

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Béjaïa

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Alimentaires
Spécialité Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire



Réf :

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Amélioration de la valeur biologique des olives de table
vertes : essai d'enrichissement et de désamérisation par les
cendres**

Présenté par :

NOURI Kenza Nesrine et OUCHEN Wissem
Soutenu le : **14 septembre 2022**

Devant le jury composé de :

Mme. MERZOUK H.	MCA	Présidente
Mme. TAMENDJARI S.	MCB	Encadreur
Mme. OULD SAADI L.	MAB	Examineur

Année universitaire : 2021/2022

Remerciements

C'est autant de plaisir qu'un devoir de présenter tous ceux qui ont aidé afin qu'on puisse mener à bien ce travail. Qu'ils trouvent ici l'expression de nos remerciements les plus respectueux.

Nous tenons à remercier tout d'abord notre encadrante Mme TAMENDJARI née METTOUCHI.S maitre de conférences à l'université de Béjaïa. Ses conseils pertinents et ses encouragements nous ont beaucoup aidés pour mener à terme ce travail. Que vous trouvez ici l'expression de notre haute reconnaissance et de notre profond respect.

Nous assurons notre profonde gratitude à Mr TAMENDJARIA Professeur à l'université de Béjaïa pour son accueil au sein du laboratoire de Biochimie Appliquée.

Nous exprimons nos vifs remerciements à Mme MERZOUK.H d'avoir présidé le jury, et à Mme OULD SAADI.L d'avoir accepté de juger ce travail en tant que rapporteur.

Nos remerciements vont également à Mr KHOUDJA responsable de SNC KHOUDJA ET CIE et Mr AIT ABBAS responsable de la confiserie de Tazeboujt pour nous avoir procuré les échantillons des olives de table.

Enfin, nous remercions ceux qui ont participé de près ou de loin au bon déroulement de ce mémoire.

Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail à mes chers parents **Karima** et **Hocine** qui ont sacrifié leur vie pour notre réussite. Je vous remercie pour votre soutien inconditionnel financier et moral*

*À mes chères sœurs **Amina** et **Loubna***

*À mon petit frère **Amine***

*À la mémoire de mon grand-père **Ahmed***

*À ma grand-mère **Fatima** et toute ma famille paternelle*

*À mes grands-parents **Mohand** et **Ghania** ainsi qu'à toute ma famille maternelle*

À tous mes amis.

Kenza Nesrine

Dédicaces

*Je remercie tout d'abord Dieu, le tout puissant de m'avoir accordé santé,
courage et foi.*

A la mémoire de mon père Chafik

Que cet aboutissement contribue pour sa paix éternelle

A ma mère Nacera

Pour son soutien, patience et son encouragement durant mon parcours

A mon cher frère Djemli et sa femme Chafiaa

Pour leur présence à mes côtés

A mes chères sœurs Amel et Dîhia

Pour leurs aides

A mes chers anges

Sydra, Anes Chafik, Idris, Ikram et Imen

A mes chers oncles

(Boubkeur, Nadjim et Redouane)

A mes chères tantes, cousines et cousins

A mon fiancer Karim

Et ma chère belle famille

Mes beaux-parents, belles sœurs (Hanane et Wassila) et mon beau-frère Saïd

A ma chère binôme KENZA Nesrine et mes deux amies Lyly et Yasmina

*A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit
possible, je vous dis merci.*

*Une dédicace spéciale à mes grands-parents et mes chers oncles (mana et
salah) que DIEU puisse les Garder dans son Vaste Paradis*

Wissem

SOMMAIRE

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction 1

Synthèse bibliographique

I.	Généralités sur l'olive de table.....	4
I.1.	Définition des olives de table.....	4
I.2.	Botanique	4
I.3.	Types d'olives	5
I.4.	Composition des olives de table.....	6
II.	Elaboration des olives de table.....	8
II.1.	Elaboration des olives selon Style espagnol	9
II.1.1.	Etape de désamérisation.....	10
II.1.2.	Etape de lavage	11
II.1.3.	Etape de fermentation	11
II.2.	Effets du procédé d'élaboration au style espagnol sur la composition des olives.....	11
II.3.	Méthodes alternatives du procédé espagnol.....	13
II.4.	Conservation des olives de table vertes	15
III.	La composition des cendres de bois.....	16

Partie Pratique

I Matériel et méthodes

I.	Préparation du matériel végétal.....	18
I.1.	Elaboration des olives selon le style espagnol	18
I.2.	Enrichissement avec les feuilles d'olivier.....	18
I.2.1.	Préparation de la poudre de feuille d'Olivier.....	18

I.2.2.	Préparation de l'extrait aqueux de la poudre des feuilles d'olivier.....	19
I.3.	Élaboration des olives par les cendres	19
I.3.1.	Préparation de la cendre de bois.....	19
I.3.2.	Préparation des olives par la cendre.....	19
II.	Analyses effectuées sur les olives	20
II.1.	Paramètres physico-chimiques.....	20
II.1.1.	Teneur en eau	20
II.1.2.	Potentiel hydrogène.....	20
II.2.	Taux de sucres réducteurs	20
II.3.	Teneur en composés phénoliques.....	21
II.3.1.	Extraction des composés phénoliques.....	21
II.3.2.	Dosage des composés phénoliques	21
II.3.2.1.	Dosages des polyphénols totaux	21
II.3.2.2.	Dosage des flavonoïdes.....	21
II.3.2.3.	Dosage des <i>Ortho</i> -diphénols	22
II.4.	Evaluation de l'activité antioxydante.....	22
II.4.1.	Activité anti-radicalaire (radical DPPH).....	22
II.4.2.	Pouvoir réducteur (réduction du fer ferrique)	23
II.4.3.	l'Index Relatif de la Capacité Antioxydante (RACI).....	23
II.5.	Analyse sensorielle.....	24
II.5.1.	Composition du jury	24
II.5.2.	Déroulement de l'analyse hédonique.....	24
III.	Etude statistique	25

Partie Pratique

II Résultats et discussion

I.	Paramètres physicochimiques	27
II.5.	Teneur en eau	27

II.6.	Potentiel hydrogène.....	28
III.	Taux de Sucres réducteurs	29
IV.	Composés phénoliques	30
IV.1.	Polyphénols totaux.....	30
IV.2.	Flavonoïdes	31
IV.3.	<i>Ortho</i> -diphénols	33
V.	Activité anti-oxydante.....	34
V.2.	Pouvoir réducteur	35
V.3.	Détermination de l'Index Relatif de la Capacité Antioxydante (RACI).....	36
VI.	Analyse sensorielle.....	37
	Conclusion.....	42
	Références Bibliographiques.....	44

Annexes

Liste des figures

Figure 1 : Structure de l'olive	4
Figure 2 : Structure des principaux composés phénoliques de l'olive	8
Figure 3 : Hydrolyse de l'oleuropéine par l'action de la lessive.....	10
Figure 4 : Hydrolyse de l'oleuropéine par β -glucosidase	11
Figure 5 : Photographies des feuilles et de la poudre des feuilles d'olivier.....	19
Figure 6 : Réaction de formation du complexe flavonoïde-chlorure d'aluminium ($AlCl_3$). ...	22
Figure 7 : Teneurs en sucres des différents échantillons analysés	29
Figure 8 : Teneurs en composés phénoliques des échantillons d'olives de table étudiés	30
Figure 9 : Teneurs en flavonoïdes des échantillons étudiés	32
Figure 10 : Teneurs en ortho-diphénols des échantillons étudiés	33
Figure 11 : Activités anti-radicalaires des échantillons étudiés.....	34
Figure 12 : Le pouvoir réducteur des échantillons étudiés.....	35
Figure 13 : Représentation graphique des valeurs RACI.....	36
Figure 14 : Courbes d'étalonnage pour le dosage des polyphénols	54
Figure 15 : Questionnaire de l'analyse sensorielle.....	55

