±0, 36 (%)
Rapport pulpe/noyau	4, 95±0, 56 (%)
Teneur en eau	13,17±0, 21 (%)

La datte de la variété Mech - Degla étudiée présente une consistance sèche ce qui explique son classement étant que variété commune de faible valeur commerciale.

Les résultats concernant tous les indices sont légèrement supérieurs à ceux trouvés par **[99] et [2].** Ce qui peut s'expliquer par les conditions dans lesquelles sont réalisées les mesures sachant l'instabilité de la teneur en eau du produit et donc de sa structure.

Le rapport pulpe/datte indique que la datte présente un pourcentage 86,84%. Cette valeur est supérieure à celle trouvées par **[2] ;** qui donnent une valeur de 82 ,45% pour la même variété et celle trouvé par **[47].**

Les rapports noyau/datte et pulpe /noyau sont respectivement : 20,75% et 4,95%, ce qu`est légèrement supérieur avec les résultats trouvée par **[45] ;** qui donne 17,21% et 4,8% pour la même variété.

La variété Mech Degla étant de consistance sèche n'a présenté qu'une teneur en eau 13.17% ce qui est inférieur aux résultats obtenu par **[125] ;** qui est de 14.71% et celle trouvée, par **[6]** et **[45]** qui sont respectivement de 15% et 14,7% et légèrement supérieur à celle trouvé par **[27]** qui est de 13%.

V.2 Caractérisation physicochimique de la poudre de datte :

Les différentes propriétés physicochimiques de la poudre de datte sont récapitulées dans le tableau 16 suivant :

Tableau 16 : Paramètres physicochimiques de la poudre de datte

Paramètres physicochimiques	Valeurs moyennes
Teneur en eau (%)	5,78 ±0,08
Teneur en cendre (%)	1,64 ±0,10
pH	5,03 ±0,15
° Brix	67,26 ±0,02

- **Teneur en eau :**

Le taux d'humidité nous permet d'exprimer nos résultats en pourcentage de matière sèche. La teneur en eau de la poudre de datte est de l'ordre de 5,78 % ce qui est proche à celle trouvés pour d'autres types de poudres alimentaires (poudre de lait (4 ,6 %) et thé (6,6 %))

On note que la teneur en eau de la poudre de datte est étroitement liée à l'humidité du milieu extérieur, de ce fait ces valeurs varient d'une région à une autre et même d'un microclimat à un autre.

A fin de garantir une meilleur conservation des poudres alimentaires ; il est préconisé d'avoir une faible teneur en eau.

- **Teneur en cendre:**

La teneur en cendres représente la quantité totale en sels minéraux présents dans l'échantillon à analyser.

La valeur obtenue pour la variété Mech Degla est en accord avec celle trouvée par **[125]** et **[27]** et légèrement supérieure à celle donnée par **[32]**, qui est de 1,64 % de matière sèche pour la même variété.

Selon **[146] ;** les teneurs en cendres les plus élevées sont comprises entre 2 et 4%. Comparés à tous ces résultats bibliographiques. Les dattes Mech-Degla présentent une teneur faible de 1,64%. Cette différence peut être expliquée en partie par les conditions de fertilisation et d'irrigation de chaque palmier.

- **pH :**

Le PH est mesuré pour permettre l'interprétation de certains résultats de l'activité biologique .La valeur de pH obtenus est de l'ordre 5,03 ce qui légèrement supérieur à celui trouvé par **Soltani(2007)**, qui a donné 4.83 pour Mech Degla et légèrement acide comparable à celui trouvé par **[47] ;** pour la datte fraiche de la même variété (5,75).Cette valeur peut se varier en raison des changements climatiques qui influent considérablement sur les propriétés physico-chimique du fruit.

- **°Brix:**

Le °Brix de cette variété Mech-Degla est de l'ordre 67,26 % .En effet ; Les matières solubles de la poudre de dattes entière sont constituées principalement du saccharose, glucose et fructose comme a été rapporté par **[18] et [125]** pour le fruit entier**.** La datte, à notre connaissance, est le fruit le plus sucré qui puisse exister. En effet, la plupart des fruits présentent des teneurs inférieures à 30% : 6-10 % pour quelques cultivars de fraises **[166]**, 8% pour la mangue **[92].**

V.3 Analyse qualitative sur les poudres (D, PM)

Les tests de phytochimie ont été effectués pour mettre en évidence la présence de certains groupements chimiques qui peuvent être responsables des activités biologiques étudiées. La détection de ces groupements est basée sur des essais de solubilités, des réactions de précipitation et de turbidité, un changement de couleur spécifique suivant les réactifs spécifiques.

Selon leur intensité les réactions qui se produisent sont marquées : absence (-) ou présence(+).

Les résultats de l'analyse qualitative sont donnés dans le tableau 17 suivant :

Tableau 17 : Les résultats de l'analyse qualitative.

Plante	Observations					
	Ta	**Alc**	**Sap**	**Fl**	**C.P**	**Car**
Phoenix dactylifera L (Datte)	+	-	-	+	+	+
Mentha Piperita L (Menthe poivrée)	+	-	+	+	+	+
Salvia officinalis (Sauge)	+	-	+	+	+	+
Rhamus alaternus L (Alaterne)	+	+	+	+	+	+
Artemisia herba alba Asso L(Armoise)	+	-	+	+	+	+
Trigonella Foenum-graecum L (Fénugrec)	-	+	+	+	+	+

Rappelons que : **(Ta)** tanins ; **(Alc)** Alcaloïde **; (Sap)** saponines ; **(Fl)** flavonoïdes ; **(C.P)** Composés phénoliques ; **(Car)** Carroténoides.

En présence de tournure de magnésium et de quelques gouttes d'acide chlorhydrique concentré, l'extrait de plante se colore en rose-rouge, couleur caractérisant la présence des flavonoïdes.

Comme on le voit, la présence des Fl ,CP, Car dans tous les extraits des plantes et seul la plantes (AL) qui présente tous les groupements chimiques ce qui le caractérise par apport aux autres plantes.

On note aussi, l'absence d'alcaloïde et les saponines dans les dattes Mech-Degla comparable à celle trouvé par **[49].**

V.4 Analyse quantitative sur les poudres (D, PM)

A notre connaissance, peu de données concernant les teneurs en groupements chimiques des plantes étudiées trouvés dans la littérature scientifique.

- **Tanins :**

Le tableau 18 donne les résultats concernant l'analyse quantitative des tanins.

Les tanins sont des composés phénoliques solubles dans l'eau et les solvants polaires **[82].** La courbe d'étalonnage présente une linéarité de R^2 ~ **0 ,9917** proche de 1, permet de déduire la teneur en tanins des échantillons étudiés.

Tableau 18 : Dosage des tanins de la datte et plantes étudiées.

Plantes	**Teneur en tanins (en mg d'EC /100g d'extrait)**
Phoenix dactylifera L (Datte)	**7 ,429±0 ,070**
Mentha L (Menthe poivrée)	**3,555±1 ,345**
Salvia officinalis (Sauge)	**10,560±0,120**
Rhamus alaternus L (Alaterne)	**5 ,976±1 ,880**
Artemisia herba alba Asso L(Armoise)	**17 ,567±0 ,040**

L'Artimisia est la plante la plus riche en tannin 17,567 mg EC/100 g d'extrait ce qui le caractérise par son effet antispasmodique **[74].**

Les tanins des dattes sont du type hydrosoluble selon **[146].**Leur présence est gênante dans la mesure où ils forment des complexes très colorés avec le fer.

- **Alcaloïdes**

La médecine les emploie le plus souvent à l'état pur. La morphine a été le premier alcaloïde isolé de l'opium (en 1805). Puis on découvrit la strychnine (1818), la caféine (1819).Habituellement les alcaloïdes sont des dérivés des acides aminés **[38] ; [171].**

La teneur en alcaloïdes (A%) des plantes étudiées sont représentés dans le tableau 19

Tableau 19 : Dosage des alcaloïdes de l'Alaterne et le Fenugrec

Plantes	**Teneur en Alcaloïdes (en %)**
Rhamus alaternus L (Alaterne)	**10,06**
Trigonella Foenum-graecum L (Fénugrec)	**25,98**

Les alcaloïdes sont pratiquement absents dans les plantes sauf le fenugrec et l'alaterne.
Le fenugrec est marqué par sa richesse qui est de l'ordre de ~ 26 %.

- **Saponines**

Ils manifestent des propriétés hémolytiques, antimicrobiennes, insecticides, molluscicidales **[166]**, anti-inflammatoires et antalgiques.
La teneur en Saponines S (%) des plantes étudiées sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 20 : La teneur de la saponine (en %) des plantes

Plantes	Teneur en Saponines (en %)
Mentha L (Menthe poivrée)	**67,45**
Salvia officinalis (Sauge)	**55,36**
Rhamus alaternus L (Alaterne)	**23,05**
Artemisia herba alba Asso L(Armoise)	**37,78**
Trigonella Foenum-graecum L (Fénugrec)	**8,89**

La Menthe poivrée contient un grand pourcentage en saponine de l'ordre 67,45 % et ceci du au menthol ; (essence de la menthe poivrée) **[38].**Les saponines que contient la plante (Fe) (8,89%) est à l'origine de ses propriétés stimulantes de l'appétit **[149].**

- **Flavonoïdes**

Ils sont considérés comme les pigments quasiment universels des végétaux **[38].**La concentration en flavonoïdes est déterminée en se référant *à* la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant la quercétine comme standard.

Teneurs moyennes en flavonoïdes des extraits des plantes (en mg d'équivalent de quercétine /100 g d'éxtrait) sont récapitulés dans le tableau 21 ci dessous:

Tableau 21 : La teneur moyenne en flavonoïdes des extraits des plantes et Datte

Plantes	Teneur en flavonoides (en mg d'EQ /100 g d'extrait)
Phoenix dactylifera L (Datte)	**10,324±0 ,311**
Mentha L (Menthe)	**16,59±0,04**
Salvia officinalis (Sauge)	**9,57±0,06**
Rhamus alaternus L (Alaterne)	**2 ,77±0,28**
Artemisia herba alba Asso L(Armoise)	**20,610±1,620**
Trigonella Foenum-graecum L (Fénugrec)	**6,18±0,17**

Comme on le constate, l'Armoise est très riche en flavonoïdes (20,610 mg d'EQ/100g d'extrait) ce qui explique son effet antibactérien **[142] ; [143].**

La teneur en flavonoïdes de la datte (10,324 mg d'EQ/100g d'extrait) est supérieur à celles de quelques fruits, données par **[81]**, qui donne des valeurs de 1,98 ; 3,22 ; 7,12 ; 2,10 mg d'EQ/100g d'extrait, respectivement pour la tomate, la mandarine, le pamplemousse ; la pomme, et inférieur à celle de la fraise 17,53 mg d'EQ/100g d'extrait.

