

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMCCEN

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et des Sciences de la Terre et de
l'Univers
Département de biologie



MÉMOIRE

Présenté par
BELABED Hanane
BENKHELIFA Imane

En vue de l'obtention du Diplôme de MASTER En Génétique

Thème

**Étude phytochimiques de quatre variétés de prunier
(*Prunus domestica. L*) au niveau de Tlemcen et valorisation
des noyaux de prune.**

Soutenu le :11 /07/2023 devant le jury composé de :

Président	GAOUAR Semir S. B	Professeur	Université de Tlemcen
Encadreur	SELKA Sarra	Phd	Université de Tlemcen
Examinatrice	LOUKIDI Bouchra	Professeur	Université de Tlemcen

Année universitaire 2022/2023.

REMERCIEMENTS

Que Dieu Tout-Puissant nous accorde le succès dans la réalisation de ce mémoire que nous considérons comme le reflet de nos efforts et de nos résultats académiques. Nous rendons hommage et exprimons nos gratitude à Dieu qui a fait de la science une lumière qui illumine nos vies...

Que Dieu leur accorde une longue vie et augmente leurs bonnes actions.

C'est le poète Ahmed Shawky qui a dit :

« Levez-vous pour le professeur, montrez-lui votre respect Le professeur pourrait être un messenger »

Cette strophe poétique résume la place et le rôle de l'enseignant dans la formation de l'élève. Nous remercions chaleureusement notre professeur GAOUAR SUHEIL BECHIR SEMIR pour sa confiance et son espoir en nous. Il a su nous inculquer des valeurs morales sûres telles que la persévérance, l'amour du travail bien fait et l'ambition de réussir. Nous tenons à le féliciter d'avoir pris l'initiative d'ouvrir le champ de la recherche scientifique, d'attirer les étudiants vers sa branche de la génétique, et de les inciter à s'engager dans de nouvelles expériences scientifiques.

Le passage de la théorie à la pratique a été une expérience utile pour notre étude scientifique sur le développement de la production locale du pays.

Nous sommes heureux de présenter nos sincères remerciements et éloges à notre superviseur madame SELKA SARRA qui nous a soutenues dans la préparation et la réalisation de cette recherche avec sa patience, son humilité et sa vigilance constante.

Nous tenons à remercier madame LOUKIDI BOUCHRA d'avoir accepté d'examiner ce mémoire, et également pour sa disponibilité à notre égard.

Nos vifs remerciements vont également à madame MILIANI NORIA notre Co-encadreur pour son aide, sa compétence, sa patience et ses conseils bien avisés, pour ses remarques constructives qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

Nos remerciements s'adressent aussi à monsieur HABI SALIM, ingénieur du laboratoire N°5 au Département de Biologie, Université Abou Bekr Belkaïd-Tlemcen, pour sa disponibilité et son aide précieuse.

Un grand merci à madame ZIANE DJAMILA pour ses conseils concernant notre style d'écriture ; ils ont grandement facilité notre travail

Enfin nous voudrions exprimer notre reconnaissance envers les amis et collègues qui nous ont apporté leur soutien moral et intellectuel tout au long de notre parcours.

DEDICACE

C'est grâce à Dieu tout puissant, qui a tracé mon chemin, que j'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie à :

Ma tante SALIHA, que Dieu ait pitié de son âme, qui était mon soutien et qui, je l'espérais, témoignerait de ma réussite et verrait la fierté dans ses yeux.

*ma mère ZOHRA, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis, ses précieux conseils et son assistance. Reçois donc
maman,*

L'expression de mon éternelle gratitude.

Mon père MOSTAPHA, qui peut être fier de trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations. Merci papa, pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venus de toi.

Mes sœurs SANAE, ILHEM et FATIMA et mes frères MOHAMMED et LOTFI qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

À toute la famille BELABED

Ma grand-mère paternelle, DABOUZA RABHA, que Dieu prolonge sa vie, et à ma grand-mère maternelle, MEZWAR NABIYA, que Dieu ait pitié de son âme.

Mes amis YASSINE-L, ISLEM, KARIM, HOUSSEM, IKREM, ILHEM.

J'ai aussi l'honneur de dédier ce travail

À ma très chère binôme IMANE et à sa famille ainsi qu'à toute ma promotion de génétique 2023/2024.

HANANE

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soit les termes embarrassés,

Je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

A l'homme, mon précieux offre du dieu, et tout mon respect : mon chère père

ABDELKARIM

A la femme qui souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non a

Mes exigences et qui n'à épargné aucun effort pour me rendre heureuse :

Mon adorable mère SETILA SALIMA

A ma sœur BADRA et mon frère ABDERRAHMAN que dieux les protège et leur

offre la chance et le bonheur

Mes amis HASNAOUI IKRAM et MISOUM OUMAIMA, BENSMINE HADJAR

NESRINE et BENAÏSSA KHALISA, BENDJEMAI ISLAM et BELHADJ AMINE

et YASSINE LOUNADI, Sarah BENYAHIA et toute les membre de Club Gène

Teams qui n'ont pas cessée de m'encourager et soutenir tout au long de mes études

À ma très chère binôme HANANE et à sa famille ainsi qu'à toute ma promotion de

génétique 2023/2024

IMANE

Résumé (Etude phytochimique)

La présente étude a pour le but de réaliser une analyse phytochimique et d'évaluer l'activité biologique et antioxydante des extraits préparés à partir des feuilles de différentes variétés de prunes, notamment la prune rouge, la prune violette (*Californie*), la prune jaune (*Golden -Japan*) et la prune verte (*Reine-Claude verte*). Les résultats obtenus en termes de présence de polyphénols et de flavonoïdes sont positifs pour tous les extraits foliaires des quatre variétés mais leur quantité varie d'une variété à l'autre, ainsi que l'analyse du CAT et du DPPH a révélé la présence d'activité oxydante dans l'extrait de feuilles des quatre variétés de prunier étudiées, Ces résultats mettent en évidence l'importance des feuilles de prunier en tant qu'antioxydant dans le traitement de nombreuses maladies.

Mots clés : Prunier, *Prunus domestica. L*, phytochimique.

Abstract

The purpose of this study was to conduct a phytochemical analysis and to evaluate the biological and antioxidant activity of extracts prepared from the leaves of various plum varieties, including red plum, purple plum (California), yellow plum (Golden -Japan) and green plum (Queen Claude Green). The results obtained in terms of the presence of polyphenols and flavonoids are positive for all leaf extracts of the four varieties but their quantity varies from one variety to another, as well as analysis of CAT and DPPH revealed the presence of oxidizing activity in the leaf extract of the four plum varieties studied, These results highlight the importance of plum leaves as an antioxidant in the treatment of many diseases.

Keywords : Plum, *Prunus domestica. L*, phytochemical

ملخص

الدراسة الحالية تهدف إلى إجراء تحليل فوتوكيميائي وتقييم النشاط البيولوجي والمضاد للأكسدة للمستخلصات المحضرة من أوراق مختلف أصناف البرقوق، بما في ذلك البرقوق الأحمر والبرقوق البنفسجي (كاليفورنيا) والبرقوق الأصفر (الذهبي - اليابان) والبرقوق الأخضر (الملكة كلود الخضراء). أظهرت النتائج الحاصلة بالنسبة لوجود البوليفينولات والفلافونويدات إيجابية لجميع المستخلصات الورقية للأصناف الأربعة، ولكن تختلف كميتها من صنف إلى آخر، كما كشف تحليل الكاتاليز والديهيدروبيربيل الكبريتي عن وجود نشاط مضاد للأكسدة في مستخلص أوراق جميع أصناف البرقوق الأربعة المدروسة. تسلط هذه النتائج الضوء على أهمية أوراق البرقوق كمضادات أكسدة في علاج العديد من الأمراض .

الكلمات الرئيسية: برقوق، الكيمياء النباتية

Résumé (Extraction d'huile)

Notre objectif vise à extraire l'huile de prune naturelle à partir du noyau de prune utilisé comme matière première, en suivant des méthodes traditionnelles qui comprennent le séchage, le broyage et la purification, cette méthode d'extraction garantit l'obtention d'une huile 100% pure et naturelle, préservant ainsi tous les principes actifs contenus dans les amandons.

Le rendement d'huile végétal de prune est exprimé en millilitre (ml), les résultats de l'extraction d'huile végétale de prune à montrer que la quantité d'huile de prune est très faible, dont on a obtenu une quantité de 5 ml d'huile à partir de 7 kg d'amandons de prune. Bien que la quantité d'huile de prune soit faible par rapport à la quantité d'amandons utilisée, elle reste une huile naturelle qui conserve ses propriétés bénéfiques, ce qui en fait un produit précieux malgré sa rareté.

Mots clés : Huile végétal, prune, extraction traditionnelle.

Abstract

Our goal is to extract natural plum oil from the plum core used as a raw material, following traditional methods that include drying, crushing and purification, this extraction method guarantees a 100% pure and natural oil, thus preserving all the active ingredients contained in the amendons.

The yield of plum vegetable oil is expressed in milliliters (ml), the results of prune vegetable oil extraction show that the amount of plum oil is very low, 5 ml of oil was obtained from 7 kg of plum amendons. Although the amount of plum oil is small compared to the amount of amendons used, it remains a natural oil that retains its beneficial properties, making it a precious product despite its scarcity.

Keywords : Vegetable oil, plum, traditional extraction.

ملخص

هدفنا هو استخراج زيت البرقوق الطبيعي من نواة البرقوق المستخدمة كمادة خام، باستخدام الطرق التقليدية التي تشمل التجفيف والطحن والتنقية. تضمن هذه الطريقة الحصول على زيت نقي 100% وطبيعي، مما يحافظ على جميع المكونات النشطة الموجودة في اللوز .

يتم تعبير إنتاج زيت البرقوق النباتي بالميليلتر (مل). أظهرت نتائج استخراج زيت البرقوق النباتي أن كمية زيت البرقوق ضئيلة جداً، حيث تم الحصول على 5 مل من الزيت من 7 كيلوغرامات من نواة البرقوق. على الرغم من أن كمية زيت البرقوق قليلة بالمقارنة مع كمية نواة البرقوق المستخدمة، فإنه لا يزال زيتاً طبيعياً يحتفظ بخصائصه المفيدة، مما يجعله منتجاً قيماً على الرغم من ندرته.

الكلمات الرئيسية: زيت نباتي، برقوق، استخراج تقليدي.

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Fleurs et feuilles de (<i>Prunus domestica. L</i>) (photo réel ,2021).....	5
Figure 2: Fruit de (<i>Prunus domestica. L</i>) (photo réel, 2021).....	6
Figure 3 : Présentation de quelques variétés de pruniers (ANONYME, 2010).....	10
Figure 4: Stades phrénologiques du prunier (Mahadjane, 2013).....	12
Figure 5: les Classes des métabolites secondaires (Krief S, 2003).....	15
Figure 6 : Relations entre métabolisme secondaire et métabolisme primaire (Gravot, 2009).....	16
Figure 7: Structure de l'enchaînement benzo -y-pyrone (Chedira, K,2005).	22
Figure 8:Structure d'un tanin condensé (a) et d'un tanin hydrolysable (b) (Achat, 2013).	24
Figure 9: la balance pro-oxydants et antioxydants (Sekkiou, 2017).	28
Figure 10:: Origine extra-et intracellulaire des radicaux libres dérivés de l'oxygène (Afonso et al ,2006).	29
Figure 11: Un schéma expliquant la peroxydation lipidique (Favier, 2003).	30
Figure 12:Un schéma expliquant l'oxydation de l'ADN (Haleng et al, 2007).....	31
Figure 13:Schéma expliquant l'oxydation des protéines (Migdal et al, 2011).	32
Figure 14 : Part de la production de Prunes par région (FAO, 2020).	37
Figure 15: Superficie récoltée et Production de Prunes en Algérie (FAO, 2020).....	37
Figure 16: Les feuilles de pruniers séchées (photo réel, 2023).	43
Figure 17: Préparation de l'extrait méthanoïque (photo réel, 2023).	44
Figure 18:Macération pendant 24 h (photo réel ,2023).	45
Figure 19:Evaporation avec un évaporateur rotatif (photo réel ,2023).....	46
Figure 20:Filtration de l'extrait sur du papier filtre (Photo réel ,2023).....	46
Figure 21: Les différentes méthodes utilisées pour le dosage des polyphénols (photo réel, 2023).....	47
Figure 22: Les méthodes utilisée pour le dosage des flavonoïdes (photo réel,2023).	48
Figure 23:les différentes méthodes utilisées pour la capacité antioxydant totale (photo réel,2023).	49
Figure 24 : Les différentes méthodes utilisées pour le DPPH (Photo réel,2023).	50
Figure 25: Les graines de prunier (photo réel ,2023).	51
Figure 26 : Principe méthodes de l'extraction d'huile de prune (photo réel ,2023).	52
Figure 27 : Les étapes d'extraction d'huile de prune (photo réel ,2021).....	53
Figure 28: Secteur qui montre les rendements de l'extrait de la feuille de <i>prunus domestica .L</i> de différentes variétés.....	54
Figure 29: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.....	55
Figure 30: les résultats obtenus par l'analyse phytochimique du dosage de polyphénols totaux (photo réel ,2023).....	56
Figure 31:Diagramme qui montre les Teneurs en polyphénols totaux dans l'extrait préparés des feuilles de <i>prunus dometica</i> de différentes variétés.	56
Figure 32:Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des flavonoïdes.	58
Figure 33: Résultat des dosages de flavonoïde dans l'extrait préparé des feuilles de <i>prunus domestica. L</i> (photo réel ,2023).	58
Figure 34:Diagramme qui montre les Teneurs en flavonoïde dans l'extrait préparés des feuilles de <i>prunus domestica. L</i> de différentes variétés.	59
Figure 35: Histogramme qui montre les teneurs en polyphénols totaux et flavonoïdes dans l'extrait préparés des feuilles de <i>prunus domestica. L</i> de différentes variétés.....	60
Figure 36: courbe d'étalonnage de capacité antioxydante totale.....	61
Figure 37: résultants de L'Analyses d'activités antioxydante des extraits de <i>prunus domestica. L</i> (photo réelle.2023).....	61
Figure 38: histogramme montré les résultants de l'analyses d'activités antioxydante des extraits des extraits de <i>prunus domestica. L</i>	62
Figure 39: Pourcentage d'inhibition du radical libre du DPPH en fonction de concentrations.....	63

Figure 40: Résultats de L'activité anti radicalaire des extraits préparés des feuilles de <i>prunus domestica. L</i> par méthode de DPPH.	63
Figure 41: pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations des quatre variétés de <i>prunus domestica. L</i>	64
Figure 42: Graphe des individus et des modalités.	68
Figure 43: Les bienfaits de l'huile de prune végétal (photo réel.2023).	69
Figure 44: utilisation d'huile végétale de prune (photo réel ,2023).	70
Figure 45: produits extraits de prunes et leurs noyaux (jus, confiture, crème, gommage).....	70

LIST DES TABLEAUX

Tableau 1: Des PORTE-greffes spécifiques aux vigueurs d'arbres de pruniers (Seyer, 2007).....	7
Tableau 2: Les principales viroses des pruniers (GAUTIER, 2001).	13
Tableau 3: Principales maladies cryptogamiques des pruniers (GAUTIER, 2001).....	14
Tableau 4: Principaux produits du métabolisme secondaire (Merghem, 2009).....	17
Tableau 5: Principales classes de composés phénoliques (Macheix <i>et al</i> , 2005).	19
Tableau 6: Les principaux acides hydroxycinnamiques (Zeghad ,2009).....	20
Tableau 7: les principaux acides hydrobenzoïque (Zeghad ,2009).....	20
Tableau 8:les principaux types de coumarines (zeghad, 2009).	21
Tableau 9 : Principales classes des flavonoïdes (Narayana et al. 2001 ; W- Erdman et al. 2007 ; Zeghad, 2009).	23
Tableau 10 : Activités pharmacologiques et biologiques de certaines classes de composés.	26
Tableau 11:Principaux vitamines et minéraux du prunier(USDA National Nutriment data base ,1992).	39
Tableau 12 : Zone d'étude, nombre d'arbres, date de prélèvement.	43
Tableau 13:les rendements et les masse du résidu de l'extrait des feuilles de <i>Prunus domestica. L</i> des différentes variétés.....	54
Tableau 14: Teneurs en polyphénols totaux dans l'extrait préparés des feuilles de <i>prunus domestica. L</i> de différentes variétés.....	55
Tableau 15 : Teneurs en flavonoïde dans l'extrait préparés des feuilles de <i>prunus domestica. L</i> de différentes variétés.....	59
Tableau 16: Capacité antioxydante totale (CAT) dans l'extrait préparé des feuilles de <i>prunus domestica. L</i> de différentes variétés.....	62
Tableau 17: IC 50 des différents extraits préparés des feuilles <i>prunus domestica. L</i> et d'acide ascorbique.	64
Tableau 18: analyse descriptive de teneur des polyphénols totale, des flavonoïdes et la capacité antioxydante totale (CAT) dans les extraits préparés des feuilles de <i>prunus domestica. L</i> de prune rouge.....	65
Tableau 19: analyse descriptive de teneur des polyphénols totale, des flavonoïdes et la capacité antioxydante totale (CAT) dans les extraits préparés des feuilles de <i>prunus domestica. L</i> de Californie.....	65
Tableau 20: Analyse descriptive de teneur des polyphénols totale, des flavonoïdes et la capacité antioxydante totale (CAT) dans les extraits préparés des feuilles de <i>prunus domestica. L</i> de Golden Japan.	66
Tableau 21: Analyse descriptive de teneur des polyphénols totale, des flavonoïdes et la capacité antioxydante totale (CAT) dans les extraits préparés des feuilles de <i>prunus domestica. L</i> de Reine Claude.	66
Tableau 22: Corrélations de Pearson	67

SOMMAIRE

Résumé (Etude phytochimique).....	I
Abstract.....	II
ملخص.....	III
Résumé (Extraction d'huile).....	IV
Abstract.....	V
ملخص.....	VI
LISTE DES FIGURES	VII
LIST DES TABLEAUX.....	IX
SOMMAIRE.....	X
INTRODUCTION GENERALE	1
PARTIE I SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	
I. CHAPITRE I GENERALITES SUR LE PRUNIER (<i>prunus domestica. l</i>).....	3
1. DEFINITIONS	3
2. SYSTEMATIQUE CLASSIQUE DU PRUNIER	3
3. ORIGINE ET ENVIRONNEMENT	3
4. CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES DU PRUNIER.....	4
5. MORPHOLOGIE DE PRUNUS DOMESTICA. L.....	5
5.1. Système racinaire.....	5
5.2. Tronc	5
5.3. Feuilles.....	5
5.4. Fleurs	6
5.5. Fruits.....	6
5.6. Noyaux.....	6
6. PORTE-GREFFES	7
7. REPARTITION GEOGRAPHIQUE	8
8. GENETIQUE DE L'ESPECE.....	8
9. DIFFERENTS TYPES DE PRUNIERES	8
9.1. Prunier Japonais	9
9.1.1. Variété Golden Japon	9
9.1.2. Variété Santa Rosa.....	9
9.2. Prunier Européen.....	9
9.2.1. Les mirabelles	9
9.2.2. Reine Claude dorée	9
9.2.3. Variété Quetsche	9

9.2.4.	Diversité d'Ente (Agen)	9
10.	CYCLE BIOLOGIQUE DU PRUNIER	11
10.1.	Le cycle de développement des pruniers	11
10.2.	Cycle phénoménologique du prunier	11
10.2.1.	Fleur	11
10.2.2.	Mise à fruits	11
10.2.3.	Maturation.....	12
11.	PRINCIPALES MALADIES DES PRUNIER.....	13
11.1.	Les maladies liées au virus.....	13
11.2.	Les maladies fongiques.....	13
II.	CHAPITRE II METABOLISMES SECONDAIRES.....	15
1.	METABOLITES PRIMAIRES.....	15
2.	METABOLITES SECONDAIRES.....	15
2.1.	Généralités.....	15
2.2.	Relation entre métabolisme secondaire et primaire	16
2.3.	Rôle biologique	16
2.4.	Métabolites secondaires hydrophylques.....	16
3.	PRINCIPAUX METABOLITES SECONDAIRES.....	17
3.1.	Composés phénoliques.....	18
3.1.1.	Définition	18
3.1.2.	Principales classes de polyphénols.....	18
3.1.3.	Acides phénoliques simples.....	20
3.1.4.	Les coumarines	21
3.1.5.	Les flavonoïdes	21
3.1.5.1.	Définition	21
3.1.5.2.	Structure.....	22
3.1.5.3.	Classification.....	22
3.1.6.	Rôle de polyphénols	25
3.1.7.	Rôle des composés phénoliques	26
3.2.	PRINCIPAUX COMPOSES PHENOLIQUES DES PRUNES.....	27
3.3.	PRINCIPAUX COMPOSES PHENOLIQUES DES PRUNEAUX.....	27

III. CHAPITRE III STRESS OXYDATIVE.....	28
1. LE STRESS OXYDATIF	28
1.1. Définition	28
1.2. Origines du stress oxydant.....	29
1.3. Effets du stress oxydatif sur la structure moléculaire.....	29
1.3.1. Peroxydation lipidique.....	29
1.3.2. Présentation	29
1.3.3. Propagation	30
1.3.4. Finition.....	30
1.4. Oxydation de l'ADN.....	31
1.5. Oxydation des protéines.....	32
2. LES RADICAUX LIBRES	32
2.1. Signification	32
2.2. Différents types de radicaux libres	32
2.2.1. Radicaux libres primaires.....	32
2.2.2. Radicaux libres secondaires.....	33
3. LES ACTIVITES ANTIOXYDANT	33
3.1. Définition des antioxydants.....	33
3.2. Types de systèmes antioxydants.....	33
3.2.1. Antioxydants enzymatiques	33
3.2.2. Superoxyde dismutase (SOD)	33
3.2.3. Catalase (CAT).....	34
3.2.4. Glutathion peroxydase (GPx).....	34
3.3. Mécanisme d'action des antioxydants	34
3.4. Effets des antioxydants sur la santé.....	34
3.5. Deux modes d'action des polyphénols.....	35
IV. CHAPITRE IV IMPORTANCE SOCIO-ÉCONOMIQUE.....	36
1. IMPORTANCE ECONOMIQUE DE PRUNE	36
2. CONTENU NUTRITIONNEL ET VALEUR.....	38
3. IMPORTANCE ALIMENTAIRE	40
4. LES HUILES VEGETALES	40
4.1. Définition	40
4.2. Technique d'extraction	40

PARTIE II PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I MATERIELS ET METHODES.....42

I. ANALYSES PHYTOCHIMIQUES42

1. L'étude phytochimique 42
2. Objectif 42
3. Matière végétale..... 42
4. Préparation des extraits..... 44
 - 4.1. Préparation des extraits bruts hydro-méthanoliques :..... 44
 - 4.2. Mode opératoire..... 44
 - 4.2.1. Préparation l'extrait 44
 - 4.2.2. La macération 44
 - 4.2.3. Filtration 45
 - 4.2.4. Evaporation des extraits 46
5. Le rendement de l'extraction..... 46
6. Analyse quantitative et dosages biochimiques 47
 - 6.1. Dosage des polyphénols totaux..... 47
 - 6.2. Dosage des flavonoïdes 48
7. Analyses d'activités antioxydante des extraits 48
 - 7.1. Capacité antioxydante totale (CAT) 49
 - 7.2. Piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényle-1-picrylhydrazyl)..... 49
8. Analyses statistiques..... 51

II. EXTRACTION D'HUILE VEGETALE DE PRUNE51

1. Matière végétale..... 51
2. Principe 52
3. Mode opératoire..... 52

CHAPITRE II RESULTATS ET DISCUSSION.....54

I. ANALYSES PHYTOCHIMIQUES54

1. Détermination du rendement d'extraction 54
2. Analyse phytochimique 55
 - 2.1. Dosages de polyphénols totaux..... 55
 - 2.2. Dosages de flavonoïde..... 58
 - 2.3. Résultat récapitulative des teneuses en molécule bioactive..... 60
3. Etude d'activité biologique 60
 - 3.1. Taux de capacité antioxydante (CAT) 60
 - 3.2. Mesure de l'activité antioxydante par la méthode DPPH..... 63

4.	Analyses descriptives.....	65
4.1.	Statistique descriptive	65
5.	Corrélations de Pearson	66
6.	Analyse en Composantes Principales	67
II.	EXTRACTION D’HUILE DE PRUNE VEGETALE	68
1.	Détermination du rendement d’huile de prune	68
2.	Les bienfaits de l’huile de prune végétale	69
3.	Utilisations de l’huile végétale de prune	69
3.1.	Conseils d'application	69
4.	Perspective	70
	CONCLUSION	72
	REFERENCE DE BIBLIOGRAPHIES	
	BUSINES MODEL CANVAS	

INTRODUCTION

GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

L'arboriculture fruitière joue un rôle essentiel dans l'économie et la société algérienne, elle est justifiée par ses contributions à la lutte contre l'érosion des sols, à la mise en valeur des terres, à la création d'emplois, au développement de l'industrie agroalimentaire et à l'ébénisterie. Le programme de développement des arbres fruitiers en Algérie occupe une place importante dans la nouvelle politique agricole du pays. Il tient compte des caractéristiques pédoclimatiques des différentes zones agricoles algériennes, dans le but d'améliorer l'efficacité technique et économique (**Zemirli et Hammache, 2017**).

Aujourd'hui encore, une grande partie de la population mondiale, en particulier dans les pays en voie de développement, est principalement traitée avec des remèdes traditionnels à base de plantes. La source est apparemment infinie puisque seulement près de 400 000 espèces végétales connues ont été étudiées chimiquement et pharmacologiquement, et chaque espèce peut contenir jusqu'à plusieurs centaines de composants différents (**Zeghmar, Ghoul, 2019**).

Ces dernières années, il y a eu un intérêt croissant pour des modes de vie sains, tels que des régimes alimentaires bien équilibrés et riches en antioxydants, ainsi que l'utilisation de suppléments contenant des antioxydants naturels (**Harasym et al, 2014 ; Schillaci et al, 2013 ; Sut et al, 2019**).

Le prunier a connu un développement rapide durant ces dernières années pour passer de 2100ha en 1980 en irrigué à 7000 ha environ en 2004, soit un accroissement moyen annuel de 200ha. La production nationale en fruits frais varie d'une année à l'autre et oscille entre 39000 et 58000 tonnes. (**Madrpm, 2005**)

Les cultivars de prunes qui nécessitent une longue période de refroidissement hivernal de 700 heures sont plantés sur les contreforts, tandis que les cultivars qui n'ont besoin que de 250 heures de refroidissement sont idéaux pour les plaines ; 0°C et 47°C conviennent pour une bonne croissance, pour des températures optimales de moins de 7,2°C. Dans les sols de la variété de Loam, avec un pH de 5,5-6,5, la prune peut bien pousser, et les sols gorgés d'eau produisent de bons résultats. Le prunier se propage en greffant de jeunes pousses sur des porte-greffes. (**Ertekin et coll, 2006**)

En Algérie, la superficie des pruniers s'élevait à 7 450 hectares fin 2000, et cette superficie a sensiblement augmenté en 2011, atteignant 22 459 hectares, depuis, on observe une baisse assez importante au cours des 10 dernières années, pour atteindre 12 689 hectares en 2020. Quant à la production, on sait aussi que de 26 353 tonnes en 2000 à 105 549 tonnes en 2011, soit une baisse de 98 908 hectares jusqu'en 2020 (**FAO, 2020**).

Les polyphénols de prune ont des effets anticancéreux sur les cellules cancéreuses du sein et du côlon. Les prunes contiennent de la vitamine C, qui ralentit la croissance des cellules cancéreuses dans l'organisme. Les prunes préviennent le cancer du côlon en modifiant l'activité des enzymes glucosidase et déshydroxylase ainsi que le taux de malondialdéhyde (Lea et Coll, 2008).

Notre travail vise à effectuer une analyse phytochimique et à évaluer l'activité biologique et antioxydant des extraits préparés à partir des feuilles de *Prunus domestica. L* de différentes variétés de prunes notamment la prune rouge, la prune violette (Californie), la prune jaune (Golden -Japan), et la prune verte (Reine -Claude verte). D'autre part, notre objectif est d'extraire l'huile de prune naturelle en utilisant le noyau de prune comme matière première, en suivant des méthodes traditionnelles.

Ce mémoire est composé de deux parties organisées comme suit :

Première Partie : Synthèse bibliographique comporte quatre chapitres :

- Le premier chapitre présente des généralités sur la plante étudiée, à savoir *Prunus domestica. L*.
- Le deuxième chapitre se concentre sur le métabolisme secondaire et les différents composés phénoliques, ainsi que leur importance pour les plantes et les êtres humains.
- Le troisième chapitre aborde le stress oxydant, les radicaux libres, les antioxydants et les différentes méthodes d'évaluation de l'activité antioxydant.
- Le quatrième chapitre est consacré à l'importance socio-économique du prunier, à sa composition chimique et à ses effets thérapeutiques. Il fournit également des informations sur les huiles végétales.

Deuxième Partie : Partie expérimentale regroupe deux chapitres :

-Le premier chapitre décrit le matériel et les protocoles expérimentaux utilisés pour l'obtention des différents extraits des quatre variétés de feuilles de prunier pour l'étude phytochimique et pour l'extraction des huiles végétales à partir des noyaux de prune.

-Le deuxième chapitre porte sur les résultats obtenus à partir des analyses réalisées qui nous ont permis de dégager une discussion critique.

Ce travail s'achève par une conclusion et des perspectives d'investigation pour de futures recherches.

PARTIE I
SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I

GENERALITES SUR LE PRUNIER

(PRUNUS DOMESTICA. L)

I. CHAPITRE I GENERALITES SUR LE PRUNIER (*prunus domestica. l*)

1. DEFINITIONS

Le prunier est un arbre fruitier caillouteux de la famille des Rosaceae du genre prunus, naturellement distribués dans les régions tempérées de l'hémisphère nord, et quelques espèces existent également dans les régions tropicales et subtropicales (**Mabberley ,2008**).

Les variétés cultivées les plus importants sont *prunus domestica. L* (prunier Européen) ou *P. salicina* (prunier Asiatique ou Japonais) (**Hancock, 2008**).

Le prunier est une espèce d'arbre vigoureux, atteignant généralement 8 m de hauteur, et son port large lui donne un aspect dynamique et sain, c'est un arbre d'origine très obscure (**Lespinase et al, 2005**).

2. SYSTEMATIQUE CLASSIQUE DU PRUNIER

(**Cronquist ; 1981 et Guiheneuf ; 1998**) rappellent la systématique du prunier comme suit :

Embranchement.....	Spermaphytes
Sous embranchement.....	Angiospermes
Classe.....	Dicotylédones
Ordre.....	Rosales
Famille.....	Rosacées
Sous famille	Prunoïdées
Genre.....	Prunus
Espèce.....	<i>Prunus domestica. L.</i> , 1753.

3. ORIGINE ET ENVIRONNEMENT

La prune (*Prunus domestica. L*), communément appelée prune européenne, est un fruit comestible qui fait partie de la sous-famille des rosacées et du genre Prunus. Bien qu'elle soit un fruit commercial populaire dans des pays comme le Japon et les États-Unis, la prune est vraiment originaire de Chine. Les prunes sont maintenant largement cultivées dans les zones tempérées du monde. La prune japonaise a d'abord été cultivée au Japon il y a environ 3 000 ans, puis elle s'est répandue dans d'autres pays, dont l'Afrique du Sud, l'Inde, l'Espagne, le Canada, l'Allemagne et la France (**Blazek, 2004**).

La prune se porte mieux dans les climats tempérés. Les cultivars de prunes qui nécessitent une longue période de refroidissement hivernal de 700 heures sont plantés sur les contreforts, tandis que

les cultivars qui n'ont besoin que de 250 heures de refroidissement sont idéaux pour les plaines ; 0°C et 47°C conviennent pour une bonne croissance, pour des températures optimales de moins de 7,2°C. Dans les sols de la variété de Loam, avec un pH de 5,5-6,5, la prune peut bien pousser, et les sols gorgés d'eau produisent de bons résultats. Le prunier se propage en greffant de jeunes pousses sur des porte-greffes.

