

République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة أبو بكر بلقايد - تلمسان
Université AboubekrBelkaid – Tlemcen
كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et des Sciences de la Terre et de
l'Univers
Département d'Agronomie



MÉMOIRE

Présenté par

DERROUCHE Nardjessa

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En Nutrition & Pathologie

Thème

EVALUATION DU POUVOIR ANTIOXYDANT DES SOUS-PRODUITS LIQUIDES DES MOULINS A HUILE D'OLIVE (SPLHO)

Soutenu le 23 /Septembre /2024, devant le jury composé de :

Président	MEDJDOUB Houria	Maitre de Conférences	Université de Tlemcen
Encadreur	BADID Naima	Maitre de Conférences	Université de Tlemcen
Examineur	NAS Fatima	Maître Assistante	Université de Tlemcen

Année universitaire 2024 – 2025

REMERCIEMENTS

Tout d'abord. Je loue Allah le Seul et l'Unique qui nous a permis et guidé durant et pour finaliser de ce travail.

***D'BADID Naima**, Maitre de Conférences A au département de biologie, faculté SNV-STU, Université de Tlemcen ; nous sommes profondément honorées de vous avoir comme Encadreur pour ce travail. Nous vous exprimons notre plus haute considération et gratitude, ainsi que nos vifs remerciements pour vos précieux conseils, votre écoute attentive et votre patience, qui ont constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené à bien.*

***D'MEDJDOUB Houria** Maitre de Conférences A au département de biologie, faculté SNV-STU, Université de Tlemcen, d'avoir accepté de présider le jury de notre soutenance et d'examiner notre travail ; nous vous remercions aussi pour votre contribution et vos efforts afin de mener à bien ce travail de recherche et durant la formation en master nutrition et pathologie. Merci Docteur pour tous les efforts déployés en notre faveur.*

***D'NasFatima**, Maitre Assistante Bau département de biologie, faculté SNV-STU, Université de Tlemcen pour l'intérêt porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par vos commentaires constructifs et propositions futures. Veuillez trouver ici l'expression de notre profonde gratitude.*

Et enfin, Je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers mes parents pour tout ce qu'ils ont fait pour moi. Leur amour inconditionnel, leur soutien indéfectible et leur dévouement sans faille. Merci pour m'avoir guidé, encouragé et aidé à devenir la personne que je suis aujourd'hui. Je vous aime et je suis reconnaissante pour tout ce que vous avez sacrifié pour moi. J'espère qu'ils trouveront en ce modeste travail une récompense de ce qu'ils ont fait pour moi.

DÉDICACES

*Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers A mes très chers parents **Ahmed** et **Nassima**, qui sont la cause de mon existence dans cette vie, pour leur Soutient, leur patience et leur amour qui m'ont donné la force pour continuer mes études. Que dieu les protège et leur prête santé et Longue vie .*

*Hommage à ma chère grand-mère **Yamna**, et à , « ma deuxième mère », **Aïcha** Que Dieu les bénisse et leur accorde la santé et le bien-être pour le reste de leur vie.*

*A mes chers frères **Ayman** et **Jaber**, ma sœur **Souad**, et mes cousines **Hanan** et **Amina** et ma tante **Nadjet** Et mes cousines **Rihana** , **Kawter**. Je vous souhaite bonne chance et santé pour toute une vie.*

*A tous les membres de la famille **Derrouiche** et **Boukharie**.*

*Sans oublier mes chères amies **Widad**, **Romaïssa**, **Asma** , **Fairouz** . qui m'a soutenu et a été patient avec moi, et toute la joie et la tristesse que nous avons traversées.*

*A mon mari **Hichem**, Je t'aime plus que tout au monde, et je suis impatiente de passer le reste de ma vie à tes côtés, à construire un avenir ensemble et à savourer chaque instant avec toi. Tu es mon partenaire de vie, mon amour éternel.*

*Et à mon fils décédé **Oussaid**, que j'ai perdu il y a deux mois, qu'il soit mon compagnon au ciel, si Dieu le veut, « un morceau de mon cœur » Je vous aime infiniment « **Derrouiche Nardjessa** »*

ملخص

تمثل المنتجات الثانوية السائلة الناتجة عن معاصر زيتون نتياراً هاماً من النفايات الناتجة عن صناعة عطر زيتون تولوثا الطبيعية منخ
لالمركبات الفينولية. يركز هذا العمل على الأنشطة المضادة للأكسدة والمضادة للجذور لهذه النفايات السائلة المتبقية
تتضمن طريقة الاستخلاص استخلاص سائل-سائل عبر مذيبات ذات أقطاب مختلفة، علو جها لخصوص، أسيتات الإيثيلو-بيوتانول.
DPPH. تم تقييم نشاط مضادات الأكسدة وفقاً للقدرة المضادة للأكسدة الإجمالية وتقليل الحديد وتطهير الجذور الحرة
(CAT) أظهرت النتائج أن القدرة الإجمالية لمضادات الأكسدة
تكشف عن إمكانات مضادة للأكسدة ذات صلة بمقارنة بقدرة حمض الأسكوربيك لجميع المستخلصات، مع زيادة خاصة للمستخلصين
مصدرًا غنياً للمركبات الطبيعية النشطة بيولوجياً
الكلمات المفتاحية: مشتقات زيتون السائلة – القدرة المضادة للأكسدة – اختزال الحديد – محاصرة

Résumé

Les sous-produits liquides des moulins à huile d'olive représentent un flux de rejets colossaux générés par l'industrie de l'huile d'olive et polluant la nature à travers leurs composés phénoliques. Ce travail s'intéresse aux activités antioxydantes et antiradicalaires de ces déchets résiduels liquides.

La méthode d'extraction concernait des extractions liquides-liquides via des solvants de polarités différentes, notamment, l'acétate d'éthyle et le n-butanol. L'activité antioxydante était évaluée selon la capacité antioxydante totale, la réduction du fer et le piégeage du radical libre DPPH.

Mots clés : Sous-produits – Capacité antioxydante – Réduction du fer – Piégeage du DPPH.

Abstract

The liquid by-products of olive oil mills represent a colossal waste stream generated by the olive oil industry and polluting nature through their phenolic compounds. This study looked at the antioxidant and antiradical activities of these liquid waste products.

The extraction method involved liquid-liquid extractions using solvents of different polarities, in particular ethyl acetate and n-butanol. Antioxidant activity was assessed according to total antioxidant capacity, iron reduction and DPPH free radical scavenging.

Key words: By-products - Antioxidant capacity – Iron reduction – DPPH scavenging.

LISTE DES ABREVIATIONS

- SPLHO** : Les sous produits liquides des moulins a huile d'olive
- CAT** : Ctalase
- ROS** : Espèces réactives de l'oxygène
- ERO** : Espèce réactif de l'oxygène
- DPPH** : Radical 2.2 diphényle-1-picrylhydrazyl.
- FRP** : Ferric Reducing Power
- EC₅₀** : La concentration qui correspond à une absorbance de 0.5
- IC₅₀** : Concentration d'inhibition pour 50
- Fe³⁺** : Ions ferriques
- FeCl₃** : Chlorure ferrique
- Fe²⁺** : Ions ferreux
- ED** : Eau Distillée
- RL** : Les radicaux libres

LISTE DES FIGURES

- Figure 01** : Production d'huile d'olive dans les pays du pourtour méditerranéen en 2012
- Figure 02** : Répartition des superficies d'oliviers par wilaya (Statistiques Agricoles, 2003)
- Figure 03** : Fruit de l'olivier (Amouretti et Comet, 2000)
- Figure 04** : Production en cascade des différentes espèces oxygénées réactives à partir d'O₂[°] (Koechlin-Ramonatxo, 2006)
- Figure 05** : Les différentes espèces réactives de l'oxygène (ERO) et des antioxydants régulateurs de leur production (Pincemail et al., 2002)
- Figure 06** : Extraction des composés phénoliques à partir du SPLHO type 01
- Figure 07** : Extraction des composés phénoliques à partir du SPLHO type 02
- Figure 08** : Protocole d'évaluation de pouvoir antioxydant des extraits de SPLHO
- Figure 09** : Taux de production de SPLHO par année au niveau de la wilaya de Tlemcen (D.S.A., 2023)
- Figure 10** : Courbe d'étalonnage à l'acide ascorbique pour l'évaluation de la CAT des extraits

Table des Matières

Remerciements	I
Dédicaces	Ii
ملخص	Iii
Résumé	Iv
Abstract	V
Liste des abréviations	Vi
Liste des figures	Vii
Liste des tableaux	Viii
Liste des photos	Viii
Introduction générale	1

Première Partie : Synthèse Bibliographique

Chapitre 1 : Généralités

1. Introduction	2
2. Production mondiale des olives et de d'huile d'olive	2
3. Production des olives et de d'huile d'olive en Algérie	3
4. L'Huile d'olive	4
5. L'Olive	5
6. Les sous-produits de l'industrie oléicole	5
➤ Sous produits oléicoles solides	6
➤ Sous –produits oléicoles liquides	6
I.7. Caractéristiques des SPLHOliquides	7

Chapitre 2 :Radicaux libres et stress oxydatif

1. Définition	8
2. Origines	8
➤ Source endogène	9
➤ Source exogène	9
3. Antioxydants	10
3.1. Systèmes antioxydants enzymatiques endogènes	11
3.2. Antioxydants non enzymatiques endogènes	11
3.3. Antioxydants non enzymatiques exogènes	11
4. La relation entre les antioxydants dans la nutrition	11
4.1. Neutralisation des radicaux libres	11
4.2. Sources alimentaires d'antioxydants	12
4.3. Prévention des maladies	12
4.4. Effets anti-inflammatoires	12
4.5. Santé de la peau	12