- **Caroténoïdes**

Les caroténoïdes forment un groupe de pigments liposolubles et contribuent à la coloration jaune, orange ou rouge des fruits et légumes. Ils sont retrouvés souvent dans les plantes médicinales. Le béta carotène est le caroténoïde le plus abondant dans la nourriture et il semblerait qu'il diminue les risques de certains cancers en capturant les radicaux libres.

Les teneurs moyennes en caroténoïdes des extraits des plantes (en mg d'équivalent de la béta carotène /100g d'extrait) sont récapitulés dans le tableau 22 ci dessous:

Tableau 22: La teneur en caroténoïdes des poudres (D, PM)

Plantes	Teneur en caroténoïdes (en mg d'EQ B carotène /100 g d'extrait)
Phoenix dactylifera L (Datte)	**12,13 ±0 ,981**
Mentha L (Menthe Poivrée)	**0,67 ±0 ,45**
Salvia officinalis (Sauge)	**2,09 ±0 ,64**
Rhamus alaternus L (Alaterne)	**4,23 ±0 ,07**
Artemisia herba alba Asso L(Armoise)	**7,86 ±0 ,12**
Trigonella Foenum-graecum L (Fénugrec)	**15,87 ±0 ,05**

La datte est connu par sa richesse en caroténoïde (12,13 mg B carotène/100g d'extrait) ; mais cette valeur est inférieur à celle trouvé pour le Fenugrec (15,87 B carotène /100 g d'extrait).On rappel que les caroténoïdes contribuent considérablement aux propriétés organoleptiques et nutritionnelles de ce fruit **[18].**

- **Polyphénols totaux**

Ils assurent la pigmentation des fleurs, des fruits et des graines pour attirer les pollinisateurs et les disperseurs de graine, **[151].**

Les composés phénoliques ont plusieurs propriétés biologiques qui ont été attribuées aux polyphénols: Anticancérigènes : flavonoïdes et anti-ulcéreuses ; anti-inflammatoires ; analgésiques **;** antiparasitaires : les composés phénoliques manifestent des activités contre un spectre de parasites **[151].**

Les teneurs en polyphénols des extraits des plantes sont exprimés (en mg d'équivalent d'AG /100g d'extrait) et récapitulés dans le tableau 23 ci dessous:

Tableau 23: La teneur en polyphénols de la poudre (D ;PM)

Plantes	Teneur en polyphénols (en mg d'E AG /100g d'extrait)
Phoenix dactylifera L (Datte)	**203,021±0 ,881**
Mentha L (Menthe Ppoivrée)	**16,59±0,305**
Salvia officinalis (Sauge)	**9,57±0,04**
Rhamus alaternus L (Alaterne)	**20,07±0,05**
Artemisia herba alba Asso L(Armoise)	**236,610±2,44**
Trigonella Foenum-graecum L (Fénugrec)	**6 ,18±0,01**

La teneur en composés phénoliques solubles totaux de la variété mech Degla est estimée de 203,021mg d'acide gallique /100g d'extrait. Cette quantité est supérieure à celle trouvée par **[168]** (77 mg/ml), cependant, elle est 5 fois supérieure (16,6mg/ml) à celle communiquée par **[76].**

La datte est riche en composés phénoliques, caroténoïdes, anthocyanines et flavonoïdes, qui contribuent considérablement aux propriétés organoleptiques et nutritionnelles de ce fruit **[18].**

[85] a rapporté que certaines réactions peuvent avoir lieu lors du stockage des fruits, comme la dépolymérisation, la dégradation des monomères, la précipitation et la polymérisation, ce qui affecte leur contenu phénolique.

D'autre part ; **[8]** ont noté que la différence de la teneur en composés phénoliques des dattes est due à plusieurs facteurs, comme : la variété, les conditions de croissance, la saison de maturité, l'origine géographique, la fertilité du sol, les conditions de stockage et le temps d'exposition au soleil.

C'est dans ce contexte que **[27]** ont constaté que la datte sèche était plus riche en composés phénoliques que les variétés molles et demi molles.

V.5 Caractérisation physique des poudres de datte et plantes

Les différents échantillons de poudres des cinq plantes obtenus au laboratoire sont photographiés et présenté à la fig 40. Tandis que les caractéristiques physiques sont présentées dans le tableau 24.

Comme il est aisé de constater l'aspect extérieur (couleur) est différent d'une plante à l'autre ce qui laisse supposer une activité métabolique tout aussi différentes.

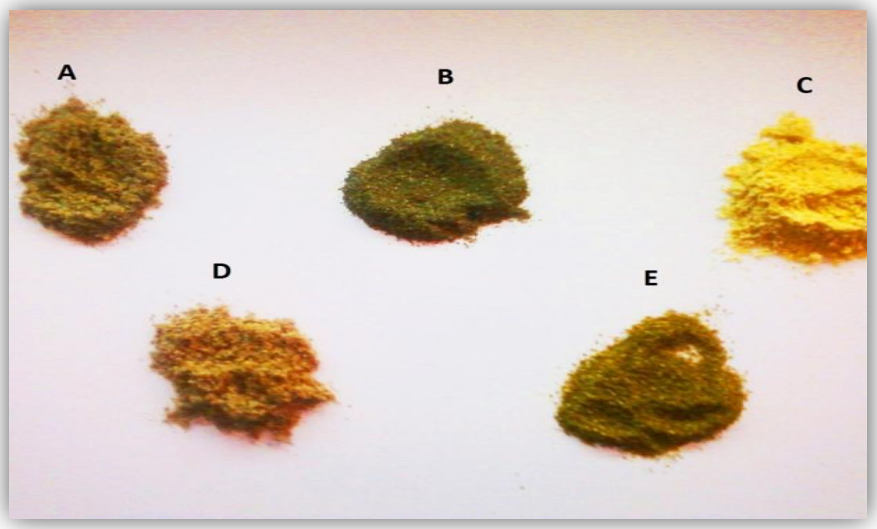


Fig. 40 : Représentation des poudres médicinales obtenues
(A : Sauge ; **B** : Menthe poivrée ; **C** : Fenugrec ; **D** : Armoise ; **E** : Alaterne)

Il est bien connu que les propriétés physiques des poudres (datte et plantes étudiées) influent sur le compactage et la formulation des comprimés.

Dans ce contexte ; des tests physiques sont faites. Les données sont résumées dans le tableau 24 ci-dessus :

Tableau 24 : Caractérisation physiques des poudres (datte et plantes)

Poudre / Paramètre	Datte	Al	Ar	S	Fe	MP
l'angle de repos Θ(°)	31,23	27,09	36,25	35,90	32,54	26,76
L'écoulement (s)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Le tassement (ml)	12	14	16	22	15	19
La compressibilité (%)	2 ,4	2	2 ,19	3 ,59	2 ,25	2 ,83
L'humidité résiduelle (%)	4,99	4,56	5,06	4,23	4,18	5,10
Le rapport de Hausner (H)	58	50	54	72	55	64

La mesure de l'angle de talus (repos) permet d'avoir une vision de certaines propriétés de la poudre organique. Elle est indicatrice de la cohésion et de l'aptitude à l'écoulement.

L`écoulement des poudres au cours des processus technologiques en fonction de l'angle de repos (Θ), l'écoulement des poudres est considéré (selon PH ; 2010):

1. Excellent (25˚≤ Θ≤30˚) ;
2. Bon (31˚≤ Θ≤35˚) ;
3. Moyen (36°≤ Θ≤40°) ;
4. Mauvais (Θ≥ 41˚).

Quant à **[172] ;** eux suggèrent pour garantir un meilleur écoulement d`une poudre alimentaire d`avoir un angle de repos inferieur à 40°.L'angle de repos des poudres analysées oscille entre 26,76° et 36,25°.

Les poudres analysées ont une bonne coulabilité dans l'ensemble. **[157]** ont trouvé des angles de repos de l'ordre de 45˚et52° pour le lait en poudre et la farine respectivement.

La distribution granulométrique des poudres en masse moyenne est de l'ordre : 350 µm

La taille des particules influe considérablement sur les propriétés de la poudre **[119]**:

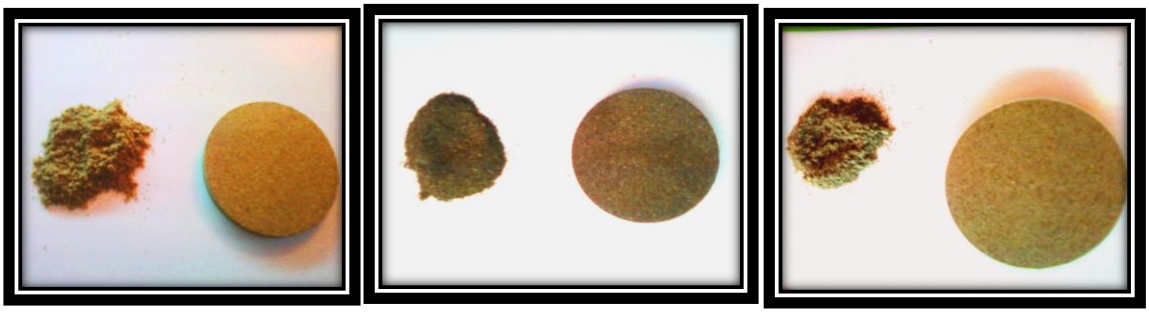
- Une taille élevée favorise l`augmentation de : la vitesse limite de chute, la force d`adhésion entre deux particules, l`écoulement et la mouillabilité des poudres.
- Une diminution de la taille, quant à elle, augmente la surface spécifique, l`homogénéité et la porosité de la poudre.

La dimension des particules est supérieure à celle évoquée par **[3]** pour la poudre de dattes de la même variété *Mech-Degla* (182,50µm). Les diamètres moyens de quelques poudres alimentaires : farine (73µm), lait en poudre (197 µm) et thé (25 µm) **[157].**

V.6 Préparation des comprimés :

Les comprimés obtenus pour ce contrôle ; sont issus d'un mélange binaire : poudre de datte + poudre entière plantes étudiés avec un support (D/PM)=(70/30). La fig 41 montre les photographiés des différents échantillons.