L'arbre est dormant d'avril à août et ne fleurit qu'au printemps lorsque la température est plus élevée. Lorsque le fruit atteint la maturité, ou est pleinement mûr avec un bon développement de la couleur et de la saveur, il est ensuite récolté. La récolte est complète vers mai, quand le fruit a 50% de sa couleur d'origine, les fruits immatures peuvent avoir des saveurs extrêmement acides en plus d'avoir des couleurs de peau laides, donc les cueillir au bon moment est crucial pour déterminer leur qualité, si la récolte est reportée au-delà du point de maturité du fruit, les prunes deviennent sensibles aux maladies fongiques (pourriture brune). La couleur de la peau (jaune verdâtre), le TSS (taux de solides solubles) (25 à 35 %) et la dureté (1 à 2 lb) sont des indicateurs de maturité pour la récolte. Chaque année, l'arbre mûr produit environ 50 à 60 kg de fruits (**Ertekin et Coll , 2006**).

4. CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES DU PRUNIER

Les pruniers se caractérisent par des caractéristiques morphologiques qui les définissent comme des arbres fruitiers. Selon les variétés, la tige peut être arrondie ou étalée **Guiheneuf, (1998)**. De plus, le système racinaire des arbres est souvent peu profond, éperonné et parfois semi-balançant, conférant une résistance bonne à modérée au blocage racinaire (**Guyot et Gibassie, 1966**).

Selon **Boulay, (1966)**, les pruniers ont en germination des bourgeons floraux simples ou groupés contenant des contours floraux (1 à 3 fleurs). Les feuilles sont alternes, à pétiole court et dentées. Les fleurs sont de type 5 (pentamère), avec 5 pétales et 5 sépales **Caillavet, (1991)**. Chaque fleur est constituée d'un calice monocépitale à cinq segments, d'une corolle à cinq pétales, de 20 à 30 étamines et d'un pistil plus long que les étamines, selon **Bretaudeau, (1991)**. Un arbre porte environ 3000 fleurs (**Benettayeb, 1993**).

Selon **Deveaux, (1999)**, la prune est connue depuis des siècles pour ses effets laxatifs. C'est une noix charnue qui est comestible et peut être sphérique ou allongée. La peau du prunier est fine et lisse, recouverte de pruine (**Lespinasse et Leterme, 2005**).



Figure 1: Fleurs et feuilles de (*Prunus domestica. L*) (photo réel ,2021).

5. MORPHOLOGIE DE PRUNUS DOMESTICA. L

5.1. Système racinaire

Selon **Guyot et Gibassier (1966)**, le prunier n'a pas de tige mais possède plusieurs racines principales, généralement des racines secondaires. Son système racinaire est rampant, facilitant la production de bourgeons. Le prunier a une résistance moyenne à bonne à l'étouffement des racines.

5.2. Tronc

Le prunier est un arbre fruitier avec un port conique et étalé. Il est cultivé aussi bien dans les jardins que dans les vergers, et taillé sous différentes formes : basse tige (tronc de 50 cm), demi-tige (tronc à 1,30 m) et haute-tige (tronc à 2 m) (**Zaidi, 2016**).

Le tronc est la structure principale de l'arbre. Une bonne croissance végétative durant les deux premières années est indispensable pour obtenir la vitalité nécessaire à l'obtention de cette structure. Il doit être le plus cylindrique possible dans le cas des multiaxes, le corps est constitué d'une courte section commune à 50 à 60 cm du sol portant 4 à 6 subdivisions (futurs axes) (**Lespinasse et Leterme, 2005**).

5.3. Feuilles

Selon **Boulay (1966)**, les feuilles de prunier sont alternes et ont des pétioles courts. Elles sont ovales, dentées, pointues et possèdent des glandes biliaires sur le pétiole ainsi que deux prépuces à la base.

5.4.Fleurs

Selon **Bretaudeau (1991)**, les fleurs de prunier sont disposées en ombelles simples de quelques fleurs (généralement deux), portées par un pédoncule floral relativement court (15 à 20 mm).

Chaque fleur comprend :

- Un calice monocépitale à cinq divisions
- Une corolle à cinq pétales blancs, alternant avec les divisions du calice 20 à 30 étamines
- Un pistil plus long que l'étamine

Selon **Mikolajski et Rooney (2007)**, les fleurs de prunier fleurissent au printemps avant l'apparition des feuilles et elles sont blanches.

5.5.Fruits

Le fruit du prunier est une drupe de forme ronde ou ovale. En juin, il est de couleur verte, en Juillet-Août, il change de couleur selon les variétés : noir (comme le Saint-Julien), jaune (Mirabelle et Golden Japan) ou violet (comme le Damacus et les Reines Claudes). La surface du fruit est recouverte d'une substance cireuse appelée pruine (figure 2). (**Anonyme, 2013**).



Figure 2: Fruit de (*Prunus domestica. L*) (photo réel, 2021).

5.6.Noyaux

Les noyaux de prune sont généralement allongés et aplatis, nettement rainurés avec des extrémités mucronées. Sa taille varie en fonction des variétés Les noyaux contenant des amandes ont un goût amer en raison de la présence d'acide cyanhydrique, également connu sous le nom d'acide prussique. Selon les variétés, le noyau peut être libre ou semi-libre (cas de la Reine Claude et de la Mirabelle) ou adhérent (cas du Prunier du Japon) (**Bretaudeau, 1991**).

6. PORTE-GREFFES

Selon **Gautier (2001)**, les pruniers poussant sur leurs racines ont une croissance lente les premières années. Les porte-greffes les plus utilisés pour cette espèce sont : Myrobolan B, Mariana GF8-1. Cependant, de nombreuses espèces de Prunus peuvent être utilisées comme porte-greffes pour le prunier.

Tableau 1: Des PORTE-greffes spécifiques aux vigueurs d'arbres de pruniers (Seyer, 2007).

Vigueur	Porte-greffe
Moyen "plus" Pour demi-tige	<p>Saint-Julien ou Damas</p> <p>Effet nanisant sur certaines variétés, dont Reine-claude. Peut rejeter. Pour sol frais et riche. Résiste mieux au gel que le myrobolan.</p>
Grande Pour tige Ø4 h4	<p>Franc de semis Enracinement pivotant et traçant. Bonne résistance à la chlorose. Très bonne production.</p> <p>Myrobolans de semis S'adapte à des sols médiocres (pauvres, secs, humides, mal aérés). Plants vigoureux formant de belles tiges. Sensibilité au crown-gall (cancer des racines).</p> <p>Marianna ou GF81</p> <p>Bonne affinité avec presque toutes les variétés de prunes et à tous les types de sols.</p> <p>Résiste à l'asphyxie racinaire, au froid et aux nématodes. Mise à fruits 7 ans. Des cas de morts inexplicables ont été rapportés : "dépérissement du Mirabellier".</p>

7. REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Gautier, (1993), la culture de la prune est dispersée dans le monde mais relativement concentrée. Ils vivent en Amérique (Californie), en Argentine, en Asie, en Europe (France, Italie, Espagne) et en Afrique du Nord.

8. GENETIQUE DE L'ESPECE

Actuellement, les pruniers principalement cultivés présentent une variation génétique intra spécifique relativement limitée (**Zhebentyayeva, 2019**). Des études génétiques récentes utilisant différentes approches moléculaires ont montré que les prunes diploïdes cultivées ont à peu près le même niveau de diversité que les amandes, mais une diversité plus élevée que les pêches ou les abricots cultivés (**Sottile, 2022**).

Cette variabilité limitée est associée à plusieurs raisons, telles que le processus de domestication combiné à la reproduction clonale, le nombre souvent réduit de parents d'origine similaire utilisés par les éleveurs modernes et le processus de standardisation. Des raisons agronomiques, de transformation et des raisons commerciales révèlent un goulot d'étranglement génétique relativement large (**Guerrero, 2021**).

Dans l'ensemble, ce matériel génétique mérite une attention particulière et des efforts coordonnés pour la conservation, l'évaluation et l'utilisation à des fins de sélection par des approches « génomiques » traditionnelles et innovantes (**García et al, 2021**).

La prune européenne connue sous le nom de (*Prunus domestica. L*). Une espèce allo polyploïde, polymorphe et hexaploïde ($2n=6x=48$) est cultivée commercialement dans le monde entier pour un certain nombre d'utilisations, notamment les fruits frais, les pruneaux, la distillation et en tant qu'ingrédients additifs transformés. Cette espèce de prune est distincte de l'énorme diploïde sphérique "prunes Japonaises" (*Prunus salicina*), qui sont largement cultivées pour la consommation sur le marché frais. Il est également connu comme "prunes Européennes". On a constaté que les *Prunus domestica. L* possèdent un large éventail de propriétés favorisant la santé, notamment la protection contre les maladies cardiovasculaires, le diabète, les troubles digestifs et l'ostéoporose (**Stacewicz 2013 ; Wallace ; 2017**).

9. DIFFERENTS TYPES DE PRUNIERES

Les pruniers sont plus ou moins adaptés à toutes les zones climatiques grâce à leurs diverses variétés. Dans ce cas, il y a deux grands groupes :

9.1. Prunier Japonais

9.1.1. Variété Golden Japon

Cette variété présente un gros fruit jaune vif à chair sucrée, juteuse qui mûrit à la mi-juillet.

9.1.2. Variété Santa Rosa

Cette variété obtenue par Burbank, à partir d'une hybridation complexe entre *P. salicina*, *P. Simonii* et *P. americana*, est importée des États-Unis depuis de nombreuses années (Zaidi, 2016). Les fruits de la variété Santa Rosa sont rouges et arrivent à maturité à la fin juillet. Ces fruits ont d'excellente qualité gustative (Mahdjane, 2013).

9.2. Prunier Européen

9.2.1. Les mirabelles

Les mirabelles sont de petites prunes rondes de couleur jaune orangé, parfois recouvertes d'une fine cire comestible appelée pruine. Merveilleux fruit, plus délicat en saveur qu'une simple prune, il se consomme à maturité, de la mi-août à la mi-septembre (Zaidi, 2016).

9.2.2. Reine Claude dorée

La variété Reine Claude doré a des fruits petits à moyens d'environ 30 à 35g. Fruit rond vert ou jaune-vert chair tendre jaune-jaune, sucrée, très savoureuse, mûrit du début à la mi-août (Mahadjane, 2013).

9.2.3. Variété Quetsche

Selon De Rosamel et Lorgnier, (2001), le fruit de la variété Quetsche est gros, oblong, de couleur foncée, la chair est jaune à verte, moyennement molle, peu succulente, sucrée et légèrement acide, mûrissant en septembre.

9.2.4. Diversité d'Ente (Agen)

Le prunier Ente est le résultat d'un croisement naturel entre *Prunus cerasifera* (myrobolan) et *Prunus spinosa* (épine noire). Le fruit de cette variété est oblong, a une couleur pourpre caractéristique, la chair est molle, succulente et sucrée, la plante est vigoureuse et auto fertile Le terme « Ente » est emprunté à l'ancien français « greffe », il est principalement utilisé pour sécher les « prunes ». (Rosamel et Lorgnier, 2001).



Reine-Claude d'oullins



Mirabelles de Nancy



Quetsche d'Alsace



Questche Stanley



Reine -Claude Verte



Victoria

Figure 3 : Présentation de quelques variétés de pruniers (ANONYME, 2010).

10. CYCLE BIOLOGIQUE DU PRUNIER

10.1. Le cycle de développement des pruniers

Selon **Benettayeb (1993)**, la durée de vie d'un prunier est de 30 à 35 ans, celle-ci est marquée principalement par trois périodes consécutives (figure 04) :

- La période de croissance se situe entre le moment où l'arbre est planté et le moment où il commence à produire des fruits.
- Il y a une période de fructification à l'âge adulte. La fin de la jeunesse des arbres, c'est quand commence l'âge adulte. L'arbre fleurit et fructifie abondamment à partir de la 5^{ème} année. La production de fruits est optimale lorsque l'arbre atteint son plein développement
- Il y a eu une période de vieillesse. La production de fruits de l'arbre diminue beaucoup. L'arbre risque d'être attaqué par des parasites.

10.2. Cycle phénoménologique du prunier

Le cycle évolutif d'un arbre correspond à tous les processus et changements qu'il subit tout au long de l'année. Elle dépend des conditions extérieures, notamment des aléas climatiques.

Chez les pruniers, la période de dormance dure de la chute des feuilles (novembre à décembre) jusqu'à l'apparition des premiers signes d'activité printanière. Le réveil conduit à la croissance végétative et à la nouaison entre février et avril (**Mahadjane, 2013**).

10.2.1. Fleur

Les variétés de pruniers sortent de la dormance et commencent à fleurir de la fin février à la mi-avril, selon les conditions environnementales et le cultivar. La formation des bourgeons se produit à partir des feuilles au cours du mois de juin sur les plantes matures. Les pousses reproductrices sont situées au-dessus des pousses terminales ou sur des pousses courtes appelées éperons. Les bourgeons floraux sont initiés pendant la saison de croissance précédant la floraison et le développement se poursuit tout au long de la saison de dormance jusqu'au printemps suivant juste avant l'ouverture des bourgeons. La plupart des variétés de prunes commerciales ne sont pas autogames, l'utilisation de pollinisateurs est donc nécessaire. Les pruniers fleurissent abondamment et doivent être éclaircis, manuellement, chimiquement ou mécaniquement, pour obtenir des fruits de taille commerciale (**Mirheidari, 2020**).

10.2.2. Mise à fruits

À la fin de la floraison et de la perte des pétales, la base du calice commence à gonfler ; la nouaison est complète. Il est défini comme le mécanisme qui reçoit de la floraison, il est le résultat de

CHAPITRE I GENERALITES SUR LE PRUNIER (*PRUNUS DOMESTICA. L*)

la fécondation de la fleur conduisant à la formation du fruit, La fructification est contrôlée par un certain nombre de paramètres tels que : le climat, le maintien de la nutrition, l'irrigation...etc. (Benetayeb, 1993). Selon Gautier, (2001), le délai entre la pleine floraison et la récolte des fruits mûrs varie de 80 à 160 jours.

10.2.3. Maturation

Selon DeJong et Goudriaan ,(1989), le développement des fruits suit un modèle sigmoïde double typique, avec une croissance exponentiellement rapide pendant la phase de division cellulaire : (stade I, d'une durée de 30 jours ou moins) , suivie d'une période relativement brève de croissance lente pendant la phase nucléaire, durcissement et développement embryonnaire : (stade de latence, stade II), et enfin une seconde phase d'expansion cellulaire rapide avant récolte : (stade III), lorsque le fruit peut grossir d'environ 40 à 60 %, bien que cela soit lié au nombre de jours après la floraison, la durée de chaque stade varie donc selon les cultivars et les régions. Pendant la période post-récolte, une partie du processus de développement des pousses et de stockage des glucides pour le stockage est le principal réservoir de produits photosynthétiques, qui se poursuit jusqu'à la chute des feuilles (Mirheidari, 2020).

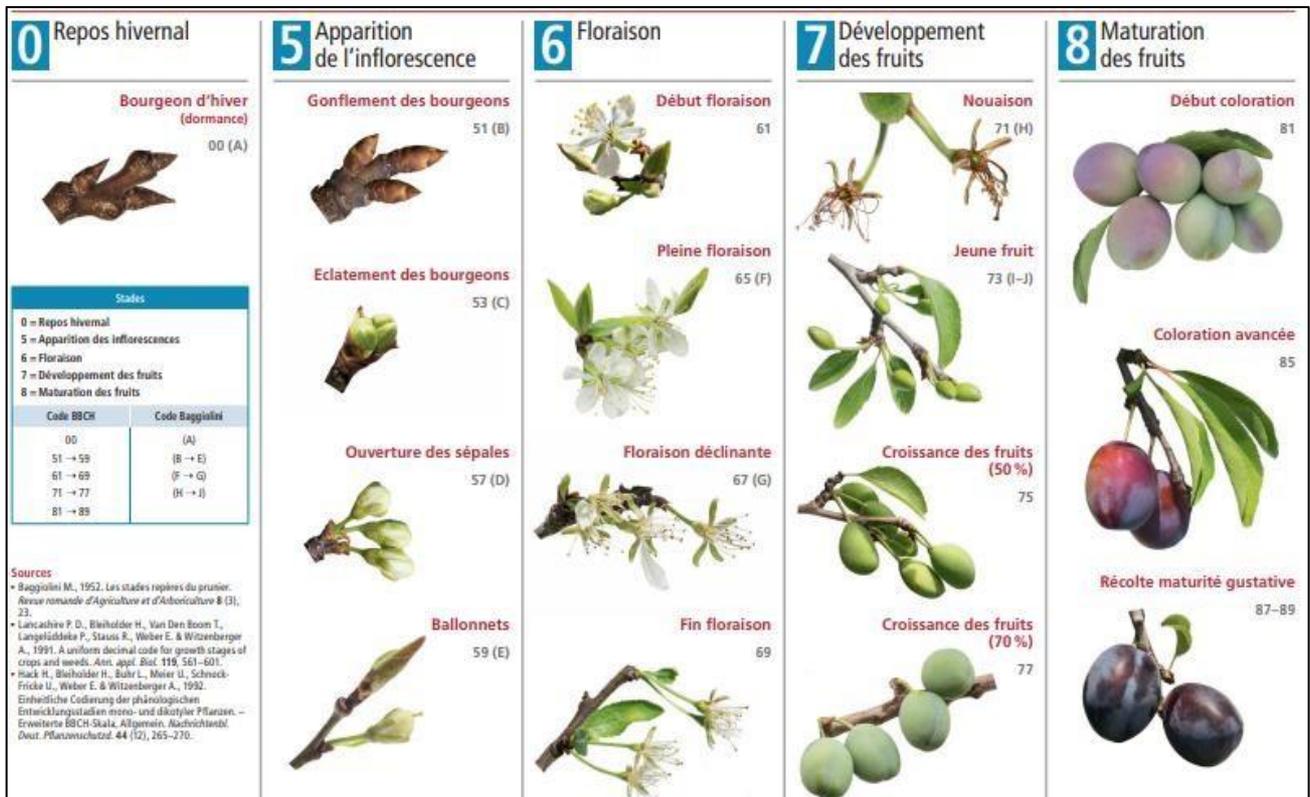


Figure 4: Stades phénologiques du prunier (Mahadjane, 2013).

11.PRINCIPALES MALADIES DES PRUNIERS

Les accidents météorologiques, les maladies et les ravageurs sont quelques-unes des causes des problèmes phytosanitaires. Il existe quatre groupes de maladies chez le prunier : les maladies virales, les mycoplasmes, les maladies bactériennes et les maladies fongiques.

11.1.Les maladies liées au virus

Selon **Gautier, (1993)**, les infections virales sont causées par des virus qui se développent au sein de maladies virales cellules vivantes. Les virus se propagent par propagation végétative ou par le pollen et les graines. Ils peuvent également être transmis par les nématodes du sol, les insectes tels que les pucerons, les cicadelles et les cicadelles. Le tableau 2 résume les principales maladies virales du prunier :

Tableau 2: Les principales viroses des pruniers (GAUTIER, 2001).

Les maladies	Virus	Mode de transmission
Fente de l'écorce (Bark-Split).	Chlorotic leaf Spot Virus (CLSV).	Greffage.
Rabougrissement du prunier (Prune-Dwarf).	Prune Dwarf Virus (PDV)	Greffage, semence, pollen.
La Sharka (Plum-Pox)	Plum Pox Virus (PPV)	-La multiplication végétative -Quatre espèces de pucerons - Puceron vert du pécher -Puceron du houblon -Puceron noir de la Luzerne -Puceron vert du prunier <i>(Brachycaudus helichrysi)</i> .

11.2.Les maladies fongiques

Les maladies fongiques sont causées par la croissance de champignons parasites dans les organes des plantes. Les maladies cryptogamiques attaquent assez les pruniers, dont nous retiendrons celles données dans le tableau 3.

Tableau 3: Principales maladies cryptogamiques des pruniers (GAUTIER, 2001).

Les maladies	L'agent pathogène	Organe attaqué
Monilioses	<i>Monilia laxa</i>	Feuille et fruit
	<i>Monilia fructigena</i>	Fruit
Rouille du prunier	<i>Tranzschelia prunispinosae</i>	Feuille
Maladie à Coryneum	<i>Coryneum beijerinchi</i>	Rameaux
	<i>Coryneum microstictum</i>	
Tavelure	<i>Cladosporium carpophilum</i>	Fruit

CHAPITRE II
METABOLISMES
SECONDAIRES

II. CHAPITRE II METABOLISMES SECONDAIRES

Le métabolisme de la plante distingue les métabolites primaires et secondaires. Les métabolites primaires sont directement impliqués dans la croissance, le développement, la reproduction et l'absorption des nutriments des plantes. Par contre, les métabolites secondaires remplissent plusieurs rôles, notamment en agissant comme défenseurs des plantes et en attirant certaines espèces pollinisatrices. Ils favorisent aussi la communication de plantes à plants (**Kang *et al*, 2010**).

1. METABOLITES PRIMAIRES

Ce sont des molécules organiques présentes dans toutes les cellules du corps végétal et qui assurent la survie de la plante (**Epifano *et al*, 2007**). Les métabolites primaires les plus importants sont les lipides, les sucres et les peptides.

2. METABOLITES SECONDAIRES

2.1.Généralités

Les métabolites secondaires sont des composés organiques naturellement synthétisés par les plantes et qui n'interviennent pas directement dans leur développement. Ces métabolites sont responsables de fonctions périphériques essentielles à la survie des plantes (**Limonier, 2018**).

Les composés du métabolisme secondaire se répartissent en trois classes principales :

- Alcaloïdes et composés azotés
- Des composés phénoliques
- Composés terpéniques

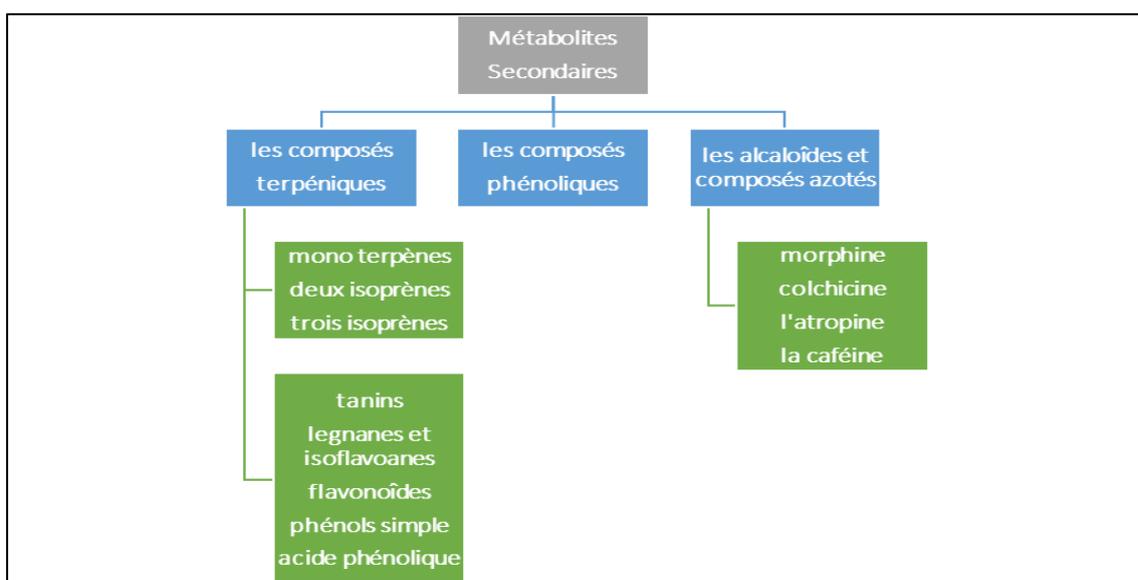


Figure 5: les Classes des métabolites secondaires (Krief S, 2003).

2.2. Relation entre métabolisme secondaire et primaire

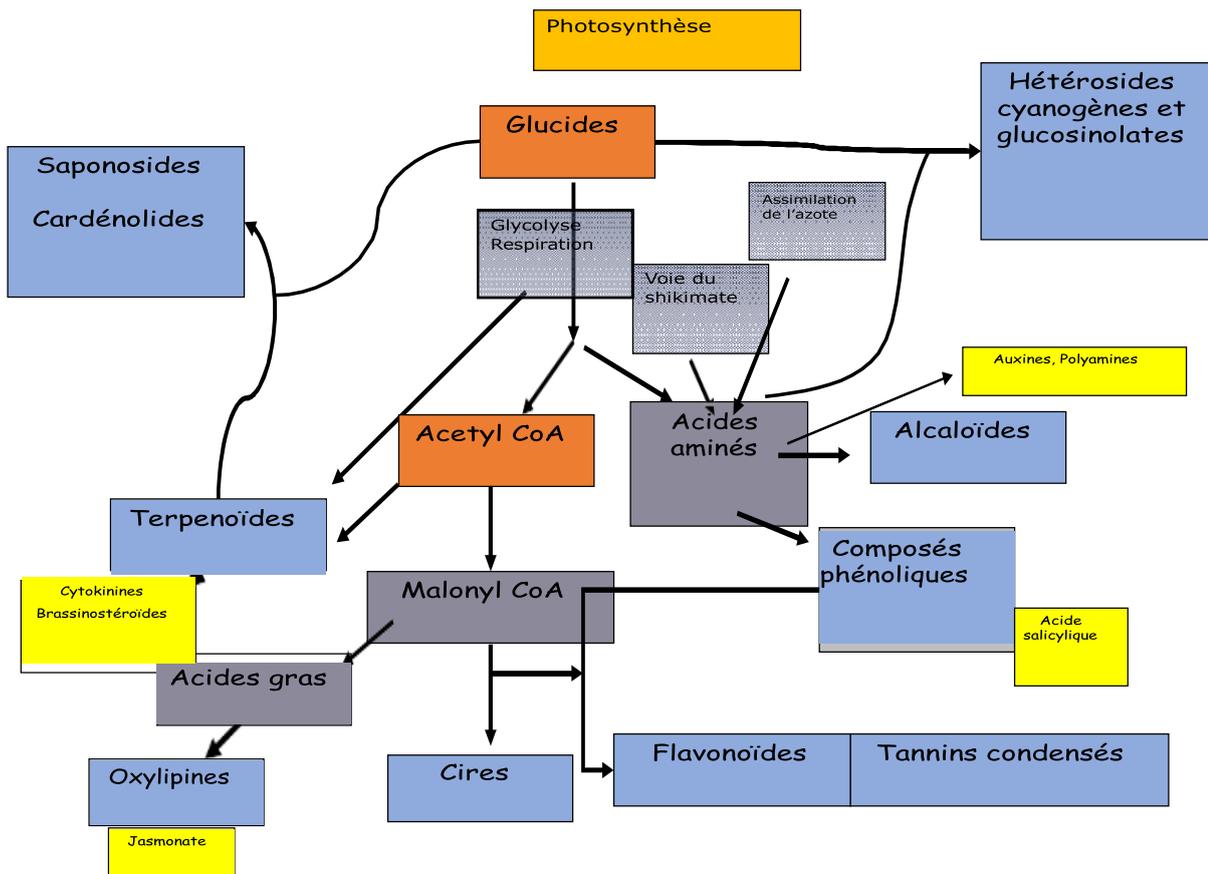


Figure 6 : Relations entre métabolisme secondaire et métabolisme primaire (Gravot, 2009).

2.3. Rôle biologique

Les métabolites secondaires interviennent dans l'adaptation de la plante à son environnement ainsi que dans la régulation de la symbiose et d'autres interactions entre les plantes et les animaux. Ils participent ainsi très efficacement à la tolérance des plantes à divers stress : action anti-herbivore, inhibition des attaques pathogènes des bactéries et des champignons, prédation d'insectes, défense contre la sécheresse et la lumière UV. Ils interviennent également pour attirer les agents responsables de la pollinisation ou de la dissémination des fruits mais ils peuvent s'avérer antinutritionnels. De nombreux métabolites secondaires sont toxiques, ils sont donc stockés dans des vésicules ou des vacuoles particulières. (Boukri, 2014 ; Geula, 2017).

2.4. Métabolites secondaires hydrophiliques

Ils se trouvent dans la vacuole (nombreux alcaloïdes, NPAA, saponines, glycosides, flavonoïdes, anthocyanines, tannins, cyanogènes, glucosinolates, amines), les laticifères (quelques alcaloïdes, Lobelia, Papaver, Chelidonium), cyanogènes, NPAA, cardiac glycosides (Nerium), apoplaste et obliquité cellulaire (tannins).

3. PRINCIPAUX METABOLITES SECONDAIRES

Le tableau ci-dessous résume les principaux métabolites secondaires et leur distribution chez les plantes.

Tableau 4: Principaux produits du métabolisme secondaire (Merghem, 2009).

Classe	Nombre de structure	Distribution
Composés azotés		
Alcaloïde	5500	Angiosperme, feuille, fruit, racine
Amine	100	Angiosperme, fleur
Aminoacide non protéique	400	Graines
Glucoside cyanogénique	30	Feuille et fruit
Glucosinate	75	Crucifères
Terpénoides		
Monoterpènes	1000	Huiles essentielles
Sesquiterpènes	600	Composées, angiosperme
Diterpènes	1000	Latex, résines
Saponine	500	Feuille, fleur, fruit
Caroténoïdes	500	Apoginacées
Composés phénoliques		
Phénols simples	200	Feuilles et tissus
Flavonoïdes	1000	Angiospermes
Proanthocyanidines		Gymnospermeso
Quinones	500	Rhamnacées

3.1. Composés phénoliques

3.1.1. Définition

Les composés phénoliques sont des produits du métabolisme secondaire des plantes. Ces composés comprennent une large gamme de substances qui ont un noyau aromatique contenant des radicaux hydroxyles (OH-). Les composés phénoliques sont activement impliqués dans le métabolisme cellulaire sous la forme de composants de pigments floraux, de composés allopathiques ou de produits de renforcement des parois cellulaires végétales (**Moulai Mostefa, 2020**).

Les composés phénoliques ont plusieurs groupes phénoliques avec ou sans autres fonctions carboxyliques. Ce sont probablement les composés naturels les plus courants dans la nature et font donc partie de l'alimentation animale. Ces composés présentent une grande diversité de structures.

3.1.2. Principales classes de polyphénols

Une classification de ces substances a été proposée par **Harborne, (1980)**. Différentes classes de polyphénols peuvent être distinguées d'une part par le nombre de composants atomiques et d'autre part par la structure de base.

Deux classes principales sont couramment utilisées :

- Les acides phénoliques (acides hydroxybenzoïques, acides hydroxycinnamiques),
- Les flavonoïdes.
- Les tanins et lignines
- Plus rares, les coumarines et les stilbènes ne sont pas détaillés ici. (**Nkiri, 2009**).

CHAPITRE II METABOLISMES SECONDAIRES

Tableau 5: Principales classes de composés phénoliques (Macheix *et al*, 2005).