Liste des tableaux

Tableau I : Composition des olives de table	6
Tableau II : Principales étapes suivies pour l'élaboration des olives de table	9
Tableau III : Effet du traitement d'élaboration sur la composition des olives	12
Tableau IV : Composition de la feuille d'olivier	14
Tableau V : Valeurs des paramètres physicochimiques des échantillons	27
Tableau VI : Résultats de l'analyse sensorielle	37
Tableau VII : Valeurs critiques pour l'épreuve par paire (Hypothèse bilatérale)	38

Liste des abréviations

A : olives vertes confites de la variété *Azzeradj*

AC : olives vertes de la variété *Azzeradj* traitées avec la cendre

AE : olives vertes enrichies de la variété *Azzeradj*

AGMI : Acide gras mono insaturé

AGPI : Acide gras polyinsaturé

AGS : Acide gras saturé

BHA : Hydroxyanisole butylé

COI : Conseil Oléicole International

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazine

Eq AG : Equivalent Acide gallique

FeCl₃ : Chlorure ferrique

KOH : Hydroxyde de potassium

MF : Matière fraîche

MPA : Méga pascal

MS : Matière sèche

NaCl : Chlorure de sodium

NaOH : Hydroxyde de sodium

S : olives vertes confites de la variété *Sigoise*

SE : olives vertes enrichies de la variété *Sigoise*

Tpm : Tour par minute

Introduction

Introduction

De nos jours, la place de l'oléiculture sur l'échiquier agricole ne cesse de se confirmer, l'olivier est l'un des arbres fruitiers les plus importants dans le bassin méditerranéen, ses produits l'huile d'olive et les olives de table sont considérées comme une composante essentielle ayant été explicitement incluse dans le régime méditerranéen pour leurs valeurs nutritives et leurs caractéristiques sensorielles (**Kiai et Hafidi, 2014**).

La production mondiale moyenne est de 3.134.000 t durant la campagne 2020/2021 (**COI 2021**), on observe la plus grande augmentation de la consommation dans les principaux pays producteurs membres du COI. La consommation des olives de table est estimée à 2,7 millions de tonnes, une tendance à la hausse est attendue en 2021-22 (**COI, 2022**). Dans certains pays la consommation augmente fortement, notamment en Algérie elle est passée de 14000t en 1990/91 à 285000t en 2020/21 (**COI, 2022**), et la production est estimée à moins de 170.000 tonnes (**COI 2021**).

L'olive de table se distingue des autres produits fermentés par sa composition chimique équilibrée en matières grasses (**Muzzalupo, 2012**), elles contiennent également des substances bioactives telles que les polyphénols, qui leurs confèrent une valeur fonctionnelle contribuant dans diverses activités favorisant la santé (**Conte et al., 2020**). Un apport habituel élevé d'olives de table fournira un apport continu d'antioxydants dont les effets peuvent être médiatisés en réduisant le stress oxydatif via l'inhibition de la peroxydation lipidique (**Lalas et al., 2011**).

Les olives se caractérisent par un goût amer, principalement dû à la présence d'un composé glucosidique appelé oleuropéine présent dans la chair (péricarpe) (**Brenes et Kailis, 2021**). Il existe trois principales préparations commerciales pour la désamérisation des olives de table : les olives élaborées selon le style espagnol, le style californien et les olives naturellement noires (le style grec). La méthode du traitement espagnol comprend le traitement avec l'hydroxyde de sodium, le lavage, le saumurage, la fermentation et le conditionnement (**Muzzalupo, 2012**).

Le traitement à la soude et le lavage donnent lieu à des changements chimiques et physiques complexes dans le fruit (**Maldonado et al., 2008**), et entraînent une perte importante de substances bioactives des olives, telles que les composés phénoliques et les acides triterpéniques (**Berlanga-Del Pozo et al., 2020**).

Plusieurs études (**Mettouchi, 2016 ; Ben othman, 2019 ; Ait chabane, 2020**) ont montré l'effet du traitement au style espagnol sur les pertes en substances bioactives. C'est

Introduction

dans cette optique que s'inscrit ce travail qui vise à proposer des stratégies d'amélioration de la qualité biologique en compensant les pertes engendrées par le traitement, il s'agit d'étudier l'effet de l'enrichissement des olives vertes qui appartiennent aux variétés *Azzeradj* et *Sigoise* avec l'extrait de feuilles d'olivier ; mais aussi d'évaluer l'effet de la substitution de la soude par la cendre de bois comme alternative traditionnelle.

Le présent travail est réparti en deux parties, la première est consacrée à une synthèse bibliographique qui aborde des généralités décrivant l'olive, sa composition, les différents modes d'élaboration des olives de table. Des généralités sur la feuille d'olivier sont également abordées.

La partie expérimentale présente le matériel végétal et l'ensemble des méthodes analytiques suivies, ainsi que les résultats obtenus et leur interprétation.

Partie
bibliographique

I. Généralités sur l'olive de table

I.1. Définition des olives de table

Les olives de table sont produites à partir de l'olive *Olea europaea* L. Selon le **COI (2004)**, elles sont caractérisées par un volume, une forme, un rapport chair/noyau, une chair fine, ferme et facile à se détacher du noyau, ce qui les rendent particulièrement aptes à la confiserie. Elles sont soumises à des traitements d'élaboration et conservées avec ou sans agent de conservation, par traitement thermique ou par fermentation naturelle.

I.2. Botanique

Les fruits de l'olivier (*Olea europaea* L.) sont des drupes ovales ou rondes. La drupe englobe l'endocarpe, l'épicarpe et le mésocarpe (figure 1), ces deux derniers constituent la partie comestible du fruit de l'olive qui représente 70% à 85% (**Bati et al., 2012 ; Ariani et al., 2019**). Leur poids est instable variant en fonction du rendement et du cultivar, elles peuvent être classées comme étant petites (<3 g), moyennes (3- 5 g), grandes (5-10 g), et très grandes (10 g), connues sous le nom de Reine (**Brenes et Kailis, 2021**).

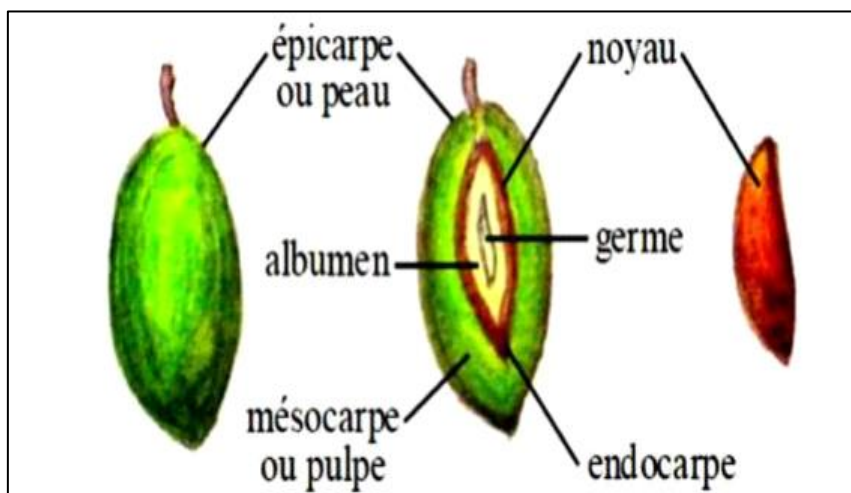


Figure 1 : Structure de l'olive (**Amourettim et Comet, 2000**)