CDF **CDAL**



CDAR **CDMP** **CPDS**

Fig.41 : Représentation des différents comprimés (PDF ,PDAL , PDAR ,PDMP,PDS)

V.7 Acceptabilité général des comprimés :

Les résultats d'analyses sont représentés sur la figure 42 suivante :

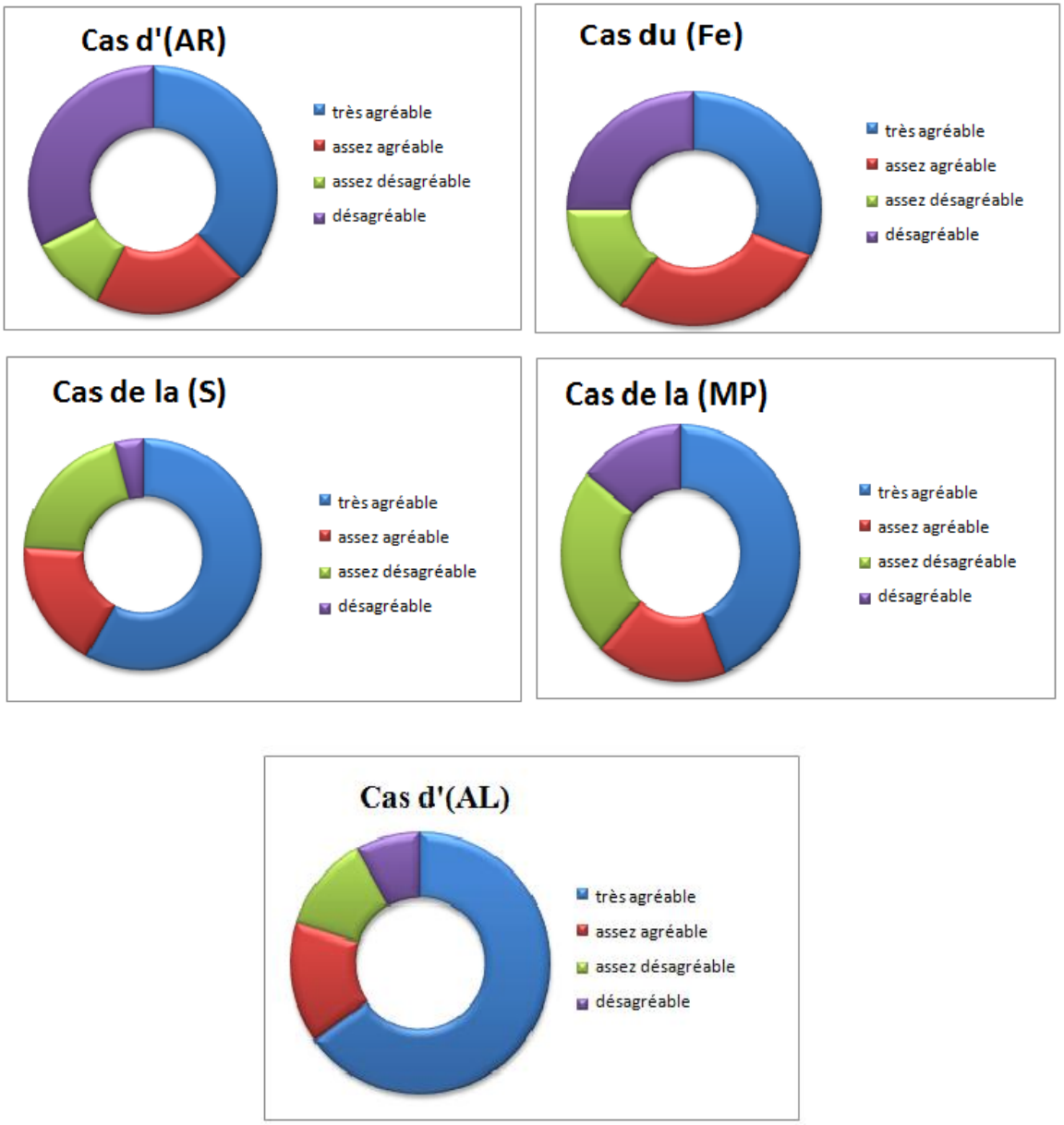


Fig 42 : Résultat de l'analyse sensoriel concernant l'acceptabilité générale des comprimés.

D'après cette figure 42, la composition du comprimé à base de la plante Alaterne est la plus appréciée (gout et aspect), par le panel des dégustateurs. La composition C2 (AL) est choisit pour les testes pharmacotéchniques.

Vu que les comprimés ont la même composition et même force de compression pour chaque plante étudiés ; on a opté pour le comprimé de PAL en raison de son acceptabilité général vis-à-vis du test sensoriel et par sa richesse en métabolites secondaire comparé aux

autres plantes ; malgré que celle-ci n'a pas d'influence sur le comportement des comprimés dans le test pharmaco-technique.

V.8 Analyse pharmaco-technique des comprimés :

Le tableau 25 récapitule les paramètres pharmaco-techniques des comprimés :

Tableau 25: les paramètres phyico-chimiques des comprimés C2

Paramètre	C2
Poids (g)	0,464±0 ,03
Dureté (kp)	23±0,01
Epaisseur (mm)	3,65±0 ,05
Diamètre (mm)	12,54±0 ,02
Friabilité (%)	<1
Temps de désintégration (mn)	6

Le poids des comprimés ne présentent pas de différence significative ($p < 0,05$). Ce qui facilite la comparaison de leurs propriétés physiques.

La force de compression est un facteur déterminant des caractéristiques physiques des comprimés: la dureté, le délitement et la friabilité des comprimés obtenus **[3].**

La valeur de la dureté (23Kp) des comprimés C2 représente un avantage en termes de compactage et du transport de celle-ci sachant que la dureté requise pour certains comprimés pharmacologiques doit être au moins égal à 45Kp (Pasqualoto *et al*. 2007).

[3] ont trouvés des valeurs de l'ordre de 49, 94 KP et 6,97KP respectivement pour les comprimés, obtenue avec une force de compression de 10N, à base de poudre de dattes et de spiruline.

Le % de friabilité est < 1 ce qui similaire pour des comprimés non alimentaires obtenus à partir d'extraits de *Rhinacanthus nasutus* contenant des ingrédients chimiques (Rongsriyam *et al*. 2006) et selon les normes de la pharmacopée européene.

[127] ; ont trouvé des valeurs de l'orde (0,64–0,91%) pour les comprimés paracétamol additionné de gomme et de gélatine en tant que substances liantes.

D'autres chercheurs ont préparé des comprimés d'édulcorant (lactose+amidon) ayant une friabilité comprise entre 1 à 60% **[121].**

Le temps de désintégration des comprimés élaborés est de 6 min donc conforme aux exigences de la pharmacopée européenne qui préconise un seuil maximal de 15 min. Pour les comprimés à base de poudre de dattes et de spiruline pure, [**3]** ont trouvé respectivement des valeurs de l'ordre de 4,65mn et >120mn.

Quant à **[152]** eux**,** donnent des temps de délitement de 6-12mnpour les comprimés de *Maytenusilicifolia*, tandis que **[127]** ont communiqué des valeurs comprises entre 0,31 et 11,28mn pour les comprimés de paracétamol additionnés à la gomme d'anacardier et gélatine.

[7] donne, pour les comprimés de bicarbonate de sodium et carbonate de calcium en utilisant le sirop de dattes comme agent liant, des temps de désintégration qui oscillent entre 2,85 -5,11mn.

Les comprimés de dattes enrichis en poudre de plante, présentent globalement des propriétés gustatives et plus satisfaisante qui justifie en usage universel comme excipient (support).

Dans notre cas, le temps de désintégration examiné pour nos comprimés immergés dans l'eau distillée s'est avéré en concordance avec ceux trouvés par certain auteurs au sujet des comprimés d'autres natures: 6–12 minutes (comprimés d'*ilicifolia de Maytenus*) et 0,31–11,28 minutes (comprimés du paracétamol) **[152]**.

V.9 Cinétique de dissolution :

Les molécules colorantes présentes dans les feuilles et les fleurs sont très peu étudiées et pourraient constituer une source de composés intéressants à valoriser.

La dissolution des pigments photosynthétiques (caroténoïdes) est estimée par la densité optique mesurée à 450 nm. sachant que la feuille contient des pigments autres que la caroténoïde (chlorophylles a et b) .Des études ont été établies par certains auteurs (Arnon, 1949 ; Barnes *et al.*, 1992 ; Wellburn, 1994) concernant l'absorption des chlorophylles qui possèdent chacune deux pics, vers 450 nm et 650 nm, le pic principal étant à 450nm.

Cependant, à cette longueur d'onde, d'autres pigments, comme les caroténoïdes, sont susceptibles d'absorber la lumière. C'est pourquoi nous avons opté pour ce pic.

Pour des fins de modélisation de la cinétique de dissolution, l'équation de Korsmeyer Peppas **[102]** a été appliquée sur les résultats obtenus.

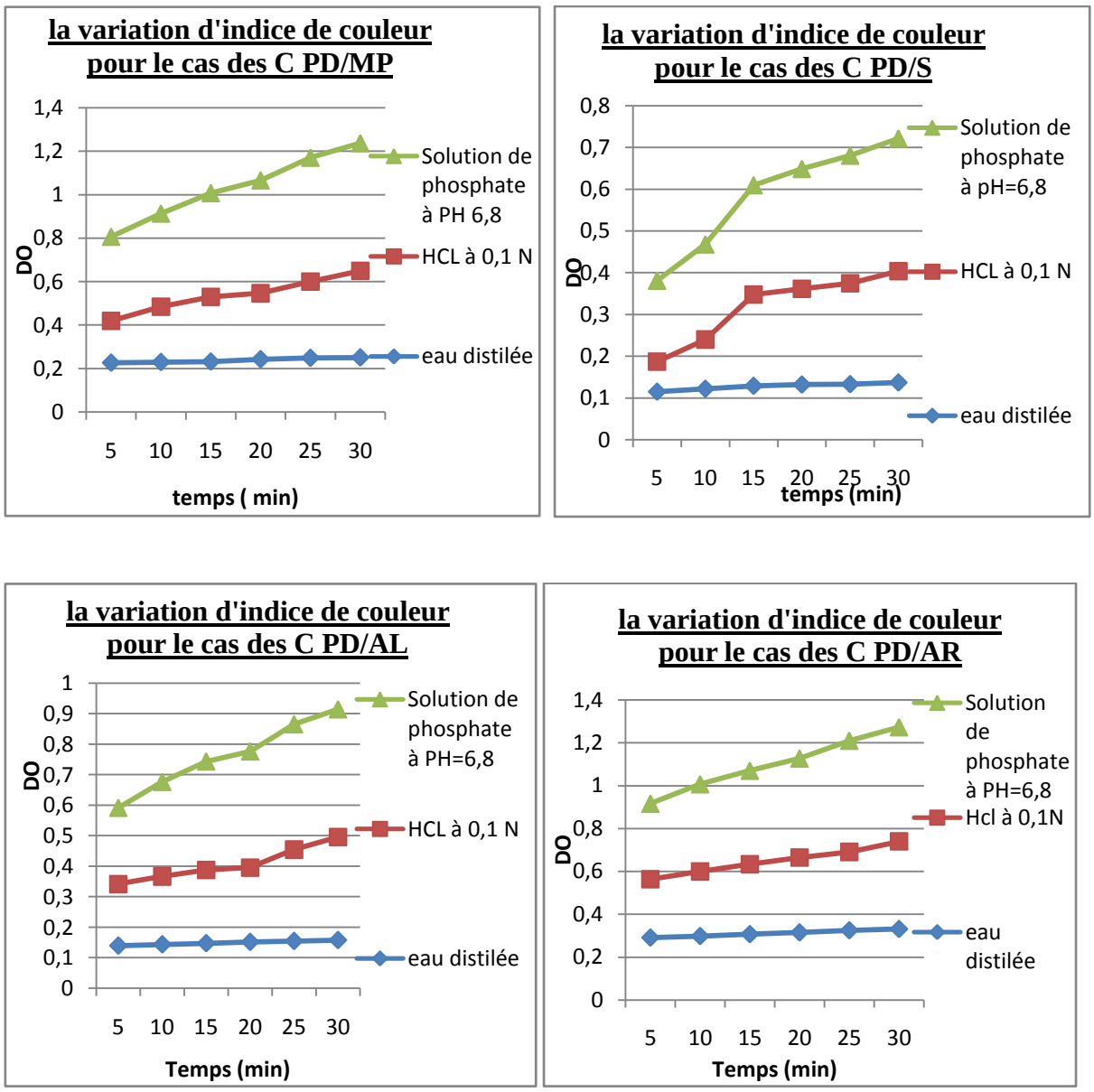


Fig 43 : La cinétique de l'indice de couleur pour chaque comprimé

Les paramètres du modèle (k ,n) sont déterminés à partir de la Fig 45 dans les coordonnées log-log.