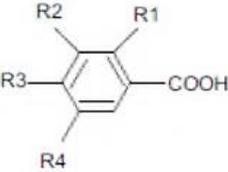
Squelette carboné	Classe	Exemple	Origine
C6	Phénols simples	Catéchol	
C6-C1	Acides Hydroxybenzoïques	p-hydroxybenzoïque	Epices, fraise
C6-C3	Acides hydroxycinnamiques	Acide caféique, acide férulique	Pomme de terre, Pomme
	Coumarines	Scopolétine	Citrus
C6-C4	Naphtoquinones	Juglone	Noix
C6-C2-C6	Stilbènes	Resvératrol	Vigne
C6-C3-C6	Flavonoïdes		
	Flavonols	Kaempferol, Quercétine	Fruit, légumes, fleurs
	Anthocyanes	Cyanidine, pélargonidine	Fleurs, Fruits rouges
	Flavanols	Catéchine, épicatechine	Pomme, raisin
	Flavanones	Naringénine	Citrus
	Isoflavonoïdes	Daidzéine	soja, pois
(C6-C3)₂	Lignanes	Pinorésinol	Pin
(C6-C3)_n	Lignines		Bois, noyau des fruits
(C₁₅)_n	Tanins		raisin, kaki

3.1.3. Acides phénoliques simples

Les acides phénoliques sont principalement des dérivés de l'acide benzoïque (C₆H₅COOH) et de l'acide gallique (C₇H₅O₅). Ces composés peuvent former des liaisons ester avec de nombreux groupes alcool présents dans les plantes, comme la catéchine et l'épicatéchine. Ces acides peuvent également former des liaisons ester avec des sucres et entre eux. Il peut résulter de ces liaisons entre le polymère et le sucre central. Ces polymères sont appelés tanins hydrolysables (Pellaud, 2008).

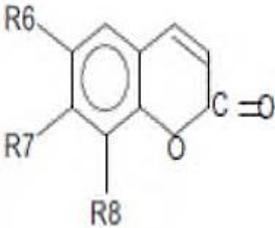
L'acide phénolique est classé en deux groupes :

Tableau 6: Les principaux acides hydroxycinnamiques (Zeghad ,2009).

Structure	R1	R2	R3	R4	Acides phénoliques
	H	H	H	H	Acide benzoïque
	H	H	OH	H	Acide p hydroxy benzoïque
	H	OH	OH	H	Acide protocatechique
	H	OCH ₃	OH	H	Acide vanillique
	H	OH	OH	OH	Acide gallique
	H	OCH ₃	OH	OCH ₃	Acide syringique
	OH	H	H	H	Acide salicylique
	OH	H	H	OH	Acide gentisique

- Les acides benzoïques
- Les acides cinnamiques et leurs dérivés.

Tableau 7: les principaux acides hydrobenzoïque (Zeghad ,2009).

Structure	R6	R7	R8	Acides phénoliques
	H	OH	H	Umbelliférol
	OH	OH	H	Aescultol
	OCH ₃	OH	H	Scopolétol
	OCH ₃	OH	OH	Fraxétol
	H	OH	OH	Daphnétole

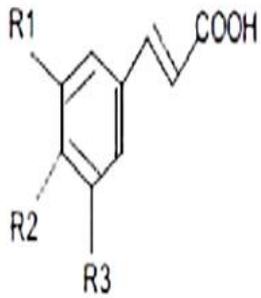
3.1.4. Les coumarines

Comme les autres phénylpropanoïdes, la coumarine est une classe de métabolites secondaires végétaux formés à partir de l'acide cinnamique par cyclisation de la chaîne latérale de l'acide o-coumarique. (**Giada, 2013**).

Ce groupe est réparti dans de nombreuses familles de dicotylédones, notamment les Apiacées, les Astéracées, les Fabacées, les Moracées, les Rosacées, les Rubiacées et les Solanacées, soit sous forme libre, soit conjuguées avec des sucres tels que les hétérosides et les glycosides qui existent dans la nature. Les coumarines peuvent être classées dans les catégories suivantes:

- Hydroxycoumarines simples (ombelliférone, esculétine, scopolétine)
- Furanocoumarine (bergaptène)
- Pyranocoumarine (Calanolide B). (**Latanzio, 2013**).

Tableau 8:les principaux types de coumarines (zeghad, 2009).

Structure	R1	R2	R3	Acides phénoliques
	H	H	H	Acide cinnamique
	H	OH	H	Acide p coumarique
	OH	OH	H	Acide caféique
	OCH3	OH	H	Acide férulique
	OCH3	OH	OCH3	Acide sinapique

3.1.5. Les flavonoïdes

3.1.5.1. Définition

Les flavonoïdes sont des dérivés phénylpropanoïdes solubles dans l'eau et sont une sorte de métabolite secondaire largement distribué dans le règne végétal. Plus de 4000 composés différents ont été identifiés (**Munawar et al, 2016**).

Les flavonoïdes sont des pigments végétaux solubles dans l'eau qui interviennent dans le changement de couleur des fleurs, des fruits et, dans certains cas, des feuilles. Ils sont impliqués dans la pigmentation des fleurs et les processus de défense contre les UV, les herbivores et les attaques microbiennes (**Crozier, 2003 ; Munawar et al, 2016**).

3.1.5.2. Structure

La structure des flavonoïdes est toujours organisée autour du squelette 1,3-diphénylpropane C6-C3-C6. Les deux cycles benzéniques sont appelés cycle A et cycle B. La liaison propyle C3 est complétée par une fonction éther pour former un cycle central appelé cycle C (**Harborne et Williams, 2001 ; Li *et al*, 2001 ; Williams et Grayer, 2004 In Isorez, 2007**).

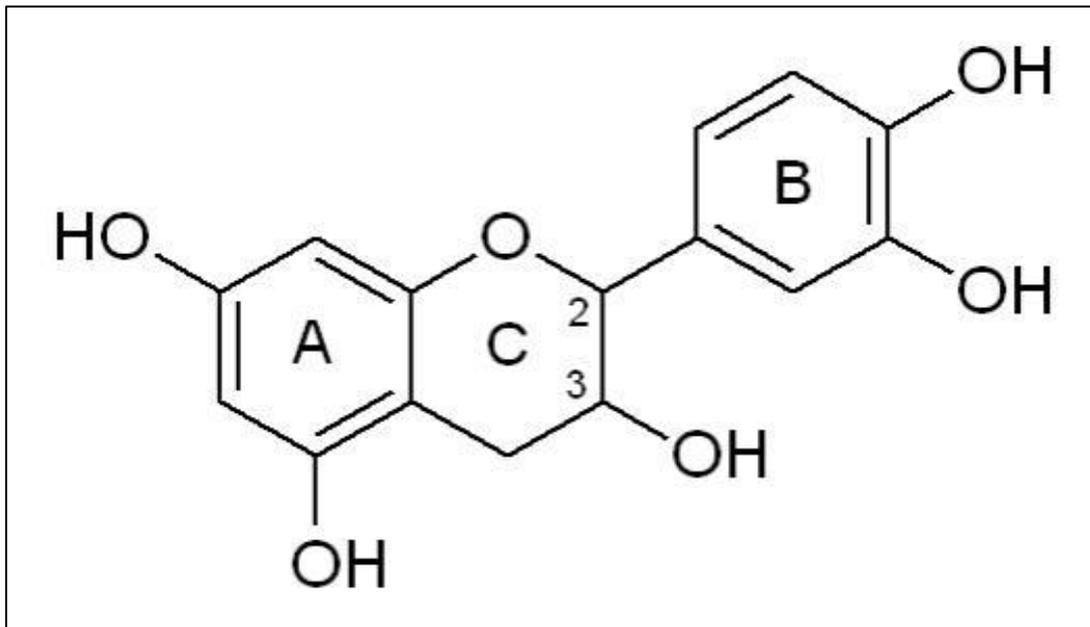


Figure 7: Structure de l'enchaînement benzo - γ -pyrone (Chedira, K,2005).

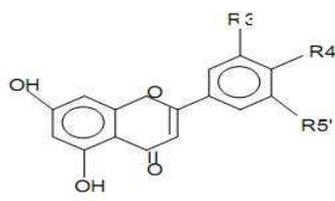
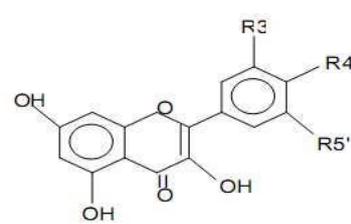
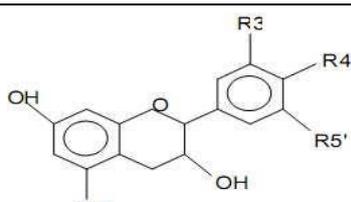
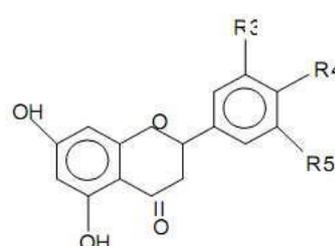
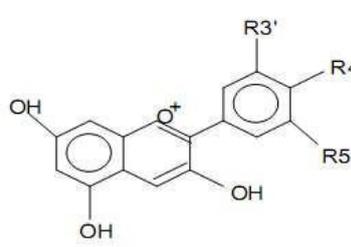
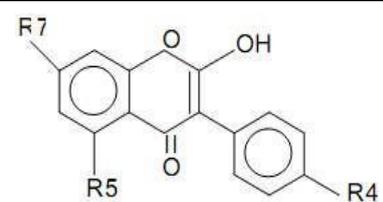
Les flavonoïdes au sens étroit sont des composés dans lesquels la position 2 du noyau benzénique est substituée. Les composés avec un substituant en position 3 sont désignés par le terme isoflavonoïdes. (**Gedira, 2005**).

3.1.5.3. Classification

Les flavonoïdes peuvent être classés en différentes classes en fonction de l'état d'oxydation de l'unité de liaison (C) et de la position du noyau benzénique (B) (**Bruneton, 1993 ; Narayana *et al*, 2001**) alors que les composés de la même classe sont caractérisés par le point d'hydroxylation ou la substitution alternative (OH, OCH₃ et/ou glycosyle) sur le cycle A ou B (**Verpoorte et Alfermann, 2000 ; Havsteen, 2002**).

CHAPITRE II METABOLISMES SECONDAIRES

Tableau 9 : Principales classes des flavonoïdes (Narayana et al. 2001 ; W- Erdman et al. 2007 ; Zeghad, 2009).

Classes	Structures chimiques	R3'	R4'	R5	Exemple
Flavones		H	OH	H	Apigénine
		OH	OH	H	Lutéoline
		OH	OCH 3	H	Diosmétine
Flavonols		H	OH	H	Kaempférol
		OH	OH	H	Quercétine
		OH	OH	OH	Myrecétine
Flavanols		OH	OH	H	Catéchine
Flavanones		H	OH	H	Naringénine
		OH	OH	H	Eriodictyol
Anthocyanidines		H	OH	H	Pelargonidine
		OH	OH	H	Cyanidine
		OH	OH	OH	Delphénidine
Isoflavones		R5	R7	R4'	
		OH	OH	OH	Genisteine
		H	O-Glu	O H	Daidezine

Les flavonoïdes les plus importants sont :

- Les anthocyanes

Ce nom est dérivé des mots grecs « anthos (fleur) » et « cyan (bleu) ». C'est un pigment soluble présent dans les feuilles, les tiges et les racines de certaines plantes. Les anthocyanes, terme général regroupant les anthocyanidols et leurs dérivés glycosylés **Guignard, (1996)** sont des composés très sensibles aux influences environnementales. Leur couleur passe du bleu au rouge en fonction du pH ou de l'exposition à la lumière. En fait, ils ne sont stables qu'à des pH acides. Ils sont également très sensibles aux températures élevées. Leur synthèse dans les organes foliaires est souvent activée par le stress (froid, carences, vieillissement, etc.) **(Labrani, 2021)**.

- Les flavanols

Ce sont des composés qui ont la propriété de précipiter les protéines. Ils participent à la défense contre les pathogènes et les phytophages. Ces propriétés permettent d'assimiler ces molécules de faible poids moléculaire aux tanins **(Labrani, 2021)**.

Ces flavonoïdes ne sont pas présents dans l'alimentation humaine sous une forme glycosylée indépendamment des autres classes de flavonoïdes. **(Munawal et al, 2016)**.

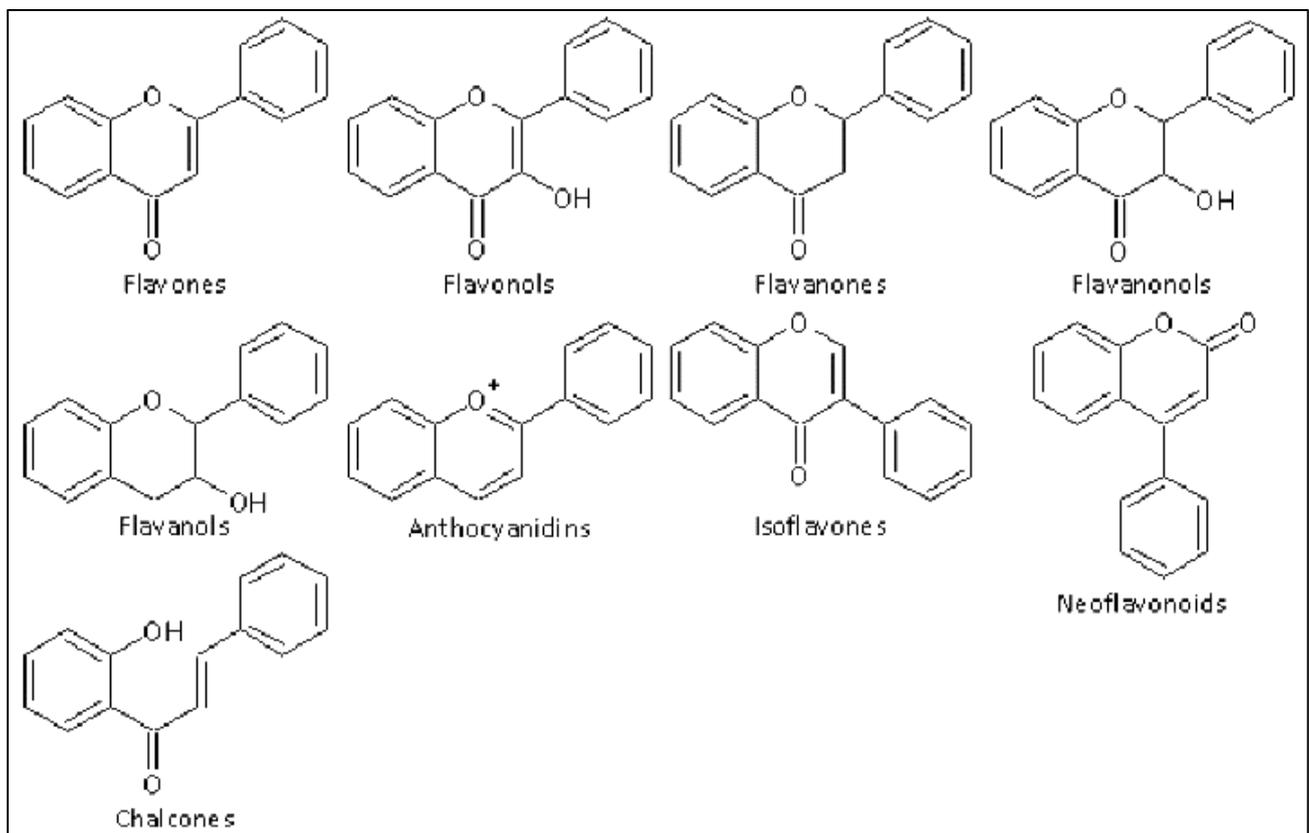


Figure 8: Structure d'un tanin condensé (a) et d'un tanin hydrolysable (b) (Achat, 2013).

3.1.6. Rôle de polyphénols

- . Pour les plantes

Les composés phénoliques sont impliqués dans certains aspects de la physiologie des plantes (la lignification, la régulation de la croissance, les interactions moléculaires) et dans les interactions avec l'environnement biologique et physique (bactéries, champignons et résistance aux UV) soit directement dans la nature, soit en protection ultérieure pour récolter des cultures particulières selon des critères de qualité (couleur, astringence, amertume, valeur nutritive...) (**Fleuriet, 2005**).

Les composés phénoliques contribuent également à la croissance et au développement des plantes à travers une diversité d'effets. Par exemple, les flavonoïdes sont impliqués dans le métabolisme et le transport de l'auxine et de l'éthylène, conduisant à la formation de grains de pollen de pétunia (**Sun et al, 2002**).

Les composés mentionnés sont également impliqués dans les interactions entre les plantes supérieures par des processus allélopathiques (les défenses qu'une plante exerce contre une autre en produisant des molécules chimiques). Ces molécules sont libérées dans le sol, l'air ou l'eau et peuvent avoir plusieurs effets sur les plantes concurrentes. Elles peuvent inhiber la germination des graines de la plante réceptrice ou ralentir sa croissance. En outre, ces composés sont responsables de la coloration des fleurs (**Sun et al, 2002 ; Jamila, 2009**). Enfin, les flavonoïdes tels que les dérivés hydroxycinnamiques sont des composés importants dans la résistance des plantes au stress environnemental. En cas d'endommagement ou d'invasion par des pathogènes fongiques ou bactériens, la synthèse des composés phénoliques est activée ou induite. Ces molécules, les phytoalexines, peuvent alors avoir des fonctions défensives.

Pour l'homme

Les composés phénoliques, qui sont les composés bioactifs les plus courants dans notre alimentation, font l'objet de nombreuses études en raison de leurs avantages potentiels pour la santé humaine. En effet, parmi la myriade de composés antioxydants, les polyphénols alimentaires font l'objet d'une attention croissante car leur apport est associé à des indications prometteuses contre de nombreuses maladies (**Poti, 2019 ; Joseph et al, 2009 ; Fleuriet et al, 2005**).

Des études ont montré que les polyphénols assurent une protection contre les accidents cardiovasculaires et les maladies coronariennes. Ces composés naturels aux propriétés antioxydantes intéressantes jouent un rôle important dans la prévention des maladies inflammatoires et le traitement du cancer. Leur efficacité dépend de leur nature, de leur concentration, de leur vitesse d'absorption dans l'intestin grêle et de leur dégradation par la flore intestinale (**Macheix et al, 2005**).

Le rôle des composés phénoliques dans la protection contre certaines maladies est bien établi en raison de leurs interactions potentielles avec de nombreuses enzymes et de leurs propriétés

antioxydantes (**Fleuriet et al, 2005**).

Les flavonoïdes favorisent la relaxation des vaisseaux sanguins et préviennent l'agrégation des plaquettes, ce qui réduit la coagulation sanguine et favorise une meilleure fluidité du sang. Ceux-ci limitent l'oxydation des lipides présents dans le sang et aident à lutter contre les plaques d'athérome. Ils agissent également comme tranquillisants, protègent nos artères de l'athérosclérose et réduisent la thrombose (caillots sanguins dans les artères) (**François, 2010**).

3.1.7. Rôle des composés phénoliques

Les composés phénoliques possèdent des propriétés biologiques variées ce qui explique leur utilisation en thérapeutique. De par leurs interactions potentielles avec de nombreuses enzymes et leurs propriétés antioxydantes, ils contribuent à protéger contre certaines maladies (**Leuriet et al, 2005**).

De plus, plusieurs molécules polyphénoliques ont été cliniquement testées pour leur potentiel en tant qu'antiagrégants plaquettaires ou hypotenseurs, mais avec les résultats obtenus ont été moins concluants (**Martin et Andriantsitohaina,2002**). Certains composés présentent des activités spécifiques résumées dans le tableau 10.

Tableau 10 : Activités pharmacologiques et biologiques de certaines classes de composés.

Certaines classes des polyphénols	Activités	Références
Flavonoïdes	Anti-tumorales Anti-carcinogènes Anti-inflammatoires Hypotenseurs et diurétiques Antioxydants	Stavric et Matula, (1992) Das et al, (1994) Bidet et al, (1987) Brunetnon, (1993) Aruoma et al, (1995)
Tannins	Antioxydants Anti-bactériennes Anti-inflammatoires Anti-tumorales Anti-diarrhéique Digestibilités de proteines	Okuda et al, (1983) Mota et al, (1985) Polini et al, (2003)
Tannis galliques	Antioxydant	Okuda et al, (1983)

3.2.PRINCIPAUX COMPOSES PHENOLIQUES DES PRUNES

Les prunes fraîches possèdent divers composés bénéfiques pour la santé, tels que des acides chlorogéniques, des flavanols et leurs oligomères (procyanidols), des hétérosides d'anthocyanidols (ou anthocyanosides ou anthocyanes , pigments colorés) et des hétérosides de flavanols.les acides chlorogéniques ,présents également dans le café robusta et les pruneaux ,ont une activité antioxydante et peuvent avoir un effet anxiolytique à forte dose . Ils pourraient également jouer un rôle dans la prévention du diabète de type 2. Les prunes fraîches contiennent des flavanols similaires à ceux présent dans les pommes ou les raisins .Elles renferment également des oligomères et des polymères de flavanols appelés « tanins condensés » ou « proanthocyanidols ».Ces molécules ont une activité vasodilatatrice en activant l'oxyde nitrique synthase eNOS). Les anthocyanosides sont des pigments naturels responsables de la coloration rouge, pourpre ou bleue des fruits. On les trouve également dans des fruits tels que les myrtilles ou les cerises .au fur et à mesure que le fruit mûrit, les pigments anthocyanosides (**Chemistry vol, 2008**) et des sucres ainsi qu'une diminution de la concentration des acides. Les pigments anthocyanosides diminuent la perméabilité des capillaires et augmentent leur résistance (**tac et dac, 2009**). Et comme beaucoup de composés phénoliques, ce sont des piègeurs de radicaux libres.

3.3.PRINCIPAUX COMPOSES PHENOLIQUES DES PRUNEAUX

En général, les fruits et légumes sont une source importante d'antioxydants tels que les flavonoïdes, les tanins, les coumarines, les acides phénoliques et leurs dérivés, et présentent une forte activité antioxydante (**Kayano et al, 2003**).

Les pruneaux ont toujours été appréciés pour leurs bienfaits nutritionnels et curatifs, en particulier dans le domaine gastro-intestinal ainsi que dans d'autres domaines. (**Kayano et al. 2003**). Il a été démontré que l'activité antioxydante des pruneaux était significative par rapport à celle d'autres fruits et légumes sur la base de la capacité d'absorption des radicaux oxygénés (ORAC). Des études ont prouvé que les pruneaux contiennent une concentration particulièrement élevée en composés phénoliques tels que l'acide p-coumarique, l'acide protocatéchique, l'acide caféique, l'acide vanillique et l'acide néochlorogénique (**Bourre et al, 2007**).

L'acide cryptochlorogénique (acide 4-O-caféolquinique) est une molécule spécifique qui a été identifiée pour la première fois dans les pruneaux par (**Nakatani et al, 2000**). Il fait partie de la famille des acides caféoylquiniques, qui sont des composés dérivés de l'acide caféique et de l'acide quinique.

CHAPITRE III
STRESS OXYDATIVE

III. CHAPITRE III STRESS OXYDATIF

Aujourd'hui, l'analyse nutritionnelle des aliments ne se limite plus au comptage des calories, leur composition est plus importante. Des études épidémiologiques ont démontré qu'une alimentation riche en fruits et légumes est un facteur clé dans la prévention des maladies cardiovasculaires, cérébrovasculaires, neurodégénératives (maladies de Parkinson et d'Alzheimer) et du cancer (**Gaulejac et al, 1999**).

La forte teneur en phytonutriments antioxydants (acide ascorbique, tocophérols, caroténoïdes et polyphénols) et en fibres alimentaires de ces aliments est la principale raison de leur effet préventif contre ces maladies. Ils neutralisent les radicaux libres qui provoquent l'oxydation des lipides, des protéines et de l'ADN. (**Duan et al, 2007**). Radicaux libres, espèces réactives de l'oxygène (ROS), stress oxydatif et antioxydants deviennent des termes de plus en plus familiers aux professionnels de santé voire au grand public (**Defraigne et Pincemail, 2007**).

1. LE STRESS OXYDATIF

1.1.Définition

Dans les systèmes biologiques, le stress oxydatif, parfois appelé stress oxydatif, se définit comme un déséquilibre de l'équilibre oxyda-antioxydant, c'est-à-dire lorsque la production de radicaux libres dépasse la capacité de défense des tissus, ce qui est très dommageable pour les structures et les tissus. . Métabolisme cellulaire par la dégradation de nombreuses cibles : protéines, lipides et acides nucléiques, et dans le cas des lipides, même des réactions de peroxydation peuvent se produire, affectant les membranes ou les lipoprotéines qui transportent les lipides dans le sang (**Taibur et al, 2012 ; Bensakhria, 2018**).

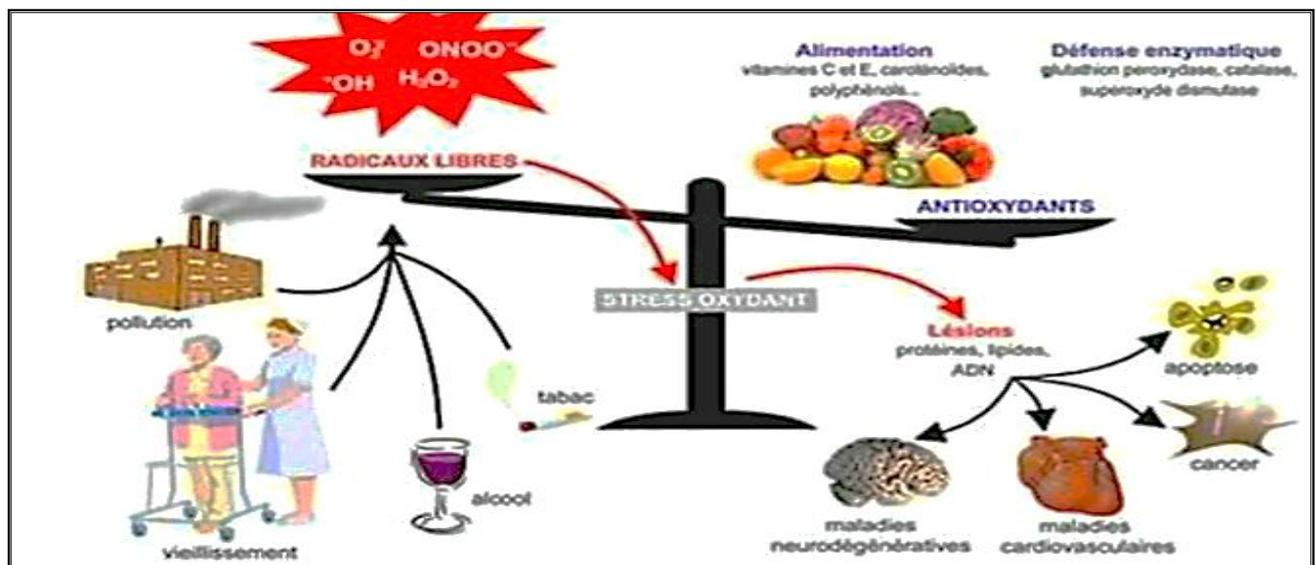


Figure 9: la balance pro-oxydants et antioxydants (Sekkiou, 2017).

1.2.Origines du stress oxydant

L'origine du stress oxydatif se divise en deux types :

Endogène (intracellulaire) : respiration mitochondriale, phagocytose.

Exogène (extracellulaire) : lumière UV, ozone, fumée de tabac (**Libbey, 2018**).

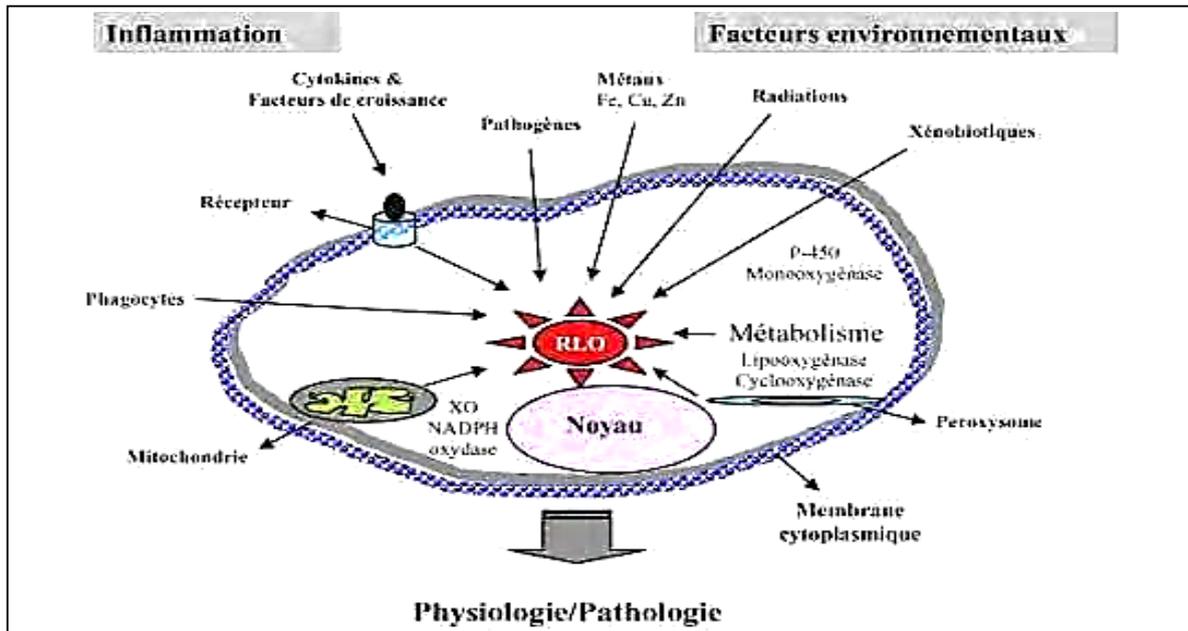


Figure 10:: Origine extra-et intracellulaire des radicaux libres dérivés de l'oxygène (Afonso et al ,2006).

1.3.Effets du stress oxydatif sur la structure moléculaire

Une génération excessive de radicaux libres endommage directement les molécules Bio : des lésions secondaires surviennent dues non seulement à l'oxydation de l'ADN, des protéines, des lipides et des glucides, mais aussi aux propriétés cytotoxiques et mutagènes des métabolites notamment libérés lors de l'oxydation des lipides (**Oueslati et al, 2017 ; Bensakhria, 2018**).

1.3.1. Peroxydation lipidique

Les lipides, notamment leurs acides gras polyinsaturés, sont des cibles privilégiées. Attaque radicale hydroxyle. Il extrait un hydrogène de l'atome de carbone entre deux doubles liaisons pour former un radical diène conjugué qui est oxydé en un radical peroxyde (**Favier, 2006 ; Defraigne, 2008**). Cette réaction, appelée peroxydation lipidique, se déroule en trois étapes (Figure 11).

1.3.2. Présentation

Dans cette étape, les acides gras polyinsaturés sont attaqués. Carbone entre deux doubles liaisons avec des radicaux hydroxyles Le décapage d'un atome d'hydrogène, laissant un électron non apparié. Acidula grasse subit alors une série de réarrangements de doubles liaisons (**Jack et André, 2004**).

1.3.3. Propagation

Causée par l'ajout de molécules d'oxygène réactif Rapidement au niveau du site radicalaire, le radical formé réagit avec un autre acide gras. Cela génère des hydro peroxydes et de nouveaux sites radicalaires (Favier, 2003).

1.3.4. Finition

Les hydro peroxydes subissent plusieurs transformations Il est soit réduit par la glutathion peroxydase, soit continue à être oxydé. Dans ce cas ils sont Il se décompose en aldéhydes toxiques. Cette réaction en chaîne se termine par l'un des éléments suivants : Par l'intervention de composés antioxydants ou l'interaction de deux radicaux Forme des molécules stables (Hennebelle *et al*, 2004).

Les attaques sur les lipides circulants provoquent la formation de lipoprotéines de basse densité (LDL) oxydées et favorisent la formation de dépôts lipidiques de la plaque athérosclérotique dans les maladies cardiovasculaires. Les attaques des phospholipides membranaires altèrent la fluidité membranaire (Hadi, 2004 ; Favier, 2003).