Deuxième Partie : Étude Expérimentale

Chapitre 3 : Matériel et Méthodes

1. Présentation des échantillons	13
1.2. Extraction liquides – liquides des SPLHO	13
2. Extraction des composés phénoliques	13
2.1.Extraction des composés phénoliques à partir de SPLHOtype 01	13
2.2. Extraction des composés phénoliques à partir du	14

SPLHO type 2	
3. Evaluation de l'activité antioxydante	16
3.1. Capacité antioxydante totale (CAT)	17
3.1.1. Préparation de la solution du réactif de la (CAT)	17
3.1.2. Mode opératoire	17
3.2. Test du piégeage du radical libre DPPH(2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl)	17
3.2.1. Préparation de la solution éthanolique du DPPH	17
3.2.2. Mode opératoire	17
3.3. Test de réduction du fer	18
3.3.1. Solution à préparer	18
3.3.2. Mode opératoire	18

Chapitre 4: Résultat et Discussion

1. Présentation du sous- produit oléicole	21
1.1. Produits et sous-produits de l'industrie oléicole de l'olivier	21
2. Extractions liquide- liquide	21
Conclusion et perspectives	34
Références bibliographiques	36

Introduction générale

La région de Tlemcen, située au nord-ouest de l'Algérie, est célèbre pour sa production d'olives de haute qualité. L'oléiculture y occupe une place centrale dans l'économie agricole, contribuant non seulement à la production d'huile d'olive, mais aussi à la création de divers sous-produits oléicoles. Parmi ces sous-produits, les SPLHOs (ou effluents liquides) et les grignons sont produits en grandes quantités lors du processus d'extraction de l'huile d'olive. Bien que traditionnellement considérés comme des déchets, ces sous-produits suscitent un intérêt croissant en raison de leur potentiel d'application dans divers domaines, allant de l'agriculture à l'industrie pharmaceutique.

La gestion et la valorisation des SPLHO constituent un défi majeur pour les producteurs d'huile d'olive, notamment dans la région de Tlemcen. Les SPLHO, qui représentent la fraction liquide de ces sous-produits, sont souvent riches en composés phénoliques, en acides gras, et en antioxydants. Ces composés présentent des propriétés biologiques bénéfiques, ce qui permet d'envisager leur utilisation dans des domaines tels que la nutrition, la médecine, et la cosmétique. Toutefois, une gestion inappropriée de ces effluents peut engendrer des problèmes environnementaux importants, comme la pollution des sols et des eaux, en raison de leur forte charge organique et de leur toxicité (**Ayoub et al., 2021**).

Dans le contexte de Tlemcen, la valorisation des SPLHO pourrait non seulement réduire les impacts environnementaux, mais également offrir des opportunités économiques supplémentaires aux agriculteurs et aux entreprises locales. Cela exige une compréhension approfondie de la composition chimique et des propriétés biologiques de ces sous-produits. Plusieurs études ont déjà mis en évidence le potentiel antioxydant et antimicrobien des SPLHO, qui pourrait être exploité dans divers secteurs industriels (**Djerroumi et al., 2023 ; Bennamoun et al., 2022**).

Introduction Générale

La région de Tlemcen fait face à des défis environnementaux et économiques liés à la gestion des sous-produits de l'industrie oléicole. Bien que ces sous-produits possèdent un potentiel reconnu, ils sont souvent sous-exploités en raison d'un manque d'infrastructures adéquates et de stratégies optimales de valorisation. Le principal problème réside dans la mise en œuvre de méthodes efficaces pour tirer parti des propriétés bioactives des SPLHOs tout en réduisant leur impact négatif sur l'environnement.

Le but principal de cette recherche est d'étudier le potentiel phytochimique et antioxydant des sous-produits liquides des moulins à huile d'olives (SPLHO) issues de la région de Tlemcen et d'évaluer leurs propriétés biologiques.

Première Partie

Synthèse Bibliographique

Chapitre 1 : Généralités

1. Introduction

L'huile d'olive vierge peut être considérée comme le jus de fruit de l'olive, directement consommable, obtenue par des procédés mécaniques et physiques dans des conditions appropriées pour préserver ses qualités. Par conséquent, l'industrie de l'huile d'olive est une activité économique majeure pour de nombreux pays, en particulier ceux du bassin méditerranéen. Cependant, cette industrie produit des quantités significatives de déchets liquides et solides (SPLHOs et grignons d'olives), posant un véritable problème environnemental (Smith, 2020).

2. Production mondiale des olives et de d'huile d'olive

Le patrimoine oléicole mondial comprend environ 930 millions d'oliviers (Faostat-FOO, 2001). Plus de 70 % de ces arbres se trouvent en Europe méditerranéenne, 13 % au Proche-Orient, 13 % en Afrique du Nord et 3 % en Amérique Latine (Chili, Argentine, Brésil, Uruguay, Pérou) et aux États-Unis d'Amérique (Amoretti et al., 1985). Les oliveraies couvrent environ 10 millions d'hectares, soit une densité moyenne de 80 oliviers par hectare.

En termes de production, l'huile d'olive occupe le 5^e rang mondial après l'huile de soja (42 %), l'huile de tournesol (17 %), l'huile de colza (11 %) et l'huile d'arachide (10 %), représentant 5 % de la production totale. La production d'huile d'olive a toujours été concentrée dans les pays méditerranéens: Espagne, Portugal, Italie, Grèce, Turquie, Tunisie, Maroc et Algérie. À eux seuls, ces pays représentent plus de 80 % de la production mondiale.

L'évolution de la production mondiale en 2012 est illustrée dans le graphique ci-dessous (Figure 01). La tendance générale montre une augmentation de la production par pays, bien que des fluctuations soient observées.

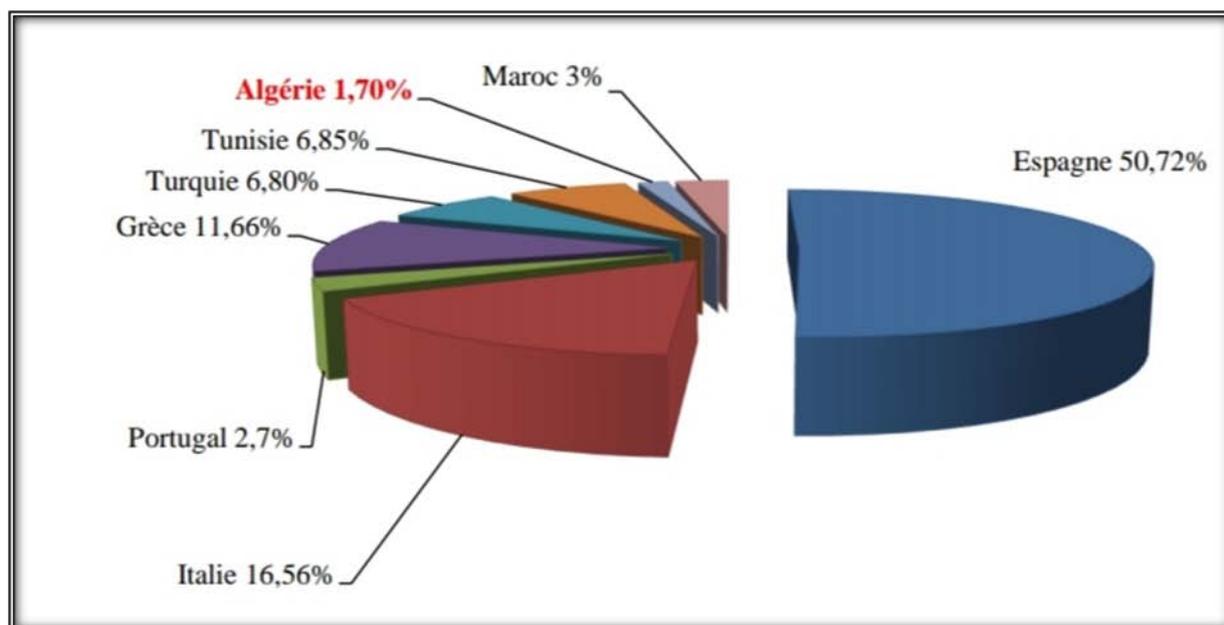


Figure01 : Production d'huile d'olives dans les pays du pourtour méditerranéen en 2012

3. Production des olives et de d'huile d'olive en Algérie

La culture de l'olivier représente 45 % du verger arboricole total en Algérie, avec 32 millions d'arbres, dont 80 % sont destinés à la production d'huile d'olive (**Mendil, 2009**). La production d'huile d'olive est estimée entre 55 000 et 70 000 tonnes par an (**Vossen, 2013**). L'Algérie figure parmi les principaux pays méditerranéens au climat favorable à la culture de l'olivier, se classant après l'Espagne, l'Italie, la Grèce et la Tunisie, qui sont les plus grands producteurs d'huile d'olive (**Tsagariki et al., 2007**).

Le patrimoine oléicole algérien représente 4,26 % du patrimoine mondial, avec une production annuelle d'huile atteignant 35 000 tonnes et 80 000 tonnes pour les olives de table (**Bensemmane, 2009**). Selon les statistiques de l'Institut Technique des Arbres Fruitiers et de la Vigne Algérien (**ITAFV, 2009**), la superficie des oliveraies en Algérie a augmenté de 130 % entre 1999 et 2014, passant de 165 000 hectares à 380 000 hectares. La production d'huile d'olive est passée de 19 000 tonnes à 45 000 tonnes, atteignant parfois des pics de 74 000 tonnes. L'entrée en production des nouvelles plantations (215 000 hectares) devrait porter la production à 120 000 tonnes d'huile d'ici 2020.