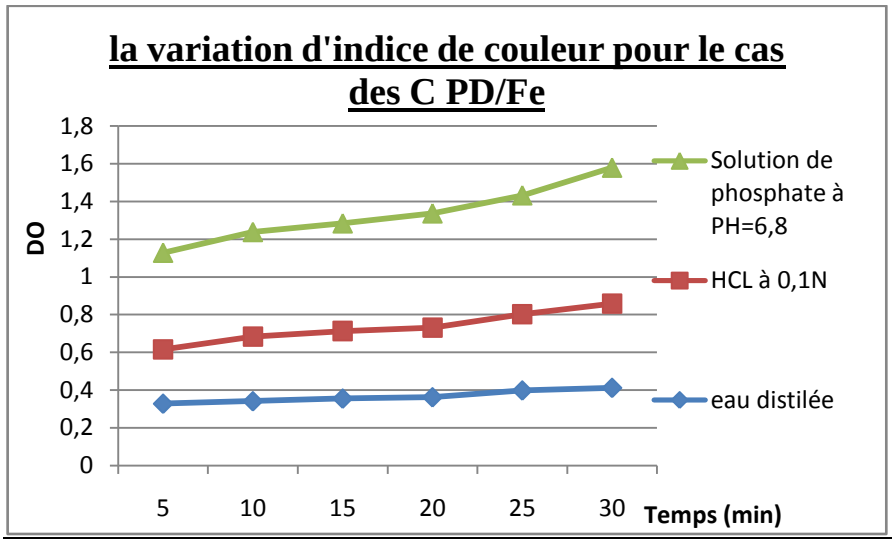


Fig 44 : Application du model de Korsmeyer-Peppas :

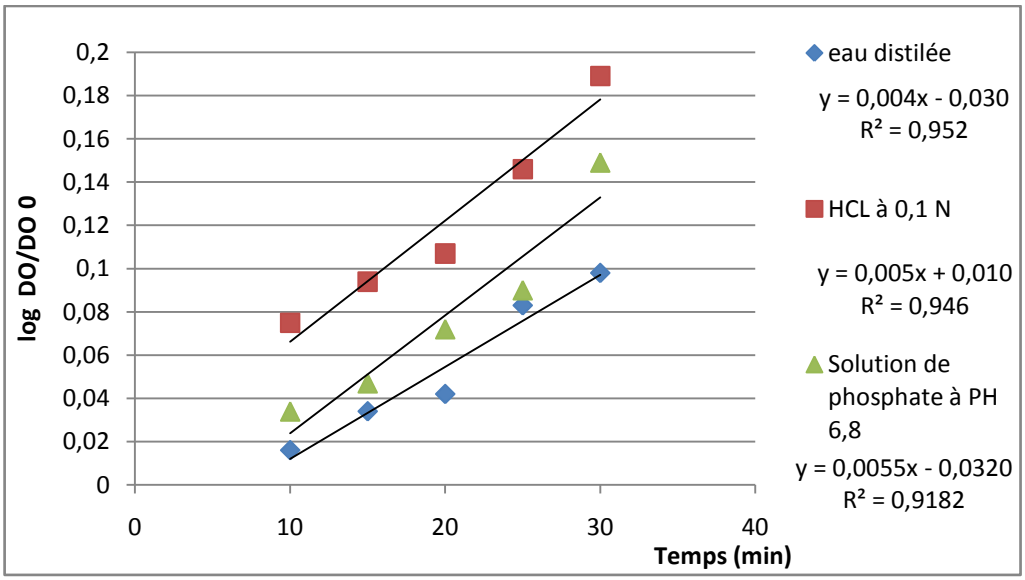


Fig 45 : **Cinétique de dissolution dans les coordonnées log-log pour les C (PD/Fe)**

Le profil de dissolution des comprimés augmente considérablement dans l'eau distillée comparé aux deux autres liquides examinés. Ce qui pourrait être dû à la structure moléculaire de la substance étudiée.

Les valeurs trouvés (k,n) sont données dans le tableau 26,

Tableau 26: Constantes de l'équation de Korsmeyer-Peppas appliquée sur les C (PD/Fe) (n = 6).

Milieu de dissolution	Coef de corrélation R^2	K	n	Type de diffusion
Eau distillée	0,9525	0,931	0,0043	Fickian
Solution HCL à 0,1 N	0,9465	1,023	0,0056	Fickian
Solution tampon phosphatée PH=6,8	0,9182	0,928	0,0055	Fickian

Les résultats montrent que la diffusion de pigment est de type Fickian dans tous les milieux de dissolutions appliquées.

La diffusion de la phycocyanine est de type de Fickian dans l'eau distilée (n=0,168) et dans HCl à 0,1 N (n= 0,336) alors que la dissolution dans la solution tompon phosphatée pH=6,8(n= 0,715) est de type non-Fickian **[3]**.

Conclusion

Conclusion :

Les potentialités de notre pays en matière de ressources phytogénétiques est bien connue. Mais les initiatives en termes de valeurs de cette flore sont limitées.

D'autre part, les dattes communes sont une autre richesse qui mérite une attention particulière.

Sur un autre plan, les industriels et les chercheurs ont orienté leurs activités en tenant compte de l'intérêt de plus en plus pour les consommateurs pour les produits biologique et de critère fonctionnalité.

Cette étude confirme globalement la possibilité d'utilisation des comprimés de datte comme support universel des poudres des plantes médicinales. En effet ; les résultats obtenus montrent que la poudre de datte se combine parfaitement avec les poudres de cinq plantes : (Artemisia herba alba, Trigonella foenum graecum L, Mentha piperita L ,Rhammus alaternus L, Salvia officinalis).

Cette recherche nous a permis à la caractérisation physicochimique de la poudre de datte et un criblage phytochimique de celle-ci et les poudres entières des plantes étudiées. En ce qui concerne la datte *Meh-Degla ;* la teneur en eau présente une valeur inférieure (13,17 %) ce qui facilite à l'aptitude à l'écoulement.

La caractérisation physique des poudres révèle un bon écoulement (L'angle de repos qui varie entre 27,09° et 36,25°), et en générale les poudres (D ; PM) sont conformément aux normes de la pharmacopée Européenne 6ème édition.

Concernant le criblage phytochimique des deux poudres ; l'étude à révéler la présence des composés phénoliques, flavonoïdes ainsi que les caroténoïdes dans toute les plantes étudiées y compris le fruit (Datte). Par contre les alcaloïdes ne sont présent que dans : AL et Fe. De plus, AR présente les teneurs les plus élevées en Tanins (17,567 mg EC/100 g d'extrait ±0,040) ; Flavonoïdes (20,610 mg EQ/100g d'extrait ±1,620) et en composés phénoliques (236,610 mg AG/100g d'extrait ±2,440). En outre, le Fe est le plus riche en caroténoïdes (15,87 mg E ßc/100g d'extrait ±0,05).

Suite aux résultats obtenus pour l'analyse sensorielle, seule la combinaison C2 (30% PD + 70% AL) a été retenue pour les autres analyses.A noter que les paramètres pharmaco-techniques pour C2 (diamètre=12,54±0,02mm ; Friabilité< 1% ; temps de désintégration 6mn ; dureté= 23±0,01kp) sont conformes à la pharmacopée européenne.(PH.2010).

Le test de dissolution évaluée par la mesure de la densité optique du milieu d'immersion montre que la cinétique de diffusion des pigments absorbés à 450nm est de type Fickian.

En perspectives nous envisageons à :

- Un test microbiologique et étude de l'activité antibactérienne ;
- Test de dissolution des principes actifs des comprimés ;
- Tester quelques activités biologiques (antihypertensive,antipaludique……..) et l'activité antioxydante qui répondent aux usages majeurs de la plante selon les résultats de l'enquête ethnobotanique ;

Le présent travail n'est que le commencement d'une longue investigation de l'étude des plantes médicinales d'Algérie. En l'occurrence ; les plantes étudiées ici devront se poursuivre pour identifier et caractériser de nouveaux médicaments traditionnels améliorés.