Synthèse bibliographique

L'olive *Olea europaea* L. est classée dans l'ordre botanique suivant (**Chiappetta et Muzzalupo, 2021**) :

- **Règne :** Plantae
- **Embranchement :** Magnoliophyta
- **Classe :** Rosopsida
- **Ordre :** *Lamiales*
- **Famille :** Oleaceae
- **Sub-famille** Oleideae

- **Genre :** *Olea*

Sub-genre : *Paniculatae,*

Tetrapilus,

Olea

Sections : *Ligustroides*

Olea

Sub-espèces : *cuspidata,*

Laperrinei,

Maroccana,

Cerasiformis,

Guanchica,

Europaea,

Variétés : *sylvestris* (sauvage)

Europaea (olive cultivé)

I.3. Types d'olives

Les olives de table sont classées, selon le degré de maturité, dans l'un des types suivants (**COI 2004 ; COI 2022**) :

- ❖ **Olives vertes :** sont des olives récoltées au cours du cycle de maturation (avant la véraison), lorsqu'il y a un léger changement de teinte, passant du vert feuille au vert légèrement jaunâtre. Quand les olives atteignent leur taille normale et que la pulpe commence à changer de consistance.
- ❖ **Olives tournantes :** fruits récoltés lorsque leur couleur commence à changer, avant d'être complètement matures à ce stade la pulpe est assez ferme et la formation de l'huile n'est pas complète.
- ❖ **Olives noires :** Les olives mûres sont récoltées au moment où elles ont atteint leur complète maturité, une fois qu'elles ont atteint la couleur noire à la surface et à toute l'épaisseur de la pulpe ainsi qu'une teneur en huile maximale.

Synthèse bibliographique

I.4. Composition des olives de table

La composition des olives varie en fonction du cultivar, elle est représentée dans le **tableau I** ci-dessous :

Tableau II : Composition des olives de table

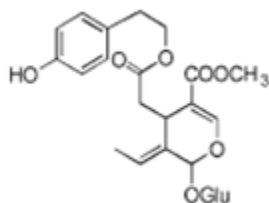
Composés	Teneurs
Eau	60-75% (Conte et al., 2020) 61.0–80.6 % (López-López et al., 2010), 74,6 g/100g (Ciquál, 2020)
Sucres réducteurs	2-5% (Conte et al., 2020) (< 0.1 g /100g). (Lanza, 2012) Fructose 0.05 g/100g Glucose 0.063 g/100g Amidon 0.18 g/100g (Ciquál, 2020)
Composés phénoliques	Leur teneur varie en fonction de la variété, de stade de maturité et des facteurs géographiques. 100-350mg/100g (Ariani et al., 2019) 1-3% (Mettouchi et al., 2015). <ul style="list-style-type: none">• Acides phénoliques Ces acides phénoliques sont divisés en deux groupes ; les acides hydroxy cinnamiques et les acides hydroxy benzoïques (Ajila et Brar, 2012) (Verbascoside, Acide caféique, Acide p-coumarique, Acide gallique) (Mettouchi et al., 2015 ; Malheiro et al., 2015).• Alcools phénoliques Produits par l'hydrolyse de l'oleuropéine et du ligstroside (Malheiro et al., 2015) : (Tyrosol 40mg/100g d'olive, Hydroxytyrosol 57mg/100g d'olive) (Bianchi, 2003).• Sécoiridoïdes Ces composants phénoliques particuliers sont caractérisés par la présence d'acide élénolique (Malheiro et al., 2015) - Oleuropéine (1650mg/100g d'olive) (Bianchi, 2003) - Acide élénolique - Ligstroside (Mettouchi et al., 2015 ; Malheiro et al., 2015).• Flavonoïdes Dominés par les flavonols glycosides (Ghanbari et al., 2012) dont la Rutine (10 mg/100g d'olive) (Bianchi, 2003) le Cyanidine-3-glucoside et la Lutéoline (Malheiro et al., 2015).• Ortho-diphénols Caractérisés par leur fonction <i>O</i>-dihydroxyle dans le noyau catéchol (Mc Donald et al., 2001) -Oleuropéine -Hydroxytyrosol -Acide caféique
Protéines	1.0 à 2.2 g/100g (Ariani et al., 2019), 1.39 g/100g (Ciquál, 2020)
Lipides	16,5 g/100g (Ciquál, 2020)

Synthèse bibliographique

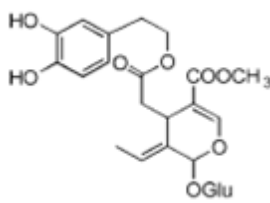
<ul style="list-style-type: none"> • AGS : Acide palmitique (C16 :0) Acide stéarique (C18 :0) 	22.4% (Ariani et al., 2019) 2.3 g/100g (Ciquál, 2020) 1.63 g/100g (Ciquál, 2013) 0.298 g/100g (Ciquál, 2013)
<ul style="list-style-type: none"> • AGMI Acide oléique (C18 :1 ω9) 	66.8-82.1% (Ariani et al., 2019) 11.3 g/100g (Ciquál, 2020) 10.9 g/100g (Ciquál, 2020)
<ul style="list-style-type: none"> • AGPI Acide linoléique (C18 :2 ω6) Acide α-linolénique (C18 :3 ω3) <ul style="list-style-type: none"> ○ Ratio d'acide oléique/palmitique (C18 :1/C16 :0) 	63,4 à 80,7 % (Lanza, 2012)1.63 g/100g (Ciquál, 2020) 4.9-14.2% (Ariani et al., 2019). (4,7-13,6 %) 4.8 (López-López et al., 2022)
Fibres	3g/100g (Ariani et al., 2019) 4.38 g/100g (Ciquál, 2020) équivalent à 2-5% (Arroyo-Lopez, 2014).
Acides organiques	4-10g/kg (exprimé en acide citrique) Acides oxalique, succinique, malique, citrique et lactique (Ariani et al., 2019).
Vitamines	Vit B (0 à 72 ug /100 g), Vit E (13 à 52,3 mg / kg), vit A (1970-13870 ug/kg), vit C <1 mg/kg (Arroyo-Lopez, 2014), Vit K ₁ (11.3 μg/100g) (Ciquál, 2020).
Minéraux	Ca (8.3 g / kg), K (0,5 à 1,2 g / kg), Mg (0,5 à 2 g/kg), P (0,5 à 1,4 g / kg), Cu (1,7 et 11 mg/kg), Zn (1.5 à 3,6 mg / kg), Mn (0,2 à 1,5 mg/kg) (Arroyo-Lopez, 2014).
Pigments <ul style="list-style-type: none"> • Liposolubles • Hydrosolubles 	Chlorophylle a et b pour la couleur verte Caroténoïdes pour la couleur jaune Anthocyanines violet-noir, 0.5mg/100g de pulpe (Kiai et Hafidi, 2014).