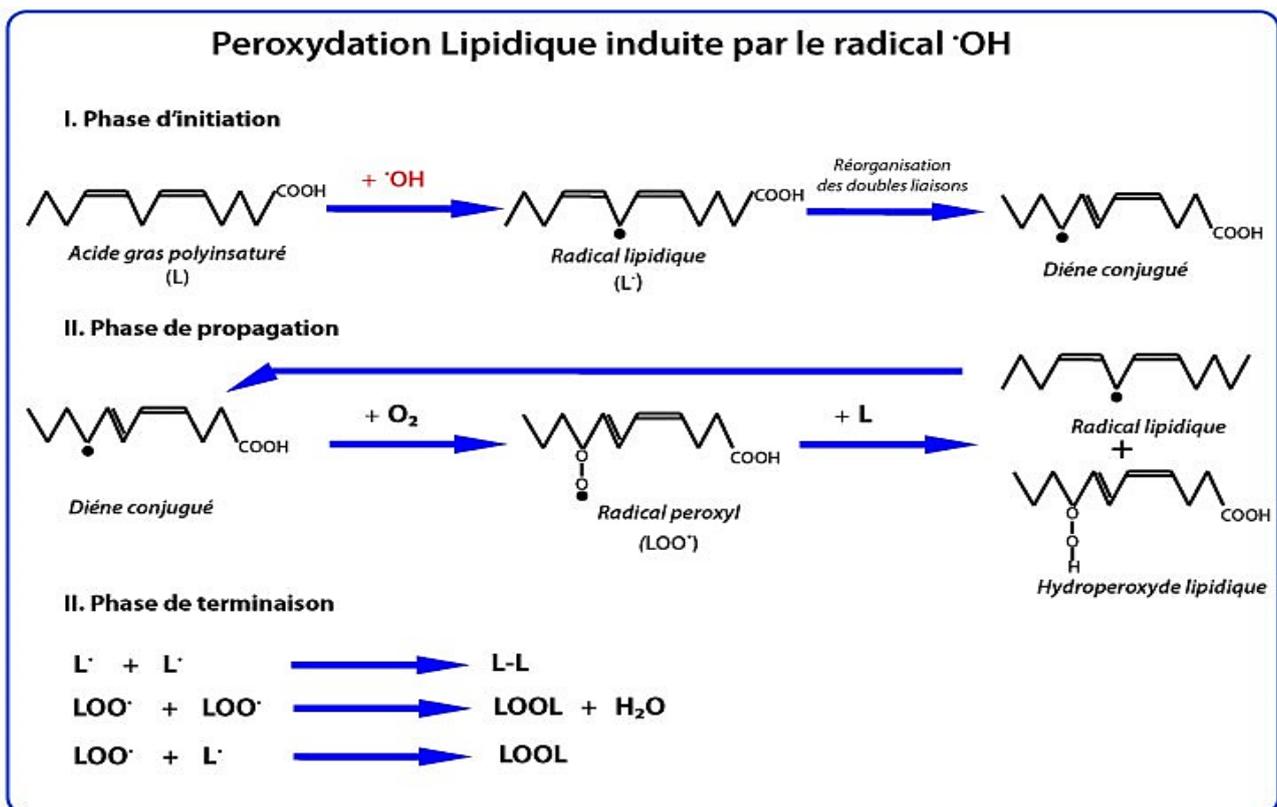


Figure 11: Un schéma expliquant la peroxydation lipidique (Favier, 2003).

1.4.Oxydation de l'ADN

Ceux-ci comprennent les bases d'ADN purine et pyrimidine et le désoxyribose. Combat les radicaux libres, en particulier les radicaux OH et hydroxyle. Par exemple, la guanine réagit avec ce radical pour former la 8-OH-désoxyguanosine et se lie avec lui. Il ne se lie normalement pas à la cytosine, mais plutôt à l'adénine. Cela se traduit par des mutations au sein de l'ADN (Figure 12) (Haleng et al, 2007 ; Defraigne, 2008). Un système de réparation de l'ADN existe, mais lorsqu'il est surmené, il devient inadéquat, ce qui entraîne des modifications du matériel génétique pouvant entraîner des mutations, des cancers, etc. Haleng et al, (2007).

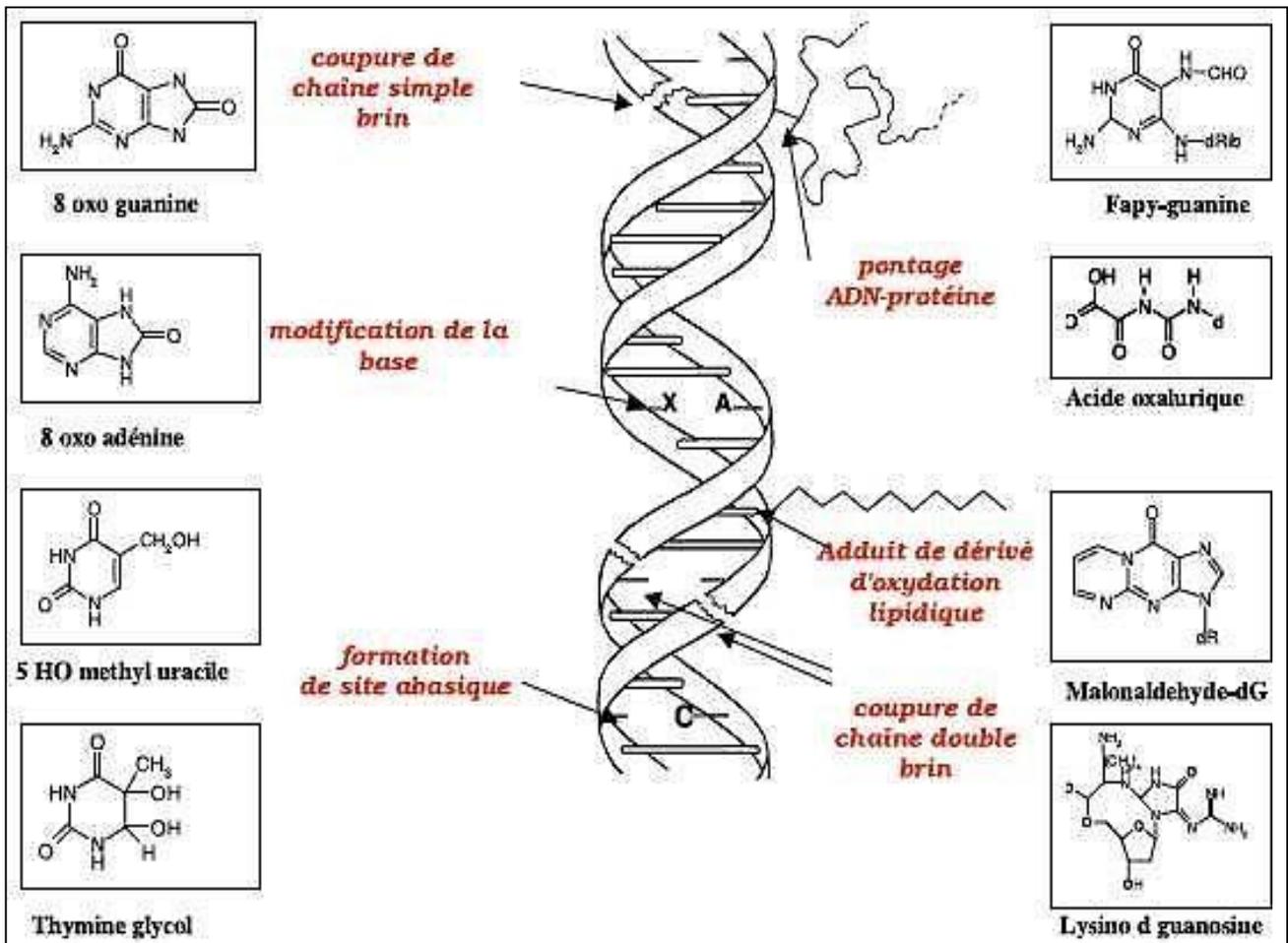


Figure 12:Un schéma expliquant l’oxydation de l’ADN (Haleng et al, 2007).

1.5.Oxydation des protéines

Modification de la structure primaire, secondaire et tertiaire des protéines. Les radicaux libres sont à la base de la formation de dérivés de protéines carbonyles. Mécanismes multiples tels que la fragmentation et l'oxydation des acides aminés. De Présence de dinitrophénylhydrazone (DNPH) (Haleng *et al*, 2007 ; Buonocore *et al*, 2010). Acides aminés aromatiques, tels que Les radicaux OH se lient au tryptophane et à la tyrosine et les modifient. Structure tridimensionnelle des protéines. Pour les acides aminés contenant des atomes de soufre comme la cystéine et la méthionine, radicalaire Ponts disulfure (Fig13) (Koechlin-Ramonatxo, 2006 ; Migdal *et al*, 2011).

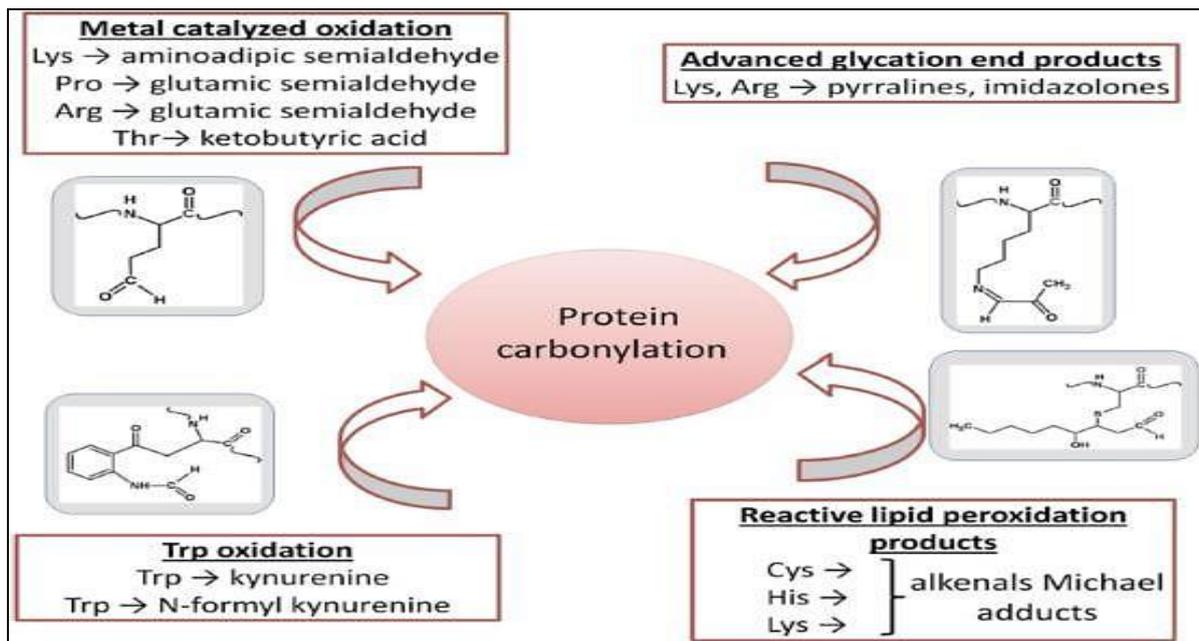


Figure 13:Schéma expliquant l'oxydation des protéines (Migdal *et al*, 2011).

2. LES RADICAUX LIBRES

2.1.Signification

Les radicaux libres sont des molécules ou des atomes auxquels il manque un ou plusieurs électrons. Un ensemble de radicaux libres et leurs précurseurs sont souvent appelés espèces réactives de l'oxygène (REAO) (Hamoudi, 2015).

2.2.Différents types de radicaux libres

Un composé oxydant produit par la réduction de l'oxygène que nous respirons. Nous distinguable :

2.2.1. Radicaux libres primaires

Ceux-ci sont produits par des réactions de réduction directe à partir d'O₂ Magali, (2013).

2.2.2. Radicaux libres secondaires

Ils sont formés par des réactions entre des radicaux libres primaires et des composés.

Biochimie cellulaire (Magali, 2013)

3. LES ACTIVITES ANTIOXYDANT

Une étude de **Torres-Castillo *et al*, (2013)** ont montré que les feuilles de *Moringa oleifera* ont de puissantes propriétés antioxydantes. Cette activité a été rapportée par Siddiq *et al*. Noté. (2005) sur divers extraits de feuilles utilisant le vieillissement accéléré de l'huile de tournesol. Les résultats de cette étude ont indiqué que les feuilles de *M. oleifera* peuvent être étudiées en tant que source viable d'antioxydants naturels. Une étude de (**Putri *et al*, 2017**) sur l'analyse des antioxydants ont montré que les graines de moringa ont une activité considérable.

3.1.Définition des antioxydants

Les antioxydants sont des molécules suffisamment stables pour donner des électrons aux radicaux. Libérez-le pour le neutraliser et réduire son potentiel de dégâts. Ces antioxydants ralentit ou inhibe les dommages cellulaires principalement grâce à des propriétés de blocage Radicaux libres. Ces antioxydants de faible poids moléculaire peuvent interagir. Protège contre les radicaux libres et casse les réactions en chaîne devant les molécules. (**Koehlin-Ramonatxo, 2006 ; Berger, 2006 ; Birben *et al.*, 2012**).

3.2.Types de systèmes antioxydants

3.2.1. Antioxydants enzymatiques

Le système humain possède des enzymes qui neutralisent les espèces réactives produites. La superoxyde dismutase, la catalase, la glutathion peroxydase sont des enzymes. Les antioxydants ne jouent pas seulement un rôle fondamental dans ce problème, ils jouent également un rôle essentiel. Pouvoir protecteur antioxydant des systèmes biologiques contre les attaques des radicaux Il est gratuit (**Haleng *et al*, 2007 ; Sisein, 2014**).

3.2.2. Superoxyde dismutase (SOD)

La première enzyme détoxifiante de la cellule et le plus puissant antioxydant. C'est Une enzyme antioxydante endogène importante qui fonctionne comme un composant de Première ligne de défense contre les espèces réactives de l'oxygène (ROS). Ca catalyse 2 dismutation de l'anion superoxyde (O₂⁻) en peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) Se convertit en oxygène moléculaire (O₂), ce qui rend l'anion superoxyde potentiellement dangereux Les réactions suivantes le rendent moins dangereux (**Igodaro *et al*, 2017 ; Sisein, 2014**).

3.2.3. Catalase (CAT)

La catalase est une enzyme commune présente dans presque tous les organismes. Lorsqu'il est exposé à l'oxygène, l'oxygène catalyse rapidement la décomposition. Convertit le peroxyde d'hydrogène en molécules d'oxygène et d'eau gazeuses moins réactives (**Ré et al, 2005 ; Powers et Jackson, 2008**) ont répondu : $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ (**Re et al, 2005**). Tous les animaux connus utilisent des concentrations variables de catalase dans tous les organes Particulièrement élevé dans le foie (**Lobo et al, 2010**).

3.2.4. Glutathion peroxydase (GPx)

Cette enzyme est présente dans le cytoplasme et les mitochondries. C'est Les glycoprotéines et les métamères, d'une part, réduisent le peroxyde d'hydrogène intramoléculaire l'eau, et tous les peroxydes lipidiques d'une part (**Favier, 2003 ; Ali et al, 2019**). Cette réaction nécessite l'intervention de deux molécules de glutathion GSH. Il est converti en disulfure de glutathion GSSG selon la réaction suivante (**Ré et al, 2005**) :



3.3.Mécanisme d'action des antioxydants

Deux principaux mécanismes d'action ont été proposés pour les antioxydants : Le premier est un mécanisme de rupture de chaîne par lequel l'antioxydant primaire donne un électron au radical libre présent dans les systèmes. Le second mécanisme implique l'élimination des ERO initiateurs d'espèces réactives de l'azote (antioxydants secondaires) par trempe du catalyseur initiateur de chaîne (**Lobo et al, 2010; Pisoschi et Negulescu, 2011**).

3.4.Effets des antioxydants sur la santé

Nous avons vu que le stress oxydant avait un réel impact négatif sur la santé, notamment par la favorisation de la survenue de pathologies telles que l'athérosclérose, le cancer, le diabète de type 2, les maladies neurodégénératives et les maladies rhumatismales. Par conséquent, il est raisonnable de croire que fournir des antioxydants au public rendra tout le monde en meilleure santé. Ces conditions peuvent avoir tendance à disparaître (**Kawabashi et al, 2019 ; Mishra et al , 2015**).

Il a été démontré qu'un régime méditerranéen riche en fruits et légumes affecte les systèmes de l'organisme système cardiovasculaire. Une hypothèse qui justifie ce mécanisme de protection est : un antioxydant présent dans les fruits et légumes. En effet, de nombreuses études suggèrent qu'une alimentation variée riche en fruits et légumes prévient le développement de nombreuses maladies. Pathologie, en particulier cancer, maladies cardiovasculaires, diabète de type 2. Certaines études

pensent que les polyphénols jouent un rôle important dans ses effets. Ceci est lié aux propriétés antioxydantes de ces molécules (Marin *et al*, 2015 ; Adriusz *et al*, 2017).

3.5. Deux modes d'action des polyphénols

Leurs interventions se situent souvent à plusieurs niveaux .éliminer les radicaux libres (Saint-Cricq de Gaulejac *et al*, 1999), Chélation des métaux prooxydants En éliminant les groupes hydroxyles et en inhibant certaines enzymes (Pulido *et al*, 2000).

3.6 Piégeage des radicaux libres.

Les perspectives de recherche sur les polyphénols sont liées à l'espèce composée oxygénés réactifs (R.E.O) de peroxyde (ROO), alcoxyle (RO), superoxyde (O₂), et les groupes hydroxyle (H₂O) peuvent attaquer des cibles biologiquement actives telles que les protéines. (modifiant les récepteurs cellulaires et les enzymes) glucides, lipides, acides Un noyau qui favorise le développement de mutations délétères à l'origine de divers types de cancers (Ames *et coll* , 1993 ; Lee *et coll* , 2004). Celles-ci peuvent survenir lorsque : métabolisme oxydatif de l'oxygène, anoxie, inflammation, auto-oxydation Lipides (Aurousseau, 2002).

L'interaction des flavonoïdes avec de nombreux radicaux a été exploitée à plusieurs reprises. Dans des études visant à déterminer les principaux composants de cette activité antioxydante, Il a une action puissante qui inactive et stabilise les radicaux libres. Les réactifs sont selon les réactions suivantes ; Fl-OH + R. Fl-O Nijveldt *et al*,(2001).

CHAPITRE IV

IMPORTANCE

SOCIO-ECONOMIQUE

IV. CHAPITRE IV IMPORTANCE SOCIO-ÉCONOMIQUE

1. IMPORTANCE ECONOMIQUE DE PRUNE

Dans la production mondiale de fruits à noyau, les prunes viennent juste après les pêches et les nectarines. Les rendements des prunes japonaises sont généralement supérieurs à ceux des prunes européennes. En 2019, selon les statistiques de l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, la superficie mondiale des pruniers dépassait 2,7 millions d'hectares, y compris les variétés européennes, japonaises et hybrides, avec une production totale d'environ 12,6 millions de tonnes, soit une augmentation de 20 % au cours des dix dernières années **(Sottile, 2022)**.

La Chine est le principal producteur de prunes, représentant 77 % de la zone de cueillette mondiale et 56 % de la production totale. Elle est suivie par la Roumanie, la Serbie, le Chili, l'Iran, les Etats-Unis, la Turquie, l'Italie, la France, l'Ukraine et l'Espagne **(Sottile, 2022)**.

Le Chili est le plus grand exportateur mondial de prunes, principalement vers la Chine, les Etats-Unis et le Brésil, représentant environ les deux tiers de ses exportations totales **(Sottile, 2022)**.

Les prunes sont les fruits à coque les plus importés en Europe, et l'Allemagne est le principal marché de destination de l'UE pour les prunes fraîches importées **(Sottile, 2022)**.

La Roumanie et la Serbie sont les plus grands producteurs de prunes en Europe, mais la majeure partie de leur production est consommée dans le pays et transformée en prunes et spiritueux, Par conséquent, seule une petite quantité est exportée de **(Sottile, 2022)**.

La production Américaine est concentrée en Californie, principalement dans la vallée de sacramento, et la Californie est le leader mondial de la production de prunes séchées (pruneaux) **Sottile, (2022)**

L'Afrique du Sud est le plus grand fournisseur non européen des pays de l'UE **(Sottile, 2022)**.

L'Espagne et l'Italie restent les principaux fournisseurs Européens de prunes fraîches aux marchés voisins, bien que les exportations de prunes aient diminué ces dernières années. **(Sottile, 2010)**.

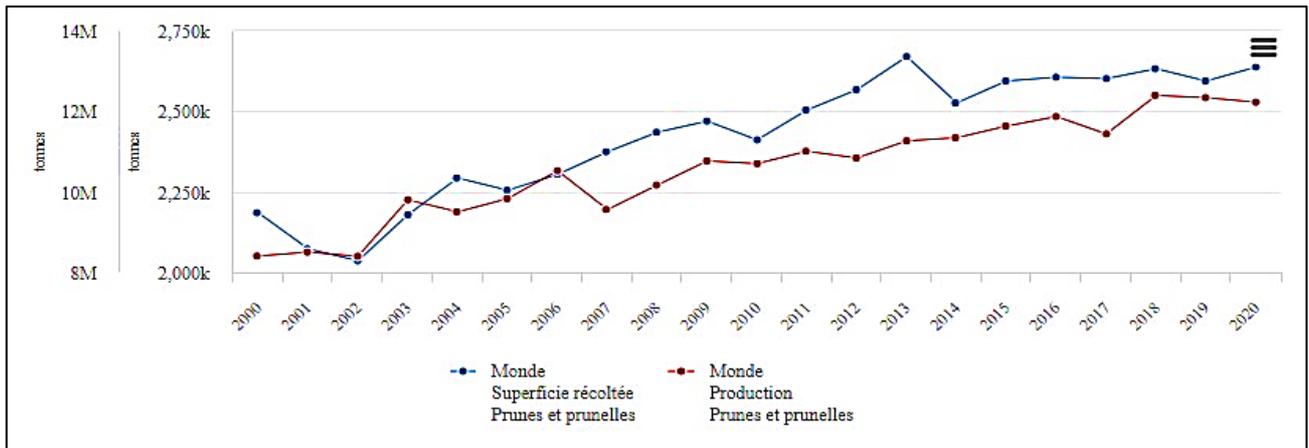


Figure 13 : Superficie récoltée et Production de Prunes en Monde (FAO, 2020).

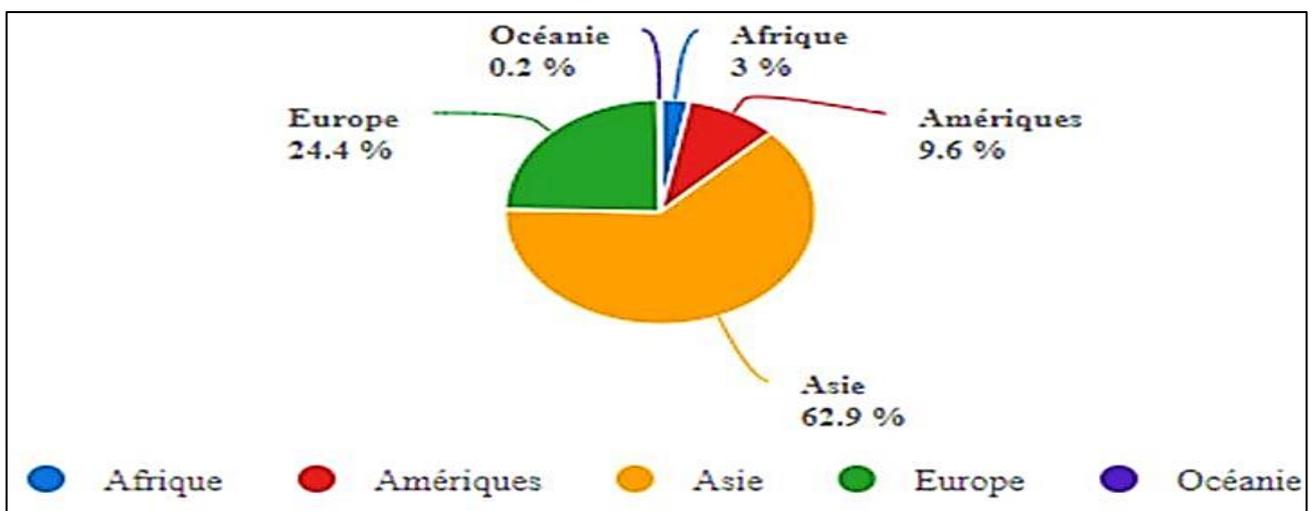


Figure 14 : Part de la production de Prunes par région (FAO, 2020).

En Algérie, la superficie des pruniers s'élevait à 7 450 hectares fin 2000 (figure15), et cette superficie a sensiblement augmenté en 2011, atteignant 22 459 hectares, depuis, on observe une baisse assez importante au cours des 10 dernières années, pour atteindre 12 689 hectares en 2020. Quant à la production, on sait aussi que de 26 353 tonnes en 2000 à 105 549 tonnes en 2011, soit une baisse de 98 908 hectares jusqu'en 2020 (FAO,2020).

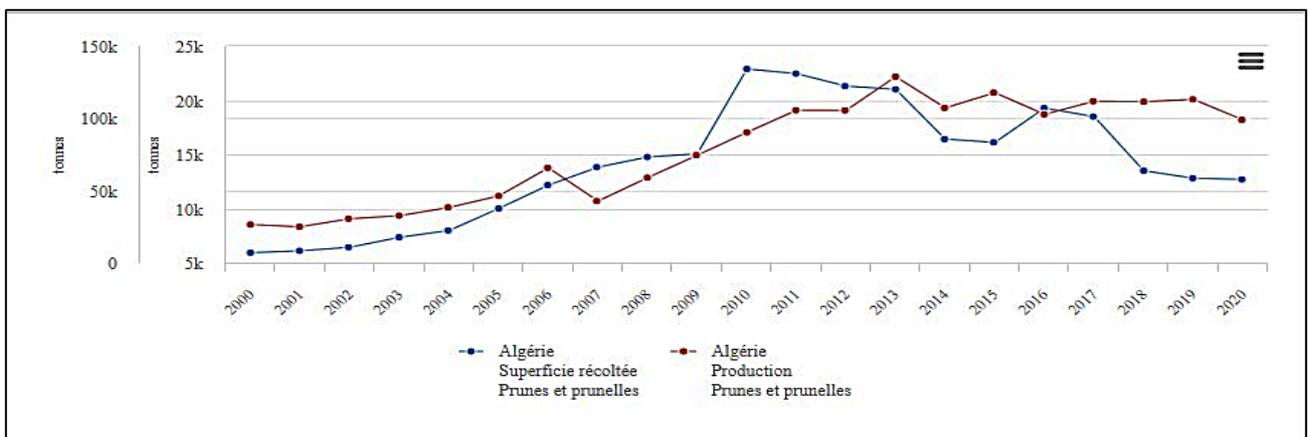


Figure 15: Superficie récoltée et Production de Prunes en Algérie (FAO, 2020).

2. CONTENU NUTRITIONNEL ET VALEUR

Les prunes ont peu de calories parce qu'elles sont une source concentrée de vitamines, de minéraux et de produits phytochimiques. À mesure que les prunes mûrissent, leur teneur en minéraux augmente. De plus, les prunes sont riches en substances bioactives comme les acides phénoliques, les anthocyanes, les caroténoïdes, les minéraux et les pectines. L'acide caféique, le 3-O-caffeoylquinique (acide néochlorogénique), le 5-O-caffeoylquinic (acide chlorogénique) et le 4-O-caffeoylquinic (acide cryptochlorogénique) sont les principaux composés chimiques phénoliques des prunes. En termes de nutrition et de valeur alimentaire, les prunes sont une partie importante de notre alimentation (Nakatani et coll, 2000).

- Sources d'énergie

Environ 15 g de glucides par 100 g de prunes sont inclus dans l'alimentation, ce qui en fait une source d'énergie rapidement disponible (30 à 60 kcal/100 g). Dans les prunes, la majorité des glucides sont composés de monosaccharides (glucose). La douceur est assurée par les disaccharides (saccharose) et les monosaccharides (saccharose). Selon les cultivars de prunes, la maturité et la durée de conservation, différentes quantités de glucides sont présentes. Les propriétés laxatives des prunes sont causées par le sorbitol, un alcool sucré qui est également présent dans les prunes à une concentration de 2 g/100 g.

- Fibre nutritionnelle

Les fruits contiennent en moyenne 2,8 g/100 g de fibres alimentaires. On dit que la plupart des fruits à noyau contiennent de la pectine, une forme de fibre alimentaire, avec des prunes ayant 1% de pectine.

- Acides organo-acides

Les acides citrique, fumarique et shikimique sont également présents, bien que l'acide malique prédomine parmi les acides organiques des prunes. Lorsque le fruit est jeune et en croissance, l'acide quinique prédomine, tandis que l'acide malique est présent en grande quantité lorsque le fruit est complètement mature.

- Nutriments supplémentaires

Outre la niacine, la pyridine, les vitamines E, K, A, -carotène, thiamine et riboflavine, la vitamine C est la principale vitamine contenue dans les prunes. Les prunes aident dans le métabolisme des aliments comme les lipides, les glucides et les protéines comme une source mineure de vitamines complexes.

- Protien

Avec seulement 0,70 g de protéines par 100 grammes, les prunes sont une mauvaise source de protéines. La lysine, la méthionine, la phénylalanine et le tryptophane, avec un score de 39 acides aminés, sont les acides aminés présents dans les prunes.

Tableau 11:Principaux vitamines et minéraux du prunier (USDA National Nutriment data base ,1992).

Principe	Valeur nutritive	Pourcentage de RDA
Energie	46 Kcal	2.3%
Carbohydrates	11.42 g	8%
Protéine	0.70 g	01%
Total des lipides	0.28 g	1%
Cholestérol	0 mg	0%
Fibre alimentaire	1.40 g	3.5%
Vitamine		
Fluorure	5 µg	1%
Niacine	0.417 mg	3%
Acide pantothénique	0.135 mg	3%
Pyridoxine	0.29mg	2%
Riboflavine	0.26mg	2%
Thiamine	0.028 mg	2%
Vitamine A	345 IU	11.5%
Vitamine C	9.5 mg	16%
Vitamine E	0.26 mg	2%
Vitamine K	6.4 µg	5%
Electrolytes		
Sodium	1 mg	0%
Potassium	157 mg	03%
Minéraux		
Calcium	6 mg	0.6%
Cuivre	0.057 mg	6%
Fer	0.17 mg	2%
Magnésium	7 mg	2%
Manganèse	0.052 mg	2%
Phosphore	16 mg	2%
Sélénium	0.1 µg	2%
Zinc	0.10 mg	1%
Phytonutriments		
Carotène-β	190 µg	---
Crypto-xanthine-β	35 µg	---
Lutéine-zeaxanthin	73 µg	---

3. IMPORTANCE ALIMENTAIRE

Les prunes sont très appréciées des consommateurs pour leur attrait, leur goût et leur jutosité contrastés, leurs diverses intensités de saveur, leur arôme, leur texture, leur couleur, leur forme et leur taille (**Taiti, 2019**) et (**Oki, 2008**), mais les deux ont des propriétés nutraceutiques et leur teneur élevée en antioxydants. Contenu (**Gil, 2002**).

De plus, les effets des prunes sur la santé ont montré que la consommation de prunes est associée à une amélioration de la fonction cognitive, de l'anatomie de la santé osseuse et des facteurs de risque cardiovasculaire (**Igwe, 2016**).

Les prunes contiennent une variété de fibres et un laxatif naturel appelé sorbitol, et le jus de prune fournit également des antioxydants, du fer, du potassium, du fluor, du phosphore, du magnésium, du calcium et du zinc ; ils contiennent des vitamines A, B1 (thiamine), B2 (riboflavine), B3 (niacine), B-6, vitamine C (acide ascorbique), vitamine E (alpha-tocophérol), vitamine K (phylloquinone) et acide folique. Ils fournissent également peu de calories et ne contiennent aucune graisse nocive (**Wolfe et al, 2008**).

En raison de ses propriétés, les prunes européennes ont un large éventail d'utilisations. Mangez frais, sec ou en conserve. Une étude récente a révélé que la consommation de prunes séchées et fraîches était efficace pour prévenir et inverser la perte osseuse (**Hooshmand et al, 2011**).