Références bibliographiques

1. **Abbas. A, (2005)** « *Variation in the Amount of Yield and in the Extract Composition Between Conventionally Produced and Micropropagated Peppermint and Spearmint* », dans *Journal of Essential Oil Research*, vol. 17, n° 1, January/February , p. 66–70
2. **Acourene S, Tama M; (1997).** Carractérisation physicochimique des principaux cultivars de datte de la région des ZIbans. Recherche agronomiques, N°1 ED. INRAA, pp 59-66.
3. **Adiba, B-D., Benamara ,S., Saidi ,N., Meksoud ,A.,(2010**.)Preliminary characterization of food tablets from date (Phoenix dactylifera L.) and spirulina (Spirulina sp.) powders.Powder Technology, vol. 208, pp. 725–730
4. **Afnor.(AF) ;(1982).** Recueil de normes françaises des produits dérivés des fruits et légumes jus de fruits. Ed. AFNOR, 325 p.
5. **Ahmed, A M. Abou-El-Ela, J. Jakupovic, A. A. Seif El-Din and N. Sabri (1990).** Eudesmanolides and other constituents from *Artemisia herba-alba*. *Phytochemistry*, 29 (11), 3661-3663.
6. **Ait Ameur, L, (2001)**.Analyse du processus de diffusion des sucres, des acides organiques et de l'acide ascorbique dans le systeme : Mech-Degla/Jus de citron.Mémoire de magister, Département de technologie alimentaire, Boumerdes, 80 p.
7. **Alanzi, F-K.(2010).**Utilization of date syrup as a tablet binder comparative study.Saudi Pharmaceutical Journal, vol.18, pp. 81–89.
8. **Al-Farsi M , Morris A. and Barron M., (2007).** Functional properties of Omani Dates (Phoenix dactylifera L.).*Acta Hort.*, 736: 479- 487
9. **Al-Shahib W., Marshall R. J.,(2003).** The fruit of the date palm: its possible use as the best food for the future? *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 54 : 247-259. [Abstract]
10. **Al-Shamaony L, Al Khazraji MS, Twaij HA (1994)**. Hypoglycemic effects of *Artemisia herba-alba* . II. Effect of a valuable extract on some blood parameters in diabetic animals. *J Ethnopharmacol,* **43(3)** : 167 - 171
11. **Al-Wailins,(1986)** Clin Exp Pharmacol Physiol. Jul. 13(7):569-73.
12. **Audigie C L.,(1978).** Manipulation d'analyse biochimique. Ed. Doin. Paris, pp : 27-74.
13. **Awad ,M- A .(2006)**.Water spray as a potential thinning agent for date palm flowers (Phoenix dactylifera L.) c.v. 'Lulu'. Scientia Horticulturae,vol. 111,pp.44–48.
14. **Baba Aissa F (1999)** Encyclopédie des plantes utiles. Librairie moderne, Alger, Algérie
15. **BABA AISSA F.(2000).** Encyclopédie des plantes utiles, flore d'Algérie et du Maghreb; P: xvii-xxxxv, 4-77,101-87.

16. **Bahorun, T. (1997).** Substances Naturelles actives: La flore mauricienne une source d'approvisionnement potentielle. Université de Maurice. AMAS, Food and Agricultural Research Council, Réduit, Mauritius , p 83
17. **Bailey, R.,(2005).** Functional foods in Japan: FOSHU ("Foods for Specific health Uses") and "Foods with Nutrient Function Claims". In: Hasler, C. (Ed.), Regulation of Functional Foods and Nutraceuticals.Blackwell Publishing, Ames, IA, pp. 247–261 (Chapter 15).
18. **Baliga, M-S., Baliga, B-R-V., Kandathil,S-M.,(2011)**. A review of the chemistry and pharmacology of the date fruits (Phoenix dactylifera L.). Food Research International, vol. 44, pp. 1812–1822
19. **Bauerfeind J C., (1972) .**Carotenoide vitamin A precursor and analogs in food and feeds, journal of agricultur and food chemistry 20(3) :456-473.
20. **Belguedj M., (2002).** Caractéristiques des cultivars de dattes dans les palmeraies du Sud-Est. Algérien, Ed. 3D.Alger, 289 p.
21. **BellakhdarH ;(1997)** Pharmacopée marocaine traditionnelle. Coll Médecine arabe et savoirs populaires, Ed IBIS Press 764 p Paris 13.
22. **Beloued A ; (2005).** Plantes médicinales de l'Algérie: 28-216.
23. **BELOUED. A (1998):** Se soigner par la nature ; office de publications universitaires 32-40,52-63
24. **Benamara S., Chibane H., Boukhlifa M. (2004).** Essai de formulation d'un yaourt naturel aux dattes. *Industries Alimentaires et Agricoles IAA*. Actualités techniques et scientifiques, N° ½ mensuel,11-14.
25. **Benchabane A., (1996).** Rapport de synthèse de l'atelier "Technologie et qualité de la datte". In Options méditerranéennes, série A, N° 28. Séminaires méditerranéens. Ed. IAM, Zaragoza, Spain, pp 205-210, les constituants principaux de la datte sont : la pectine, la cellulose, l'hémicellulose et la lignine.
26. **Benchabane A., Kechida F. et Bellal M. M.,(2000).** Caractérisation des substances pectiques et évaluation des autres composés pariétaux au cours de la maturation de deux variétés de datte d'Algérie. *Ann. Inst. Natl. Agron*., 21(1-2) : 33-39.
27. **Benflis S., (2006).** Caractéristiques biochimiques de l'extrait de datte variété sèche « Mech-Degla ». Mémoire d'ingénieur. Département d'agronomie. Batna, 49 p.).
28. **Biallo D., Sanogo R., Yasambou H. et autre (2004)** Étude des constituants des feuilles de *Ziziphus mauritiana* Lam. (Rhamnaceae). *C. R. Chimie.* 7 : 1073-1080
29. **Booij I., Piombo G., Risterucci J.M., Coupe M., Thomas D., Ferry M., (1992).** Etude de la composition chimique de dattes à différents stades de maturité pour la caractérisation

variétale de divers cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.). Fruits*, 47 (6) : 667-678.

30. **Boriky D, Berrada M, Talbi M, et al. (1996)** Eudesmanolides from *Artemisia herba-alba*. Phytochemical 43(1): 309
31. ***Bot,* (1960**), p.1025 [Encyclopédie. de la Pléiade]
32. ***Boudraa S ,(2004) ;*** La production de biomasse « Saccharomyces cervisiae » cultivée sur un milieu à base de datte variété sèche « Mech-Degla ».département d'agronomie.Batna ,60p.
33. **Bouguederi l., Maanani F., Missaoui M., Bounaga N., Dore J. C.,(1994).** Analyse typologique d'une population de palmiers dattiers males (*Phoenix dactylifera L.) au moyen de différentes approches multiparamétriques. Amélior. Prod. Agr. Milieu Aride*. 6 : 263-277.
34. **Boukef K (1986)** Les plantes dans la médecine traditionnelle tunisienne. Agence de coopération culturelle et technique, Paris Lemordant D (1977) Plantes utiles et toxiques de Tunisie. Fitoterapia 18: 191–214
35. **Bouraoui N., Lafi B., (2003)** Mémoire de fin d'études supérieures section nutrition humaine,Tunis.
36. ***Brown,R ;(1970)*** *;Hoslundia oppossta vahl* et *Orthosiphon pallidus royle ex benth*. Mémoire pour obtenir un diplôme Diplôme d'Etudes Approfondies (D.E.A) en Sciences Biologiques Appliquées, Burkina Faso
37. **Bruneton J. (1993)** Pharmacognosie et phytochimie des plantes médicinales. *2ème Ed Tec&Doc*. *Paris*. p 278-279.
38. **Bruneton J. (1999)** Pharmacognosie et phytochimie des plantes médicinales. *3ème Ed Tec&Doc*. *Paris*.
39. **Bruneton, J. (1991)**. Pharmiognosie, phytochimie, plantes médicinales, 2eme édition, Paris : Editions médicales internationales, *Tec et Doc Lavoisier*, p 1120
40. **Bruneton, J. (2009).** Menthe in : Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, 4e éd., Tec & Doc, Paris, p. 631-638.ISBN 978-2-7430-1188-8
41. **Cardon D., du Chatenet G. (1990).** "Le guide des teintures naturelles". Delachaux et Niestlé,Neuchâtel-Paris
42. **Cavin, A. (1999)**. Investigation phytochimique de trios plantes Indonésiennes aux propriétés antioxydantes et antiradicalaires: *Tinos poracispa* (Menispermacées), *Merremia emarginata* (Convolvalacées) *et Oropea enneanda* (Annonacées). Thèse de doctorat Lausanne, p 241

43. **Chantraine.F.(2006)**.Contribution a la résolution des problèmes posés par la présence de tension actif. Thèse en Biologie Science Sante. Université de LIMOGES.
44. **Chemli R, Dahmen M, Khaldi Abdelhamid et al. ;(2006)** Guide des plantes médicinales et aromatiques: 13-116
45. **Chibane, H., (2008)**. Aptitudes Technologiques de Quelques Variétés Communes de Dattes : Formulation d'un Yaourt Naturellement Sucre et Aromatise. These de doctorat spécialité génie alimentaire, Université de Boumerdès.
46. **Chibane, H., Benamara, S., Madani,K.,(2007)**. Possibility of obtaining yoghurt made with the addition of date powder of dry variety Mech-Degla. Journal of Saudi Chemical Society, Volume 11(3).
47. **Chibane, H., Benamara, S., Noui, Y., Djouab, A., (2007)**. Some physicochimical and morphological caracterisation of three varieties of Algerien commun dates.Europian journal of scientific research, vol.18 N° 1, pp. 134-140.
48. **Cuendet, M. (1999).** Recherche de nouveaux composés capteurs de radicaux libres et antioxydants à partir d'une plante d'Indonésie : « *Fagraea blumei* » (Loganiaceae) et de trois plantes d'altitude : « *Bartsia alpina* » (Scrophulariaceae), « *Loiseleuria procumbens* » (Ericaceae) et Camp, Thèse de doctorat, p 24
49. **Daas amiour.S ;(2009**);etude quantitative des composes phenoliques des extraits de trois varietes de dattes (*phoenix dactylifera l.*) et évaluation *in vitro* de leur activité biologique ;Université El-Hadj Lakhdar - Batna
50. **Dacosta Y., (2003).** Les phytonutriments bioactifs. Editions Yves Dacosta. Paris, 317 p.
51. **Daels-rakotoarison D. (1999)** Extraits polyphénoliques d'aubepine, de cola et d'eglantier. Thèse de doctorat. Université de Lille II. France. 172 (64).
52. **Daplet .F (2002).**Evaluation sensorielle manuelle méthodologique.2eme edition.Tec.Doc. Lavoisier.
53. **Debuigue, G., (1984),** Larousse des plantes qui guérissent, Librairie Larousse, p.5-6
54. **Decaux I. (2002)** Phytothérapie: mode d'emploi, Ed : Le Bien Public, 6-7.
55. **Demevre, J.F., (2004)**.Mécanismes et dynamique du mélange des poudres et caractérisation de l'homogénéité de mélanges de poudres. Centre des poudres et procédés. Ecole des Mines81013 ALBI Cedex 09.
56. **Djerbi M., (1994).** Précis de phoéniciculture. F.A.O. Rome, 192 p.
57. **Djerroumi A., et Nacef M. (2004).** 100 plantes médicinales d'Algérie. Ed *Palais du livre*.P 135 -131.