Synthèse bibliographique

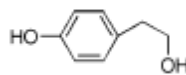
La structure des principaux composés phénoliques est donnée dans la **figure 2** :



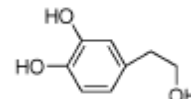
Ligstroside



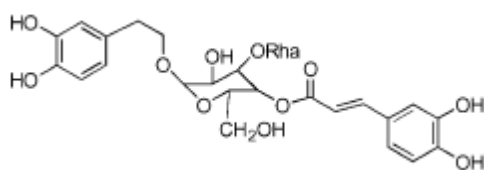
Oleuropéine



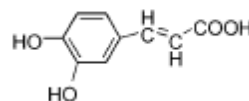
Tyrosol



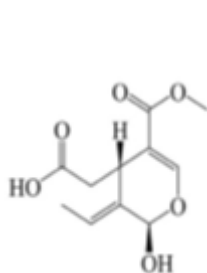
Hydroxytyrosol



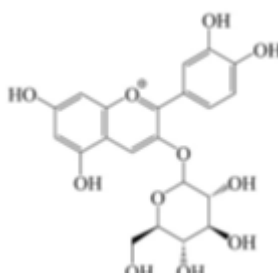
Verbascoside



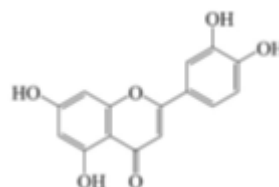
Acide caféique



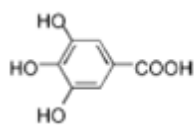
Acide élénolique



Cyanidine-3-glucoside



Lutéoline



Acide gallique

Figure 2 : Structure des principaux composés phénoliques de l'olive (Ryan *et al.*, 2002).

II. Elaboration des olives de table

Il existe de nombreuses méthodes d'élaboration des olives de table, les scientifiques se basent sur trois préparations commerciales principales, à savoir les olives vertes de style

Synthèse bibliographique

espagnol, les olives noires naturelles (de style grec) et les olives mûres noires (de style californien) ; pour lesquels les conditions de traitement sont bien établies dans la littérature (**Doulgeraki et al., 2013**). Le tableau suivant résume les séquences relatives à chaque mode d'élaboration :

Tableau III : Principales étapes suivies pour l'élaboration des olives de table selon les procédés les plus reconnus à l'échelle mondiale.

Mode d'élaboration	Les étapes d'élaboration
Style californien	<ul style="list-style-type: none">- Les olives sont récoltées au stade tournant et subissent plusieurs traitements de lessive (hydroxyde de sodium) pour éliminer l'amertume de l'oleuropéine ;- Les olives sont muries par exposition à l'air (l'oxydation à l'air), entre les lavages ;- Elles sont fermentées en saumures, emballées dans une solution saline (4–6 %) ou mises en boîtes (Sabatini, 2010 ; Martín-Vertedor et al., 2020 ; Duedahl-Olesen et al., 2022).- Du gluconate ferreux est ajouté pour conserver la couleur (Martín-Vertedor et al., 2020).
Style grec	<ul style="list-style-type: none">- Les olives sont récoltées lorsqu'elles sont complètement mûres ou juste avant maturité ;- Ensaumurées directement dans une solution de NaCl (6 à 10 %) ;- Elles subissent une fermentation spontanée à température ambiante de 8 à 12 mois, jusqu'à ce qu'elles perdent leur amertume (De Angelis et al., 2015).• Dans l'ensemble, le temps de fermentation dépend du type de cultivar, de la teneur en NaCl et de la température et elle est principalement favorisée par les levures indigènes et les bactéries lactiques (De Angelis et al., 2015).
Style espagnol	<p>Ce traitement est exclusivement appliqué aux olives vertes :</p> <ul style="list-style-type: none">- Traitement avec une solution alcaline d'hydroxyde de sodium à 1-3.5% ;- Lavage des olives, deux fois pendant 4h et une fois pendant 12h ;- Fermentation par ensaumure dans une solution d'NaCl de 10-12%, elle est conduite par des bactéries lactiques.

II.1.Élaboration des olives selon Style espagnol

Bien qu'il y ait différents types d'olives de table commerciales, les olives vertes au style espagnol sont les plus populaires, (**Ramírez et al., 2017**).

II.1.1. Etape de désamérisation

La désamérisation consiste à éliminer essentiellement l'amertume due à la présence de l'oleuropéine qui rend l'olive impropre à la consommation (**Boskou et al., 2015**). L'oleuropéine peut être éliminée par :

- a) **Désamérisation par la soude** : L'hydrolyse chimique des glycosides s'effectue par un traitement alcalin avec des solutions d'hydroxyde de sodium (NaOH) à des concentrations comprises entre 1,8% et 2,5% (**Fernández-Poyatos et al., 2019**). Ce traitement permet le clivage de l'oleuropéine en acide élénolique glucoside et hydroxytyrosol (**Boskou et al., 2015**). Les olives de table sont immergées dans une solution alcaline d'hydroxyde de sodium à 1-3,5%, jusqu'à ce que la solution pénètre les deux tiers de la pulpe (**Preedy et Watson, 2021**).

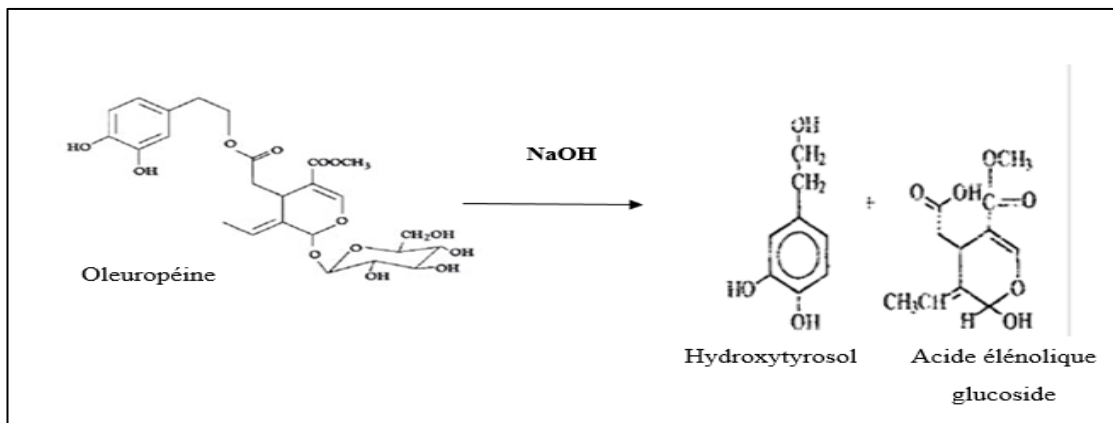


Figure 3 : Hydrolyse de l'oleuropéine par l'action de la lessive (**Idrissi et al., 2004**)

- b) **Désamérisation biologique** : Cette méthode naturelle consiste à tremper les olives dans une saumure acidifiée qui affecte la pulpe d'olive lors de la pénétration du chlorure de sodium (**Ramirez et al., 2016**), provoquant ainsi la dégradation microbienne de l'oleuropéine, réalisée par les levures et les bactéries lactiques naturellement présentes dans les olives et la saumure (ou additionnées comme cultures starters). Un processus en deux étapes est envisagé (**Boskou et al., 2015**) :
- ✓ La première étape se fait par le biais de la β -glucosidase qui hydrolyse la liaison glycosidique de l'oleuropéine avec formation d'oleuropéine-aglycone et du glucose.
 - ✓ La deuxième étape, la quantité d'aglycone formée est hydrolysée en composés non amers, acide élénolique et hydroxytyrosol, par action des estérases (**Boskou et al., 2015**).