La production d'huile d'olive est une activité traditionnelle en Algérie, comptant environ 1 650 huileries, dont seulement 165 sont modernes (**Vossen, 2013**). L'Algérie vise à moderniser ce secteur pour améliorer la qualité et la quantité de la production. Actuellement, cette filière est concentrée dans certaines wilayas comme Bejaia, Tizi-Ouzou et Bouira, qui ont produit à elles seules 179 180 hectolitres en 2008, sur une superficie de 102 893 hectares, soit 51 % de la production nationale et environ 44 % du verger national oléicole. Ces trois wilayas se spécialisent principalement dans la production d'huile d'olive. Durant la campagne 2009/2010, la production oléicole algérienne était de 50 000 tonnes d'huile, soit 1,7 % de la production mondiale (**Conseil oléicole international, 2009a**).

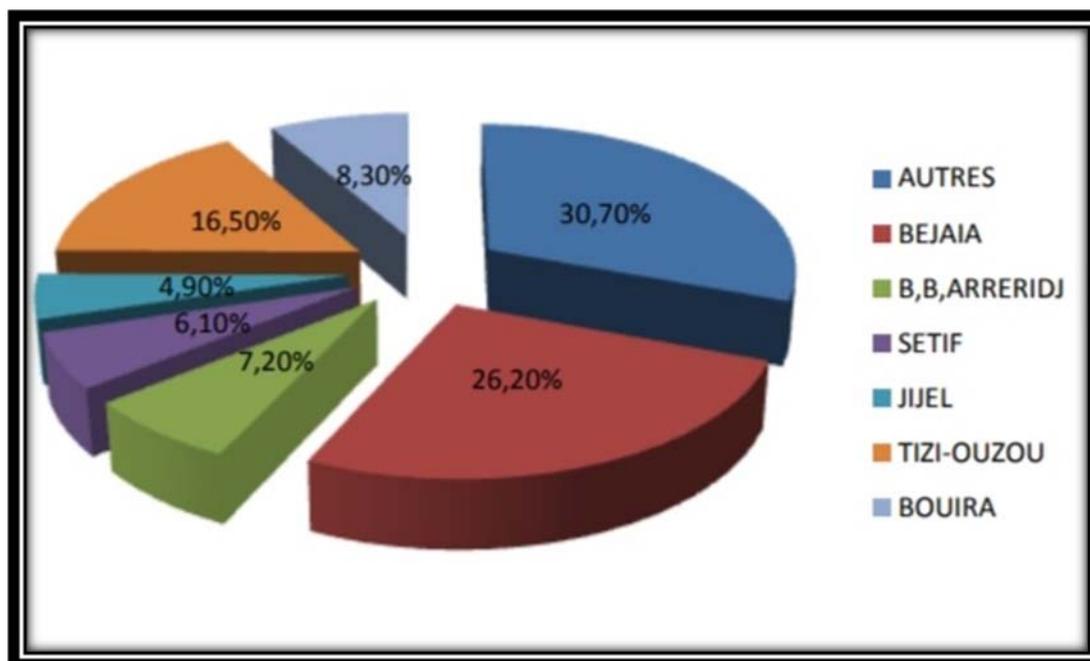


Figure02 : Répartition des superficies d'oliviers par wilaya (D.S.A., 2003).

4. Huile d'olive

L'huile d'olive désigne exclusivement l'huile extraite du fruit de l'olivier (*Olea europaea* L), à l'exclusion des huiles obtenues par solvant et/ou réestérification. L'appellation huile vierge est réservée à l'huile obtenue par des procédés mécaniques et à des températures qui ne détériorent pas ses caractéristiques intrinsèques. L'appellation huile raffinée correspond à l'huile obtenue par un procédé permettant de conserver sa structure triglycérique (COI, 2015).

L'huile d'olive est une des principales composantes du régime méditerranéen, reconnu pour ses bienfaits sur la santé. Elle se distingue par sa composition particulière en acides gras et en composés mineurs appartenant à la fraction insaponifiable des huiles végétales (COI, 2009).

5. Olive

L'olive est un fruit charnu de type drupe, doté d'un noyau et non déhiscente, c'est-à-dire qu'elle ne s'ouvre pas spontanément. Elle peut avoir une forme ovoïde ou ellipsoïde, et ses dimensions

varient considérablement selon les variétés. La paroi de l'olive est composée de l'épicarpe (ou peau), qui est fermement attachée à la pulpe. À mesure que l'olive mûrit, l'épicarpe change de couleur : il passe du vert tendre (olive verte) au violet ou rouge (olive tournante), puis devient noirâtre (olive noire) (Henry, 2003).

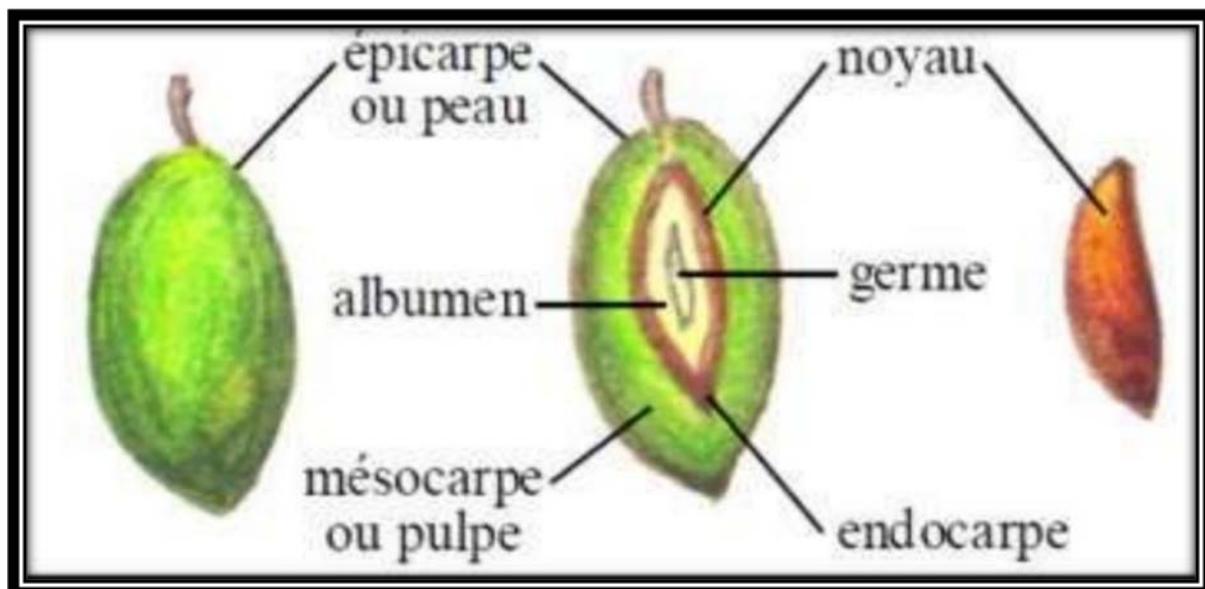


Figure 03. Fruit de l'olivier (Amourettiet Comet, 2000)

6. Lessous-produits de l'industrioléicole

L'industrie oléicole produit, en plus de son produit principal, qui est l'huile d'olive (vierextra-vierge, et l'huile de grignon), deux autres résidus, considérés

comme des déchets ou même des coproduits : l'un est liquide et l'autre solide (Nefzaoui, 1991).

6.1. Sous-produits oléicolesolide

Les grignons, également appelés tourteaux, sont les résidus solides provenant de la première pression ou centrifugation. Ils se composent de pulpes et de noyaux d'olives. Ce coproduit de l'industrie oléicole peut être transformé en produit pour l'alimentation animale ou en huile de grignons d'olive grâce à un procédé d'extraction chimique (Chiofalo et al., 2004).

On y trouve trois types de grignons :

- **Les grignons bruts** : Il s'agit des résidus obtenus après la première extraction de l'huile par pression de l'olive entière, y compris le noyau. En raison de leur teneur relativement élevée en eau (24 %) et en huile (9 %), ils se détériorent rapidement lorsqu'ils sont exposés à l'air libre.
- **Les grignons épuisés**: Ce sont les déchets produits après l'extraction de l'huile des grignons bruts à l'aide d'un solvant, généralement l'hexane.
- **Les grignons partiellement dénoyautés** : Ils sont issus de la séparation partielle du noyau de la pulpe par tamisage ou ventilation. Ils sont appelés « gras » lorsque l'huile n'est pas extraite par solvant et « dégraissés » ou « épuisés » lorsqu'elle l'est (Sansoucy, 1984).

6.2. Sous-produits oléicole liquide

- **Les sous produits liquides des moulins a huile d'olive**: également appelées alpechines, sont un coproduit liquide aqueux de l'industrie oléicole. Elles se distinguent par leur couleur intense allant du brun-violet au brun-rouge ou noir, ainsi que par une odeur caractéristique d'huile d'olive. Ce liquide se sépare de l'huile lors des procédés de centrifugation à trois phases ou de pressage (Daassi et al., 2014). Les SPLHOs sont composées des eaux de végétation du fruit de l'olivier, des eaux utilisées

pendant le processus de fabrication (lavage et traitement), et contiennent aussi une petite quantité de pulpe et d'huile résiduelle.

- **Les feuilles de l'olivier** : sont de couleur vert clair argenté, disposées de manière opposée, ovales et allongées. Elles contiennent un secoiridoïde amer typique de l'olivier, l'oleuropéine, ainsi que sa forme osidique, l'oleuropéoside ou oleuroside. Ce constituant majeur est présent en grande quantité, environ 60 à 90 mg par gramme de feuille sèche. Elles renferment également des triterpènes (3 à 4 %) : dérivés de l'acide oléanique, oléanolique, et de l'acide crataegolique.

Certains cultivars possèdent également des dérivés de l'acide ursolique, ainsi que des flavonoïdes non spécifiques mais très importants pour leurs propriétés anti-inflammatoires. Ces flavonoïdes sont d'excellents piègeurs de radicaux libres, des antispasmodiques et des vasoprotecteurs, protégeant les petits vaisseaux. Parmi eux figurent l'hespéridine, la rutine, l'apigénine, la quercétine, et le kaempférol. Les feuilles contiennent aussi des acides phénoliques, principalement l'acide caféique, ainsi que des tanins.