Les noyaux de prune sont constitués d'acides gras oléiques, linoléiques et saturés, de tocophérols, de phytostérols et ont plusieurs effets bénéfiques sur la santé (**Dulf et al, 2016**).

4. LES HUILES VEGETALES

4.1. Définition

Les huiles végétales sont essentiellement déterminées par leur composition en acides gras, aucun ne contient un seul type d'acide gras, les relations seront toujours compliquées, ce sont des mélanges qui contiennent des esters naturels. Les acides gras ont généralement 16 à 18 atomes de carbone, mais ils sont toujours homogènes (biosynthèse des acides gras), cela dépend de l'origine de la plante, de la génétique, de la culture, de la récolte, etc. (**Evrard et al, 2007**).

4.2. Technique d'extraction

Le procédé d'extraction est basé sur la différence de solubilités des Composés d'un mélange dans un solvant. Le mélange peut être solide ou liquide et le Solvant liquide ou fluide supercritique. Il existe plusieurs techniques d'extraction des Produits de haute valeur présents à partir des graines. Ces techniques peuvent être dites Conventiionnelles (utilisées depuis longtemps), parmi ces techniques on trouve L'entraînement à la vapeur et l'extraction par Soxhlet. Cette dernière est une méthode Classique

d'extraction solide-liquide, présentant les avantages suivants : l'échantillon entre Rapidement en contact avec la poudre de solvant, ce qui aide à déplacer les substances vers Le solvant. Cette méthode ne nécessite pas de filtration après extraction, mais une Distillation par rotavapor. Les inconvénients de cette méthode, comparant avec les autres Techniques conventionnelles sont en premier lieu la durée d'extraction qui est importante, et La grande quantité de solvant consommée. Les hautes températures peuvent décomposées Certains substances thermolabiles (**Luque 1998 ; Grigonis et al. 2005 ; Wang et Waller,2006**).

PARTIE II
PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I
MATERIELS ET METHODES

I. ANALYSES PHYTOCHIMIQUES

1. L'étude phytochimique

Les tests phytochimiques sont des tests qualitatifs utilisés pour mettre en évidence la présence de différentes familles chimiques dans un échantillon végétal. Ils ne fournissent pas d'informations sur la structure d'une molécule spécifique, mais permettent d'identifier la présence de certaines familles chimiques. Ces tests sont utilisés pour obtenir des principes actifs qui peuvent être utilisés comme agents thérapeutiques. Ils se caractérisent par la formation d'un précipité, un changement de couleur ou une observation sous lumière ultraviolette, en suivant la procédure standard décrites par (**Bruneton, 1999**). Dans l'étude menée par **Ghenemi, (2019)**, cette caractérisation phytochimique a été utilisée sur des extraits de feuilles de *Prunus domestica. L.*

2. Objectif

Dans le but de la caractérisation et valorisation des variétés de prune (*Prunus domestica. L.*) existant en Algérie, ce travail est centré sur la caractérisation physico-chimique de *prunus domestica.L.* Pour cela, nous allons effectuer des tests phytochimiques et biologiques sur la partie aérienne (les feuilles) de différentes variétés de prune au niveau de la wilaya de Tlemcen. Notre étude expérimentale a été menée à l'intérieur du laboratoire "n°05 biochimie" du département de biologie. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université de Tlemcen.

3. Matière végétale

La matière végétale utilisée est constituée des parties aériennes (les feuilles) du *Prunus domestica.L.* Ces feuilles ont été cueillies en mai 2023 dans différentes régions de la wilaya de Tlemcen(Nedroma , Ghazaouet , Maghnia , Tlemcen , Ain nehala , Remchi). Les feuilles échantillonnées fraîches ont été lavées et séchées dans un endroit sec, aéré et à l'abri de la lumière. Ensuite, ces échantillons séchés ont été découpés en petits morceaux.

CHAPITRE I MATERIELS ET METHODES

Tableau 12 : Zone d'étude, nombre d'arbres, date de prélèvement.

Variétés	Région	Nombre d'arbre	Date de prélèvement
Prune rouge	Nedroma , Ghazaouet , Maghnia , Tlemcen , Ain nehala , Remchi	15 arbres	12 à 23 mai 2023
Californie	Nedroma , Ghazaouet , Maghnia , Tlemcen , Ain nehala ,	11 arbres	10 à 22 mai 2023
Golden Japan	Nedroma , Ghazaouet , Maghnia ,	13 arbres	10 à 25 mai 2023
Rien Claude verte	Nedroma , Ghazaouet , Maghnia ,	08 arbres	12 à 26 mai 2023



Figure 16: Les feuilles de pruniers séchées (photo réel, 2023).

4. Préparation des extraits

4.1. Préparation des extraits bruts hydro-méthanoliques :

Afin d'effectuer le criblage phytochimique, on a choisi une extraction de type solide liquide (Macération) parce qu'il est le plus riche en familles de métabolites secondaires d'après (**Ghanemi, 2019**).

4.2. Mode opératoire

4.2.1. Préparation l'extrait

Les extraits hydro-méthanolique sont obtenu en ajoutant 10g de chaque parties de la plante à 30 ml d'un mélange eau distillée /Méthanol (70/30) (V/V).



Figure 17: Préparation de l'extrait méthanoïque (photo réel, 2023).

4.2.2. La macération

C'est une technique d'extraction solide-liquide dans laquelle la matière végétale est mise en contact avec un solvant, soit à température ambiante, soit à haute température, pendant une durée prédéterminée, avec ou sans agitation. Le choix entre agitation ou non dépend de la solubilité du composé bioactif dans le solvant d'extraction, et cela est déterminé par divers Facteurs tels que la qualité du matériel végétal, la concentration de la substance recherchée dans l'échantillon, le type de solvant utilisé, ainsi que la durée de l'extraction (**Spigno et al, 2007 ; Budic-Letoc, 2005**).

La méthode de macération présente plusieurs avantages. Elle est simple et économique, et peut être utilisée pour extraire des groupes de molécules sensibles. De plus, elle est réalisée à température ambiante, ce qui est idéal pour préserver l'identité des molécules bioactives qui sont sensibles aux changements de température. La matrice végétale peut également être extraite plusieurs fois à l'aide d'un solvant hautement polaire, ce qui permet d'obtenir un mélange riche en molécules d'intérêt (**AL-Bandak et Oreopoulou, 2007**).

Cela en fait une méthode polyvalente et efficace pour l'extraction de composés bioactifs. La méthode de macération est particulièrement adaptée à l'étude des composés non volatils tels que les polyphénols et les sucres, qui nécessitent l'utilisation de grandes quantités de solvant. Cependant, cette méthode présente quelques inconvénients. Tout d'abord, elle peut prendre beaucoup de temps, car l'extraction des composés peut être un processus lent. De plus, si le solvant utilisé est l'eau, il existe un risque de fermentation ou de contamination bactérienne, ce qui peut altérer les résultats de l'extraction (Macleod et Troconis, 1982; Nicolas, 2012).

Il est donc important de prendre des précautions pour éviter ces problèmes potentiels lors de l'utilisation de la macération comme méthode d'extraction.

Il est courant de fermer l'erlenmeyer contenant le mélange de feuille et de solvant avec du papier d'aluminium afin de prévenir toute contamination par l'air. Le papier d'aluminium aide à maintenir une atmosphère protectrice autour du mélange, évitant ainsi l'oxydation ou la contamination par des particules aériennes indésirables. Cette précaution contribue à garantir l'intégrité et la pureté du mélange pendant la période de macération. Les mélanges sont bien agités et laissés macérer pendant 24 h à température et à l'abri de la lumière.



Figure 18: Macération pendant 24 h (photo réel, 2023).

4.2.3. Filtration

Après avoir réalisé l'extraction hydro-méthanolique et obtenu l'extrait brut, Nous filtrons l'extrait en utilisant un papier filtre de diamètre 150 mm. Après nous plaçons le papier filtre préparé dans un entonnoir et nous veillons à éviter les débordements. L'extrait s'écoulera à travers le papier filtre, tandis que les particules solides plus grosses resteront piégées sur le papier. Une fois que tout l'extrait brut a été filtré, nous recueillons l'extrait filtré clair et le transférons dans un récipient approprié.

4.2.4. Evaporation des extraits

Ensuite, les filtrats obtenus sont évaporés à 45 °C, où l'évaporation sèche à 45°C :se produit lorsque l'eau ou tout autre liquide s'évapore rapidement sans être en contact direct avec une surface chauffante. A cette température, l'évaporation est plus rapide que la condensation, ce qui permet à l'eau de passer d'un état liquide à un état gazeux sans bouillir. Grâce à un évaporateur rotatif de type HAHNAPORHS-2005V-N.



Figure 19:Evaporation avec un évaporateur rotatif (photo réel ,2023).

5. Le rendement de l'extraction

Le rendement de l'extraction a été déterminé par rapport à 10 g de matière végétale exprimé en pourcentage . Le rendement est calculé selon la formule donnée par FALLEH et ses collaborateurs en 2008.

$$R (\%) = [(M \text{ ext } / M \text{ éch})] \times 100$$

R(%) : rendement en pourcentage ;

Mext : la masse de l'extrait après évaporation du solvant en g.

Méch : la masse de l'échantillon utilisé en g.



Figure 20:Filtration de l'extrait sur du papier filtre (Photo réel ,2023).

6. Analyse quantitative et dosages biochimiques

Des déterminations quantitatives des principaux groupes de métabolites secondaires : les polyphénols totaux et les flavonoïdes ont été effectuées sur les extraits du *prunus domestica. L*, le choix du dosage de ces substances réside dans le fait que la majorité des propriétés biologiques de la plante lui sont attribués (Boizot et al., 2006 ; Wong et al, 2006).

6.1.Dosage des polyphénols totaux

Principe La teneur en composés phénoliques des extraits a été estimée par la méthode de Folin-Ciocalteu selon Li et al, (2007) basée sur la réduction en milieu alcalin de la mixture phosphotungstic (WO_4^{2-}) phosphomolybdic (MnO_4^{2-}) du réactif de Folin par les groupements oxydables des composés polys phénoliques, conduisant à la formation de produits de réduction de couleur bleue. Ces derniers présentent un maximum d'absorption dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans l'échantillon (George et al, 2005).

Mode opératoire: le dosage des phénols totaux est déterminé par le réactif de Folin-Ciocalteu selon la méthode de Singl Ton Rossi,(1965).Ce réactif subit une réduction lors de l'oxydation de phénol, en un mélange d'oxyde bleu de tungstène et molybdène, l'absorption est mesurée à l'aide d'un spectrophomètre à 765nm.une prise de 200ul de l'extrait dilué a été introduite dans des tubes à essais ,puis 1000ul du réactif du Folin-Ciocalteu dilué 10 fois et 800ul de carbonate de sodium (Na_2CO_3)à 7.5% sont additionnés .les tubes sont agités et conservés durant 30 min à l'abri de la lumière et à une température ambiante. L'absorbance est mesurée à 765 contre le blanc à l'aide d'une spectrophotomètre SPECORTD 200 PLUS.

Expression des resultats : Une courbe d'étalonnage est réalisée en utilisant l'acide gallique comme contrôle positif afin d'exprimer les teneurs en milligramme (mg) équivalents d'acide gallique par gramme de la matière sèche (mgEAG/gMS).



Figure 21: Les différentes méthodes utilisées pour le dosage des polyphénols (photo réel, 2023).

6.2. Dosage des flavonoïdes

Principe : Le principe de cette méthode repose sur l'oxydation des flavonoïdes en milieu alcalin par le nitrite de sodium (NaNO_2) et le chlorure d'aluminium (AlCl_3) qui forme des complexes chromogènes rose avec les atomes d'oxygène présents sur les carbones 3, 4 et 5 des flavonoïdes. Absorbant à 510 nm (**Ribéreau-Gayon, 1968**).

L'évaluation quantitative des flavonoïdes dans les deux extraits selon la méthode du trichlorure d'aluminium Bahorun *et al*, (1996). La mise en évidence des flavonoïdes peut être effectuée par des tests simples et rapides « réactions à la cyanidine » (**Karumi *et al*, 2004**)

Mode opératoire: Le dosage des flavonoïdes est déterminé en utilisant la technique de **Zhishen *et al*, (1999)**. Une quantité de 500 μl de l'extrait dilué est mélangée avec 1500 μl d'eau distillée, suivie par 150 μl de nitrite de sodium (NaNO_2) à 5%. Après 5 min, 150 μl de trichlorure d'aluminium (AlCl_3) à 10 % est ajouté au mélange. Après 6 min d'incubation à la température ambiante, 500 μl d'hydroxyde de sodium (NaOH) à 4% est ajouté. Immédiatement, le mélange est complètement agité afin d'homogénéiser le contenu. L'absorbance est déterminée à 510 nm contre le blanc à l'aide d'un spectrophotomètre SPECTROD 200 PLUS.

Expression des résultats : Une courbe d'étalonnage est réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant la catéchine comme contrôle positif. La teneur en flavonoïdes est exprimée en milligramme (mg) équivalents de catéchine par gramme de la matière sèche (mgEC/gMs).



Figure 22: Les méthodes utilisées pour le dosage des flavonoïdes (photo réelle, 2023).

7. Analyses d'activités antioxydante des extraits

Pour évaluer l'activité antioxydante *in vitro* d'extraits naturels, différentes méthodes ont été développées. Ces méthodes impliquent le mélange d'espèces oxydantes, tels que des radicaux libres ou des complexes métalliques oxydés, avec un échantillon qui contient des antis oxydantes capables d'inhiber la génération de radicaux (**Thomas, 2011**).

7.1.Capacité antioxydante totale (CAT)

Principe : La CAT de l'extrait brut des fruits immatures de *P.atlantica* a été examiné par la méthode de phosphomolybdène (**prieto et al, 1999**). Mode opératoire: Un volume de 300ul de l'extrait dilué a été ajouté à 3 ml de solution de réactif (acide sulfurique 0.6M, phosphate de sodium 28 mM et molybdate d'ammonium 4mM).les tubes ont été fermés et incubés à 95 °C pendant 90 min.Après refroidissement ,l'absorbance des solutions a été mesurée à 695 nm contre le blanc qui contient 3ml de la solution CAT et 0.3 ml du l'eau distillée et il a été incubé dans les mêmes conditions que l'échantillon .

Expression des resultats : un courbe d'étalonnage est réalisé en parallèle dans les même conditions opératoire en utilisant l'acide ascorbique comme contrôle positif.les valeurs de la CAT sont exprimées en milligramme équivalents d'acide ascorbique par gramme de matière sèche (mgEAA/gMS).



Figure 23:les différentes méthodes utilisées pour la capacité antioxydant totale (photo réel,2023).

7.2. Piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényle-1-picrylhydrazyl)

Principe : Pour étudier l'activité antiradicalaire de l'extrait, nous avons opté pour la méthode qui utilise le DPPH comme un radical libre relativement instable qui absorbe dans le visible à la longueur d'onde de 515 à 520 nm. Le test consiste à mettre le radical DPPH (de couleur violette), en présence des molécules dites anti oxydantes afin de mesurer leur capacité à le réduire. La forme réduite (diphénylpicryl-hydrazine : de couleur jaune) n'absorbe plus à 515 nm, ce qui se traduit par une diminution de l'absorbance (**Moreno, 2002**). 25 µl des solutions d'extraits ou standard (acide ascorbique) sont ajoutés à 975 µl DPPH, le mélange est laissé à l'obscurité pendant 30 min et la décoloration par rapport au contrôle négatif contenant la solution de DPPH et du méthanol est mesurée à 517 nm. L'activité antiradicalaire est estimée selon l'équation ci-dessous (**Mansouri et al, 2005**).

Mode opératoire: un volume de 50ul de différentes concentration (0.062;0.125;0.5;1;2;4

mg/ml) de l'extrait est ajouté à 1950 ul de la solution méthanoïque du DPPH (0.025g/l) fraîchement préparée .Après incubation à l'abri de la lumière pendant 30 min et à la température ambiante ,la lecture des absorbances est effectuée à 515 nm à l'aide d'un spectrophotomètre .En ce qui concerne le contrôle négatif ,ce dernier est préparé en parallèle en mélangeant 50 ul du méthanol avec 1950 ul de la solution méthanoïque DPPH à la même concentration utilisée .l'acide ascorbique est utilisé comme contrôle positif. Les pourcentages d'inhibition (%) du radical DPPH sont calculés à partir de la formule suivante :

Pourcentage d'inhibition

$$(I\%) = [(AC-AE) / AC] \times 100$$

Ou:

AC: représente l'absorbance du contrôle négatif

AE: représente l'absorbance de l'échantillon.

L'activité d'un antioxydant peut être caractérisée par une grandeur appelée l'IC50 (Inhibitory concentration of 50%) : concentration de l'antioxydant qui permet l'inhibition de 50% du signal de référence. L'IC50% permet de comparer l'activité de différentes composées antioxydantes, plus l'IC50 est petit, plus l'antioxydant a une activité plus importante (**Mansouri, 2005**). Calculs de IC50 et de l'activité antiradicalaire(DDPH):IC50 (concentration inhibitrice de 50 %), aussi appelée EC50 (Efficient concentration 50), est la concentration de l'échantillon testé nécessaire pour réduire 50% de radical DPPH.Les IC50 sont calculées graphiquement par des pourcentages d'inhibition en fonction de différentes concentrations des extraits testés (**Torres et al, 2006**).

$$ARR=1/IC50$$



Figure 24 : Les différentes méthodes utilisées pour le DPPH (Photo réel,2023).

8. Analyses statistiques

Les calculs statistiques sont souvent utiles aux biologistes pour la détermination des valeurs normales ou plus exactement des valeurs de référence. Dans notre travail on a réalisé l'analyse statistique (Moyenne, écart type) des tests répétés trois fois.

- Moyenne : La moyenne est une mesure statistique caractérisant les éléments d'un ensemble de quantités il s'agit de la moyenne arithmétique, qui se calcule comme la somme des termes de la liste, divisée par le nombre de termes.
- -Ecart-type : Ecart type est une mesure de la dispersion des valeurs d'un échantillon statistique ou d'une distribution de probabilité. Il est défini comme la racine carrée de la variance ou, de manière équivalente, comme la moyenne quadratique des écarts par rapport à la moyenne.
- Le coefficient de corrélation de Pearson nous permet de transmettre une mesure simulée de l'intensité de la relation entre deux caractères et étudier la relation entre les caractères, ainsi l'attribution des modalités des caractères (la dépendance des variables). Les deux conditions du fonctionnement de ce test sont (caractère quantitatif et les données suivent la loi normal), les résultats par le logiciel SPSS V21.
- Les relations entre les accessions ont été étudiées avec une analyse en composantes principales ACP. Tous les paramètres quantitatifs étudiés ont été analysés par le logiciel R

II. EXTRACTION D'HUILE VEGETALE DE PRUNE

1. Matière végétale

Nous avons pris les graines de prune comme matière de base pour extraire l'huile végétale. Les graines de prune ont été lavées et séchées dans un endroit sec, aéré et à l'abri de la lumière. Par la suite, ces graines bien séchées ont été broyées.



Figure 25: Les graines de prunier (photo réel ,2023).

2. Principe

L'extraction d'huile végétale à partir de graines de prune à la maison peut être réalisée en suivant les étapes générales suivantes :

- Séchage
- Broyage
- Purification



Figure 26 : Principe méthodes de l'extraction d'huile de prune (photo réel ,2023).

3. Mode opératoire

Récolte des graines de prune : nous prenons des graines de prune fraîches et mûres et nous nous assurons d'enlever la pulpe des prunes.

Séchage des graines : nous étalons les graines de prune sur une surface propre et nous les laissons sécher pendant quelques jours. Nous nous assurons qu'ils sont complètement secs avant de passer à l'étape suivante.

Broyage fin : nous utilisons un moulin à café pour moudre les graines de prune et nous obtenons une poudre fine.

Broyage ultra fin : nous utilisons un mortier pour bien écraser la poudre obtenue et nous obtenons une poudre ultra fine.

Obtention de l'huile : une fois l'huile extraite, on la filtre à l'aide d'un filtre à café ou d'un chiffon propre pour éliminer les particules solides et obtenir une huile claire.

CHAPITRE I MATERIELS ET METHODES

Stockage : on transfère l'huile de prune extraite, dans une bouteille en verre sombre et hermétiquement fermée pour la conserver. Et nous la stockons dans un endroit frais, sec et à l'abri de la lumière directe du soleil.



Figure 27 : Les étapes d'extraction d'huile de prune (photo réel ,2021).

Cette méthode d'extraction permet d'obtenir une huile 100% pure et naturelle et de conserver tous les principes actifs des amandons.

**CHAPITRE II
RESULTATS ET
DISCUSSION**

I. ANALYSES PHYTOCHIMIQUES

1. Détermination du rendement d'extraction

Le rendement d'extraction est exprimé en gramme de masse d'extrait par rapport à cent gramme de la plante fraîche (Mahmoudi et al, 2012). Les résultats de l'extraction des feuilles de *Prunus domestica. L* de différentes variétés obtenus sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 13: les rendements et les masse du résidu de l'extrait des feuilles de *Prunus domestica. L* des différentes variétés.

Variétés de prunes	La masse de ballon vide en (g)	La masse de ballon rempli d'extrait en (g)	La concentration en (mg/ml)	La masse du résidu en (g)	Le rendement d'extrait en (%)
Rouge	156,9905	158,4317	180,15	1,4412	14,412
Violet(Californie)	88,74	89,93	148,75	1,19	11,9
Jaune (Golden-Japan)	89,40	90,15	93,75	0,75	7,5
Vert (Reine-claude verte)	137,8122	138,3529	67,5875	0,5407	5,407

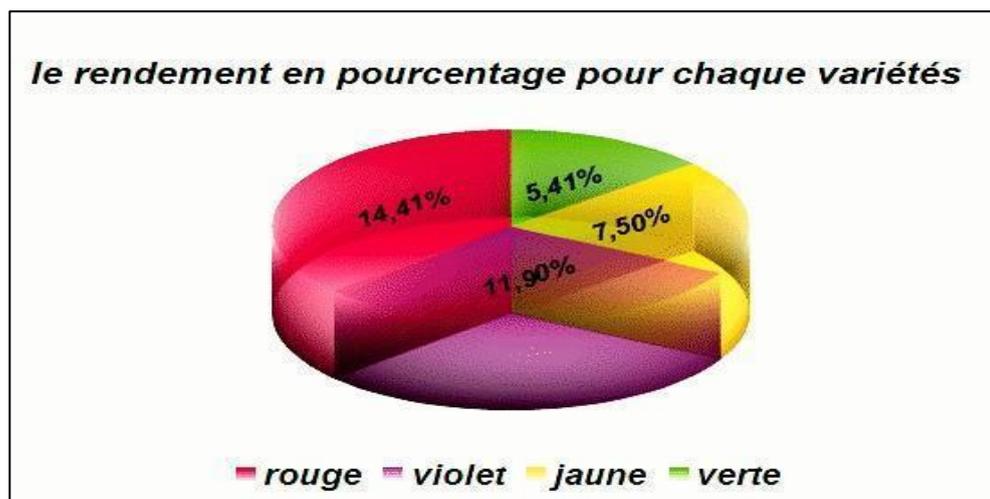


Figure 28: Secteur qui montre les rendements de l'extrait de la feuille de *Prunus domestica. L* de différentes variétés

Selon les résultats obtenus dans la figure 28, nous avons constaté que les feuilles de *Prunus domestica. L* de la prune rouge représentaient le rendement le plus élevé (14,412%), suivi par la variété Californie (11,9%), la variété Golden Japan (7,5%), et le rendement le plus faible a été obtenu par la variété Reine Claude Verte (5,407%).le rendement élevé chez la prune rouge et la Californie indique une extraction efficace, tandis qu'un rendement faible pour la variété Golden Japan et la Reine Claude verte peut indiquer une inefficacité ou des pertes importantes dans le processus d'extraction (Bourgou ,2016 ; Annegoxda et al , 2011 ; Lieu et al ; 2013 ;Hasmi,2013).

2. Analyse phytochimique

2.1. Dosages de polyphénols totaux

Les teneurs en polyphénols dans les extraits préparés des feuilles de *prunus domestica. L* de différentes variétés ont été déterminées par une courbe d'étalonnage exprimées en est élaborée par une solution standard de l'acide gallique avec une formule de la régression linéaire $y = 4.5485x$ et coefficient de corrélation $R^2 = 0.9909$.

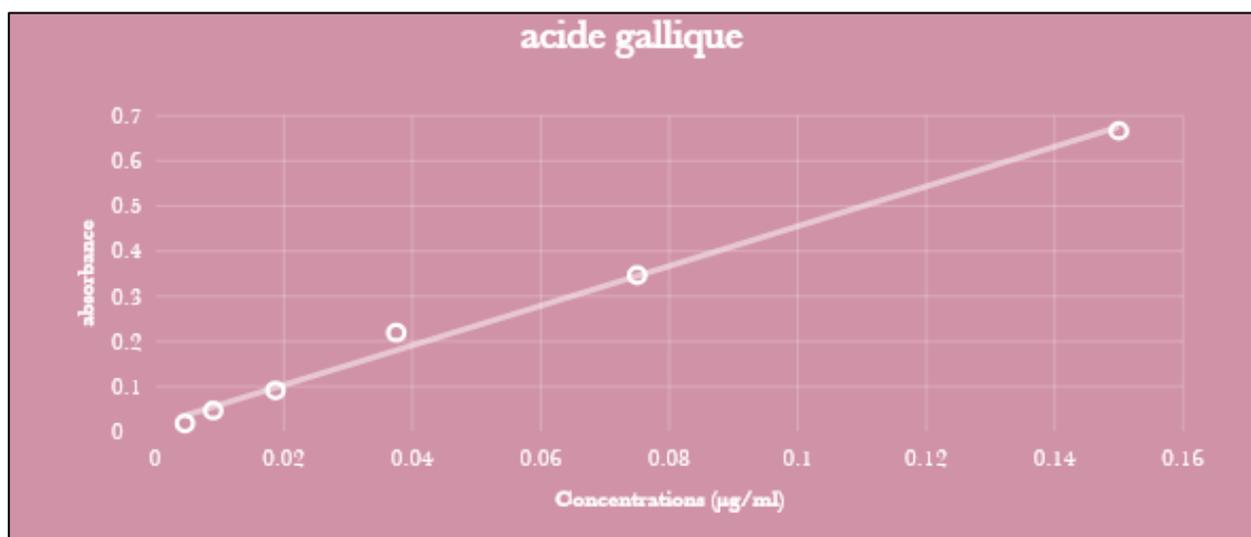


Figure 29: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.

Les résultats obtenus par l'analyse phytochimique du dosage de polyphénols totaux dans l'extrait préparé des feuilles de *prunus domestica. L* sont représentés dans la figure 30 et tableau 14 suivant :

Tableau 14: Teneurs en polyphénols totaux dans l'extrait préparés des feuilles de *prunus domestica. L* de différentes variétés.

Variétés	Polyphénols totaux (mg/g)
Rouge	13,09231± 3.61832
Violet (Californie)	11,50476± 3.39186
Jaune (Golden -Japan)	9,41634±3.06860
Vert (Reine -Claude verte)	7,431702± 2.72611

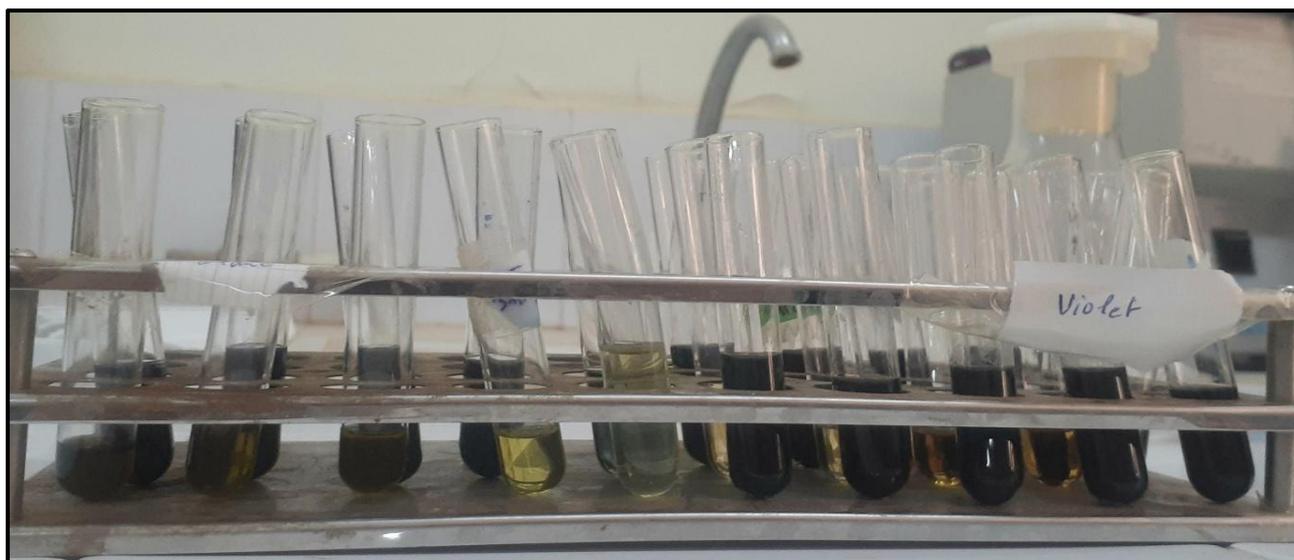


Figure 30: les résultats obtenus par l'analyse phytochimique du dosage de polyphénols totaux (photo réel ,2023).

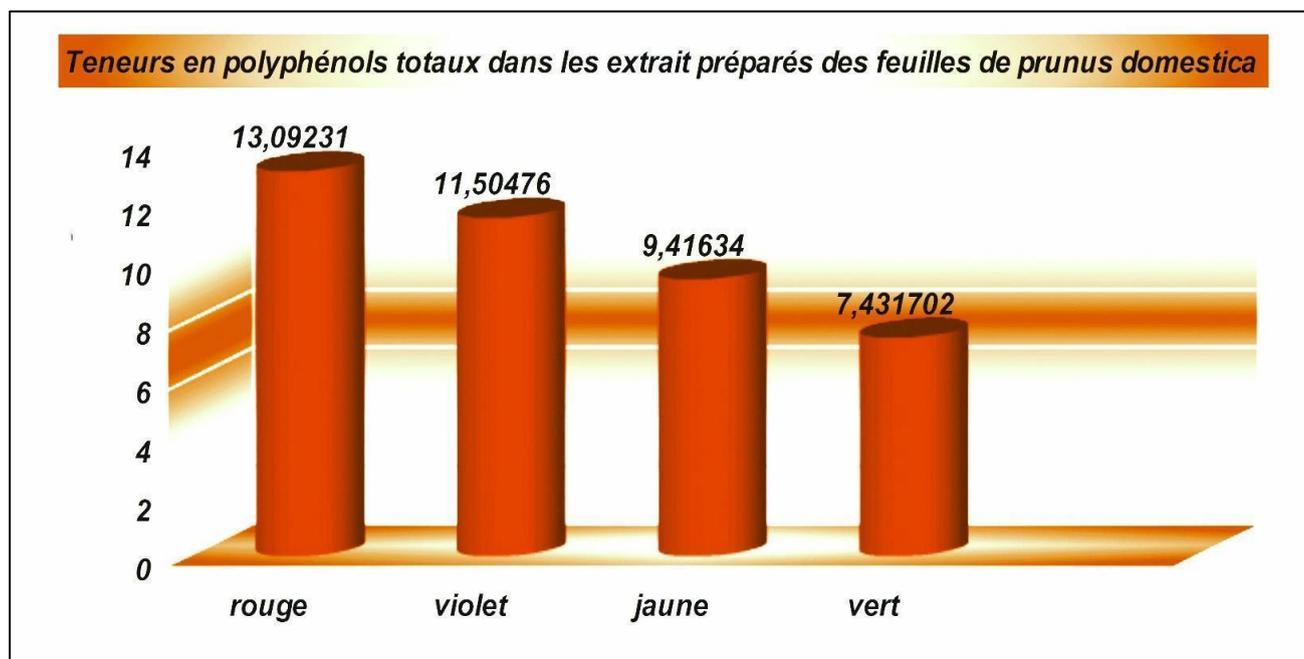


Figure 31: Diagramme qui montre les Teneurs en polyphénols totaux dans l'extrait préparés des feuilles de *prunus domestica*. L de différentes variétés.