58. **Djouab, A., (2007)**. Contribution a l'identification des constituants mineurs de la datte Mech-Degla. Essai de valorisation par incorporation dans une recette de margarine allégée. Memoire de Magister spécialité génie alimentaire, Université de Boumerdès
59. **DOHOU, N., K. YAMNI, S. TAHROUCH , L.M. IDRISSI HASSANI, A. BADOC & N. GMIRA ;(2003)** Screening phytochimique d'une endémique ibéro marocaine, Thymelaea lythroides. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux* 142: 61-78.
60. **Duband F, Carnat AP, Carnat A et al.(1992)** [Aromatic and polyphenolic composition of infused peppermint, Mentha x piperita L.]. Ann Pharm Fr.;50:146-155.
61. **Duling E.N., Owen J.C., John B.G., Rosmary F.W., Kevin A.M., Yeap L.F., et Nigel B.P. (2007).** Extraction of phenolic and essential oil from dried sage (*Salvia officinalis*) using ethanol-water mixture. *Food chemistry*, 101 : 1417- 1424.
62. **Edeoga *et al*, (2005) ;**Evaluation of the chemical composition of two Nigerian medicinal plants
63. **Elqaj M., Ahami A. et Belghyti D. (2007).** La phytothérapie comme alternative à la résistance des parasites intestinaux aux antiparasitaires. Journée scientifique "ressources naturelles et antibiotiques". Maroc.
64. **Espiard E, (2002).** Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed. Tech et Doc Lavoisier, pp147-155
65. **Estanove .P., (1990).** Note technique : Valorisation de la datte. In Options méditerranéennes, série A, N°11.Systèmes agricoles oasiens. Ed. Ciheam, pp 301-318
66. **European Pharmacopoeia, 6th edition**, 2010.
67. **Favier J.C., Ireland R.J., Toque C., Feinberg M .,(1995).** Répertoire général des aliments. Ed. Tec et Doc-Lavoisier, INRA, p 897.
68. **Féret ,J.M ; (2009)** :Apport de la modélisation pour l'estimation de la teneur en pigments foliaires par télédétection ; thèse de doctorat, université pierre et marie curie, ile de France.
69. **Feinbrun-Dothan,N (1978). *Flora Palaestina*, part 3, 351-353,** The Israel Academy of sciences and humanities, Jerusalem
70. **Fiorucci S.,(2006).** Activités biologiques de composés de la famille des flavonoïdes : Approches par des méthodes de chimie quantique et de dynamique moléculaire. Thèse de doctorat. Université Nice-Sophia Antipolis, 212 p.
71. **Fouché J.G., A. Marquet et Hambuckers A (2000).** Les plantes médicinales de la plante au médicament, Exposition temporaire du 19.09. au 30.06.2000
72. **Francis Joannès,(2001)**. Dictonnaire de la civilisation mésopotamienne. Ed Robert Laffont,ISBN 2221092074.

73. **Friedman J., Yaniv Z., Dafni A., Palewitch D., Israel. J(1986)** Ethnopharmacol. Jun, 16(2-3):275-87.
74. **Gharabi Z Sand RL (2008).** *Artemisia herba alba* Asso. *A Guide to Medicinal Plants in North Africa* : 49 - 49.
75. **Ghazi F, Sahraoui S.,(2005).** Evolution des composés phénoliques et des caroténoïdes totaux au cours de la maturation de deux variétés de dattes communes : Tantboucht et Hamraïa. Mémoire d'ingénieur .Institut national d'agronomie. Alger, 81 p.
76. **Ghazi F., Sahraoui S.,(2005).** Evolution des composés phénoliques et des caroténoïdes totaux au cours de la maturation de deux variétés de dattes communes : Tantboucht et Hamraïa. Mémoire d'ingénieur .Institut national d'agronomie. Alger, 81 p.
77. **Gharabi Z Sand RL (2008)**. *Artemisia herba alba* Asso. *A Guide to Medicinal Plants in North Africa* : 49 - 49.
78. **Gravot, A. (2008)**. Introduction au métabolisme secondaire chez les végétaux. Equipe pédagogique Physiologie Végétale, UMR 118 APBV. Université de Rennes 1 – L2.
79. **Guingard, J. (1996)**. Biochimie végétale, Ed. Lavoisier, Paris, p 175-192. UE PHR.
80. **Gulias, J (2004**) « *Critical Stages in the Recruitment Process of Rhamnus Alaternus L.* », *Annals of Botany*, vol. 93, n^{o} 6, 2004-01-06, p. 723-731.
81. **Haddadi;H.(2005).** Determination de l'activité antioxydante de quelques fruit.Mémoire de magister.Université de Béjaia (FSNV), 76p.
82. **Hagerman, A.E. (2002)**. Tannin Handbook.Miami University, Oxford OH 45056
83. **Hans W.K. (2007).** 1000 plantes aromatiques et médicinales. *Terre édition*
84. **Harborne, J.B. et Baxter, H. (1993).** A handbook of bioactive compounds from plants. Phytochemical dictionary; Edition Taylor et Francis 449 p
85. **Hayes J-E., Allen,A., Brunton,N., O'Grady,M-N., Kerry,J-B.(2011).**Phenolic composition and in vitro antioxidant capacity of four commercialphytochemical products: Olive leaf extract (Olea europaea L.), lutein, sesamoland ellagic acid. Food Chemistry, vol.126,pp. 948–955.
86. **Hemingway, R.W. (1992).** Structural variation in proanthocyanidins and their derivatives. In: Lpant polyphenols: synthesis, proprieties, significande. Laks P.E, Hemingway R.W New York.
87. **HLADIK A. et HLADIK C. M. (1977)** .Significations écologiques des teneurs en alcaloïdes des végétaux de la forêt dense. Résultat des tests préliminaires effectués au Gabon. *La Terre et la Vie* , 31: 515-555.

88. **H0SKINS L.C. and ALEXANDER V. (1977)** Determination of carotenoïd concentrations in marine phytoplankton by resonance Raman spectrometry, Anal.Chem.,49 (6), p.695- 697
89. **Imad A, Abdul Wahab K. A., Robinson R. K., (1995).**Chemical composition of date varieties as influenced by the stage of ripening. *Food Chem.*, 54 : 305-309
90. **Iserin Paul (2001)**. Encyclopédie des plantes médicinales, Ed. Larousse-Bordas Paris, 14
91. **Jean-Baptiste FÉRET ;(2009);** Apport de la modélisation pour l'estimation de la teneur en pigments foliaires par télédétection. these de doctorat de l'universite pierre et marie curie .France.
92. **Jha, S.N., Kingsly, A.R.P., Sangeeta, C.,(2006).** Physical and mechanical properties of mango during growth and storage for determination of maturity. Journal of Food Engineering, Vol. 72, pp. 73–76.
93. **Jigna P, Sumitra V. Chanda (2007)**. In vitro Antimicrobial Activity and Phytochemical Analysis of Some Indian Medicinal Plants, Turk J Biol 31. 53-58.
94. **Justesen U., Knuthsen P. (2001)** Composition of flavonoids in fresh herbs and calculation of flavonoid intake by use of herbs in traditional Danish dishes. *Food chemistry* 73 : 245-250.
95. **Justine PASTRE, (2005) :** Intérêt de la supplémentation en antioxydants dans l'alimentation des carnivores domestiques. Thèse de doctorat-TOU3-4116
96. **Kansole, M.M.R. (2009).** Etude ethnobotanique, phytocuimique et activités biologiques de quelques lamiaceae du Burkina Faso: cas de *Leucas martinicansis (Jacquin).*
97. **Karnjanawipagul. P; W. Nittayanuntawech, P. Rojsanga and L. Suntornsuk (2010);** Analysis of ß-Carotene in Carrot by Spectrophotometry; Mahidol University Journal of Pharmaceutical Science ; 37 (1-2), 8-16
98. **Keller-Didier ; C ; (2004).** les plantes médicinales
99. **Khenfar B, (2004).** Contribution à l'étude de quelques caractéristiques morphologiques de quatre cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.)* dans la région de droh (Wilaya de Biskra). Mémoire d'Ingénieur. Département d'agronomie. Batna, 87 p
100. **Kim, D O., Lee, K.W., Lee, H. J. and Lee, C.Y., (2002).** Vitamin C Equivalent Antioxidant Capacity (VCEAC) of Phenolic Phytochemicals J. Agric. Food Chem. 50, 3713-3717.
101. **Kim, D-O.; Seung, W. J.; Lee, C.Y. (2003).** Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. Food Chemistry 81, 321–326.
102. **Korsmeyer, R.W., Gurny, R., Docler, E., Buri, P., (1983).** Peppas, Mechanism of soluterelease from porous hydrophilic polymers. *Int. Journal.Pharm.* Vol 15, pp 25–35.

103. **Le Floc'h E (1983)** Contribution à une étude ethnobotanique de la flore tunisienne. Programme flore et végétation tunisienne, Tunis
104. **Le Moel. G., Saverot-Dauvergne. A., Gousson. T. (1998)**. Le statut vitaminique. France: Editions Médicales Internationales, p 550.
105. **Lebham, (2005).** Thèse au laboratoire d'Ecophysiologie et de Biotechnologie des Halophytes et des Algues au sein de l'Institut Universitaire Européen de la Mer. (IVEM). Université de Bretagne Occidentale (UBO).
106. **Lee,O-H., Lee, B., Lee ,J., Lee, H-B,. Son, J-Y., Park,C-S., Shetty,K., Kim,Y-C. (2009)**.Assessment of phenolics-enriched extract and fractions of olive leavesand their antioxidant activities.Bio resource Technology, vol. 100, pp. 6107–6113.
107. **Linden G.,(1981).** Principales techniques d'analyse. Vol 2.Ed Tec et Doc- Lavoisier. Paris, 434 p.
108. **Longaray Delmare A.P., Ivete T.M.P., Liane A., Luciana A.S., et Sergio E. (2007).**Antibacterial activity of the essential oils of *Salvia officinalis* and Salvia triloba cultivated in south brazil. *Food chemistry*., 100 : 603-608.).
109. **Lubert, M.,(2000)** ; (Thèse). Aptitude à l'Ecoulement d'un Milieu Granulaire : Exploitation des Instabilités de Cisaillement et Evaluation du Vieillissement ", Ecole des Mines d'Albi, France.
110. **Lugasi, A ; Hovari, J ; Sagi, K.V ; et Biro, L. (2003).** The role of antioxidant phytonutriments in the prevention of diseases. *Acta. Biologica Szegedientsis* 1-4: 119-125
111. **M. Torrell, M. Cerbah, S. Siljak-Yakovlev and J. Valles (2003).** Molecular cytogenetics of the genus *Artemisia* (Asteraceae, Anthemideae): fluorochrome banding and fluorescence in situ hybridization. I. Subgenus Seriphidium and related taxa. Plant Systematics and Evolution, 239 (1-2),141-153.
112. **Maksimovic M., DAnijela V., Mladen M., Marija E.S., Sabaheta A., et Sonja S.Y.(2007).** Effet of the environmental condition on essential oil profile in two dinaric Salvia species : *Salvia brachydon vandas* and *Salvia officinalis L*. *Biochemical Systematics and Ecology*. 35 : 473-478
113. **Mansouri A., Embarek G., Kokkalou E., Kefalas P.,(2005).** Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripe date palm fruit (*Phoenix dactylifera*). *Food chem.*, 89 : 411- 426.
114. **Marrif HI, Ali BH, Hassan KM (1995)**. Some pharmacological studies on *Artemisia herbaalba* (Asso.) in rabbits and mice. *J Ethnopharmacol*, 49(1) : 51 - 55.