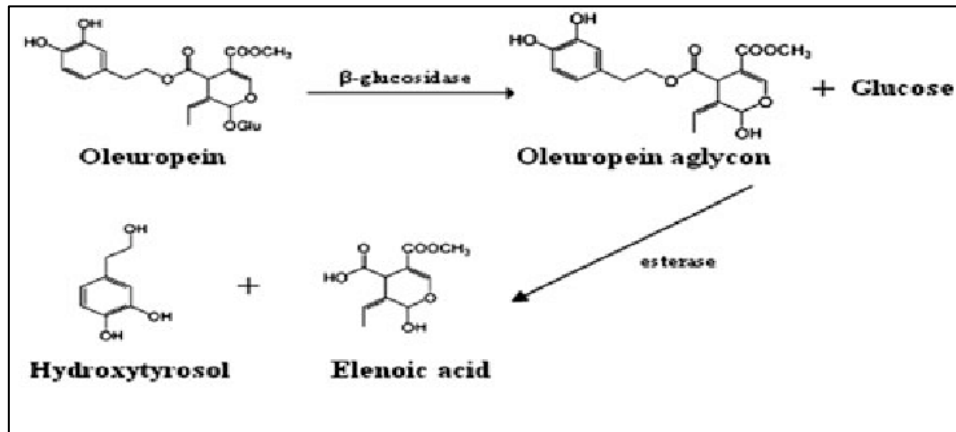


Figure 4 : Hydrolyse de l'oleuropéine par β -glucosidase (Abdel-Shafya et al., 2015).

II.1.2. Etape de lavage

Les olives sont immergées dans l'eau deux fois pendant 4h et une fois pendant 12h pour éliminer une partie de la solution alcaline qui avait pénétré dans la pulpe. Cette étape peut conduire à la perte de matière fermentescible primordiale pour la fermentation ultérieure (Mettouchi, 2016 ; Ramírez et al., 2017).

II.1.3. Etape de fermentation

Les olives sont ensaumurées dans une solution de chlorure de sodium de 8 à 12 %. Les principaux microorganismes présents dans la saumure sont les levures et les bactéries lactiques principalement *Lactobacillus pentosus* et *Lactobacillus plantarum*, qui assureront une fermentation lactique conduisant à la baisse du pH à 4,5 (Mettouchi, 2016 ; Ramírez et al., 2021).

La fermentation de l'acide lactique est une étape critique, parce qu'elle est responsable du développement des propriétés organoleptiques des fruits (Ramírez et al., 2017) et donc favorise un produit avec une saveur et un arôme et elle garantit leur préservation (Ruiz-Barba et Jiménez-Díaz, 2012).

II.2.Effets du procédé d'élaboration au style espagnol sur la composition des olives

Il a été rapporté que la concentration de soude induit une perte d'intégrité cellulaire donnant ainsi, une structure plus poreuse permettant une diffusion plus rapide des sucres due à la rupture des liens chimiques entre les polysaccharides hémicellulosiques et à la dé-estérification des pectines (Chammem et al., 2005 ; Habibi et al., 2015). De nombreuses études se sont intéressées à l'effet de la désamérisation par la soude et de l'ensaumurage sur la composition des olives (Sakouhi et al., 2006 ; Ben othman et al., 2010 ; Mettouchi et al., 2016 ; Campus et al., 2018), Ces effets sont représentés dans le **tableau IV** :

Synthèse bibliographique

Tableau V : Effet du traitement d'élaboration sur la composition des olives

Composés	Effets
Composés phénoliques	<ul style="list-style-type: none"> - L'hydrolyse alcaline des liaisons esters transforment les phénols complexes en phénols simples qui seront perdus par diffusion vers la saumure. - La désamérisation est responsable de la réduction de la teneur totale en poly phénols d'au moins 2/3 (Parinos et al., 2007 ; Conte et al., 2020), cette perte est fortement dépendante de la variété (20 à 80%) (Mettouchi et al., 2016). - La teneur en oleuropéine diminue jusqu'à des teneurs indétectables, ce qui affecte les caractéristiques sensorielles des olives de table (Malheiro et al., 2015). - La teneur en hydroxytyrosol diminue en raison de sa diffusion vers la saumure (Lalas et al., 2011). - la fermentation lactique provoque l'hydrolyse des dérivés glycosidiques (Kia et Hafidi, 2014). - Une modification majeure du profil phénolique est enregistrée après élaboration des olives (Ben Othman et al., 2009 ; Ambra et al., 2017).
Acides gras	<ul style="list-style-type: none"> - La perte en acide oléique diffère selon la variété d'olive (dépendant de la concentration en soude (Sakouhi et al., 2008 ; Mettouchi et al., 2016), - Le rapport AGPI/AGS n'est pas affecté par le traitement (Ait Chabane et al., 2020). - Dégradation alcaline des peroxydes à l'origine de l'oxydation des lipides (Lopez-Lopez et al., 2015).
Pigments	<ul style="list-style-type: none"> - Dégradation partielle de la chlorophylle a et b en phéophytines (Harp et al., 2020) et tétrapyrols hydrosolubles (Ramirez et al., 2015). - Les caroténoïdes ne sont pas affectés (Berlanga-Del Pozo., et al 2020). Transformation des xanthophylles en leurs dérivés furanoïdes de couleur jaune (Ramirez et al., 2015 ; Gandol-Rojas et al., 2018).
Sucres réducteurs	<ul style="list-style-type: none"> - Une relation proportionnelle est établie entre la concentration de soude et le taux de perte en sucres (60 à 75%) (Maldonado et al., 2008). - La croissance des bactéries lactiques est dépendante de la concentration en sucres réducteurs, ce qui affecte la qualité organoleptique du produit fini (De Castro et al., 2022).
Tocophérols	<ul style="list-style-type: none"> - La teneur en α-tocophérol diminue pendant la transformation, Cette diminution dépend de la variété (Sakouhi et al., 2008).
Minéraux	<ul style="list-style-type: none"> - Diminution de plus de 75 % de la teneur en minéraux (calcium, potassium et zinc) (Habibi et al., 2015).
Protéines	<ul style="list-style-type: none"> - L'élaboration des olives conduit à une perte en protéines durant le traitement alcalin et le lavage (Habibi et al., 2015). - La transformation affecte la teneur en lysine, méthionine et la cystéine. - Le traitement alcalin engendre la formation de lyso-alanine (Lopez et al., 2007).

II.3.Méthodes alternatives du procédé espagnol

Le procédé espagnol entraîne des pertes significatives en substances bioactives (Mettouchi *et al.*, 2016 ; Ait chabane *et al.*, 2020), pour cela les chercheurs ont proposé des alternatives afin de préserver les composants principaux des olives :

a) Traitement thermique

Cette méthode a été étudiée par Ramirez *et al.* (2017), dont le but est de développer un produit naturel similaire sans traitement alcalin, par inactivation thermique de la β -glucosidase. Ce qui empêche la formation des composés antimicrobiens, favorisant ainsi la croissance des bactéries lactiques. La fermeté de ces olives est altérée et une forte amertume caractérise le produit final.

b) Cultures starters

Des souches de *Lactobacillus Plantarum* et *Lactobacillus Pentosus* sont utilisées pour conduire et accélérer le processus de fermentation, ce qui améliore la qualité du produit fini. Le pH atteint une valeur de 4 en moins de 12 jours. L'inconvénient de cette pratique se résume en la texture du produit ainsi qu'en la diminution de la capacité antioxydante des olives élaborées (Campus *et al.*, 2015).

c) Substitution de NaOH par KOH

Il a été proposé de remplacer le NaOH par KOH à 18°C (García-Serrano *et al.*, 2020). Ceci permet d'obtenir des olives avec une texture plus ferme et une couleur préservée.

d) Enrichissement avec extrait de feuille d'olivier, à l'aide d'un starter

La méthode proposée par Caponio *et al.*, (2019) se base sur un enrichissement des olives de tables par l'extrait de feuille d'olivier comme source d'antioxydants polyphénoliques naturels en présence de cultures de *L. plantarum*. Cet enrichissement permet de compenser les pertes engendrées par le traitement et qui inhibent l'action des Enterobacteriaceae à l'origine de l'altération des olives.