Selon les résultats obtenus dans le tableau 13 et la figure 31, nous pouvons observer que la concentration des polyphénols totaux est plus élevée dans l'extrait préparé à partir des feuilles de prune rouge (13,09231 mg/g), après la variété Californie (11, 50476 mg/g) en général. De plus, la concentration de polyphénols totaux est également faible dans l'extrait préparé à partir des feuilles de la prune Golden Japan (9, 41634 mg/g), et enfin, la concentration de polyphénols totaux est légèrement plus faible par rapport aux autres variétés dans l'extrait préparé de la variété Reine-claude Verte (7, 431702 mg/g).

Ainsi, une concentration plus élevée de polyphénols totaux peut indiquer une plus grande activité antioxydantes et d'autres propriétés bénéfiques associées aux polyphénols, cependant, il est important de noter que d'autres facteurs tels que la variété de la plante, les conditions de croissance et les méthodes d'extraction peuvent également influencer la teneur en polyphénols totaux.

Et selon (**Anna et al,2020**) les résultats de polyphénols totales de divers extraits variaient entre 0,47 0,09 GAE (mg GA/g de matière première) pour les fruits de prune non mûrs extraits pendant 15 min dans 40% d'éthanol, à 6,06 0,09 GAE pour les feuilles de prunes récoltées à la période de maturation des fruits, extrait pendant 60 minutes dans de l'éthanol à 70 %. Les valeurs les plus élevées ont été pour les extraits de feuilles de prunier récoltés à maturité préparée en 70% éthanol (30 et 60 min) et 40 % éthanol à (60 min) 5,89 0,16, 6,06 0,09 et 5,76 0,13 GAE, respectivement. Pour les extraits de peau, la teneur en polyphénols la plus élevée a été trouvée pour les extraits dans 96 % d'éthanol (temps d'extraction 60 min) – 4,38 0,16 GAE et en méthanol (30 et 60 min) 4,36 0,18 et 4,21 0,16 GAE, respectivement. La plus faible on a trouvé des valeurs pour les fruits de prunier immatures et matures, indépendamment du temps d'extraction, alors que le contenu le plus élevé était dans les fruits de prune non mûrs extraits de méthanol, qui différaient sensiblement des autres échantillons.

Ainsi une autre étude par **Mocan et al, (2018)** a montré que la concentration la plus élevée était habituellement dans les extraits des feuilles, dans le cas des feuilles récoltées à la fin de maturation, la teneur en polyphénols était la plus élevée dans les extraits dans l'éthanol 70% (30 min) 6,06 0,09 GAE. Nous concluons donc que l'activité antioxydant des feuilles de prune peut varier selon la variété. Selon **morabbi et al, en 2014** justifier que Les matières premières, comme les fruits ou les feuilles, sont des sources riches en substances antioxydantes : Teneur totale en polyphénols dans différentes variétés de prunes variant entre 282 mg/100 g et 922 mg/100 g de fruits. Dans une autre étude de **manjeet et al, (2017)** l'extrait de fruits de *Prunus domestica. L* (145.56 2.43 µg/ml d'équivalents d'acide gallique) possèdent plus de quantité totale de phénolique. Nous concluons donc que la teneur de polyphénols dans les fruits de la prune est supérieure à celle des feuilles.

2.2. Dosages de flavonoïde

Les teneurs en flavonoïdes dans les extraits préparés des feuilles de *prunus domestica.L* de différents variétés ont été déterminées par une courbe d'étalonnage exprimée est élaborée par une solution standard de catéchine avec une formule de la régression linéaire $y = 1.1248x$ et coefficient de corrélation : $R^2 = 0.9984$.

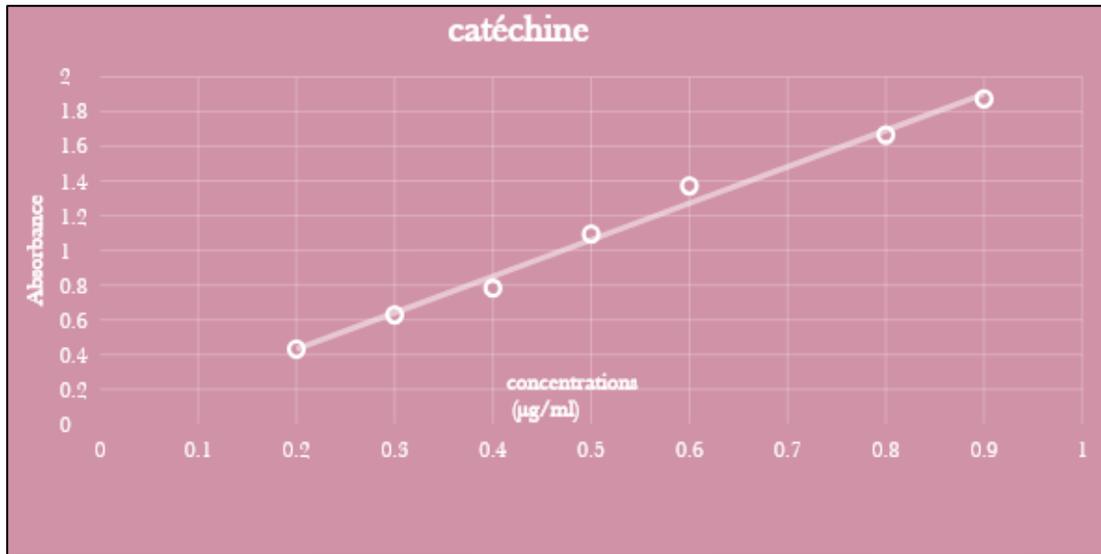


Figure 32: Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des flavonoïdes.

Les résultats obtenus par l'analyse phytochimique du dosage de flavonoïde dans l'extrait préparé des feuilles de *prunus domestica. L* sont représentés dans le tableau suivant :



Figure 33: Résultat des dosages de flavonoïde dans l'extrait préparé des feuilles de *prunus domestica. L* (photo réel ,2023).

Tableau 15 : Teneurs en flavonoïde dans l'extrait préparés des feuilles de *prunus domestica. L* de différentes variétés.

Variété	Flavonoïdes (mg/g)
Rouge	28,93248± 5.37889
Violet (Californie)	23,10227± 4.80653
Jaune (Golden -Japan)	19,98419± 4.47036
Vert (Reine -Claude verte)	28,16713± 5.30727

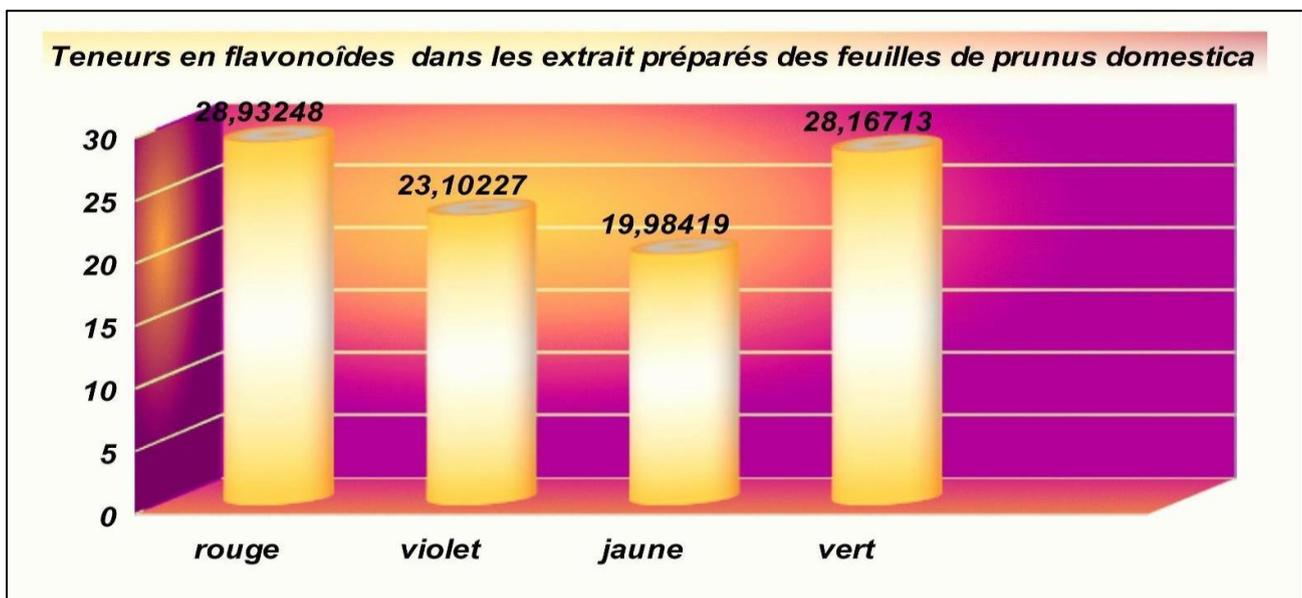


Figure 34: Diagramme qui montre les Teneurs en flavonoïde dans l'extrait préparés des feuilles de *prunus domestica. L* de différentes variétés.

Le dosage des flavonoïdes totaux a montré que les teneurs les plus élevées sont enregistrées chez les variétés de prune rouge, Reine claud verte avec des valeurs d'ordre de 28,93248 mg/g, 28,16713 mg/ g respectivement, par rapport aux autres variétés Californie (23,10227 mg /g) et Golden Japan (19,98419 mg /g) qui ont de moyennes faibles teneurs en Flavonoïdes (Figure 34).

D'après **manjeet et al, (2017)** la teneur totale en flavonoïdes des extraits de fruit de *Prunus domestica. L* a été déterminé par Chlorure d'Aluminium (AlCl₃), et a été calculée à partir de la norme courbe de rutine (tracé standard : $y=0,0043x$, $R^2=0,9946$) ; l'extrait de fruits de prune possèdent une teneur en flavonoïdes totaux plus élevée : (284,27 2,16 µg/ml d'équivalents de rutine).

2.3.Résultat récapitulative des teneurs en molécule bioactive

Dans cet histogramme Figure 35 on a mentionné la teneur des quatre extraits préparés des feuilles de *prunus domestica. L* de différentes variétés pour toutes les molécules phénoliques étudiées (Polyphénols totaux, Flavonoïdes), afin de faire une comparaison entre les différentes molécules bioactives étudiées et leur extraction.

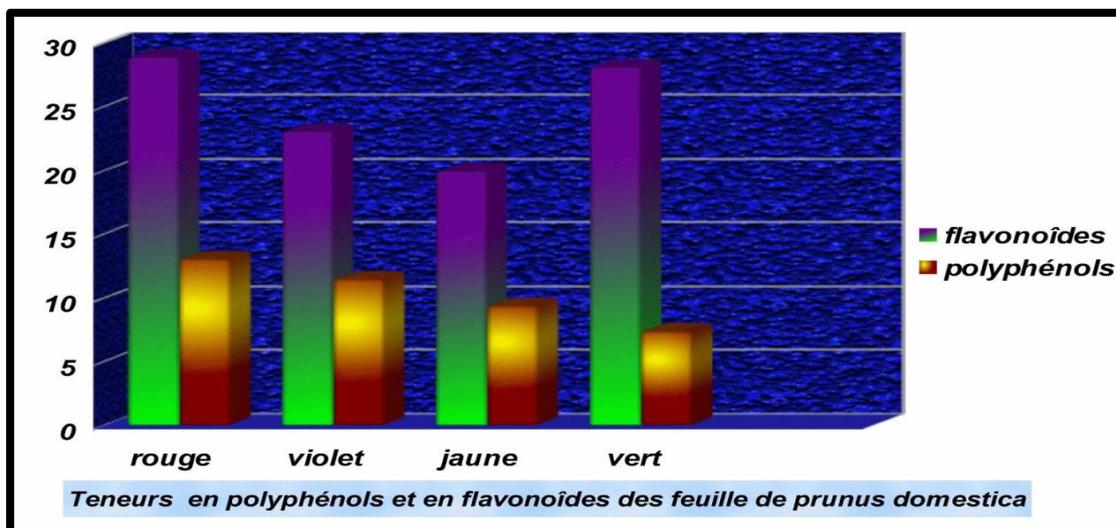


Figure 35: Histogramme qui montre les teneurs en polyphénols totaux et flavonoïdes dans l'extrait préparé des feuilles de *prunus domestica. L* de différentes variétés.

La figure 35, montre que les teneurs des flavonoïdes dans l'extrait préparé des feuilles de *prunus domestica. L* de différentes variétés est plus élevée que les teneurs des polyphénols.

3. Etude d'activité biologique

3.1.Taux de capacité antioxydante (CAT)

Les teneurs en capacité antioxydante totale dans les extraits des feuilles de prune ont été déterminées par un courbe d'étalonnage exprimées en est élaborée par une solution standard de quercétine avec une formule de la régression linéaire $y=2.8554x$ et coefficient de corrélation $R^2=0,9956$.

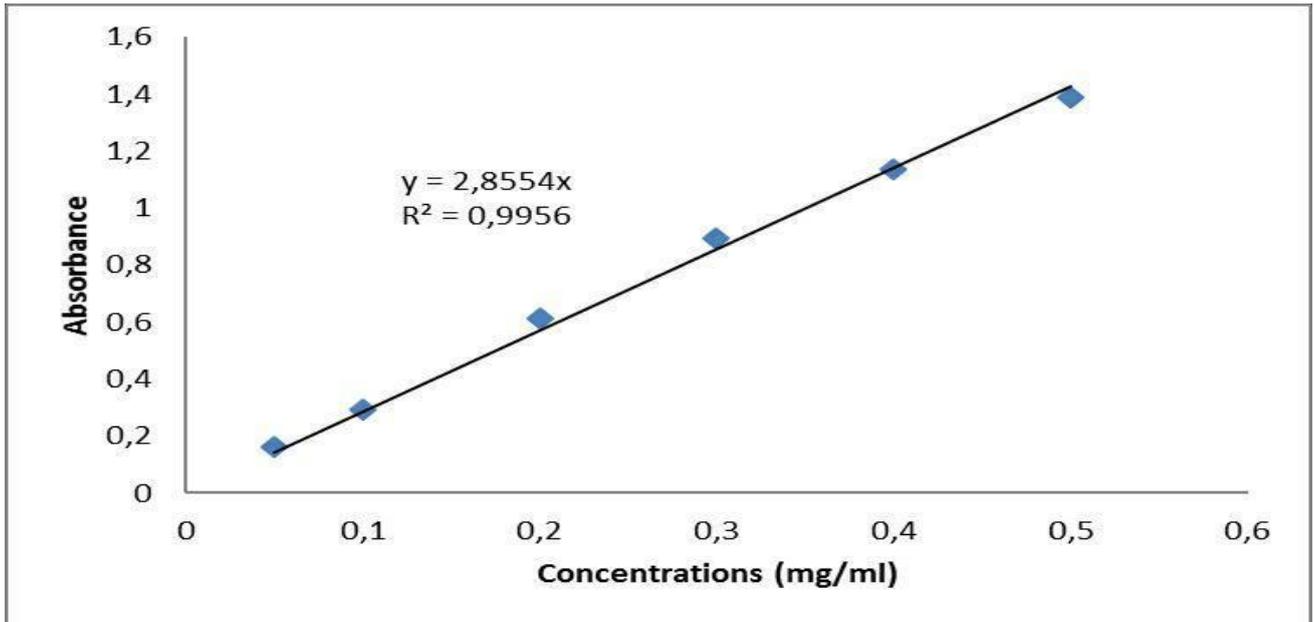


Figure 36: courbe d'étalonnage de capacité antioxydante totale.

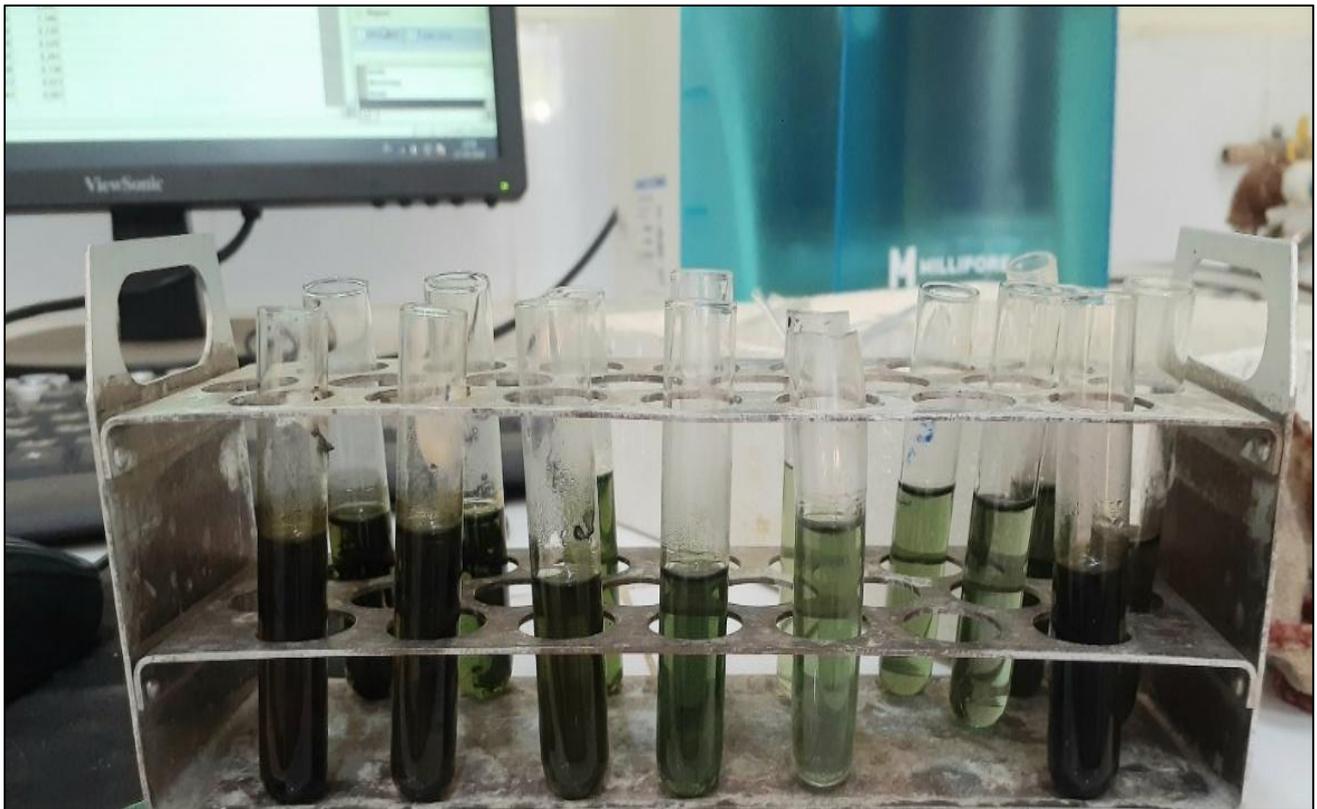


Figure 37: résultats de L'Analyses d'activités antioxydante des extraits de *prunus domestica. L* (photo réelle.2023).

Tableau 16: Capacité antioxydante totale (CAT) dans l'extrait préparé des feuilles de *prunus domestica. L* de différentes variétés.

Variétés	Cat en (mg/g)
Prune rouge	41.11973± 6.412
Californie	22.6805± 4.762
Golden Japan	37.2565± 6.103
Reine claud	17.56574± 4.191

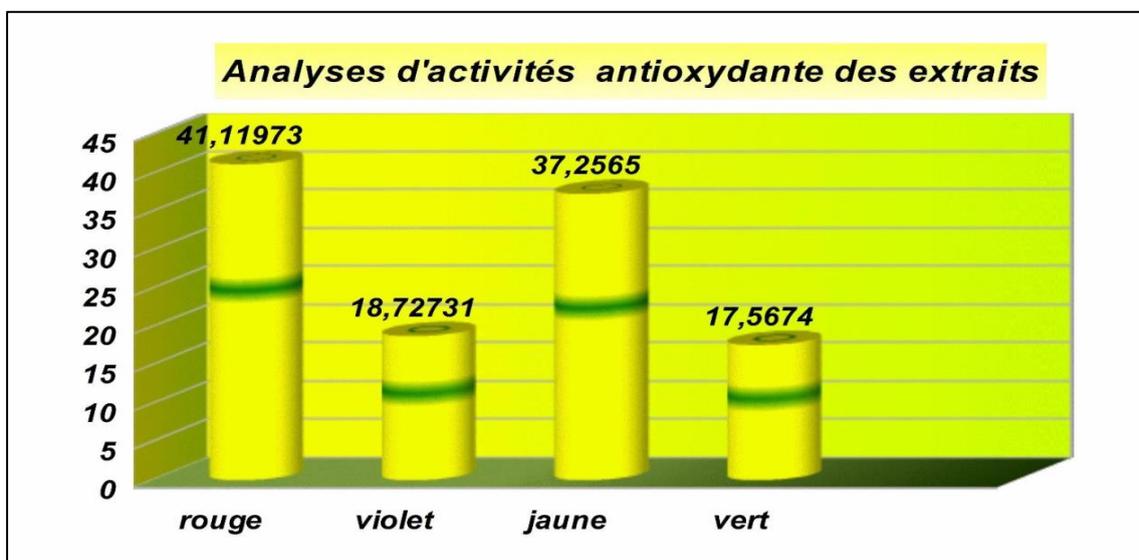


Figure 38: histogramme montré les résultats de l'analyse d'activités antioxydante des extraits des extraits de *prunus domestica. L*.

La figure 38 et le tableau 15 montre que une grande capacité antioxydants total chez les variétés de prune rouge et Golden Japan avec des valeurs d'ordre de 41.11973 mg/g ,37.2565 mg/ g respectivement, par rapport une autres variétés Californie (18.72731 mg /g) et Reine Claude verte (17.5674 mg /g). D'après les études de **Qiang ; 2015** en déduire que le feuilles de *P. cerasifera* a une forte capacité antioxydant total et cette puissance font partie de la richesse de ces feuilles par les molécules bioactives comme les tanins, les flavonoïdes et les acides phénolique. Cependant la capacité antioxydante des prunes dépend principalement du niveau de maturation, et cette tendance est entièrement opposée à celui du contenu phénolique (**Miletic, 2012**). En outre la Présence excessive de divers pigments naturels dans les feuilles de *P. cerasifera* cela rendent plus exigeant sur le marché mondial, en particulier les anthocyanes riches en rouge pigments comestibles pour l'industrie des boissons (**Song et al, 2018 ; Zhang et al, 2013 ; Gao, 2014**).

3.2.Mesure de l'activité antioxydante par la méthode DPPH

Le DPPH est généralement le substrat le plus utilisé pour l'évaluation rapide et directe de l'activité antioxydant in vitro en raison de sa stabilité en forme radical libre et la simplicité de l'analyse. L'activité anti radicalaire d'acide ascorbique et des extraits préparés des feuilles de *prunus domestica*. L'exprime leur capacité à réduire les radicaux libres.

Le DPPH des extraits est comparé par la courbe d'étalonnages de l'acide ascorbique utilisé comme Standard. Cette Courbe a pour équation la formule suivante : $y= 14.198\ln(x) + 48.637$, avec un $R^2=0.9352$.

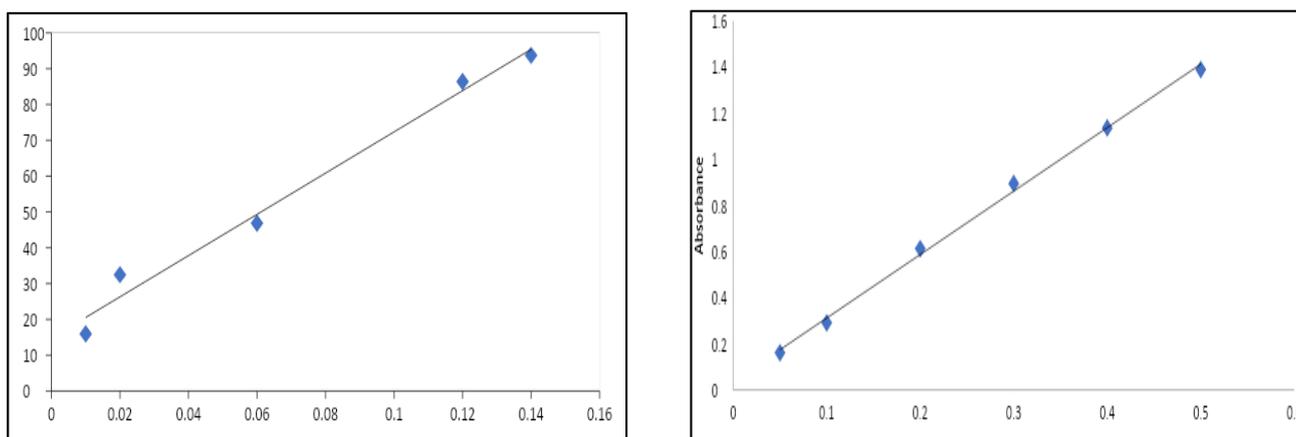


Figure 39: Pourcentage d'inhibition du radical libre du DPPH en fonction de concentrations.

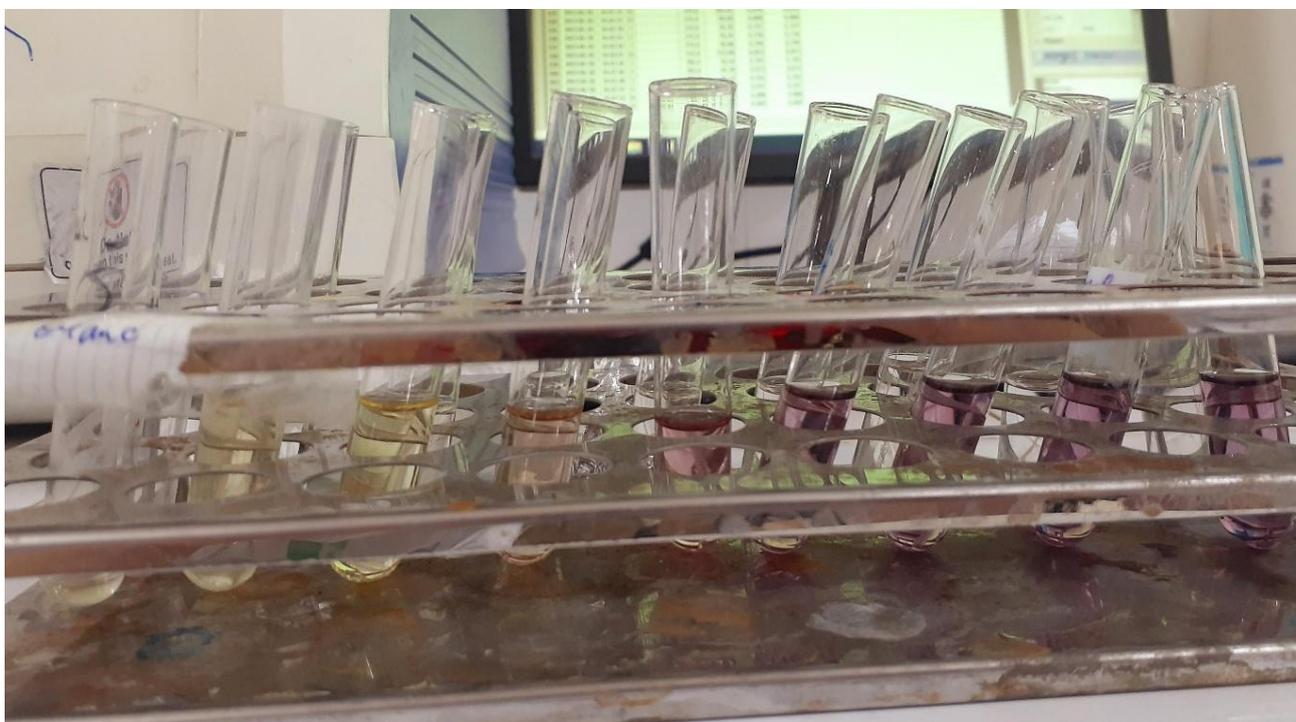


Figure 40: Résultats de L'activité anti radicalaire des extraits préparés des feuilles de *prunus domestica*. L par méthode de DPPH.

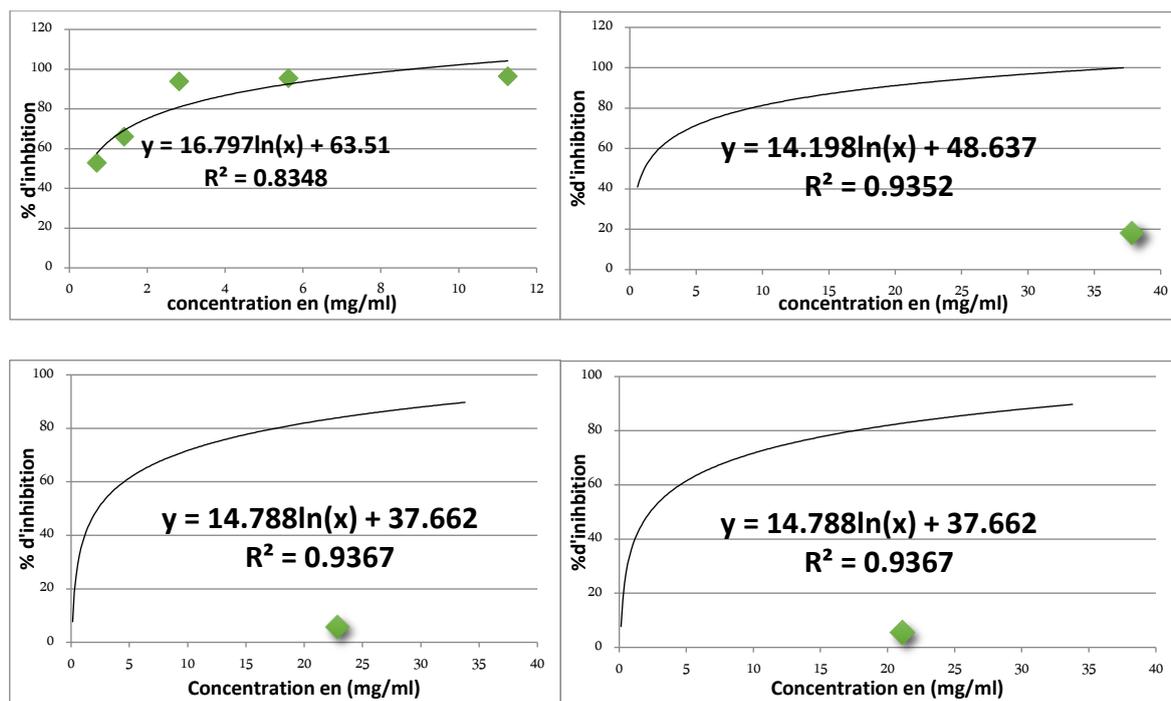


Figure 41: pourcentage d’inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations des quatre variétés de *prunus domestica. L.*

Tableau 17: IC 50 des différents extraits préparés des feuilles *prunus domestica. L* et d’acide ascorbique.