7. Caractéristiques des sous – produits oléicoles (SPO) liquides

Les SPLHOs présentent un pH acide, avec des valeurs oscillant entre 3,6 et 5,08, et un taux d'humidité allant de 84,83 % à 94,83 %. Elles affichent généralement une salinité élevée, attribuable à l'ajout significatif de sel pour optimiser la conservation des olives (**Tsioulpas et al., 2002**). Leur composition chimique dépend de divers facteurs, tels que le stade de maturation des olives, le processus d'extraction, les conditions climatiques, et la variété des olives (**Sayadi et al., 1993**).

Chapitre 2
Radicaux libres et stress oxydatif

1. Définition

La découverte des espèces chimiques radicalaires, présentes naturellement dans l'organisme (**Favier, 2003**), a révolutionné notre compréhension des mécanismes biologiques. Une production excessive, qu'elle soit endogène ou exogène, de radicaux libres oxygénés entraîne une situation anormale chez les cellules ou les tissus, appelée stress oxydant. L'excès de radicaux libres, s'il n'est pas contrôlé par les systèmes de défense, peut causer de graves dommages aux biomolécules essentielles (**Favier, 2006**). Cependant, ils peuvent également jouer un rôle physiologique crucial, notamment dans la phagocytose des bactéries par les cellules polymorphonucléaires.

Le stress oxydant, par définition, est un déséquilibre en faveur des prooxydants (espèces réactives de l'oxygène) par rapport aux antioxydants. Ce phénomène peut résulter d'un dysfonctionnement de la chaîne mitochondriale, d'une activation des systèmes enzymatiques, d'une libération de fer libre à partir des protéines chélatrices, d'une oxydation de certaines molécules comme le glucose, ou encore d'une alimentation insuffisante en antioxydants (**Pincemail et al., 2002**).

2. Les Radicaux libres oxygénés

2.1 Définition

Les radicaux libres sont des molécules ou des atomes présentant un ou plusieurs électrons non appariés sur leur couche externe, ce qui leur confère une instabilité énergétique et cinétique. En raison de cette instabilité, ils cherchent rapidement à atteindre un état stable en réagissant avec une autre molécule, par perte ou gain d'électron. Ainsi, en tant qu'accepteurs ou donateurs d'électrons, ces radicaux libres sont extrêmement réactifs envers d'autres molécules, ayant une durée de vie très courte (**Koechlin-Ramonatxo 2006**).

Les espèces réactives de l'oxygène peuvent provenir de deux sources : une source endogène et une source exogène.

Source endogène :

La chaîne respiratoire, source d'énergie chez les organismes aérobies, joue un rôle essentiel dans la cellule en couplant l'oxydation des coenzymes transporteurs de protons H⁺ ou d'électronse-avec la phosphorylation de l'ADP en ATP. L'une des conséquences de cette activité mitochondriale est la fuite d'une petite quantité d'électrons (environ 0,4 à 4 %), qui réagissent directement avec l'oxygène dissous dans le cytoplasme, entraînant la formation d'espèces réactives de l'oxygène (ERO) (**Haleng et al., 2007**). Ces ERO incluent les radicaux libres superoxydes (O₂^{°-}), qui conduisent à la production d'autres ERO comme le peroxyde d'hydrogène (H₂O₂), l'oxygène singulet (1O₂), le radical hydroxyle (OH[°]), l'acidehypochloreux, et divers dérivés nitrés... hypochloreux, et divers dérivés nitrés...(figure04)(**Pincemail et al., 2002**).

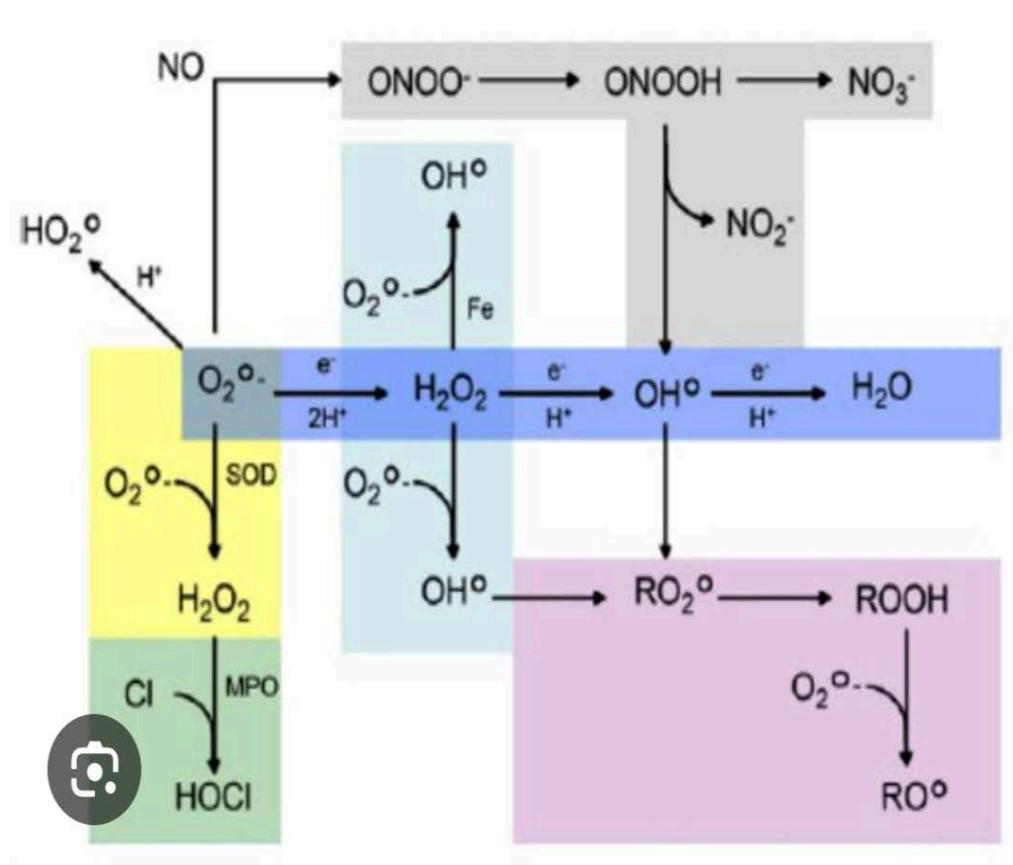


Figure04: Production en cascade des différentes espèces oxygénées réactives à partir d' O_2^\bullet (Koechlin-Ramonatxo, 2006).

Source exogène

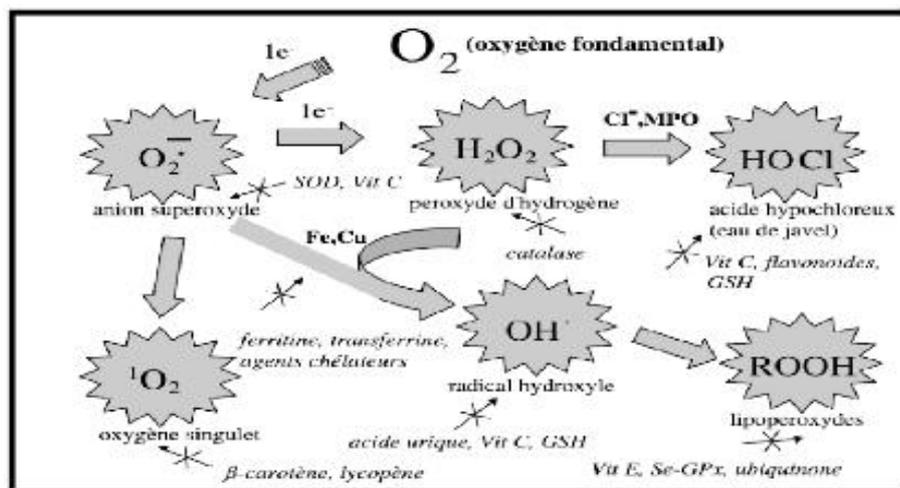
Cette source inclut plusieurs facteurs, tels que le tabac, dont la fumée est riche en oxydants et radicaux libres, notamment le superoxyde et l'oxyde nitrique. L'inhalation de cette fumée active certains mécanismes endogènes qui amplifient les dommages oxydatifs. Le rayonnement ionisant, en présence d'oxygène, transforme le radical hydroxyle, le superoxyde et les radicaux organiques en peroxyde d'hydrogène et en hydroperoxydes organiques. Ces hydroperoxydes réagissent avec les ions métalliques via la réaction de Fenton, induisant ainsi un stress oxydatif (Birben et al., 2012). L'exposition à la couche d'ozone peut également provoquer une peroxydation lipidique (Birben et

al.,2012) À ceux-ci s'ajoutent également l'alcoolisme, l'obésité et les exercices physiques intenses (Haleng et al., 2007).



3. Antioxydants :

Les antioxydants sont des composés capables de ralentir ou d'empêcher l'oxydation des lipides ou d'autres molécules en inhibant l'initiation ou la propagation des réactions en chaîne oxydatives (Karou et al., 2005). L'organisme dispose de défenses antioxydantes provenant de deux sources. D'une part, une source exogène apportée par l'alimentation, incluant des fruits et légumes riches en vitamines C et E, caroténoïdes, ubiquinones, flavonoïdes, glutathion ou acide lipoïque (Haleng et al., 2007). D'autre part, une source endogène composée d'enzymes comme la superoxydedismutase, la glutathion



peroxydase, la catalase, de protéines comme la ferritine, la transferrine, la céruléoplasmine, l'albumine, et de systèmes de réparation des dommages oxydatifs comme les endonucléases (figure 05)(Haleng et al., 2007).

Figure05: Les différentes espèces réactives de l'oxygène (ERO) et des antioxydants régulateurs de leur production (Pincemail et al., 2002).