➤ Définition et composition de la Feuille d'olivier

La feuille d'olivier est simple, entières, à pétiole court et à limbe lancéolé qui se termine par un mucron, elles sont de petite taille (3 à 8 cm de long et de 1 à 2,5 cm de large). Les feuilles sont opposées et persistantes et leur durée de vie est de l'ordre de 3 ans (Kiritsakis *et al.*, 2018 ; Benguendouz, 2019). Les feuilles d'olivier renferment plusieurs composés biologiquement

Synthèse bibliographique

actifs (**tableau IV**) ce qui lui confère des propriétés antioxydantes, antifongiques et antibactériennes (**Botsoglou, 2012 ; Romero-Márquez et al., 2022**).

Tableau VI : Composition de la feuille d'olivier

Composés	Teneur
Composés phénoliques	
Phénols simples	2.8mg/g de MS (Altiok et al., 2008) à 250 mg/g de MS (Mylonaki et al., 2008)
Les oleurosides	Oleuropéine (24.5%), verbascoside (1.1%)
Les flavones	Lutéoline (10.1-5600 mg/kg de MS) -Lutéoline-7-glucoside (1.4% 8502-11.1x10 ³ mg/kg de MS) -apigénine-7-glucoside (122.7-1261.3 mg/kg de MS) -diosmétine-7-glucoside (traces-350.8 mg/kg de MS) (Talhaoui et al., 2015)
Les flavonols	Rutine (13.8-3500mg/kg de MS) (Talhaoui et al., 2015)
Flavan-3-ols	Catéchine (0.8-64.2 mg/kg de MS) (Talhaoui et al., 2015)
Phénols substitués	Tyrosol (0.7%) (Khizrieva et al., 2021). (90-660 mg/kg de MS) (Talhaoui et al., 2015) -Hydroxytyrosol (1.5%) (Kiritsakis et al., 2018) -Glucoside de tyrosol (860-1280 mg/kg de MS) (Talhaoui et al., 2015)
Sécroïdoïdes	60-90mg/g de MS (Botsoglou et al., 2010)
Cendres	4.37-6.00% (Kiritsakis et al., 2018)
Protéïnes	10.50-13.10% (Kiritsakis et al., 2018) Valine (74.8 g d'AA/Kg), Arginine (162 g d'AA/Kg), Leucine (104 g d'AA/Kg), Proline (84.2 g d'AA/Kg), Glycine (79.6 g d'AA/Kg), Acide glutamique (35.1g d'AA/Kg) (Martín-García et Molina-Alcaide, 2008).
Lipides	9.13-8.80% (Kiritsakis et al., 2018)
➤ AGPI	40.45-56.11% (Kiai et Hafidi, 2014)
○ Acide linoléique (majoritaire)	27.29-40.61% (Kiai et Hafidi, 2014)
Glucides	8.74-32.63% (Kiritsakis et al., 2018)
Minéraux	Calcium est le plus élevée (9.25 à 10.39 mg/g de MS), suivi par le potassium, le magnésium, le sodium, le fer et le zinc (Kiai et Hafidi, 2014).

La plupart de ces composés possèdent d'importantes activités biologiques et sont utilisés en médecine traditionnelle pour la prévention de l'hypertension, l'arythmie et les spasmes musculaires intestinaux. En outre, les extraits de feuilles d'olivier sont hypocholestérolémiants, hypolipidémiques, anti-prolifératifs sur les cellules leucémiques, anticarcinogènes, anti-inflammatoires, immunomodulateurs, neuropathiques, anti-hypertenseurs et anti-hyperglycémiques, les polyphénols possèdent aussi des activités antioxydante et anti-acétylcholinestérase, donc ils peuvent être appliqués pour la prévention des maladies neurodégénératives (**Kiritsakis *et al.*, 2018 ; Khizrievaa *et al.*, 2021**).

Les feuilles d'oliviers possèdent également une activité antimicrobienne contre plusieurs pathogènes des voies intestinales et respiratoires et luttent contre le rhume, la grippe, et les infections virales (**Kiritsakis *et al.*, 2018**). Dans une récente étude, l'oleuropéine contenue dans les feuilles d'olive a été citée pour lutter contre la pandémie de COVID-19 (**Martiny *et al.*, 2021**).

Plusieurs produits sont fabriqués à partir de feuilles d'olivier et commercialisés sous différentes formes, les extraits de feuilles peuvent être incorporés dans les aliments (**Lorini *et al.*, 2021**) (aliments fonctionnels), utilisés comme agents de conservation naturels (**Martiny *et al.*, 2021**), comme produits nutraceutiques à valeur ajoutée sous la forme d'extraits enrichis en polyphénols (**Lorini *et al.*, 2021**).

II.4. Conservation des olives de table vertes

a) Sous emballage à atmosphère modifiée

Après fermentation les olives sont placées dans des sachets de polyéthylène. L'espace libre des emballages est modifié à 70%N₂-30%CO₂ avant d'être scellé à l'aide d'une machine d'emballage à l'échelle industrielle. Les emballages sont stockés à 4 et 20 °C pendant 12 mois (**Argyri *et al.*, 2015**).

b) Traitement à haute pression hydrostatique

La conservation des olives de table vertes est réalisée par des traitements à haute pression hydrostatique seuls ou en combinaison avec des antimicrobiens naturels. Les olives ensaumurées à faible teneur en sel sont purgées avec du N₂ ou complétées avec de l'acide ascorbique puis mises sous pression pendant 5 min à 450 ou 550 MPA puis sont conservées jusqu'à 5 mois sans détérioration (**Abriouel *et al.*, 2014**).

c) Traitements thermiques

Le blanchiment a pour but de diminuer la charge microbienne du produit semi fini et ne représente qu'un traitement d'appoint. La pasteurisation et la stérilisation sont des traitements thermiques de stabilisation du produit fini.

d) Atmosphère protectrice

L'incorporation d'un gaz neutre lors du conditionnement du produit fini, en sachets ou barquettes étanches, permet de ralentir les différents phénomènes d'altération (oxydation, prolifération microbienne).

e) Acidification / salage

Utilisation de chlorure de sodium, associé ou non aux agents acidifiants (**Code des pratiques loyales pour les olives de table, 2018**).

III. La composition des cendres de bois

De nombreux facteurs influencent la composition de la cendre de bois, cette dernière dépend des espèces végétales, des arbres choisis, de la section du bois qui a été brûlée, de la nature du sol sur lequel sont prélevés les végétaux mais aussi des conditions de combustion (**Semenuik, 2019 ; Mulu et al., 2021**).

Les principaux composants de la cendre de bois sont le calcium (7 à 33%), le potassium (3 à 4%), le magnésium (1 à 2%) et le phosphore (0,3 à 1,4%) et le sodium (0,2 à 0,5%) (**Siddique, 2012 ; Mortensen et al., 2018**). Sont retrouvés également une forte teneur en chaux (CaOH_2 23 %), en phosphates (1 à 15%), en silicates (équivalent de 20 à 70 % en CaO), en sulfates (1% à 10%) et peu de chlorures (moins de 1%) (**Boulday et al., 2016**).

Les cendres de bois sont dominées par les oxydes et hydroxydes de calcium et d'autres éléments de base et sont de nature alcaline : oxyde de fer (FeO_3 2,34%), oxyde d'aluminium (AlO_3 28%), dioxyde de silicium (31,8%) (**Siddique, 2012 ; Rehl et al., 2022**). En effet, elles ont une teneur importante en carbonates (CaCO_3) et en soude (Na_2O 6,5%) qui ont des propriétés basiques très fortes et un pH variant de 9 à 13,5 (**Deleuze et al., 2012**).