Variétés	IC50
Prune rouge	0.44
Californie	1.10
Golden Japan	1.19
Reine claude	2.30

La figure 41 montrent que d’une part une meilleure activité anti radicalaire de la variétés Prune Rouge a faible concentration ($IC_{50} = 0.447396\text{mg/ml}$) et d’autre part ce IC_{50} est similaire à l’acide ascorbique ($IC_{50} = 0.44\text{ mg/ml}$). Par contre les IC_{50} des variétés Californie ; Golden Japan et Reine Claude vertes supérieurs à celles d’acide ascorbique avec des valeurs de l’ordre 1.100758 (mg/ml), 1.193326 (mg/ml) et 2.303259 (mg/ml) respectivement. Plusieurs études similaires sur les feuilles de *Prunus domestica. L* ont confirmés les forts pouvoirs anti-radicalaires par la méthode DPPH comme les études de Anna Nowak *et al*, (2020) montre que les extraits méthanoïques des feuilles de prunes récoltées avant la maturation (3,83 0,01 mg de trolox/g de matériel brut) a fort potentiel antioxydant ,en plus l’extrait méthanoïque d’écorces de fruits , a l’activité moindre élevée de potentiel antioxydant (12,89 0,04 mg de trolox/g de matière première) sachent que cette dernière activité testé par la méthode ABTS . Cependant La forte capacité d’élimination du radical libre (donner un

hydrogène et ou/électrons) de l'extrait qui pourrait être dû à la teneur élevée en composant polyphénoliques qui signifient la présence des groupes méthoxyle qui augmentent l'accessibilité du centre du radical de DPPH (Mokbel et Hashinaga, 2005 ; Nithiya et Udayakumar, 2016).

4. Analyses descriptives

4.1.Statistique descriptive

Les minimums, les maximums, la moyenne, les écarts-types de teneur des polyphénols totale, des flavonoïdes et la capacité antioxydante totale (CAT) dans les extraits préparés des feuilles de *prunus domestica. L* de différentes variétés sont rapportés dans les tableaux suivante :

Tableau 18: analyse descriptive de teneur des polyphénols totale, des flavonoïdes et la capacité antioxydante totale (CAT) dans les extraits préparés des feuilles de *prunus domestica. L* de prune rouge.

Prune Rouge	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
Teneur_P	1	13,09	13,09	13,0923	
Teneur_F	3	16,00	37,00	28,0000	10,00000
CAT	2	40,00	41,00	41,0000	1,00000
N valide (listwise)	1				

Tableau 19: analyse descriptive de teneur des polyphénols totale, des flavonoïdes et la capacité antioxydante totale (CAT) dans les extraits préparés des feuilles de *prunus domestica. L* de Californie.

Californie	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
Teneur_P	2	9,00	13,00	11,0000	2,00000
Teneur_F	3	20,00	27,00	23,0000	3,00000
CAT	3	17,00	26,00	22,0000	4,00000
N valide (listwise)	2				

Tableau 20: Analyse descriptive de teneur des polyphénols totale, des flavonoïdes et la capacité antioxydante totale (CAT) dans les extraits préparés des feuilles de *prunus domestica. L* de Golden Japan.

Golden Japan	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
Teneur_P	3	5,00	13,00	9,0000	3,00000
Teneur_F	3	11,00	28,03	19,0000	8,00000
CAT	3	31,00	41,00	37,0000	5,00000
N valide (listwise)	3				

Tableau 21: Analyse descriptive de teneur des polyphénols totale, des flavonoïdes et la capacité antioxydante totale (CAT) dans les extraits préparés des feuilles de *prunus domestica. L* de Reine Claude.

Reine Claude	N	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
Teneur_P	3	5,08	9,00	7,0000	2,00000
Teneur_F	3	19,00	36,00	28,0000	8,00000
CAT	3	9,00	29,00	17,0000	10,00000
N valide (listwise)	3				

5. Corrélations de Pearson

Le coefficient de corrélation de Pearson nous permet de transmettre une mesure simulée de l'intensité de la relation entre deux caractères et étudier la relation entre les caractères, ainsi l'attribution des modalités des caractères (la dépendance des variables). Les deux conditions du fonctionnement de ce test sont (caractère quantitatif et les données suivent la loi normal), les résultats par le logiciel SPSS V21 sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 22: Corrélations de Pearson

Corrélations

		IC_50	Moy_TP	Moy_TF	Moy_CAT
IC_50	Corrélation de Pearson	1	,000	,000	,000
	Sig. (bilatérale)		,052	,000	,000
	N	4	4	4	4
Moy_TP	Corrélation de Pearson	,000	1	,000	,000
	Sig. (bilatérale)	,052		,000	,000
	N	4	4	4	4
Moy_TF	Corrélation de Pearson	,000	,000	1	,000
	Sig. (bilatérale)	,000	,000		,000
	N	4	4	4	4
Moy_CAT	Corrélation de Pearson	,000	,000	,000	1
	Sig. (bilatérale)	,000	,000	,000	
	N	4	4	4	4

Une corrélation hautement significative et positive a été signalé par IC 50 avec TF et CAT à un coefficient de (r=000) et (sig=0.000).

Une autre corrélation hautement significative et positive du TP avec TF et CAT à un coefficient de (r=000) et (sig=0.000)

Cette signification à conséquence de la richesse de ces feuilles par des molécules bioactive, et de l'originité de ces feuilles (la différence entre les stations).

6. Analyse en Composantes Principales

Les variations des capacités antioxydants des molécules bioactive de ces variétés découvertes par l'analyse en (ACP). Le biplot des scores et des chargements des donnés acquises à partir de l'analyse menée a été montré dans la figure 42.

Les positions des variables les unes par rapport aux autre dans l'espace à deux dimensions ainsi que les corrélations entres elles peuvent être représentée à l'aide de la projection de chargement.

Sur la figure 42 PC1 (Dim1) explique 51.35% et ; PC2 explique 29.28% de la variabilité entre les activités antioxydants des feuilles de différents variétés. Les variétés de Californie et Golden Japan ont des fortes corrélations négativement avec PC2 ; de plus PC2 à une corrélation moyenne positive avec les variétés Prune Rouge et Reine Claude Vert, par ailleurs le Prune Rouge à une corrélation moyenne positive avec le PC1 par contre le Reine Claude à une corrélation moyenne négative avec le PC1.

A travers ces résultats on peut déduire que les activités antioxydant et les teneurs en molécule bioactive sont très similaire par quelque variété comme le Californie et Golden Japan.

Ont autre quelque variété à une similarité de quelque variable de l'activité antioxydantes et la teneur en polyphénol comme Prune Rouge, Reine Claude Vert.

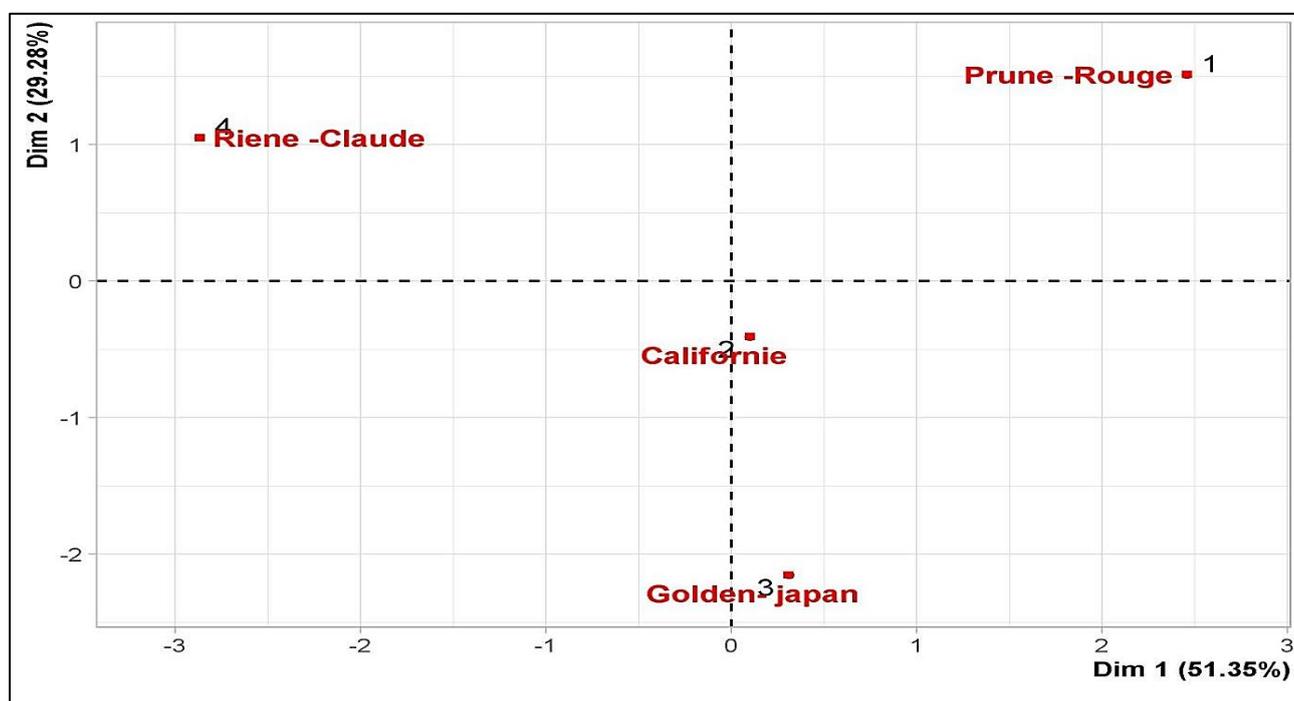


Figure 42: Graphe des individus et des modalités.

II. EXTRACTION D'HUILE DE PRUNE VEGETALE

1. Détermination du rendement d'huile de prune

Le rendement d'huile végétale de prune est exprimé en millilitre (ml). Les résultats de l'extraction d'huile végétale de prune montrent que la quantité d'huile de prune est très faible. En effet, on a obtenu une quantité de 5 ml d'huile à partir de 7 kg d'amendes de prune. Bien que la quantité d'huile de prune soit faible par rapport à la quantité d'amendes utilisée, elle reste une huile naturelle qui conserve ses propriétés bénéfiques, ce qui en fait un ingrédient précieux malgré sa rareté.

2. Les bienfaits de l'huile de prune végétale

L'huile de prune prévient les signes du vieillissement cutané. Elle a des propriétés protectrices et anti-oxydants grâce à sa haute teneur en vitamine E. Elle résiste également aux effets du temps.

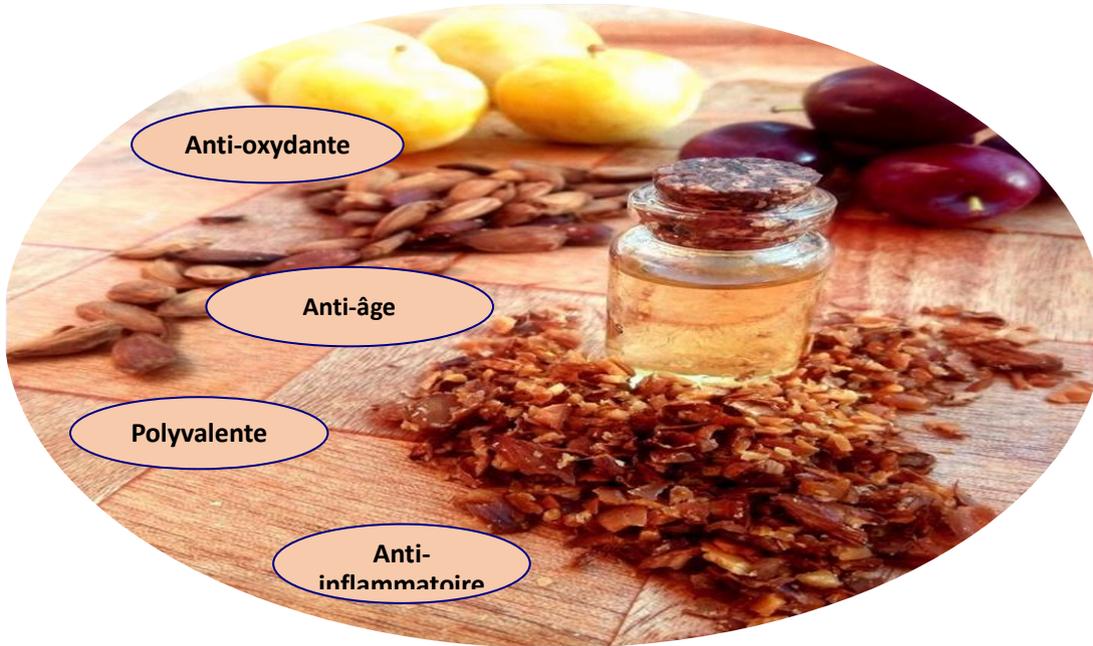


Figure 43: Les bienfaits de l'huile de prune végétal (photo réel.2023).

3. Utilisations de l'huile végétale de prune

En conséquence, l'huile de prune extraite est utilisée dans l'industrie des soins de la peau et des cheveux, où elle est présente dans des traitements hydratants, nourrissants et émollients pour la peau.

Type de peaux : sèches, tous types de peaux, matures, sensibles.

Type de cheveux : secs, cassants, fragiles.

3.1. Conseils d'application

Pour la peau : déposer quelques gouttes d'huile de pruneau matin et soir sur votre peau sèche.

Pour les cheveux : appliquer l'huile de prune en pré-shampooing sur les pointes et la longueur des cheveux. Laisser reposer quelques heures voire toute la nuit puis laver vos cheveux.



Figure 44: utilisation d'huile végétale de prune (photo réel ,2023).



Figure 45: produits extraits de prunes et leurs noyaux (jus, confiture, crème, gommage)

(Photo réel ,2023).

4. Perspective

Nous envisageons de développer un mini-projet axé sur la culture de pruniers en Algérie. Notre objectif principal est d'optimiser la croissance des pruniers en utilisant des méthodes de culture naturelles. Pour cela, nous prévoyons d'adopter des techniques de fertilisation organique pour augmenter la production de prunes de manière durable et respectueuse de l'environnement.

En parallèle, nous souhaitons explorer la possibilité d'extraire les huiles essentielles des feuilles de prunier. Cette extraction nécessitera des analyses physico-chimiques approfondies pour déterminer la composition et les propriétés des huiles essentielles obtenues. Nous chercherons à en savoir plus sur les avantages et les utilisations potentielles de ces huiles essentielles et végétales, ce qui pourrait ouvrir de nouvelles perspectives commerciales.

Nous avons l'intention de développer ce projet progressivement, en mettant l'accent sur la recherche et le développement. Nous visons à acquérir des connaissances approfondies sur les techniques de culture naturelle des pruniers, à optimiser la production de prunes et à développer une méthodologie précise pour l'extraction des huiles végétale et même des huiles essentielles.

À long terme, notre ambition est de faire de ce mini-projet une marque algérienne reconnue sur le marché mondial. Nous espérons que la qualité supérieure de nos prunes et de nos huiles végétales, associée à notre approche respectueuse de l'environnement, attirera l'attention des consommateurs internationaux. Nous prévoyons de promouvoir notre marque en mettant l'accent sur les avantages naturels et les propriétés uniques de nos produits, ce qui nous permettra de nous démarquer sur le marché concurrentiel des produits agricoles et des huiles végétales

Nous sommes conscients que ce projet nécessitera du temps, des ressources et un engagement continu. Nous prévoyons de travailler en étroite collaboration avec des experts en agriculture, des chimistes et des spécialistes du marketing pour réaliser notre vision. En investissant dans la recherche, l'innovation et la commercialisation efficace, nous sommes confiants dans notre capacité à développer une marque algérienne de renommée mondiale dans le domaine des prunes et des huiles végétales de prunier.

CONCLUSION

CONCLUSION

La présente étude a été basée dans le but de réaliser une analyse phytochimique et d'évaluer l'activité biologique et antioxydante des extraits préparés à partir des feuilles de différentes variétés de prunes, notamment la prune rouge, la prune violette (*Californie*), la prune jaune (*Golden -Japan*) et la prune verte (*Reine-Claude verte*), notre première étape consistait en la préparation des extraits bruts hydro-méthanoliques par la méthode de macération, ensuite, le dosage des polyphénols totaux a été estimé à l'aide de la méthode de Folin-Ciocalteu. De même, le dosage des flavonoïdes a été déterminé en utilisant la technique de Zhishen pour évaluer l'activité antioxydante des extraits naturels, différentes méthodes ont été développées, par exemple, l'activité de la catalase (CAT) a été examinée par la méthode du phosphomolybdène, le piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) a été utilisé pour étudier l'activité antiradicalaire de l'extrait.

Les résultats obtenus en termes de présence de polyphénols et de flavonoïdes sont positifs pour tous les extraits foliaires des quatre variétés de pruniers, ce qui suggère qu'ils peuvent avoir un potentiel antioxydant bénéfique mais leur quantité varie d'une variété à l'autre:

- Prune rouge : 13,09 mg/g de polyphénols et 28,93 mg/g de flavonoïdes.
- Californie : 11,50 mg/g de polyphénols et 23,10 mg/g de flavonoïdes.
- Golden Japan : 9,41 mg/g de polyphénols et 19,98 mg/g de flavonoïdes.
- Reine Claude vert : 7,43 mg/g de polyphénols et 28,16 mg/g de flavonoïdes.

La prune rouge la variété précoce se distingue en présentant la plus grande quantité de polyphénols (13,09 mg/g) et de flavonoïdes (28,93 mg/g) parmi les quatre variétés de pruniers testées (Californie, Golden Japan, Reine Claude vert), ce qui suggère qu'elle pourrait offrir des avantages plus importants en termes d'activité antioxydante, il est important de noter que ces résultats peuvent varier en fonction de nombreux facteurs, tels que les conditions de croissance des pruniers, la génétique de l'espèce étudiée, et les méthodes d'extraction utilisées.

L'analyse du CAT et du DPPH a révélé la présence d'activité antioxydante dans l'extrait des feuilles des quatre variétés de prunier étudiées comme suit:

- Prune rouge : (Capacité antioxydante : 41,11 mg/g ; IC50 : 0,44)
- Californie : (Capacité antioxydante : 22,68 mg/g ; IC50 : 1,10)
- Golden Japan : (Capacité antioxydante : 37,25 mg/g ; IC50 : 1,19)
- Reine Claude verte : (Capacité antioxydante : 17,56 mg/g ; IC50 : 2,30)

Ces résultats indiquent que toutes les variétés de prunier présentent une activité antioxydante, mais leur capacité et leur efficacité varient, ces résultats suggèrent que l'extrait des feuilles de prunier peut avoir un potentiel antioxydant bénéfique, avec des variétés spécifiques présentant une meilleure efficacité que d'autres dans la neutralisation des radicaux libres.

CONCLUSION

Les résultats statistiques de l'ACP et la corrélation de Pearson montrent une corrélation significative positive entre les différents paramètres étudiés.

Selon les résultats de notre étude et le soutien d'autres études, tels que ceux menés par **Anna et al, (2020)** ; **Morabbi et al, (2014)** ; **Manjet et al, (2017)** ; **Nihthjia et al, (2016)**, nous pouvons classer les feuilles de prunier parmi les feuilles mentionnées par **Atakpama et al, (2014)** dans leurs étude que la consommation des feuilles fraîches sous forme de tisane (un grand verre 2 fois par jour), de poudre ou de sauce pourrait aider à prévenir et à réguler l'hypertension artérielle ; de plus, ces feuilles pourraient également contribuer à la prévention des maladies cardiovasculaires, à partir de ces résultats, on conclue que la consommation de feuilles fraîches de prune sous forme de tisane peut contribuer à la prévention et à la régulation de l'hypertension artérielle, ainsi qu'à la prévention des maladies cardiovasculaires.

Ces résultats ouvrent des perspectives intéressantes pour l'utilisation des prunes et de leurs extraits dans le domaine de la santé et de la nutrition, mais des recherches supplémentaires sont nécessaires pour mieux comprendre les mécanismes et les avantages potentiels de ces composés antioxydants, il serait donc intéressant de mettre en place des projets d'évaluation des teneurs en polyphénols et de l'activité antioxydante en utilisant des méthodes plus performantes telles que la HPLC-SM (chromatographie liquide haute performance couplée à la spectrométrie de masse).

De plus, il serait pertinent de confirmée cette étude par une caractérisation moléculaire des prunes (*prunus domestica. L*) en Algérie et d'établir la structure génétique des variétés de pruniers existantes en Algérie à fin d'étudié l'activité antioxydante et biologique de chaque variété.

REFERENCE DE BIBLIOGRAPHIES

A

- **Adriouch, S., Kesse-Guyot, E., Hercberg, S., Touvier, M., & Fezeu, L. K. 2017.** Association entre les apports en polyphénols et le risque de maladies cardiovasculaires : résultats d'une étude prospective sur 84 000 adultes français. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 31(3), 238- 240.
- **Alexander J. Macleod, Nola Gonzalez de Troconis 1981** .1 Department of Chemistry, Queen Elizabeth College, University of London, Campden Hill Road, London W8 7AH, U.K. Revised 14 September 1981,
- **Ali, S. S., Ahsan, H., Zia, M. K., Siddiqui, T., & Khan, F. H. 2019.** Understanding oxidants and antioxidants: Classical team with new players. *Journal of Food Biochemistry*, 44, 13145.
- **Anal Biochem. 1999** May P Prieto 1 , M Pineda, M Aguilar Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E.
- **Anna Nowak¹, A , Dominika Szatan², Joanna Zielonka-Brzezicka¹, Katarzyna Florkowska¹, B, Anna Muzykiewicz¹, C, Adam Klimowicz¹ 2020.**, Pomeranian Medical University in Szczecin, Department of Cosmetic and Pharmaceutical Chemistry, Powstańców Wlkp. 72, 70-111 Szczecin, Poland² Pomeranian Medical University in Szczecin, Graduate of Cosmetology, Powstańców Wlkp. 72, 70-111 Szczecin, Poland.
- **Annegowda HV, Bhat R, Tze LM, Karim AA, Mansor SM (2011)** The free radical scavenging and antioxidant activities of pod and seed extract of *Clitoria fairchildiana* (Howard) - an underutilized legume. *J Food Sci Technol* 50: 535-41.
- **Arzneimittelforschung. 1996** Nov; T Bahorun 1 , B Gressier, F Trotin, C Brunet, T Dine, M Luyckx, J Vasseur, M Cazin, J C Cazin, M Pinkas Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations.
- **Aurousseau ,2002** les radicaux libres dans l'organisme des animaux d'élevage : conséquences sur la reproduction, la physiologie et la qualité de leurs produits INRA Prod Anim , 15 (1), 67-82.
- **Authors Li Y, Lopez P, Durand P, Ouazzani J, Badet B, Badet-Denisot MA. (2007)** An enzyme-coupled assay for amidotransferase activity of glucosamine-6-phosphate synthase. *Anal Biochem* 370(2):142-6 PMID:17880906.
- **Authors: Wong TS, Roccatano D, Zacharias M, Schwaneberg U 2006** A statistical analysis of random mutagenesis methods used for directed protein evolution. *J Mol Biol* 355(4):858-71 PMID:16325201.

B

- **B. Zhang, Q. Liu, and H. Zhanf**, “Optimization of the ultrasonic extraction of anthocyanins from *Prunus cerasifera* leaves,” *Journal of Shanghai Jiaotong University-Agricultural Science*, vol. 31, no. 6,
- **Benttayeb Z.E., 1993.** *Biologie et écologie des arbres fruitiers*. Ed. Office des Publications Universitaires. Ben Aknoun, Alger, p : 66.
- **BENTTAYEB Z.E., 1993.** *Biologie et écologie des arbres fruitiers*. Ed. Office des publications universitaires. Ben Aknoun, Alger, 66p.
- **Berger, M.M. 2006.** Manipulations nutritionnelles du stress oxydant: état des connaissances. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 20(1), 48-53.
- **Birben, E., Sahiner, U. M., Sackesen, C., Erzurum, S., & Kalayci, O. 2012.** Oxidative stress and antioxidant defense. *World Allergy Organization Journal*, 5(1), 9.
- **Blazek, J. (2004, September).** A survey of the genetic resources used in plum breeding. In VIII International Symposium on Plum and Prune Genetics, Breeding and Pomology 734 (pp. 31–45).
- **Boizot, N. and Charpentier, J. (2006)** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier dans Méthodes et Outils pour l'observation et l'évaluation des milieux forestiers, prairiaux et aquatiques. *Le Cahier des Techniques de l'Inra : Numéro Spécial*, 2006, 79-82.
- **BOULAY H., 1966.** *Arboriculture et production fruitière*. 2eme édition. Presse universitaire de France. Paris, 126p.
- **BRETAUDEAU J. et FAURE Y., 1991.** *Atlas d'arboriculture fruitière*. Volume3. Paris, 66p.
- **Bruneton, J. (1993).** *Pharmacognosie et phytochimie des plantes médicinales*, 2e Ed. Lavoisier, Paris. p. 915.
- **Bruneton, J. (1999)** *Pharmacognosie, Phytochimie des Plantes Médicinales*. 3rd Edition, Revue et Augmentée, Tec & Doc, Paris.
- **Budic-Leto, I., Lovri, T., Pezo, I. and Gajdo Kljusuri, J. (2005)** Study of Dynamics of Polyphenol Extraction During Traditional and Advanced Maceration Processes of the Babić Grape Variety. *Food Technology and Biotechnology*, 43, 47-53.

C

- **CAILLAVET H., 1991.** Variétés anciennes de pruniers domestiques. Ed. INRA. France, 552p. concentrations. Consequences for neuronal viability. Annales Francaise d'Anesthésie et Réanimation, 24: 502-509.
- **CRONQUIST A., 1981.** An intergrated system of classification of flowering plants. Ed. Columbia University Press. New York, 2 162 p.

D

- **De Rosamel C. ; Lorgnier C., 2001.** Cultiver et soigner les arbres fruitiers. Ed. De Vecchi, Paris, p: 78.
- **DeJong T.M.; Goudriaan J., 1989.** Modeling peach fruit growth and carbohydrate requirements: reevaluation of the double-sigmoid growth pattern. Journal of the American Society for Horticultural Science. 114 (5). p:800-804.
- **DEVEAUX G., 1999.** La prune en thérapeutique des temps anciens à nos jours. Revue d'histoire de la pharmacie. 87 : 278-279.

E

- **Ellen Maglakelidze, Zviad Bobokashvili and David Maghradze December 2017** Clémentine Desfemmes. 09mars 2021.
- **Ertekin, C., Gozlekci, S., Kabas, O., Sonmez, S., & Akinci, I. (2006).** Some physical, pomological and nutritional properties of two plum (*Prunus domestica. L*) cultivars. Journal of Food Engineering,
- **Evrard J., Pages X., Argenson C., Morin O., (2007).** Procédés d'obtention et compositions nutritionnelles des huiles de tournesol, Olive et colza. Pp.13- 23.

F

- **Favier, A. 2003.** Le stress oxydant: intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. L'Actualité chimique, 108-115.
- **Food Chemistry Authors: Abdelhak Mansouri ETH Zurich Guendez Embarek Eugene Kokkalou** Aristotle University of Thessaloniki Panagiotis Kefalas Mediterranean Agronomic Institute of Chan Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripe date palm fruit (*Phoenix dactylifera*).

G

- **García-Gómez B.E., Salazar, J.A., Nicolás-Almansa M., Razi M., Rubio M., Ruiz D., Martínez-Gómez P., 2021.** Molecular bases of fruit quality in Prunus species: An integrated genomic, transcriptomic, and metabolic review with a breeding perspective. *International Journal of Molecular Sciences*. 22. p:1–38.
- **Gaulejac ,Nathalie Saint-Cricq de Gaulejac, Yves Glories, Nicolas Vivas,1999** Free radical scavenging effect of anthocyanins in red wines *Food Research International* 32 (5), 327-333, Defraigne et pincemail ,Jeanine Haleng, Joël Pincemail, Jean-Olivier Defraigne, Corinne Charlier, Jean-Paul Chapelle, 2007 Le stress oxydant *Revue médicale de Liège* 62 (10).
- **GAUTIER M., 1993.** La culture fruitière : L’arbre fruitier. Ed. Tec et Doc. Paris, 148 p.
- **GAUTIER M., 2001.** La culture fruitière : Production fruitière. Vol 2. Ed. Tec et Doc.Paris, 665p.
- **Ghada Al-Bandak, Vassiliki Oreopoulou** First published: 15 March 2007 Antioxidant properties and composition of Majorana syriaca extracts Citations: 32.
- **Gil M.I., et al., 2002.** Antioxidant Capacities, Phenolic Compounds, Carotenoids, and Vitamin C Contents of Nectarine, Peach, and Plum Cultivars from California. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50.p: 4976–4982.
- **Grigonis D., Venskutonis P.R., Sivik B., Sandahl M., et Eskilsson C.S., (2005).** Comparison of different extraction techniques for isolation of antioxidants from sweet grass (*Hierochloë odorata*), *The Journal of Supercritical Fluids*. Pp. 223-233.
- **Guerrero B.I., Guerra M.E., Herrera S., Irisarri P., Pina A., Rodrigo J., 2021.** Genetic diversity and population structure of Japanese plum-type (Hybrids of *P. salicina*) accessions assessed by SSR markers. *Agronomy*, 11, 1748.
- **GUIHENEUF Y., 1998.** Production fruitière. Ed. Synthèse agricole. France, 171p. 1979.Manuel d’arboriculture fruitière. Ed Bailliaire. Paris, 200p.
- **Gurib-Fakim, A. (2006).** Medicinal Plants: Traditions Of Yesterday And Drugs Of Tomorrow. *Molecular Aspects Of Medicine*. Vol. (27): 1-93.

- **Gurib-Fakim, Ameenah. (2006).** Medicinal plants: traditions of yesterday and drugs of tomorrow. *Molecular aspects of Medicine*, vol. 27, no 1, p. 1-93.
- **GUYOT L. et GIBASSIER P., 1966.** Les noms des arbres. Ed. Presses Universitaires de France. Paris.127p.

H

- **Haleng,J., Pincemail, J., Defraigne, J. O., Charlier, C. & Chapelle, J. P. 2007.** Le stress oxydant. *Revue médicale de Liège*, 62(10), 628-38.
- **Hamsi. N,** 2013. Contribution à l'étude de l'optimisation de l'extraction solide-liquide des lipides par Soxhlet du caroubier (*Ceratonia siliqua*) de la région de Tlemcen. Thèse de Doctorat. Université Abou Bakkr Belkaid de Tlemcen.
- **Hancock, J.F. 2008.** Temperate Fruit Crop Breeding: Germplasm to Genomics; Springer Science & Business Media:Berlin/Heidelberg, Germany) .
- **Harasym J, Oledzki R.** Effect of fruit and vegetable antioxidants on total antioxidant capacity of blood plasma. *Nutrition* 2014;30(5):511-7. doi: 10.1016/j.nut.2013.08.019.
- **Havsteen, B. H, 2002.** The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacol. Therapeut.* p. 96, 67– 202.
- **Hooshmand S., Chai S.C., Saadat R.L., Payton M.E., Brummel-Smith K., Arjmandi B.H.,2011.**Comparative effects of dried plum and dried apple on bone in postmenopausal women. *British Journal of Nutrition.*106. p: 923-930.

I

- **Ighodaro, O. M., &Akinloye, O. A. 2017.** First line defence antioxidants-superoxidedismutase (SOD), catalase (CAT) and glutathione peroxidase (GPX): Their fundamental role in the entire antioxidant defence grid. *Alexandria Journal of Medicine*, 54, 2018.
- **Igwe E.O., Charlton K.E.A., 2016.**Systematic Review on the Health Effects of Plums (*Prunus domestica* and *Prunus salicina*). *Phyther. Res.* 30. p: 701–731.

J

- **J Agric Food Chem. 2005** Mar .Stephane Georgé 1 , Pierre Brat, Pascaline Alter, Marie J Amiot
Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products.
- **J Sci Food Agric 2019**;99(3):1046-54. doi: 10.1002/jsfa.9271.
- **January 2002 Authors:** Valter Moreno Faculdades Ibmecc Validity Issues in Phenomenological Research: Bridging Theory and Practice in a Study of IT-driven Radical Organizational Change
- **Journal of Pharmacy and Pharmacology, Volume 58, Issue 2, February 2006**, Márcia Rocha Torres, Letícia Veras Costa-Lotuf, Manoel Odorico De Moraes, Cláudia Pessoa, Maria Leopoldina Veras, Otilia Deusdênia Loiola Pessoa, Edilberto Rocha Silveira, Ana Paula Negreiros Nunes Alves In-vitro and in-vivo antitumour activity of physalins B and D from *Physalis angulata*.
- **July 2007 Journal of Food Engineering** Authors: Giorgia Spigno Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza – Cremona Lorenza Tramelli De Faveri Dante Marco Catholic University of the Sacred Heart.