115. **Maurice Nicole (1997).** De l'herboristerie d'antan à la phytothérapie moléculaire du XXIe siècle, Ed : Lavoisier, Paris, 12-14
116. **McKay, D.L. et Blumberg, J.B. (2006**) A review of the bioactivity and potential health benefits of peppermint tea (Mentha piperita L.), Phytother. Res., 20, 619-633
117. **Meddleton, E; Kardasnami, J.C. (1993).** The flavonoids Advances. In: research since 1986. J B Harborne, Chapman and Hall, London,p 617-652 .
118. **Medic Sanic, M; Jasprica, I; Smolcic Bubalo, A; et Mornar, A. (2004).** Optimization of chromatographic conditions in thin layer chromatography of flavonoides and phenolic acids, *Croatica Chemica Acta*, p 361-366
119. **Melcion,J.,Ilari,J.(2003)**.Technologie des pulvérulents dans les IAA.Edition Tec & Doc.Lavoisier. Paris.
120. **Meligi, M.A., Sourial, G.F., (1982).** Fruit quality and general evaluation of some Iraqi date palm cultivars grown under conditions of barrage region.Ed : First symposium on the date palm, Saudi-Arabia, 23-25 March, pp. 212-220.
121. **Merchant, H.A., Shoaib, H.M., Tazeen, J., Yousuf, R.L.,(2006).** Once-daily tablet formulationand in vitro release evaluation of cefpodoxime using hydroxypropyl methylcellulose:a technical note, AAPS. *Pharm. Sci. Tech.* Vol 7, N° 3, pp 1–6.
122. **Modif. avril (2009).**Pharmacopée européenne, 6e éd., 2008
123. **Munier P, (1973).** Le palmier dattier. Ed. Maisonneuve, Paris, 221 p.
124. **Nabli M. A. (1989)**, Essai de synthèse sur la végétation et la phyto-écologie tunisiennes, tome I. Ed. MAB (Faculté des sciences de Tunis) Tunisie; 186-188 p.
125. **Noui, Y., (2007)**. Caractérisation physico-chimique comparative des deux tissus constitutifs de la pulpe de datte Mech-Degla. Memoire de Magister spécialité génie alimentaire, Université de Boumerdès.
126. **Noui .y.,(2001).** L'optimisation de la production de la biomasse"*Saccharomyces cerevisiae*" cultivé sur un extrait de datte. Mémoire d'ingénieur. Département d'agronomie. Batna, 62 p.
127. **Okoye, E-I., Onyekweli, A-O.,. Ohwoavworhua, F.O.,. Kunle,O.O. (2009)**. Comparative study ofsome mechanical and release properties of paracetamol tablets formulated withcashew tree gum, povidone and gelatin as binders.African Journal of Biotechnology Vol. 8 (16), pp. 3970-3973.
128. **Packer L., (2001)**. Flavonoids and other polyphenols. Ed Academic Press,California, 483 p.

129. **PARAKH, S. R. ; GOTHOSKAR, A. V. ; and KARAD ; M. T. ;(2003);** *A novel method for the study of water absorption rates by swellable matrices*, in *Pharmaceutical Technology*. p. 40-48.

130. **PE, Juin (2007)**. Pharmacopée Européenne. Sixième édition Tome 1, N°50.

131. **Perry.R, D.GreenPerry's Chemical Engineer's Handbook;(1997)** 7th edition, New York city : Mc,Graw- Hill.

132. **Pottier G.(1981),** Artemisia herba-alba. Flore de la Tunisie: angiospermes–dicotylédones–gamopétales, p 1012.

133. **Proksch P ;Hansel, R. Keller, K. Rimpler, H. Schneider, G. and Hrsg (Eds.), (1992):** Artemisia. In Hagers Handbuch der Pharmazeutischen Praxis. Springer-Verlag, Berlin, pp. 357-377.

134. **Quezel P, Santa S (1962)** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS, Paris, France

135. **Radulescu V., Silvia C., et Eliza O.(2004).** Capillary gas chromatography-mass spectrometry of volatile and semi volatile compound of *Salvia officinalis*. *Journal of Chromatography A.,* 1027 : 121-126

136. **Rameau, D. Mansion, G. Dumé, C. Gauberville, (2008) ;** Flore Forestière Française, guide écologique illustré, 3 région méditerranéenne, Ministère de l'agriculture et de la pêche, 2426 p.

137. **Ramesh, M.N., (2000).** Effet of cooking and drying on the thermal conducting of rice. *Int. Journal. Food. Properties.* Vol 3, N°1, pp77-92.

138. **Ribéreau-Gayon J., Peynaud E., Sudraud P., Ribéreau-Gayon P., (1972).** Sciences et techniques du vin. Tome 1. Ed. Dunod. Paris. 671 p.

139. **Ristic, D. Brikic, N.T. Zalfija; (1999)** (*Salvia Officinalis. L);* Bric D (ed) Institue for medicinal plants Josif Panacic. Belgrade and Art Grafik Belgrade; 151-167.

140. **Rock.E ; (2003) ;** stress oxydant, micronutriments et santé ; INRA – CRNH, unité des maladies métaboliques et micronutriments ; 63122 st genèschampanelle**.**

141. **Said O, Khalil K, Fulder S, Azaizels H (2002).** Ethnopharmacoligical survey of medicinal herbs in israil, the golen height and the west bank region; Journal of ethnopharmacoligical, 83: 251-263.s

142. **Saleh N A M, El- Negoumy S I, Abd-Alla, M F, Abou- Zaid M M, Dellamonica G, Chopin J (1985).** Flavonoid glycosides of *Artemisia monosperma* and A. *herba alba*. *Phytochemistry,* 24 : 201 - 203.

143. **Saleh NAM, El-Negoumy SI, Abou-Zaid MM (1987).** Flavonoids of *Artemisia judaica, A. monosperma and Artemisia herba-alba*. *Phytochemistry*, 26 : 3059 - 3064.

144. **Sanz;J.Fand J. A. Marco (1991)**. New eudesmanolide related to Torrentin from *Artemisia herba-alba* subsp. *Valentine*. *Planta med.*, 57, 74-76.

145. **Sass-Kiss A., Kiss J., Milotay P., Kerek M.M., Toth-Markus M. (2005).** Differences in anthocyanin and carotenoid content of fruits and vegetables. *Food Research International*, Volume 38, pages 1023 - 1029.

146. **Sawaya W.N, Khalil J.K, Safi W.M, Al-Shalat A, (1983);** Physical and chemical characterization of three Saudi date cultivars at various stages of development. Can. Ins. Food Sci Technol. J. 16,2, PP 87-93

147. **Shinoda, M; Nakajin, S; Oikawa; Sato, K; Kamogawa, A; Akiyama, Y, (1978);** Biochemical studies on vasodilatative factor in royal jelly, in Japanese, English Abstract. *Yakugaku Zasshi* 98:139-145.

148. **Siboukeur O.,(1997).** Qualité nutritionnelle, hygiénique et organoleptique du jus de dattes. Thèse Magister, INA.El-Harrach, Alger, 106 p.

149. **Sijelmassi A (2003)** Les plantes médicinales du Maroc. Ed Le Fennec, 117

150. **Silvina A. Bravo, M.C.L., Claudio J. (2002)**; Salomón, *In-vitro studies of diclofenac sodium controlledrelease from biopolymeric hydrophilic matrices.*, in *J Pharm Pharmaceut Sci*. p. 213-219.

151. **Singleton V. L., Orthofer R., Lamuela-Raventos R. M. (1999);** Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology.*299 : 152-178

152. **Soares, L.A.L., Ortega, G.G., Petrovick, P.R., Schmidt, P.C., (2005).** Dry granulation and compression of spray-dried plant extracts. *AAPS. Pharm. Sci. Tech*. Vol 6, N° 3, pp 359–366.

153. **Sofowora, A.,(1993)**. Medicinal Plant and Traditional Medicine in Africa. 2nd Edn., John Wiley and Sons, New York., USA., pp: 6-65.

154. **Sriamornsak, P., Thirawong, N., Weerapol, Y., Nunthanid,J., Sungthongjeen, S,(2007):** *Swelling and erosion of pectin matrix tablets and their impact on drug release behavior.* European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics, 67(1): p. 211-219.

155. **Statistiques Agricoles du Ministère de l'Agriculture , 2006.**

156. **Tastekin D, Atasever M, Adigüzel G, Keles M , Tastekin A (2006)**. Hypoglycaemic effect of Artemisia herba-alba in experimental hyperglycaemic rats. *Bull Vet Inst Pulawy*,50 : 235-238.)

157. **Teunou,E., Fitzpatrick,J-J., Synnott,E-C.(1999)**. Characterisation of food powder Fowability.Journal of Food Engineering, vol. 39, pp. 31-37.
158. **Thomas, O.P. (2009).** Métabolisme secondaire et Biosynthèse. Master 2 VEM. Univesité Nice Sophia Antipolis
159. **Touzi, A., (1997),** "Production d'éthanol à partir des déchets de dattes". Rev. Rech. Agro., N°1 pp. 53 – 58.
160. **Trease, G.E. and Evans, W.C. (2002).** Pharmacognosy. 15th Ed. Saunders Publishers, London. pp. 42-44, 221-229, 246-249, 304-306, 331-332, 391-393.
161. **Twaij HA, Al-Badr A (1988).** Hypoglycaemic activity of Artemisia herba-alba.*J Ethnopharmacol*, 24 (2-3) : 123 - 126.
162. **Usman, H., Haruna, A.K., Akpulu, I.N., Ilyas, M., Ahmadu, A.A. and Musa Y.M. (2005).** Phytochemical and Antimicrobial Screenings of the Leaf Extracts of Celtis integrifolia Lam. J. Trop. Biosci. 5 (2): 72-76.
163. **Usman, H. and Osuji, J.C. (2007).** Phytochemical and *in vitro* anti microbial assay of the leaf extract of Newbouldia leavis. Afr. J. Trad. CAM. 4(4): 476-480.
164. **Vernin G, Merad O, Vernin GMF, et al. (1995)** GC-MS analysis of Artemisia herba-alba Asso essential oils from Algeria, Food Flavors: Generation, Analysis and Process Influence. Elsevier science: BV, Greece
165. **Vigneau, C., (1985)**, *Plantes* médicinales : Thérapeutique - Toxicité, Ed. Masson, p.17-19 &p.222-224.
166. **Voca Sandra, Dobricevic Nadica, Dragovic-Uzelac Verica, Duralija Boris, Druzic Jasmina, Cmelik Zlatko, Skendrovic Babojelic Martina, (2008)**. Fruit Quality of NewEarly Ripening Strawberry Cultivars in Croatia. Journal of Food Technol. Biotechnol., Vol. 46 (3), pp. 292-298.
167. **Wichtl M, Anton R (2003)** Plantes therapeutiques. EMI/Tec et Doc, Paris, pp 216–9
168. **Yahiaoui K, (1998).** Caractérisation physico-chimique et l'évolution du brunissement de la datte Deglet-Nour au cours de la maturation. Thèse de Magister, INA. El-Harrach, Alger,103 p.
169. **Yashphe, J., Feuerstein, I., Barel, S., Segal, R., (1987).** The antibacterial and antispasmodic activity of Artemisia herba-alba Asso. II. Examination of essential oils from various chemotypes. Int. J. Crude Drug Res. 25, 89–96.
170. **Yi Z.-B., Yu Y., Liang Y.-Z., Zeng B. (2007)** In vitro antioxidant and antimicrobial activities of the extract of *Pericarpium Citri Reticulatae* of a new Citrus cultivar and its main flavonoids, *LWT-Food Science and Technology*. 4 : 1000-1016.