Partie pratique

I Matériel et méthodes

Dans cette étude nous nous sommes intéressés à l'application de stratégies visant à améliorer la qualité des olives élaborées selon le style espagnol ; qui sont l'enrichissement avec les feuilles d'Olivier ainsi que la désamérisation par la cendre de bois (une méthode traditionnelle qui porte sur la substitution de NaOH par la cendre).

I. Préparation du matériel végétal

I.1. Elaboration des olives selon le style espagnol

Deux variétés d'olives cueillies au stade de maturité sont utilisées :

- la variété *Azzeradj* qui provient de la région de Seddouk, Béjaïa ;
- la variété *Sigoise* qui provient de la wilaya de Batna ;

Les olives sont récoltées durant le mois de Novembre 2021. A la réception, les olives sont triées afin d'éliminer les olives abimées et les impuretés (feuilles et brindilles), elles sont ensuite calibrées et lavées. Elles sont traitées avec l'hydroxyde de sodium à 2% pendant 8 à 12h jusqu'à pénétration aux deux tiers de la chair, puis elles ont subi 3 lavages, 2 lavages pendant 4h et un lavage pendant 12h. Les olives sont ensuite fermentées dans une saumure à 10% de NaCl jusqu'à réduction du pH aux environs de 4 à 4,5.

5 échantillons d'olives vertes ont été préparés :

S : olives vertes confites de la variété Sigoise ;

SE : olives vertes enrichies de la variété Sigoise ;

A : olives vertes confites de la variété Azzeradj ;

AE : olives vertes enrichies de la variété Azzeradj ;

AC : olives vertes de la variété Azzeradj traitées avec la cendre ;

I.2. Enrichissement avec les feuilles d'olivier

I.2.1. Préparation de la poudre de feuille d'Olivier

Les feuilles d'olivier cueillies au cours du mois de novembre 2021, sont séchées à l'air libre, puis broyées jusqu'à l'obtention d'une poudre fine. Cette dernière est tamisée et conservée à l'abri de la lumière (**Greche et Ennabili, 2007**).



Figure 5 : Photographies des feuilles d'olivier et de la poudre des feuilles d'olivier

I.2.2. Préparation de l'extrait aqueux de la poudre des feuilles d'olivier

L'extrait aqueux obtenu par macération de la poudre avec de l'eau a été préparé selon la méthode décrite par **Himour *et al.*(2016)**, avec une légère modification : 10g de poudre des feuilles sont macérés dans 50 ml d'eau distillée, le mélange est homogénéisé pendant 30 minutes. Après centrifugation à 3500 tpm/ 5 min, le surnageant est récupéré et le culot est ré-extrait dans les mêmes conditions. Les deux extraits obtenus sont combinés et filtrés sur papier Whatman. L'extrait aqueux est conservé au frais à l'abri de la lumière. Un volume de 10 ml d'extrait est additionné aux saumures des échantillons des deux variétés *Sigoise* et *Azzeradj*.

I.3. Élaboration des olives par les cendres

I.3.1. Préparation de la cendre de bois

La cendre utilisée pour la désamérisation des olives est récupérée au mois de décembre 2021 à partir de la combustion des branches séchées des arbres de chêne, d'olivier et de caroubier. Après refroidissement, la cendre est tamisée et conservée dans des flacons.

I.3.2. Préparation des olives par la cendre

Un poids de 1kg d'olives vertes de la variété *Azzeradj* est fermenté dans une saumure à 10 % d'NaCl additionnée de 300g de cendres de bois en vue de leur désamérisation au bout de 45jours, les olives sont ensuite immergées dans une saumure nouvellement préparée.

II. Analyses effectuées sur les olives

II.1. Paramètres physico-chimiques

II.1.1. La teneur en eau

Le taux d'humidité des olives a été déterminé, Chaque échantillon contient 5g de fruits coupés (poids frais) les échantillons sont séchés à l'étuve à 105°C jusqu'à stabilisation du poids puis pesés (poids sec).

L'humidité en % (m/m) a été calculée par la relation (**Mahhou *et al.*, 2014**) :

$$H\% \text{ (m/m)} = [(P - PS) / P - P0] * 100$$

H : Humidité exprimée en pourcentage.

P et PS : Poids du creuset plus la prise d'essai avant et après séchage

P0 : Poids du creuset vide.

II.1.2. Potentiel hydrogène

Le pH d'une solution est le logarithme décimal de l'activité de la solution en ions hydrogène ; il s'exprime en unités de pH. La mesure de pH est réalisée avec un pH-mètre (**Mehtougui *et al.* ; 2013**)

II.2. Taux de sucres réducteurs

Les sucres réducteurs sont déterminés par la méthode de Miller, sous certaines conditions la fonction réductrice se complexe avec l'acide 2,3-dinitrosalicylique (DNS), le réduisant en acide 3- amino-5-nitrosalicylique ce qui se traduit par une coloration orangée. Les résultats sont exprimés par rapport à une gamme étalon de glucose à une densité optique de 546 nm (**Doukani et Tabak, 2015**).

Une prise d'essai de 1g de pulpe d'olive est macérée avec 10 ml d'eau distillée, le macéra est agité pendant 30min puis filtré. 1ml de DNS est additionné au même volume de filtrat. Le mélange est placé dans un bain-marie à 100° C pendant 10min, puis il est directement immergé dans une eau froide et glacée. Quand le mélange atteint la température ambiante, une lecture spectrophotométrique est effectuée dans le visible à une longueur d'onde de 546nm. L'absorbance est lue contre un blanc (**Gonçalves *et al.*, 2010**).

II.3. Teneur en composés phénoliques

II.3.1. Extraction des composés phénoliques

Un poids de 10 g de poids sec de chaque échantillon sont macérés avec 50ml de méthanol 80%. Le mélange est centrifugé (3500rpm / 5min) ; le surnageant est filtré et le culot subit une deuxième extraction dans les mêmes conditions. Les extraits obtenus sont combinés et lavés deux fois à l'hexane (premier lavage avec 50 ml d'hexane et le deuxième avec 25ml d'hexane), après filtration les extraits sont conservés dans un réfrigérateur à 4°C jusqu'à utilisation (Seck *et al.*, 2015).

II.3.2. Dosage des composés phénoliques

II.3.2.1. Dosages des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols se fait par la méthode de Folin-Ciocalteu Cette méthode, initialement décrite par Slinkard et Singleton (Khoudali, 2014).

En milieu alcalin, les polyphénols réduisent le réactif de Folin-Ciocalteu en oxyde de tungstène et de molybdène de couleur bleue. L'intensité de cette couleur bleue renseigne sur le contenu en polyphénols totaux dans les extraits, dont l'absorption optimale est comprise entre 700 et 760 nm (Khadhri et El mokni, 2012).

Un volume de 100µl de réactif Folin-Ciocalteu additionné de 100µl d'extrait. Le mélange est incubé à l'obscurité et à température ambiante pendant 5min. après incubation, 300µl de carbonate de sodium (20%) sont ajoutés. Le mélange est ajusté avec un volume de 2640 µl d'eau distillé, ce dernier est entreposé à l'obscurité (90 mn) puis centrifugé (3500 rpm/5min). Une lecture spectrophotométrique est effectuée à une longueur d'onde de 720 nm contre un blanc. Les résultats sont exprimés en milligrammes équivalent d'acide gallique par 100g MF, en se référant à une courbe d'étalonnage (Touaibia et Chaouch, 2014).

II.3.2.2. Dosage des flavonoïdes

La teneur en flavonoïdes totaux dans cette étude a été déterminée en utilisant la méthode colorimétrique au trichlorure d'aluminium (AlCl₃) (Athamena *et al.*, 2010).