K

- **Kamal Ghanemi** September **2019** Scientific Reports volume 9, Article number: 6866 (2019)M. Bettaieb, I. Mami, H. Jebali, I. Ouertani, B. Ben Kaab, Lamia Rais, M. Zouaghi less Published Medicine Néphrologie & Thérapeutique.
- **Kang Linda H Poon, Gail A Kang, Audrey J Lee 2010** *Annals of Pharmacotherapy* 44 (6), 1080-1089, 2010 Role of tetrabenazine for Huntington's disease-associated chorea *Annals of Pharmacotherapy*, 2010 - journals.sagepub.com
- **Kawabata, K., Yoshioka, Y., Terao, J. 2019.** Role of Intestinal Microbiota in the Bioavailability and Physiological Functions of Dietary Polyphenols. *Molecules*, 24(2), 370- 395.
- **Ko, S. H., Choi, S. W., Ye, S. K., Cho, B. L., Kim, H. S., & Chung, M. H. (2005).** Comparison of the antioxidant activities of nine different fruits in human plasma. *Journal of Medicinal Food*,8(1), 41–46.
- **Koechlin-Ramonatxo,C. 2006.**Oxygen, oxidative stress and antioxidant supplementation,or another way for nutrition in respiratory diseases,*Nutrition clinique et metabolism*,20,165-177.

L

- **Lea, M. A., Ibeh, C., Vizzotto, M., Cisneros-Zevallos, L. U. I. S., Byrne, D. H., Okie, W. R., & Moyer, M. P. (2008).** Inhibition of growth and induction of differentiation of colon cancer cells by peach and plum phenolic compounds. *Anticancer Research*, 28(4B), 2067–2076.1
- **LESPINASSE J.M et LETERME E., 2005.** De la taille à la conduite des arbres fruitiers. Ed. Rouergue-Parc Saint Joseph. France, 104p.
- **Liu JB, Chen F, Chen J, Xu Q, Xia D, Wang Z, and Li Y (2013)** Magnetic signature of environmental change reflected by lacustrine sediments from the Ningwu Go.
- **Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., & Chandra, N. 2010.**Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *PharmacognosyReviews*, 4(8), 118.

M

- **Mabberley DJ 2008.** Mabberley's plant-book. A portable dictionary of plants, their classification and uses, 3rd edn. Cambridge University Press, Cambridge. ISBN: 9781107115026.
- **Mahmoudi, M. ; Farhoomand, P. ; Azarfar, A., 2012.** Effects of graded levels of hemp seed (*Cannabis sativa* L.) on performance, organ weight and serum cholesterol levels on broilers. *J. Medic. Plants*, 2 (42): 121-129 .
- **Manjeet Singh *1, P. K. Chauhan 1, Vikas Kumar 2and Janmeet KourIJPSR (2017),** Volume 8, Issue (PYRUS 7ASSESSMENT OF PHYTOCHEMICAL AND ANTIOXIDANT POTENTIAL OF UNDERUTILIZED PEARS(PYRUSPYRIFOLIA) AND PLUM (PRUNUS DOMESTICA) FROM INDIGENOUS HIMALAYAN REGION OF HIMACHAL PRADESH School of Bioengineering and Food Technology 1, School of Applied Science and Biotechnology 2,Shoolini University, Post Box No.9, Head Post Office, Solan, Himachal Pradesh - 173212, India.
- **March 2004 Journal of Medical Sciences(Faisalabad)** Authors: Karumi Y Patrick Identification of Active Principles of *M. Balsamina* (Balsam Apple) Leaf Extract.
- **Marín, L., Miguélez, E. M., Villar, C. J., &Lombó F. 2015.** Bioavailability of dietary polyphenols and gut microbiota metabolism: antimicrobial properties. *BioMedicalResearch International*, 2015, 1-18.
- **MIKOLAJSKI A. et ROONEY D., 2007.** Les arbres fruitiers. Ed. Marabout. France, 191p.

- **Milala, J., Kosmala, M., Sójka, M., Kołodziejczyk, K., Zbrzeźniak, M., & Markowski, J. (2013).** Plum pomaces as a potential source of dietary fibre: Composition and antioxidant properties. *Journal of Food Science and Technology*, 50(5), 1012–1017.
- **Mirheidari F., Khadivi A., Moradi Y. et al., 2020.** The selection of superior plum (*Prunus domestica* L.) accessions based on morphological and pomological characterizations. *Euphytica* 216, 87.
- **Mishra, V., Shah, C., Mokalsh, N., Chavan, R., Yadav, H., & Prajapati, J. 2015.** Probiotics as potential antioxidants: a systematic review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(14), 3615-3626.
- **Mokbel, W. and Hashinaga, B. (2005)** The Radical Scavenging Activities of Radix puerariae Isoflavonoids: A Chemiluminescence Study. *Food Chemistry*, 86, 525-529.
- **Morabbi Najafabad A, Jamei R. 2014.** Free radical scavenging capacity and antioxidant activity of methanolic and ethanolic extracts of plum (*Prunus domestica* L.) in both fresh and dried samples. *Avicenna J Phytomed* 2014;4(5):343-53.
- **MUTIN L., 1977.** La Mitidja, Décolonisation et espace géographique. Ed. Off. Pub. Univ. Alger, 607p.

N

- **N. Miletic, 2012.** “Phenolic content and antioxidant capacity of fruits of plum cv. ‘Stanley’ (*Prunus domestica* L.) as influenced by maturity stage and on-tree ripening,” *Australian Journal of Crop Science*, vol. 6, no. 4, pp. 681–687,
- **Nakatani, N., Kayano, S. I., Kikuzaki, H., Sumino, K., Katagiri, K., & Mitani, T. (2000).** Identification, quantitative determination, and antioxidative activities of chlorogenic acid isomers in prune (*Prunus domestica* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(11), 5512–5516.
- **Narayana, K. R., Reddy, M. S., Chaluvadi M. R., Krishna, D. R., 2001.** Bioflavonoids classification, pharmacological, biochemical effects and therapeutic potential. *Indian journal of pharmacology*. Volume 33. p.p.: 2-16.
- **Nathalie Saint-Cricq de Gaulejac, Nicolas Vivas, Victor de Freitas, Guy Bourgeois 1999** The influence of various phenolic compounds on scavenging activity assessed by an enzymatic method *Journal of the Science of Food and Agriculture* 79 (8), 1081-1090,
- **Nicolas Venturini. 2012.** CONTRIBUTION CHIMIQUE A LA DEFINITION DE LA QUALITE : EXEMPLES DES SPIRITUEUX DE MYRTE (*MYRTUS COMMUNIS* L.) ET DE CEDRAT (*CITRUS MEDICA* L.) DE CORSE. *Chimie organique*. Université Pascal Paoli, 2012. Français. ffNNT : ff. fftel-00796388f.

O

- **Okie W.R., Hancock J.F., 2008.** Plums. In *Temperate Fruit Crop Breeding*. Ed. Springer: Dordrecht, The Netherlands. p:337–358.
- **Oliveira E.J., Dias N.L.P., Dantas J.L.L., Taiti C., et al., 2019.** Fruit aroma and sensorial characteristics of traditional and innovative Japanese plum (*Prunus salicina* Lindl.) cultivars grown in Italy. *European Food Research and Technology*. 245.p:2655– 2668.

P

- **Pisoschi, A., & Negulescu, G. 2011.** Methods of total antioxidant activity determination – *Biochemistry and Analytical Biochemistry*. 1(106) ,2172-2161.
- **Poprac P., Jomova K., Simunkova M., Kollar V., Rhodes C.J. & Valko M. (2017).** Targeting Free radicals in oxidative stress-related human diseases. *Trends Pharmacol Sci*. 38(7): 592-607.
- **Powers, S. K., & Jackson, M. J. 2008.** Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production. *Physiological Reviews*, 88(4), 1243-1276.
- **pp. 41–47, 2013. Y. Gao, 2014.** “Chromogenic pigments in *Prunus cerasifera* leaves,” *Journal of Zhejiang A&F University*, vol. 31, no. 3, pp. 481–487, 2014.

R

- **Raquel Pulido, Laura Bravo, Fulgencio Saura-Calixto 2000** Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay *Journal of agricultural and food chemistry* 48 (8), 3396-3402,
- **Ré, D.B., Nafia, I., Nieoullon, A., Kerkerian le Goff, L., & Hade-Aissouni, L. 2005.** Cerebral oxidative stress: are astrocytes vulnerable to low intracellular glutamate.
- **Reighard T.S., Olesik S.V., (2006).** Bridging the Gap Between Supercritical Fluid Extraction and Liquid Extraction Techniques: Alternative Approaches of the Extraction of Solid and Liquid Environmental Matrices, *Critical Reviews in Analytical Chemistry*. Pp 1-39.
- **Ribéreau-Gayon, J. and Peynaud, E. (1968)** Les composés phénoliques des végétaux, *Traité d’oenologie*. Edition Dunod, Paris.
- **Robert J Nijveldt, ELS Van Nood, Danny EC Van Hoorn, Petra G Boelens, Klaske Van Norren, Paul AM Van Leeuwen, 2001** Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications *The American journal of clinical nutrition* 74 (4), 418-425,

S

- **S. Bourguou, R. Seraiari Bedji, F. Medini, R. Ksouri, 2016** Effet du solvant et de la méthode d'extraction sur la teneur en composés phénoliques et les potentialités antioxydantes d'Euphorbia helioscopia.
- **Sayer P., 2007.** Membre des croqueurs de pommes, tous droits réservés, verger familial. P 17.
- **Schillaci C, Nepravishtha R, Bellomaria A.** Antioxidants in food and pharmaceutical research. AJ Ph Sci 2013;1(1):9-15.
- **Siddiq, A., Anwar, F., Manzoor, M., Ammara, F., 2005.** Antioxydant activity of different solvent extract of Moringa oleifera leaves under accelerated storage of sunflower oil. Asian journal of plant sciences. Volume 4(6). p.p.: 630-635.
- **Singleton, V. and Rossi, J. (1965)** Colorimetry of Total Phenolic Compounds with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16, 144-158.
- **Sisein, E. A. 2014.** Biochemistry of free radicals and antioxidants. Scholars Academic Journal of Biosciences, 2(2), 110-118.
- **Sottile F., Caltagirone C., Giacalone G., Peano C., Barone E, 2022.** Unlocking Plum Genetic Potential: Where Are We At? Horticulturae, 8, 128.
- **Stacewicz-Sapuntzakis, M.** Dried plums and their products: composition and health effects—an updated review. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 53,1277–1302 (2013).
- **Sterbova D., Matejcek D., Vlcek J., et Kubán V., (2004).** Combined microwave-assisted isolation and solid-phase purification procedures prior to the chromatographic determination of phenolic compounds in plant materials, Analytica Chimica Acta. Pp. 435 –444.
- **Submitted on 11 Mar 2019** Nadirah Ghenimi. Facteurs de risque périnataux de l'obésité infantile : prévalence à la maternité du CHU de Bordeaux de juin 2016 à juin 2017. Médecine humaine et pathologie. 2018. ffdumas-02064345.
- **Sut S, Dall'Acqua S, Poloniato G, Maggi F, Malagoli M.** Preliminary evaluation of quince (Cydonia oblonga Mill.) fruit as extraction source of antioxidant phytoconstituents for nutraceutical and functional food applications.

T

- **Tamilarasan Nithiya^{1,2}, Rajangam Udayakumar^{1*}** *Journal of Biosciences and Medicines*, **2016**, 4, 85-94 Published Online January 2016 in SciRes. <http://www.scirp.org/journal/jbm>
<http://dx.doi.org/10.4236/jbm.2016.41010>
- **Thomas, E. and Magilvy, J.K. (2011)** Qualitative Rigor or Research Validity in Qualitative Research. *Journal for Specialists in Pediatric Nursing*, 16, 151-155.
- **Torres-Castillo, J. A., Sinagawa-García, S. R., Martínez-Ávila, G. C. G., LópezFlores, A. B., Sánchez-González, E. I., Aguirre-Arzola, V. E., Torres-Acosta, R. I., Olivares-Sáenz, E., Osorio-Hernández, E., Gutiérrez-Díez, A., 2013.** Moringa oleifera: phytochemical detection, antioxidants, enzymes and antifungal properties. *ϕYTON ISSN*. Volume 82. p.p.: 193-202.
- **Toth J., Mrlinova M., Tekelova D., et Korenova M., (2003).** Rosmarinic acid – an important phenolic active compound of lemon balm (*Melissa Offcinalis L.*), *Acta Faculté. Pharm. Univ. Comenianae*, P 139-146.

U

- **utri, S. H., Nuranjani, F., Ardiansah, I., 2017.** Study of preparation method in antioxidants analysis from kelor seeds (*Moringa oleifera L.*) tofu coagulation. *Journal of industrial and information technology in agriculture*. Volume 1(2). p.p.: 73- 78

V

- **Verpoorte, R., Alfermann, A. W., 2000.** Metabolic engineering of plant secondary metabolism. *Edition Kluwer Academic*. p. 1-23.

W

- **W. Qiang, 2015.** “Chemical constituents extracted from leaves of *Prunus cerasifera* Ehrh. cv. *atropurpurea* Jacq. and their antioxidant activities in vitro,” *Chemistry and Industry of Forest Products*, vol. 35, no. 5, pp. 116–122, 2015.
- **W. Song, S.-T. Qin, F.-X. Fang et al 2018.,** “Isolation and purification of condensed tannin from the leaves and branches of *Prunus cerasifera* and its structure and bioactivities,” *Applied Biochemistry and Biotechnology*, vol. 185, no. 2, pp. 464–475, 2018.
- **Wallace, T. C. Dried plums, prunes and bone health: a comprehensive review.** *Nutrients* 9, E401 (2017).
- **Wolfe K.L., Kang X., He X., Dong M., Zhang Q., Liu R.H., 2008.** Cellular antioxidant activity of common fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56.p: 8418–8426.
<https://doi.org/10.1021/jf801381y>.

Y

- **Y. Hu, J. Meng, and B. Hu, 2002.** “Research of antioxidant activity and stability of the extract from *Prunus cerasifera* Ehrh. Cv. *Atropurpurea* leaves,” *Food Science*, vol. 23, pp. 274–276, 2002.

Z

- **Zaidi A., 2016.** Inventaire qualitatif et quantitatif des insectes inféodés au prunier (*Prunus domestica* L. 1753) dans la région d'Oued Aissi (Tizi-ouzou). Thèse.
- **Zeghmar S., Ghoul K., 2019.** Etude phytochimique et évaluation de l'activité antibactériennes des extraits des plantes *Mentha pulegium* L et *Thymelaea hirsuta* Endel.
- **Zemirli. R & Hammache. S. (2017).** agriculture in algeria: a sectoral performance excluding hydrocarbons. *journal of excellence for economics and management research*. vol (01). n° (02). p327-p328.
- **Zhebentyayeva T., Shankar V., Scorza R., Callahan A., Ravelonandro C., Castro S., DeJong T., Saski C.A., Dardick C., 2019.** Genetic characterization of worldwide *Prunus domestica*. L (plum) germplasm using sequence-based genotyping. *Horticulture Research* 6:12.
- **Zhishen, J., Mengcheng, T. and Jianming, W. (1999)** The Determination of Flavonoid Contents in Mulberry and Their Scavenging Effects on Superoxide Radicals. *Food Chemistry*, 64, 555-559.

BUSINES MODEL CANVAS

1- Value proposition :

1- القيم المقترحة :

- **Huile de prune naturelle et authentique** : nous proposons une huile végétale de prune naturelle et authentique, cultivée de manière biologique en Algérie. Cette huile est vierge, 100% pure et naturelle et elle est riche en vitamine E et en antioxydants.
- **Huile biologique est un produit d'exception** : Son parfum est envoûtant et sa composition remarquable, ce qui lui confère une excellente stabilité contre l'oxydation.
- **Utiliser dans divers produits et application** : une gamme de produits à base d'huile de prune est proposée, comprenant un gommage, une crème hydratante, une crème pour l'eczéma et un sérum capillaire.
- **Avantages sains et esthétiques** : nous assurons de fournir des avantages sains et esthétiques associés à l'utilisation de nos produits, tels que le renforcement du film hydrolipidique de la peau et une efficacité dans la réduction des irritations de l'épiderme asséché.

2- Customer segments :

2- شرائح العملاء :

Les principaux segments de la clientèle sur lesquels notre entreprise de fabrication d'huile de prune est axée, sont :

- **Les consommateurs d'huile végétale** : ce segment de clientèle utilise généralement l'huile de prune dans le traitement des problèmes de peau tels que la sécheresse, l'eczéma ou les irritations ainsi que la production commerciale de produits cosmétiques.
- **Les fabricants de cosmétiques** : les noyaux de prunes peuvent être recyclés et transformés en produits de haute valeur tels que l'huile. Ce processus de valorisation permet de maximiser l'utilisation des ressources et de réduire les déchets agricoles.
- **Les consommateurs soucieux de leur santé** : en tant que consommateurs soucieux de votre santé, vous accordez une grande importance à votre alimentation et vous recherchez des produits qui répondent à vos besoins spécifiques en matière de santé.
- **Les magasins de produits naturels et de cosmétiques** : les magasins spécialisés dans les produits liés à la santé et aux bienfaits biologiques et naturels, peuvent être intéressés par notre produit.

3- Customer Relationship :

3-العلاقة مع العملاء :

Pour assurer la satisfaction du client, nous fournissons une approche axée sur le service client et établissons une relation de confiance et de fidélité.

- **Confiance et loyauté** : nous renforcerons la confiance et la fidélité auprès des clients en offrant une expérience de magasinage agréable et en répondant rapidement aux demandes des clients et à leur attente.
- **Relations durables** : nous nous efforcerons de nouer des relations de longue durée avec les clients en maintenant un contact régulier.
- **Fournir des solutions sur mesure aux besoins des clients** : fournir des solutions sur mesure aux besoins des clients est un moyen efficace d'améliorer la qualité du service et de renforcer la satisfaction des clients.
- **Recevoir et agir sur les commentaires des clients** : recevoir et agir sur les commentaires des clients est un processus continu qui permet d'identifier les opportunités d'amélioration et de répondre aux attentes des clients de manière proactive. Cela favorise la fidélisation des clients et renforce la réputation de l'entreprise.
- **En libre-service** : cela implique que les clients utilisent des plateformes et des outils en ligne pour acheter des produits et services d'huile de prune de manière autonome.
- **Services automatisés** : l'utilisation de services automatisés à la fin du service client permet aux clients de recevoir rapidement et facilement de l'aide. Cela inclut la réponse aux demandes courantes des clients et la fourniture d'un support client.
- **Réseaux cocréés** : un réseau cocréé permet aux fabricants d'huile de prune de collaborer avec leurs clients pour créer des solutions personnalisées adaptées à leurs besoins et préférences.

4- Channels :



-4 : القنوات

- **La livraison à domicile** : cette méthode permet aux clients d'acheter de l'huile de prune et de le faire livrer directement à leur porte. cela nécessite des partenaires de livraison fiable et des investissements dans la logistique.
- **Les événements promotionnels** : les événements d'échantillonnage et les salons commerciaux utilisés pour promouvoir le produit et obtenir des commandes.
- **Les partenaires de distribution** : distributeurs qui peuvent vendre et livrer le produit à divers endroits.
- **Les magasins en ligne** : une plateforme de commerce électronique pour les ventes directes aux clients ou via les sites de réseaux sociaux par Facebook, e-mail, Instagram, Viber, etc.
- **Les magasins de détail** : l'huile de prune peut être vendue directement aux clients dans les magasins de détail ou par le biais de grandes chaînes de vente au détail. Pour ce faire, il est important de rechercher le marché cible et de travailler en étroite collaboration avec les directeurs de magasins.

5- Key Partner :

-5 الشركاء الرئيسيين :

L'entreprise de fabrication d'huile de prune a besoin de partenariats clés pour aider à la production et à la vente de leur produit. Ces partenariats sont :

- **Fournisseurs d'huile de prune biologique durable** : ils sont essentiels pour produire des produits d'huile de prune de haute qualité car ces fournisseurs devraient pouvoir donner accès à des matières premières constamment supérieures.
- **Fournisseurs de machines** : ils devraient être en mesure de fournir une technologie rentable et fiable pour permettre une production efficace d'huile de prune.
- **Partenaires de distribution** : ils devraient donner accès à une grande variété de clients y compris les détaillants en ligne et les boutiques physiques.
- **Fournisseurs de matières premières** : les fournisseurs de matières premières sont des acteurs clés dans la chaîne d'approvisionnement, fournissant les matériaux de base nécessaires à la production. Le choix de fournisseurs fiables et de qualité est crucial pour assurer une production efficace et répondre aux normes et aux attentes des clients.

● **Agriculteurs locaux** : pour s'approvisionner en prunes fraîches vous pouvez vous renseigner auprès des marchés fermiers locaux, des associations agricoles, des coopératives ou des sites internet dédiés à la promotion des produits locaux.

● **Fabricants de produits d'emballage et d'étiquetage** : notre objectif serait d'utiliser des matériaux d'emballage respectueux de l'environnement pour emballer nos produits.

● **Banque de développement agricole** : une banque de développement agricole est une institution financière spécialisée dans le financement et le soutien du secteur agricole. Elle offre des services financiers adaptés aux besoins des agriculteurs et des acteurs de la chaîne de valeur agricole, contribuant ainsi à stimuler le développement et la croissance durable de l'agriculture.

● **Associations locales** : pour encourager l'investissement et la production locale, les associations locales jouent un rôle clé dans l'encouragement de l'investissement et de la production locale en créant un environnement favorable, en facilitant les collaborations et en promouvant les produits et les opportunités locales. Leur engagement contribue à renforcer l'économie locale et à favoriser le développement durable.

● **Laboratoires** spécialisés dans l'analyse de la qualité des huiles naturelles et des produits cosmétiques : les laboratoires spécialisés dans l'analyse de la qualité des huiles naturelles et des produits cosmétiques jouent un rôle essentiel dans l'industrie des cosmétiques et des produits de soins personnels. Leur expertise permet de garantir la sécurité, l'efficacité et la conformité des produits cosmétiques sur le marché.

● **Magasins de détail** : en s'associant à des magasins de détail, notre entreprise serait en mesure d'atteindre les clients qui préfèrent les achats en magasin physique.

● **Clients de livraison à domicile** : l'établissement de relations avec les clients de la livraison à domicile peut aider à éteindre ainsi qu'à fournir un moyen pratique aux clients de commander de l'huile de prune sans quitter leur foyer.

6- Key resource :



- الموارد الرئيسية :

- **Matière première** : les graines de prune sont la principale matière première utilisée dans la production d'huile de prune et doivent être obtenues de manière durable.
- **Matériaux d'emballage et d'étiquetage** : les matériaux d'emballage et d'étiquetage utilisés dans les produits doivent être certifiés et respecter les réglementations nationales et internationales. L'emballage et l'étiquetage doivent représenter avec précision la qualité et le contenu du produit et serviront également à informer les consommateurs des avantages pour la santé associée à l'achat du produit.
- **Équipement pour l'extraction de l'huile de prune** : des équipements (machines) spécialisés sont nécessaires pour extraire l'huile de prune à vendre. Cet équipement fait partie intégrante de l'entreprise et doit être maintenu et mis à jour à mesure que la technologie se développe.
- **L'usine de fabrication** : une usine de fabrication est généralement nécessaire pour entreprendre l'extraction, la transformation et l'emballage de l'huile de prune. Il peut s'agir d'une installation spécialement conçue ou d'une installation existante qui est adaptée à cet effet.
- **Main d'œuvre qualifiée** : des travailleurs qualifiés et expérimentés sont tenus de maintenir les machines et de faire fonctionner l'installation de manière optimale. Il est également nécessaire d'embaucher du personnel possédant des connaissances techniques et ce, afin de s'assurer que l'huile de prune est extraite, transformée et emballée à un niveau élevé.
- **La technologie pour rechercher et développer d'autres produits** : la technologie et les ressources pour la recherche et le développement d'autres produits font partie intégrante de l'amélioration et de l'innovation de l'industrie d'huile de prune. Les ressources doivent être allouées à ces activités.
- **Ressources de stockage et de transport** : les ressources de stockage et de transport sont essentielles dans la production, la distribution et la vente d'huile de prune. Les installations de stockage appropriées, telles que les unités de stockage à froid et les entrepôts, doivent être mises en place pour garantir que la qualité et la durée de conservation du produit restent intactes. Les options de transport doivent être également prises en compte pour que le produit soit livré à temps et en toute sécurité.
- **Ressources de marketing** : elles doivent être disponibles pour s'assurer que les objectifs de vente sont atteints.

7-Key Activités :

7- الأنشطة الرئيسية :

Les activités clés pour le secteur d'huile de prune comprennent :

- **L'extraction d'huile de prune et contrôle de la qualité** : l'extraction de l'huile de prune est le processus par lequel l'huile est extraite des graines de prune. Il est nécessaire de s'assurer que la qualité de l'huile de prune produite répond aux normes souhaitées.
- **Pressage et filtrage des graine de prune** : extraction de l'huile des graines de prunes en pressant, filtrant et affinant l'huile.
- **Récolte et la transformation des fruits** : récolte, nettoyage et traitement des fruits pour obtenir l'huile.
- **Recyclage des noyaux de prune et leur transformation en produits de haute valeur**: Il est important de noter que la transformation des noyaux de prune en produits de haute valeur nécessite des procédés appropriés pour l'extraction des composés souhaités. De plus, il est essentiel de s'assurer que les noyaux de prune utilisés sont propres et exempts de contaminants.
- **Valorisation des noyaux** : la valorisation des noyaux de prune s'inscrit dans une démarche économique et environnementale.
- **Livraison, l'expédition et la logistique** : faciliter la livraison et l'expédition de l'huile de prune à sa destination prévue.
- **L'approvisionnement** : établir des connections et des partenariats avec les fournisseurs d'huile de prune.
- **Promotion marketing** : création, gestion et mise en œuvre de stratégies de marketing et de promotion pour l'entreprise.
- **Création de conceptions d'emballage unique** : cette étape est importante pour distinguer le produit de ses concurrents. La conception doit être accrocheuse et facile à utiliser.
- **Mise en bouteille et étiquetage du produit** : cette étape aidera à promouvoir la marque et à s'assurer que les clients peuvent facilement identifier le produit.
- **Distribution et la vente du produit** : il s'agit de la dernière étape qui consiste à mettre en place des canaux de distribution et des points de vente afin de diffuser le produit aux consommateurs.

8- Cost structure :



8- هيكل التكاليف :

La structure des coûts de production d'huile de prune se compose des éléments suivants :

- **Coût de production pour les matières premières** : coût d'achat des graines de prune.
- **Coût de l'équipement de fabrication** : coûts pour obtenir, installer, maintenir et améliorer les machines nécessaires pour produire de l'huile de prune.
- **Coût de la main d'œuvre** : cela comprend les salaires payés aux employés, les avantages sociaux, la formation et les autres coûts associés au maintien d'une main d'oeuvre.
- **Coût de l'information** : coûts liés à l'information des clients sur le produit, la publicité et les activités promotionnelles.
- **Le coût du transport** : dépend de plusieurs facteurs, tels que la distance, le mode de transport, la quantité de marchandises, les caractéristiques des produits, les conditions du marché et les services supplémentaires requis.
- **Coût de la recherche et du développement** : tous les coûts pour la réalisation de la recherche et du développement d'un nouveau processus ou produit de production.
- **Publicité marketing** : coût des promotions, de la publicité, des relations publiques et d'autres supports marketing.
- **Coût de l'emballage** : dépend de plusieurs facteurs, notamment le type d'emballage, la quantité d'emballages nécessaires, les matériaux utilisés, la complexité de la conception et les spécifications requises.
- **Coût d'étiquetage** : dépend de plusieurs facteurs, tels que la quantité d'étiquettes nécessaires, le type d'étiquettes, les matériaux utilisés, la complexité de la conception et les spécifications requises.
- **Coût de vente et de distribution** : coût de vente et de distribution du produit.

9- Revenue Stream :



مصادر :

9- الإيرادات

Les sources de revenus commerciales de fabrication de l'huile de prune comprennent :

- **Acheteurs en gros d'huile de prune** : les entreprises d'huile de prune peuvent identifier et cibler les acheteurs en gros, tels que les chaînes de détaillants d'huile végétale, pour acheter de grandes quantités d'huile. Cela peut servir de source de revenus supplémentaires.
- **Ventes au détail** : les clients achètent des produits directement à partir de points de vente à des prix standard.
- **Vente en ligne** : les produits sont commercialisés directement auprès des clients via des sites web de commerce électronique, les efforts de marketing et de référencement ciblés peuvent générer un trafic accru vers le site web.

● **Clients de livraison à domicile** : les services de livraison à domicile tels que les applications de livraison de nourriture deviennent de plus en plus populaires. Les entreprises d'huile de prune peuvent tirer parti de cela en fournissant leurs services via ces plates-formes et contacter les clients qui recherchent les commodités lors de l'achat de l'huile de prune.

● **Revenus de la publicité** : générer des revenus à partir de partenariats publicitaires tels que sur des bannières, des panneaux d'affichage ou d'autres médias.

● **Revenus d'abonnement** : présentation des modèles basés sur l'abonnement. Les clients peuvent aussi s'inscrire aux commandes mensuelles ou bénéficier de remises de prix

Business Model Canvas

الشركاء الرئيسيين:



- Fournisseurs d'huile de prune biologique durable et Fournisseurs des machines
- Partenaires de distribution
- Fournisseurs de matières premières
- Agriculteurs locaux
- Fabricants de produits d'emballage et d'étiquetage
- Banque de développement agricole
- Magasins de détail
- Clients de livraison à domicile

الأنشطة الرئيسية



- L'extraction d'huile de prune et contrôle de la qualité
- Pressage et filtrage des graine de prune
- Récolte et la transformation des fruits
- Recyclage des noyaux de prune
- Livraison, l'expédition et la logistique
- Création de conceptions d'emballage unique
- Mise en bouteille et étiquetage du produit
- Distribution et la vente du produit

الموارد الرئيسية



- Matière première
- Matériaux d'emballage et d'étiquetage
- Equipement pour l'extraction de l'huile de prune
- L'usine de fabrication

القيم المقترحة



- Huile de prune naturelle et authentique
- Huile biologique est un produit d'exception
- Utiliser dans divers produits et application
- Avantages sains et esthétiques

العلاقة مع العملاء



- Confiance et loyauté
- Relations durables
- En libre-service
- Services automatisés Réseaux cocréés

القنوات



- La livraison à domicile
- Les événements promotionnels
- Les partenaires de distribution

شرائح العملاء

- Les consommateurs d'huile végétale
- Les fabricants de cosmétiques
- Les consommateurs soucieux de leur santé
- Les magasins de produits naturels et de cosmétiques

هيكل التكاليف



- Coût de production pour les matières premières (graines de prune 7kg /8ml d'huile) et équipement de fabrication (machines) : 12.000.000 Da (81912,51€).
- Coût de la main d'œuvre, du transport, de la recherche et du développement : 5.000.000 Da (34126,83€)
- Coût du marketing et de la publicité : 1.000.000 Da (6825,37€)
- Coût d'emballage, d'étiquetage, de la distribution et du stockage : 2.000.000 Da (13650,61€).

مصادر الإيرادات



- Acheteurs en gros d'huile de prune :le prix de gros pour une boîte =2200 Da
- Ventes au détail 1 boîte de 25 g = 2500Da
- Vente en ligne 1 boîte = 2600 Da
- Clients de livraison à domicile: en travail avec yalidine