Certains oligoéléments, tels que le sélénium, le cuivre et le zinc, qui sont des cofacteurs de plusieurs enzymes à activité antioxydante, constituent de puissants antioxydants agissant en synergie (**Defraigne et Pincemail, 2008**).

Les antioxydants peuvent également provenir du monde animal, minéral ou végétal. De nombreuses plantes contiennent des substances naturelles, ou « métabolites secondaires », utilisées comme antioxydants naturels. Ces antioxydants naturels présentent l'avantage d'être moins toxiques et mieux acceptés par l'organisme que les antioxydants de synthèse, ce qui permet de pallier les effets secondaires de ces derniers (**Adida et al., 2016**). En effet, ces substances naturelles trouvent des applications dans divers domaines, notamment dans les industries pharmaceutique et alimentaire (**Marc et al., 2004 ; Hartmann 2007**).

2.1. Systèmes antioxydants enzymatiques endogènes

Les antioxydants enzymatiques, tels que la superoxyde dismutase et la glutathion réductase, sont considérés comme la première ligne de défense de notre organisme contre les différentes espèces oxydantes. Leur rôle principal est de réduire la quantité de ROS dans les cellules (**Lardon, 1988**). Parfois, ces enzymes nécessitent des cofacteurs, comme les oligoéléments (Zn, Cu, Mn, Se, Fe), pour exercer leur activité enzymatique (**Pelzer et al., 1998**).

3.2 Antioxydants non enzymatiques endogènes

Il existe de nombreux réducteurs endogènes qui participent à la protection de l'organisme contre les ROS. Les plus importants sont le glutathion, la bilirubine, l'acide urique, le coenzyme Q, les œstrogènes, la mélanine, la mélatonine et l'acide lipoïque (**Yamamura et al., 1998**).

3.3. Antioxydants non enzymatiques exogènes

La principale source d'approvisionnement de l'organisme en antioxydants exogènes provient des aliments, qu'ils soient d'origine animale ou végétale. Les

plus connus sont la vitamine E, la vitamine C et les polyphénols (**Yamamura et al., 1998**).

4. La relation entre les antioxydants dans la nutrition

Les antioxydants jouent un rôle essentiel dans la nutrition en contribuant à la protection de l'organisme contre les dommages oxydatifs et en favorisant la santé globale. Voici une exploration plus approfondie de cette relation :

4.1. Neutralisation des radicaux libres

Les radicaux libres sont des molécules instables produites naturellement par le métabolisme et par des facteurs environnementaux tels que la pollution, le tabagisme et les radiations.

Les antioxydants neutralisent ces radicaux libres, réduisant ainsi le stress oxydatif et prévenant les dommages cellulaires (**Halliwell, B et al., 2015**).

4.2. Sources alimentaires d'antioxydants

Les fruits et légumes colorés comme les baies, les agrumes, les épinards et les carottes sont riches en antioxydants.

Les noix, les graines, les grains entiers, ainsi que certaines boissons comme le thé vert et le vin rouge, contiennent également des antioxydants bénéfiques.

Les principaux antioxydants comprennent les vitamines C et E, le bêta-carotène, le sélénium et les flavonoïdes (**Prior, R et al., 1999**).

4.3. Prévention des maladies

Une alimentation riche en antioxydants est liée à un risque réduit de maladies chroniques telles que les maladies cardiovasculaires, certains cancers et les maladies neurodégénératives comme la maladie d'Alzheimer (**Ames, B et al., 1993**).

Les antioxydants aident à renforcer le système immunitaire et à améliorer la santé générale.

3.4. Effets anti-inflammatoires

Les antioxydants possèdent des propriétés anti-inflammatoires qui peuvent aider à réduire l'inflammation chronique, un facteur contribuant à de nombreuses maladies (Calder , P et al., 2009).

4.5. Santé de la peau

En protégeant contre les dommages des UV et en favorisant la réparation cellulaire, les antioxydants contribuent à la santé et à la jeunesse de la peau (Nichols, et al 2010).

4.6. Importance de la diversité et de l'équilibre

Consommer une variété d'aliments riches en antioxydants est crucial car différents antioxydants agissent de manière complémentaire.

Il est préférable d'obtenir des antioxydants à partir d'aliments plutôt que de suppléments, car les aliments contiennent des combinaisons bénéfiques de nutriments (Liu, R 2013).

Deuxième partie

Etude expérimentale

Chapitre 3

Matériel et Méthodes

1. Présentation des échantillons

Les échantillons étudiés proviennent des sous-produits oléicoles de la région de Tlemcen, en Algérie. Principalement composés de SPLHOs et de grignons, ces sous-produits sont recueillis auprès de moulins locaux après l'extraction de l'huile d'olive. Les SPLHOs, riches en composés phénoliques, présentent un intérêt particulier en raison de leur potentiel antioxydant et de leurs propriétés biologiques. Les échantillons sont ensuite conservés à des températures contrôlées pour maintenir leur intégrité chimique, avant d'être soumis à diverses analyses visant à évaluer leur composition phytochimique et leur capacité antioxydante. Cette démarche permet de valoriser ces déchets agro-industriels en les transformant en sources potentielles de composés bioactifs précieux.

1.1. Extraction des composés phénoliques

2.1. Extraction des composés phénoliques à partir du SPLHO type 01

Les sous produits liquides des moulins à huile d'olive de type 1 (SPLHO-1) est soumis à suivi d'une décantation pendant 30 minutes (Photo 01). Cette étape de délipidation. La phase hexanoïque (surnageant) est récupérée et concentrée à l'évaporateur rotatif pour des analyses ultérieures.

(Figure 06).

2.2. Extraction des composés phénoliques à partir du SPLHO de type 2

Les sous produits liquides des moulins à huile d'olive de type 2 (SPLH) ont fait l'objet une décantation de 30 minutes (Photo 02). Vu la du produit en matières grasses, cette étape de délipidation,. (figure 07).

Photo01:Extraction.Photo02:Extraction.

SPLHO-1

Filtration



Décantation

Phase

Séparation

Phase

Lavage à l'acétate d'éthyle

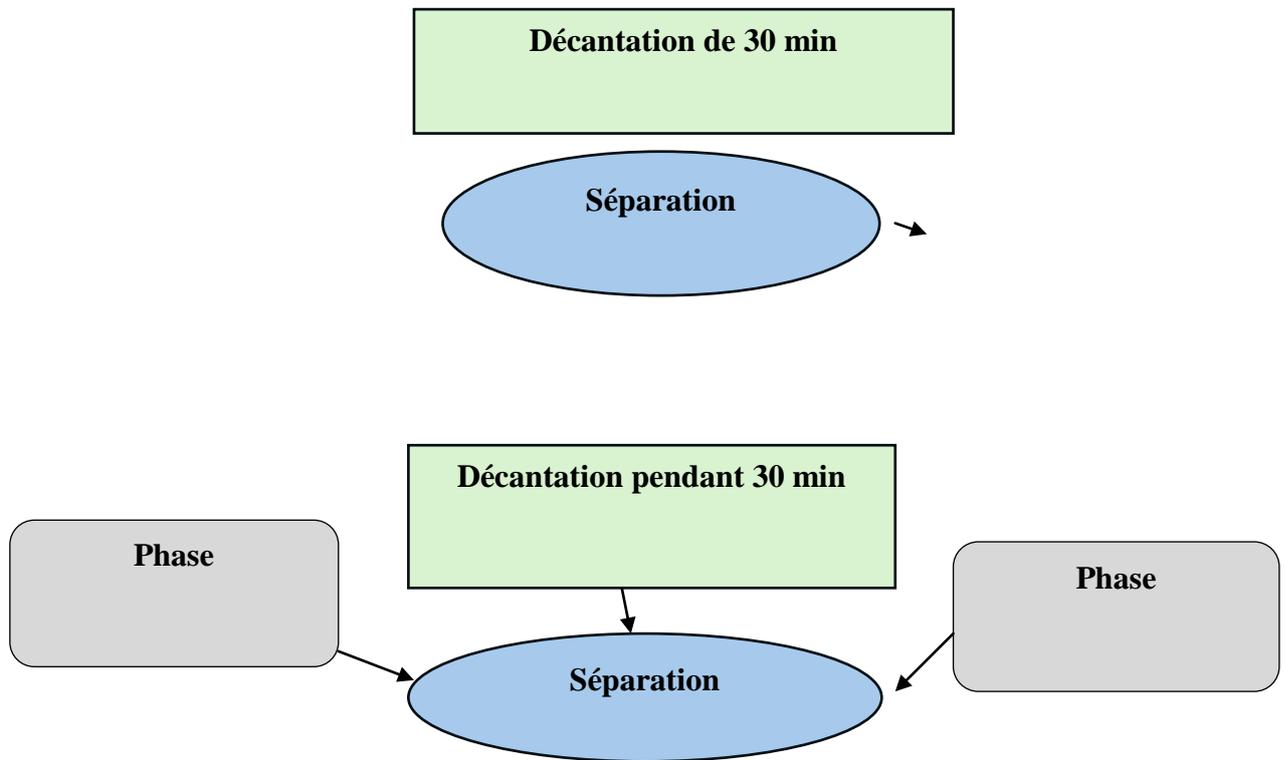
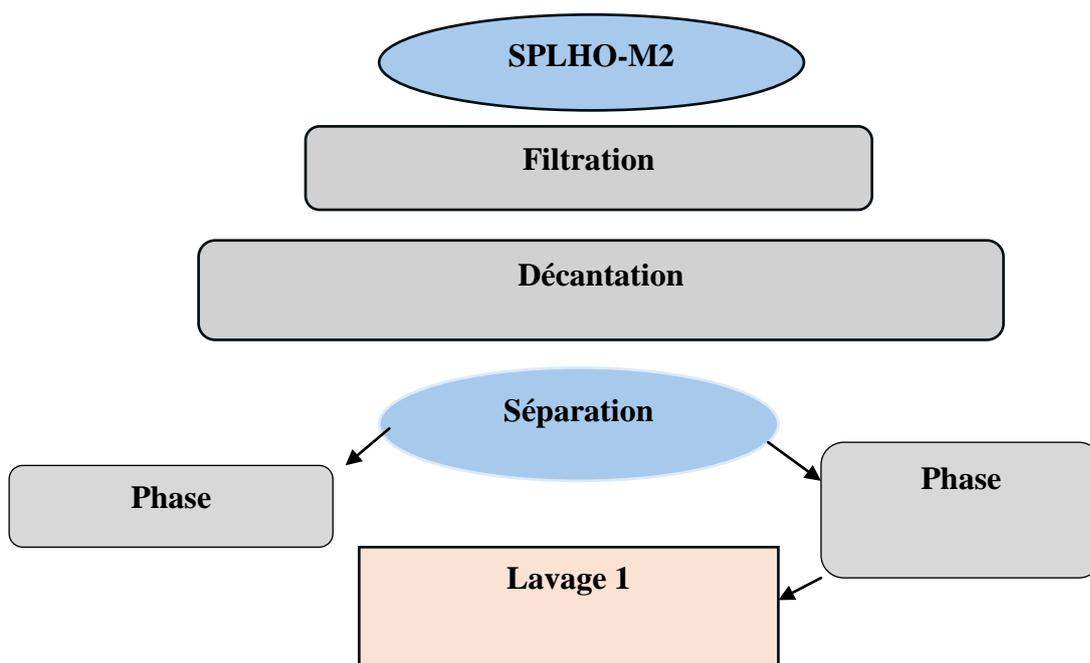