171. **Zenk, M.H., Juenger, M. (2007)** Evolution and current status of the phytochemistry of nitrogenous compounds. Phytochemistry Review 68, 2757 – 2772
172. **Zhang , L-H, Huai-de Xu , Shun-feng Li., (2009)**.Effects of micronization on properties of Chaenomeles sinensis (Thouin) Koehne fruit powder.Innovative Food Science and Emerging Technologies, vol. 10, pp. 633–637.
173. **Zhishen, J., Mengcheng, T., & Jianming, W. (1999).** The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chemistry, 64, 555– 559.

Les sites web :

www.wikipidia.com

Annexe

Annexe 1

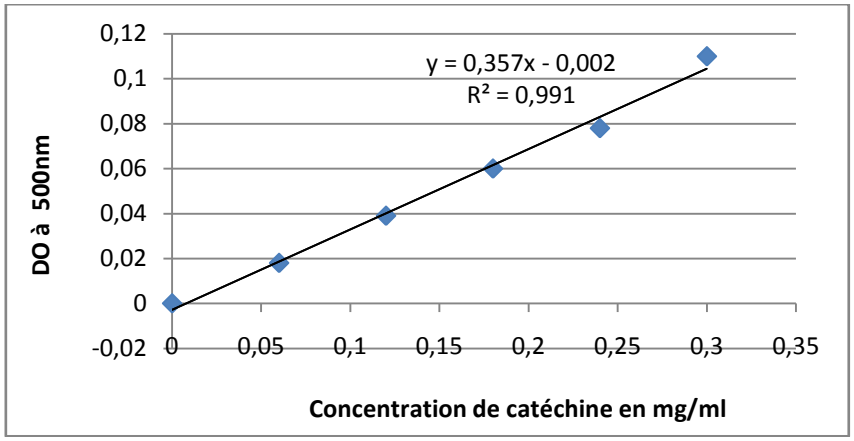


Image 1 : Courbe d'étalonnage de la catéchine

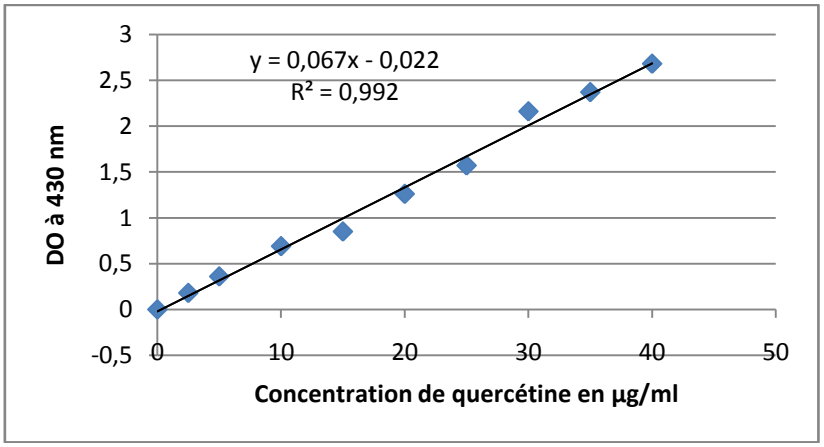


Image 2 : Courbe d'étalonnage de la quercétine

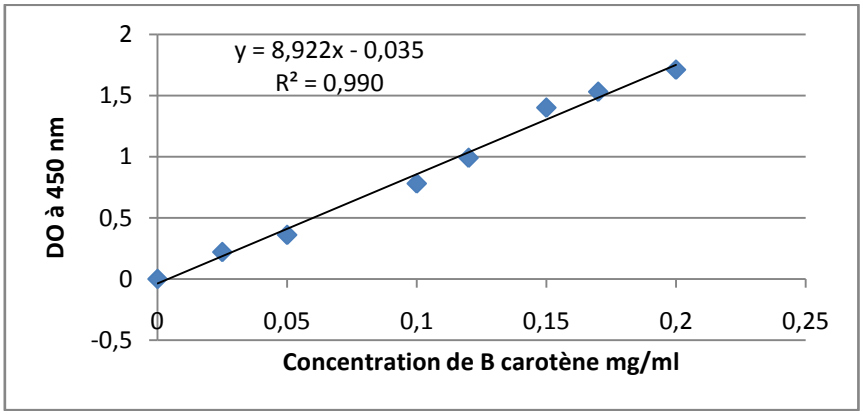


Image 3 : Courbe d'étalonnage de la B carotène

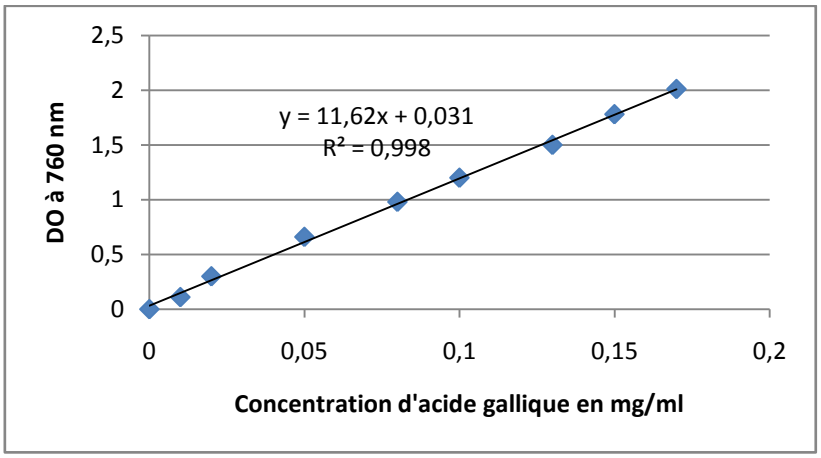


Image 4 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique

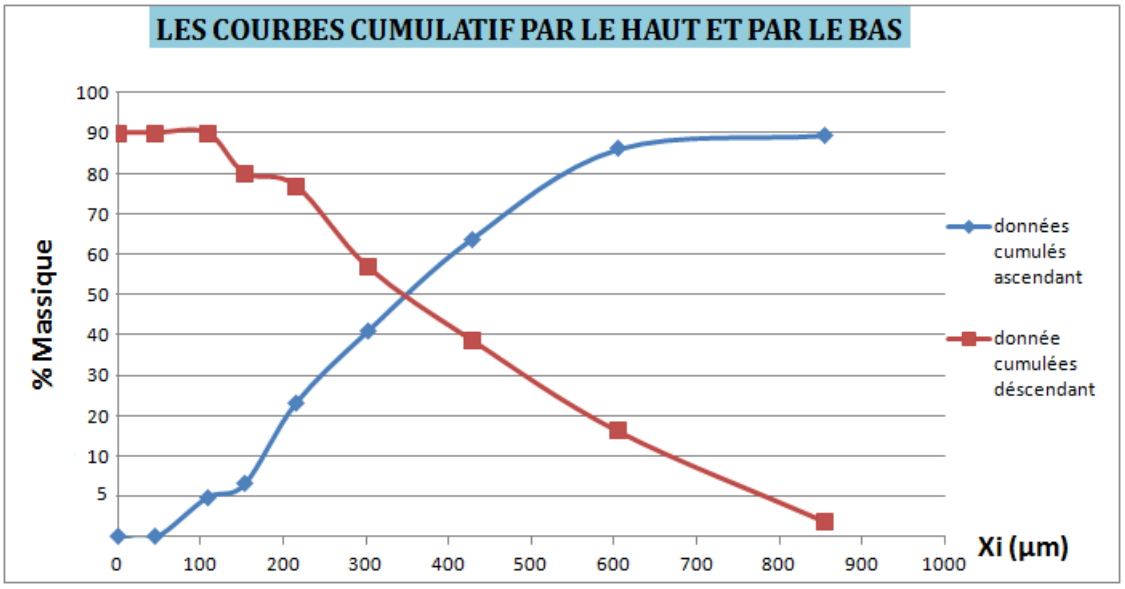
Model de questionnaire pour l'évaluation hédonique (échelle de cotation)

- L'échantillon (comprimé) n° ……
- Gouter et cocher le numéro correspondant selon votre avis :

Test à évaluer / L'avis du sujet	Gout	Aspect (dureté)
Très désagréable		
Assez désagréable		
Assez agréable		
Très agréable		

La distribution granulométrique en masse (mi exprimé en pourcentage) est calculée dans le tableau suivant :

ouverture tamis	tamis vide	tamis plein	mi	Xi	↗	↘ cumulé
						100
0	431	431	**0**	**0**	0	100
90	438,1	438,1	**0**	**45**	0	100
125	428,1	438	**9,9**	**107,5**	9,9	100
180	454,4	457,6	**3,2**	**152,5**	13,1	90,1
250	453,7	473,9	**20,2**	**215**	33,3	86,9
355	481,9	499,8	**17,9**	**302,5**	51,2	66,7
500	466,7	489,3	**22,6**	**427,5**	73,8	48,8
710	505,7	528	**22,3**	**605**	96,1	26,2
1000	522,6	526	**3,4**	**855**	99,5	3,9



Xi moyen (µm) = 350 µm

Annexe 2

Appareillages utilisés :

- Balance analytique OHAUS, type Adventurer ;
- Centrifigeuse, type Heettich, Rotanta/S ;
- Etuve, type Heraeus ;
- Materiel courant de laboratoire ;
- Rotavapor, type laborota 4000 ;
- Spectrophotometre UV- visible, type Shimadzu UVmini1240 ;
- Agitateur mécanique type KIKA-WERK
- Appareil de la friabilité Dactylographier,ERWIKA TA 40
- Appareil de la dureté ERWIKA TBH 30 MD de dureté,
- Appareil de l'essai désagrégation ERWIKA ZT 31 ;
- Appareil de dissolution Caliva ;
- Mélange TURBULA,
- Appareil de tassement,
- Appareil pour test d'écoulement,
- Dessiccateur à infrarouge (precisia),
- Presse manuelle ;HERZOG.Philips
- Presse semi alternative ED.Frogerais,OA 307