Figure06 : Extraction des composés phénoliques à partir de SPLHO-M1.



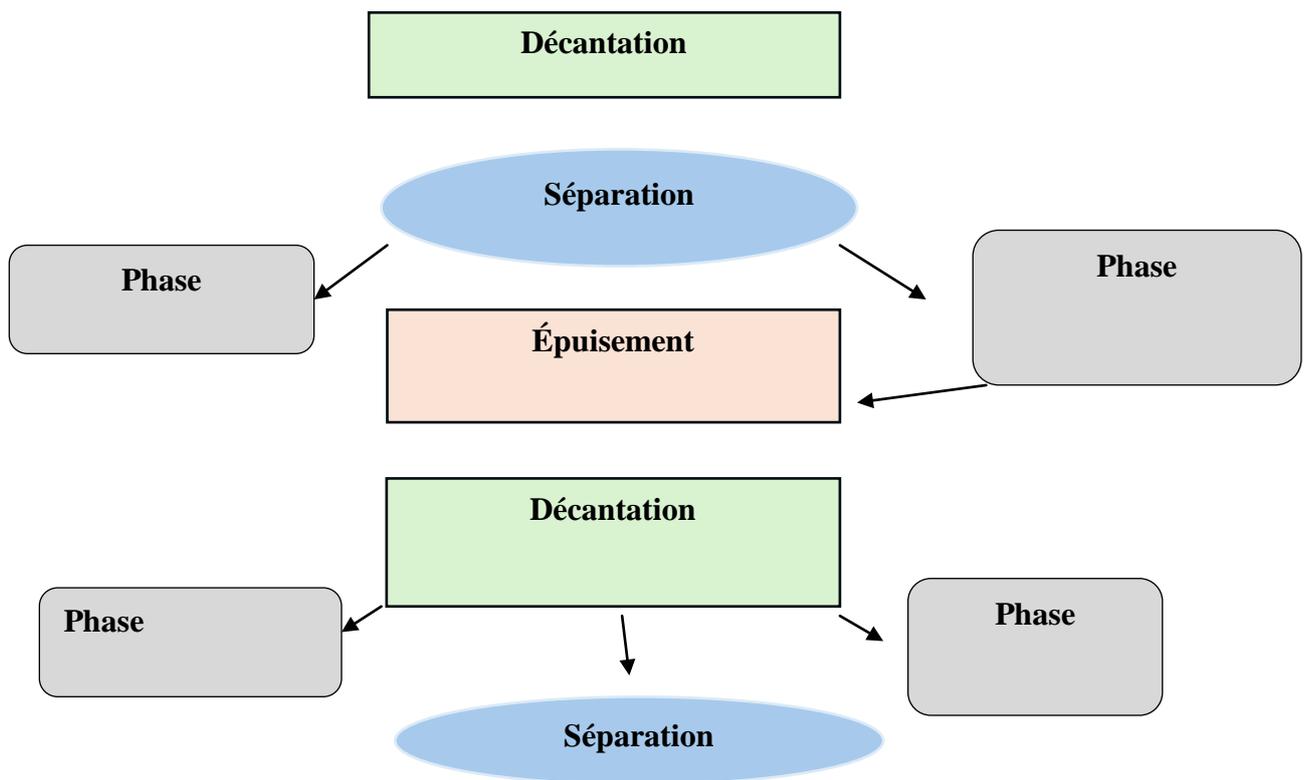


Figure 07 : Extraction des composés phénoliques à partir du SPLHO-M2.

2. Evaluation de l'activité antioxydante

3.1.Capacitéantioxydante totale (CAT)

La méthode de phosphomolybdène de (Prieto et al., 1999) a été utilisée pour examiner et quantifier l'activité antioxydante totale (CAT) de la SPLHO.

3.1.1. Mode opératoire

Une courbe d'étalonnage est réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant l'acide ascorbique comme standard. Les scores de la CAT sont exprimés en (mg) équivalents d'acide ascorbique par (g) de matière sèche (mg EAA/g MS).

3.2. Test du piégeage du radical libre DPPH(2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl)

C'est une méthode qui permet d'évaluer le pouvoir antioxydant en mesurant la capacité d'un antioxydant à réduire le radical DPPH.

3.2.1. Préparation de la solution éthanolique du DPPH :

La décroissance de l'absorbance est mesurée au spectrophotomètre et le pourcentage d'inhibition (% IP) est calculé suivant la formule suivante (**Epifano et al., 2007**) :

$$\% \text{ IP} = [(\text{Abs contrôle} - \text{Abs échantillon}) / \text{A contrôle}] \times 100$$

Dont :

➤ Abs contrôle : Absorbance du contrôle (ne contenant aucun antioxydant) après 30 min.

➤ Abs échantillon: Absorbance des échantillons mesurée après 30min.

calculées graphiquement par la régression linéaire où l'abscisse est représenté par la concentration des composés testés et l'ordonné par le pourcentage d'inhibition (PI%) (**Mensor et al., 2001**). Plus IC₅₀ est petites, plus l'antioxydant a une activité d'inhibition plus importante (**Sanchez et al., 1998**).

3.3. Test de réduction du fer (FRP)

Cette méthode ou FRP (Ferric Reducing Power) permet d'évaluer le potentiel antioxydant en mesurant la capacité d'un substrat à réduire les ions ferriques en ions ferreux (**Oyaizu, 1986**).

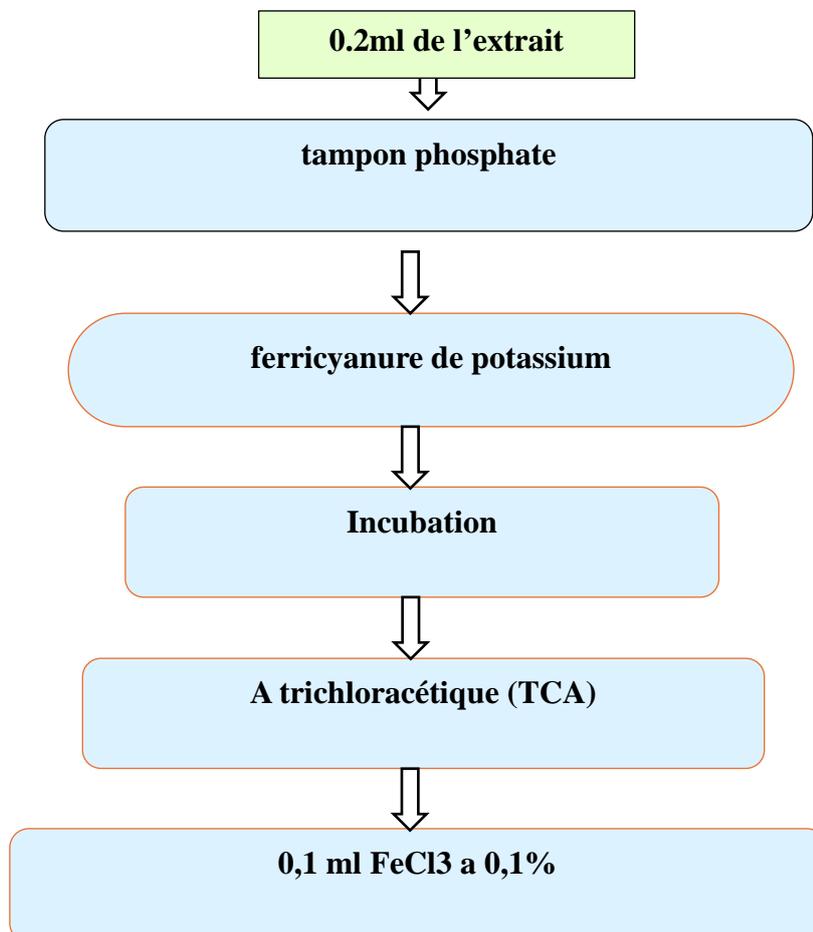
3.3.1 Principe

La méthode de réduction du fer FRP est une technique simple. Elle permet de mesurer la capacité des extraits testés à réduire le fer ferrique (Fe³⁺) du complexe K₃Fe(CN)₆ en fer ferreux (Fe²⁺) (**Oyaizu, 1986**).

3.3.2. Solutions à préparer

Chapitre 3 : Matériel et méthodes

- Solution tampon de phosphate 0,1M ; pH= 6,6
- Solution de ferricyanure de potassium $K_3Fe(CN)_6$ à 1%
- Solution de l'acide trichloracétique TCA à 10%
- Solution aqueuse de chlorure ferrique $FeCl_3$ à 0,1%.



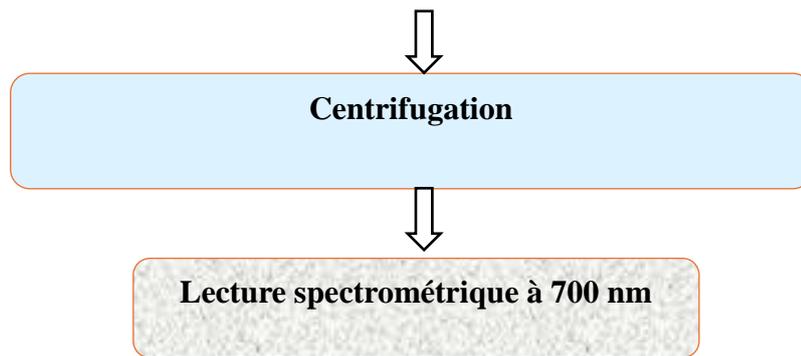


Figure08 : protocole d'évaluation de pouvoirantioxydantdes extraitsde SPLHO

Chapitre 4 :
Résultats et Discussions

1. Présentation du sous- produit oléicole

L'échantillon de SPLHO utilisé dans notre l'étude est représenté sur la photo ci-dessous .Les SPLHOs brutes sont très riche en lipides et est de couleur brune à violette avec un aspect liquide et dense.

1.1. Produits et sous-produits de l'industrie oléicole de l'olivier

Les statistiques indique une productivité moyenne globale pour les dixdernières années des industries oléicoles comme suit :

- Olives à l'huile
- Huile d'olive
- Grignons
- SPLHOs

Le taux de production des déchets résiduaire liquides par année est représenté dans la figure 09.

2. Extractions

Pour l'extraction des composés phénoliques au niveau des SPLHOs, les extractions sont mieux adaptés si l'on se réfère à la nature fluide du produit. Beaucoup de recherches appuient et adoptent ces méthodes d'extraction à titre d'exemple celles de **Gueboudji et al., (2022)**, **Aggounet al., 2016** et **DeMarco et al., (2007)**.

Des solvants d'extraction de polarités différentes sont utilisés après sonification des extraits.

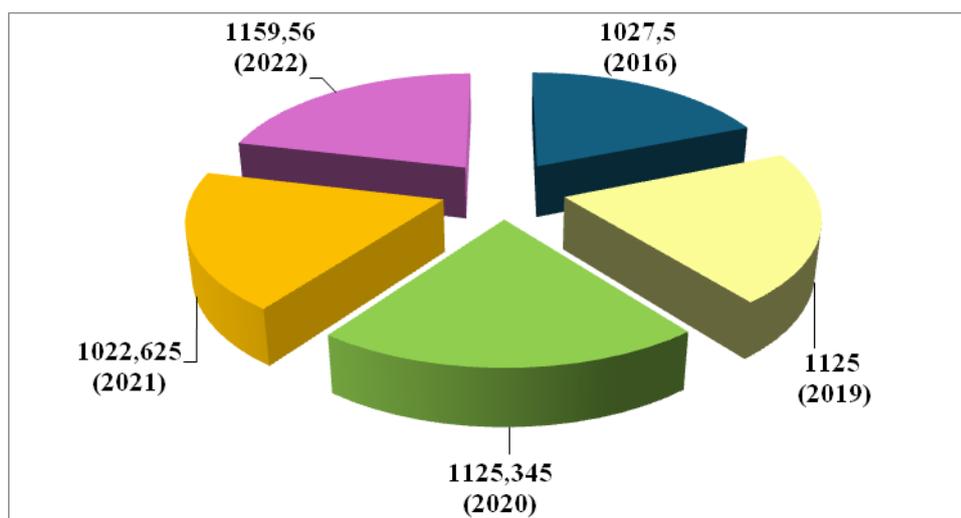


Figure 09 : Taux de production de SPLHOs par année au niveau de la wilaya de Tlemcen

3. Évaluation de l'activité antioxydante

3.1. Mesure de la capacité antioxydante totale (CAT)

La capacité antioxydante totale « CAT » des quatre extraits a été exprimée en nombre d'équivalents d'acide ascorbique selon la courbe d'étalonnage dont l'équation : (Figure 10). Noter que l'acide ascorbique représente le contrôle positif dont l'absorbance a été mesurée dans les mêmes conditions opératoires que les extraits.

Sur la base des résultats de la CAT pour les deux extraits, on conclue que les extraits sont très riches en molécules anti-oxydantes méritant un intérêt scientifique particulier vers l'innovation. Cette haute capacité de CAT des extraits de façon globale et spécifique en même temps, peut être attribuée à la présence de synergie de composés phytochimiques tels

Figure 10 : Courbe d'étalonnage à l'acide ascorbique pour l'évaluation de la CAT des extraits

Figure 11 : Capacité antioxydante totale (CAT) des extraits de SPLHOs que les composés phénoliques et les flavonoïdes retrouvés dans notre étude et aussi les tanins selon les études antérieures (**Aggoun et al., 2016 ; Sellamiet al., 2016**).

▪ **Pouvoir Réducteur du fer**

L'activité de piégeage des radicaux libres déterminée par la technique du pouvoir de réduction du fer était largement utilisée pour estimer la capacité antioxydante et antiradicalaire des composés phénoliques au niveau des déchets liquides de l'industrie oléicoles de l'olivier (Guebboudjiat al., 2021 ; Abu –Lafi et al., 2017 ; Leouifoudiet al.,2015) . L'effet bioactif de chaque extrait est présenté ci-dessous.

Conclusion

CONCLUSION

Notre travail de recherche ciblait la valorisation phytochimique des extraits de SPLHOs à travers l'évaluation de quelques activités biologiques.

De façon globale, Il ressort de ce travail que l'industrie oléicole de l'olivier produit et rejette en grandes quantités ce déchet liquide, source de pollution de l'environnement. Ce dernier est caractérisé par sa richesse en molécules bioactives représentés essentiellement par les composés phénoliques. Ces derniers sont par excellences des inhibiteurs de l'oxydation par piégeage des radicaux libres.

Références Bibliographiques

Ayoub F, Benabdelkader B, & Boukhatem M.N. (2021). The impact of olive mill Wastewater on soil and water quality in Tlemcen. *Journal of environmental Management*, 267, 110654.

Djerroumi W, Oukil A, & Benamara S. (2023). Antioxidant and antimicrobial activities of olive mill wastewater from Tlemcen region. *Journal of Food Science and Technology*, 60(3), 345-353.

Bennamoun L, Kadi H., & Hazzab A. (2022). Valorization of olive mill by-products :

Current status and future prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 153, 111771.

Smith, J. (2020). Titre de l'article ou du livre*. Maison d'édition ou Revue, volume(issue), Pages.

Faostat-FOO. (2001). Base de données agricoles.

Amoretti MC, Comet G. (1985). Le livre de l'olivier. EDISUD.

Mendil, M, 2009. L'oléiculture : Experiences algérienne. *Revue Filaha Innove* 4,6,23p.

Vossen, (2013). Growing olives for oil. R. Aparicio and J. Harwood (eds.). *Handbook of*

Olive Oil : Analysis and Properties p.19-56.

Tsagariki E, Harris N, Lazarides et Konstantinos B. P. (2007). **Olive mill wastewater**

Treatments [prigerlink](#) ; 133-157p.

Bensemmane A., 2009. L'oléiculture : Développons le secteur de l'Huile d'Olive en Algérie.

Revue Filaha Innove , N°4 Avril-Mai 2009, 23p.

ITAFV, (2009). les statistiques de l'Institut Technique des Arbres Fruitiers et de la Vigne

Algérien .

COI(International OliveCouncil), 2015. Trade standard applying to olive oils and olive

Pomaceoils, Oil COI/T.15/NC No 3/Rev.9, International Organization for Standardization.

COI,2009. Norme commercial applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignon d'olive.

Henry S, 2003. L'huile D'olive, Son Interet Nutritionnel, Ses Utilisations En Pharmacie Et En cosmétique. Thèse De Doctorat En Sciences De L'université D' HenriPoincare – Nancy 1.98p.

Amouretti M.C.et CometG.(2000) .le livre de olivier. Edisud, 191.

Nefzaoui A, (1991). Importance de la production oléicole et des sous-produits de l'olivier, In : Etude de l'utilisation des sous-produits de l'olivier en alimentation animale en Tunisie. Etude FAO production et santé animales, 43.

Chiofalo B, Liotta L., ZemboA .,Chiofalo V., (2004). Administration of olive cake for ewefeeding : Effecton Mill yield and composition. Small Run, Revue. 55 : 169176.

Sansoucy R, (1984). Utilisation des sous produits de l'olivier en alimentation animale dans le basinmediteraneen. Etude FAO production et santé animale : 43.

Daâssi D, Lozano-Sánchez J., Borrás-Linares I., Belbahri L., Woodward S., Zouari- Mechichi H., Mechichi T., Nasri M. & Segura-Carretero A., (2014). Olive oilmillwastewaters : Phenolic content characterizationduringdegradation by *Coriolopsisgallica*. Chemosphere, 113, 62–70.

Tsioulpas A, Dimou D,Iconomou D., Aggelis G., (2002). Phenolicremoval in olive millwastewaterby strains of *Pleurotus* spp. In respect to theirphenolOxidase (laccase) activity. Bioresourcetechnology, 84, 251-257.

Nour et al. (2020) : Nour, V., Trandafir, I., & Ionica, M. E. (2020). Antioxidant compounds, mineral content and antioxidant activity of several tomato cultivars grown in

Southwestern Romania. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48(3), 1393-1402.

Obied et al. (2016) : Obied, H. K., Allen, M. S., Bedgood Jr, D. R., Prenzler, P. D., Robards, K., & Stockmann, R. (2005). Bioactivity and analysis of biophenols recovered from olive Mill waste. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(4), 823-837.

Pérez-Jiménez et al. (2010) : Pérez-Jiménez, J., Serrano, J., Taberner, M., Arranz, S., Díaz-Rubio, M. E., García-Diz, L., ... & Saura-Calixto, F. (2010). Bioavailability of phenolic

antioxidants associated with dietary fiber : plasma antioxidant capacity after acute and long-term intake in humans. *Plant foods for Human Nutrition*, 65(3), 177-185.

Benavente-García et al. (2000) : Benavente-García, O., Castillo, J., Lorente, J., Ortuño, A., & Del Río, J. A. (2000).

Dermeche et al. (2013) : Dermeche, S., Nadour, M., Larroche, C., Moulati, F., & Michaud, P. (2013). Olive mill Wastes : Biochemical characterizations and valorization

Strategies. *Process Biochemistry*, 48(10), 1532-1552.

Vassiliki et al. (2022) : Vassiliki, M., Efthimia, D., & Eftychia, D. (2022). Chemical composition and antioxidant activity of olive leaves, seeds, and pulp. *European Journal of*

Lipid Science and Technology, 124(5), 2100110.

Sousa et al. (2015) : Sousa, A., Ferreira, I. C., Calhella, R. C., Andrade, P. B., Valentão, P., Seabra, R. M., ... & Estevinho, L. (2006). Phenolics and antimicrobial activity of Traditional stoned table olives « alcaparras ». *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 14(24), 8533-8538.

Favier, A. (2003). Le stress oxydant. IntÉRÍt conceptuel et expÉRimental dans la comprÈhension des mÈcanismes des maladies et potentiel thÈrapeutique. MÈcanismes biochimiques, 108-115.

Favier, A. (2006). Stress oxydant et pathologies humaines. Ann Pharm Fr, 390-396.

Pincemail, J, Bonjean, K, Cayeux, K., &Defraigne, J.-O. (2002).MÈcanismes physiologiques de la dÈfenseantioxydante. Nutrition clinique et mÈtabolisme, 16, 223-239.

Koechlin-Ramonatxo, C. (2006). OxygÈne, stress oxydant et supplÈmentationsantioxydantes ou un aspect diffÈrent de la nutrition dans les maladies respiratoires. Nutrition clinique et mÈtabolisme, 20, 165-177.

Haleng, J, Pincemail, J, Defraigne, J. O, Charlier, C., & Chapelle, J. P. (2007). Le stress oxydant. Rev Med Liege, 62(10), 628-638.

C., Erzurum, S., &Kalayci, O. (2012). Oxidative stress and antioxidantdefense. World AllergyOrgan J., 5(1), 9-19. Doi :10.1097/WOX.0b013e3182439613 .

Karou, D, Dicko , M. H, Simpore, J, &Birben, E, Sahiner, U. M., Sackesen, Traore, A. S. (2005). Antioxidant and antibacterialactivities of polyphenolsfromethnomedicinal plants of Burkina Faso. African Journal of Biotechnology, 4(8), 823-828.

Defraigne, J. O., &Pincemail, J. (2008). Stress oxydant et antioxydants : mythes et rÈalitÈs. Rev Med LiÈge, 63, 10-19.

Marc, F, Davin, ,DeglÈne-Benbrahim, L, Ferrand, C, Baccaunaud, M, & Fritsch, P. (2004). MÈthodes d'Èvaluation du potentiel antioxydant dans les aliments. M/S : mÈdecine sciences, 20(4), 458-463.

Hartmann, T. (2007). Fromwasteproducts to ecochemicals : Fiftyyearsresearch of plant secondarymetabolism. Phytochemistry, 68, 2831-2846.

Lardon, 1988 : Lardon J. (1988). *Superoxydedismutase : une enzyme clé dans la dÈfense contre le stress oxydatif*. Revue scientifique de biologie molÈculaire, 12(3), 128-137.

Pelzer et al, 1998 : Pelzer, H., Gorog, P., et Lajos, K. (1998). *Rôle des oligoéléments dans l'activation des systèmes enzymatiques antioxydants*. Journal international des sciences de la vie, 23(4), 225-236.

Yamamura et al., 1998 : Yamamura, Y., Akiyama, M., et Tazawa, H. (1998). *Importance des antioxydants non enzymatiques dans la protection contre le stress oxydatif*. Annales de biologie cellulaire, 45(2), 97-104.

Halliwell, B, &Gutteridge, J. M. C. (2015). Free Radicals in Biology and Medicine*. Oxford UniversityPress.

Prior, R. L., & Cao, G. (1999). Antioxidant capacity and polyphenolic components of fruits and vegetables : What does a serving contain ?* Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47(11), 4438-4444.

Ames, B. N., Shigenaga, M. K., & Hagen, T. M. (1993). Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging. Proceedings of the National Academy of Sciences, 90(17), 7915-7922.

Calder, P. C., & Yaqoob, P. (2009). Understanding omega-3 polyunsaturated fatty acids. Postgraduate Medical Journal, 85(1000), 84-90.

Nichols, J. A., & Katiyar, S. K. (2010). Skin photoprotection by natural polyphenols : Anti-inflammatory, antioxidant and DNA repair mechanisms. Archives of Dermatological Research, 302(2), 71-83.

Liu, R. H. (2013). Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. American Journal of Clinical Nutrition, 78(3), 517S-520S.

Prieto, P., Pineda, M., & Aguilar, M. (1999). Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex : Specific application to the determination of vitamin E. Analytical Biochemistry, 269(2), 337-341.

OYAIZU M. 1986. Studies on products of browning reaction. Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. The Japanese Journal of Nutrition and Dietetics, 44(6), 307-315.

El Moudden H, El Idrissi Y, El Guezane C, Lakhlifi El Idrissi Z, Harhar H

Et al. (2022). Spatial Variation of Phytochemical and Antioxidant Activities of Olive

Mill Wastewater : A Chemometric Approach. Sustainability , 14(21), 14488 ; <https://doi.org/10.3390/su142114488>.

L. Wang Ya, Zhou Shang-Zhen, Zhao Chun-Meng, Guo Tao, Ma Jian-Ping,

Zhao Ping and Ran Qiu-xiu (2014). Antioxidant and Antitumor Effect of Different

Fractions of Ethyl Acetate Part from *Elaeagnus angustifolia*. Advance Journal of Food

Science and Technology 6(5) : 707-710. DOI :10.19026/ajfst.6.98.

Gueboudji, M. (2021). Titre de l'article ou du livre*. Nom de la revue ou de l'éditeur, Volume(Issue), pages. DOI ou lien si disponible.

Gueboudji, M. (2022). *Titre de l'article ou du livre*. Nom de la revue ou de l'éditeur, Volume(Issue), pages. DOI ou lien si disponible.

Abramovic, H, Kac, M, Banjac, N., et al. (2018). Titre de l'article ou du livre. Nom de la revue, Volume(Issue), pages. DOI ou lien si disponible.

Chen, X., Zhang, H., Liu, Y., Wang, W., & Li, H. (2013). Titre de l'article ou du livre. Nom de la revue, Volume(Issue), pages. DOI ou lien si disponible.

Osman, A. G. (2011). Titre de l'article ou du livre. Nom de la revue ou de l'éditeur, Volume(Issue), pages. DOI ou lien si disponible.

تمثل المنتجات الثانوية السائلة الناتجة عن معاصر زيت الزيتون نفاياتاً هائلة من النفايات الناتجة عن صناعات زيت الزيتون وتلوث الطبيعة من خلال مركاتها الفينولية.

يركز هذا العمل على الأنشطة المضادة للأكسدة والمضادة للجذور لهذا النفايات السائلة المتبقية

تتضمن طريقة الاستخلاص باستخدام سائل-سائل غير مذيبات ذات أقطاب مختلفة، علو وجه الخصوص، أسيتات الإيثيل-بيوتانول.

DPPH. تم تقييم نشاط مضادات الأكسدة وفقاً للقدرة المضادة للأكسدة الإجمالية وتقليل الحديد وتطهير الجذور الحرة

(CAT) أظهرت النتائج أن القدرة الإجمالية لمضادات الأكسدة

ethyl n-butanol-M2 وتكشف عن إمكانات مضادة للأكسدة ذات صلة بمقارنة بقدرة حمض الأسكوربيك لجميع المستخلصات، مع زيادة خاصة للمستخلصين

acetate-

الكلمات المفتاحية: مشتقات الزيتون السائلة – القدرة المضادة للأكسدة – اختزال الحديد – محاصرة

Résumé

Les sous-produits liquides des moulins à huile d'olive représentent un flux de rejets colossaux générés par l'industrie de l'huile d'olive et polluant la nature à travers leurs composés phénoliques. Ce travail s'intéresse aux activités antioxydantes et antiradicalaires de ces déchets résiduels liquides. La méthode d'extraction concernait des extractions via des solvants de polarités différentes, **Mots clés :** Sous-produits oléicoles liquides – Capacité antioxydante – Réduction du fer – Piégeage du DPPH.

Abstract

The liquid by-products of olive oil mills represent a colossal waste stream generated by the olive oil industry and polluting nature through their phenolic compounds. This study looked at the antioxidant and antiradical activities of these liquid waste products. The extraction method involved extractions using solvents of different polarities, in particular ethyl acetate and n-butanol. Antioxidant activity was assessed according to total antioxidant capacity, iron reduction and DPPH

Key words : Liquid olive by-products - Antioxidant capacity – Iron reduction – DPPH scavenging.