Le principe de cette méthode est l'addition d'AlCl₃ qui va former un complexe acide stable avec les groupes cétones en C-4, ainsi que dans les groupes hydroxyles en C3 ou C5 des flavones comme dans la Figure. L'AlCl₃ forme également des complexes acides stables avec le groupe orthodihydroxyle dans le cycle A ou B des composés flavonoïdes et une couleur jaune est produite, l'absorption maximale se fait à une longueur d'onde de 430 nm (Makuasa et Ningsih, 2020).

Matériel et Méthode

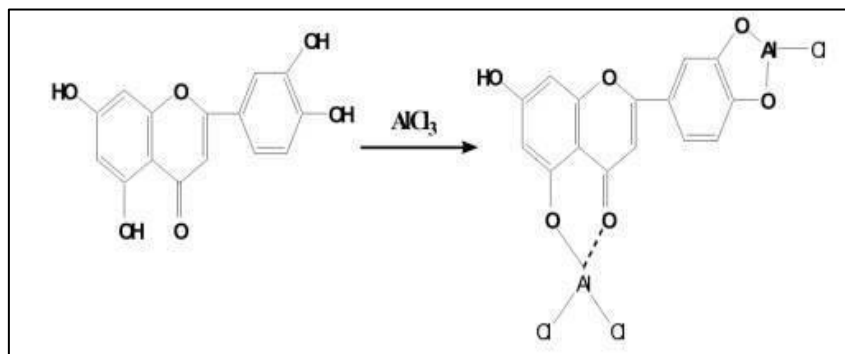


Figure 6 : Réaction de formation du complexe flavonoïde-chlorure d'aluminium (AlCl_3) (Makuasa et Ningsih, 2020).

Un volume de 1,5ml d'extrait est additionné à un même volume de trichlorure d'aluminium (2%). La lecture des absorbances du mélange est mesurée à 430 nm et les valeurs sont exprimées en mg équivalent quercétine par 100g de matière fraîche, en se référant à une courbe d'étalonnage.

II.3.2.3. Dosage des *Ortho*-diphénols

La méthode de Bendini est basée sur la formation de complexes entre les *o*-diphénols et les ions molybdate, Les *o*-diphénols réagissent avec le molybdate pour former un complexe jaune (Ollivier *et al.*, 2004).

La concentration en *ortho*-diphénols des extraits est déterminée suivant la méthode de (Bendini, 2007). Un volume de 2ml d'extrait pur est additionné à 0,5ml de la solution de molybdate de sodium di-hydraté 5% préparée dans l'éthanol-eau 50%. Après une incubation de 15 min à l'obscurité, une lecture spectrophotométrique est effectuée à une longueur d'onde de 370nm contre un blanc, les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide caféique par 100g de poids frais, en se référant à une courbe d'étalonnage.

II.4.Evaluation de l'activité antioxydante

II.4.1. Activité anti-radicalaire (radical DPPH)

L'activité antioxydante a été évaluée par la mesure du pouvoir de piégeage du radical DPPH rapportée par Khoudali, (2014).

Cette activité est mesurée par la dégradation du DPPH : 1,1-diphényle-2-picrylhydrazyl, qui est un radical libre relativement stable de couleur violet et qui se réduit en 2,2-Diphenyl-1-picryl hydrazine de couleur jaune en présence de composés anti-radicalaires. Cette décoloration explique le pouvoir de l'extrait à piéger ce radical, qu'on peut détecter par un spectrophotomètre-UV (Khadhri et El mokni, 2012).

Matériel et Méthode



Selon la méthode décrite par **Touaibia et Chaouch, (2014)**, Un volume de 0,5ml d'extrait d'olive est ajouté à 2 ml de solution méthanolique de DPPH ayant une absorbance proche de 0,7. Après une incubation de 30 min à l'obscurité, l'absorbance est mesurée à 517 nm. L'activité anti-radicalaire est estimée en mg équivalent d' α tocophérol par 100g de matière fraîche.

En utilisant la formule suivante (**Boskou et al., 2006**):

$$I (\%) = \frac{A_t - A_0}{A_t} * 100$$

I : Inhibition des radicaux libres en pourcentage (en % d'inhibition) ;

A0 : Absorbance de l'échantillon ;

At : Absorbance du témoin.

II.4.2. Pouvoir réducteur (réduction du fer ferrique)

L'activité réductrice d'un extrait est évaluée par la réaction d'oxydoréduction entre l'extrait et les ions métalliques de transition, notamment le fer. Le ferricyanure de potassium $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ fournit des ions Fe^{3+} qui seront réduits en Fe^{2+} par les antioxydants présents dans l'extrait est évaluée en spectrométrie en mesurant l'absorbance de la solution de couleur bleu-vert (**Khadhri et El mokni, 2012**), Le pouvoir réducteur est déterminé selon la méthode décrite par **Zhan et al, (2006)**.

Un millilitre de l'extrait est mélangé avec 2,5ml d'une solution tampon phosphate 0,2 M (pH 6,6) et 2,5ml d'une solution de ferricyanure de potassium $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ à 1%. L'ensemble est incubé au bain-marie à 50°C pendant 20 min. Après incubation, 2,5ml d'acide trichloroacétique à 10% sont ajoutés pour stopper la réaction puis un volume de 2,5ml d'eau distillée et 0,5ml d'une solution aqueuse de FeCl_3 à 0,1% sont ajoutés. La lecture de l'absorbance du milieu réactionnel se fait à 700nm contre un blanc.

II.4.3. l'Index Relatif de la Capacité Antioxydante (RACI)

Le RACI est un outil de classement relatif de la capacité antioxydante des aliments, c'est la valeur moyenne des scores standards transformés à partir des données initiales de différentes méthodes d'étude de l'activité antioxydante (**Sun et Tanumihardjo, 2007**).

L'indice de capacité antioxydante relative (RACI) a été calculé en intégrant les valeurs de capacité antioxydante générées par les tests d'activité anti-radicalaire et du pouvoir réducteur.

Pour évaluer l'index relatif de la capacité antioxydante de chaque échantillon, le calcul du score standard est calculée selon la formule suivante :

Matériel et Méthode

$$\text{Scores standards } \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Où x est la valeur brute de chaque test correspondant à chaque échantillon, μ est la moyenne et σ est la déviation standard de toutes les valeurs appartenant à chaque test dont leurs globalités suit une distribution normale (moyenne 0 et déviation standard 1).

II.5. Analyse sensorielle

L'objectif de cette étude est de déterminer les préférences des consommateurs naïfs des différents échantillons d'olives vertes présentés lors de la dégustation.

II.5.1. Composition du jury

Pour réaliser l'analyse hédonique, 30 consommateurs naïfs ont participé à la dégustation des échantillons, les participants sont des deux sexes féminin et masculin et sont âgés de 20ans à 45ans.

II.5.2. Déroulement de l'analyse hédonique

Une journée de dégustation est organisée le jeudi 16 juin 2022 de 9:30h à 16h au niveau du laboratoire d'analyse sensorielle au sein de l'université d'Abderrahmane Mira de Béjaïa.

Quatre échantillons d'olives codés A, B, C et D ont été présentés comme suit :

Echantillon A : olives vertes confites de la variété Sigoise ;

Echantillon B : olives vertes enrichies de la variété Sigoise ;

Echantillon C : olives vertes confites de la variété Azzeradj ;

Echantillon D : olives vertes de la variété Azzeradj traitées avec la cendre ;

- **Remarque** : les olives enrichies de la variété Azzeradj n'ont pas fait l'objet d'une analyse sensorielle.

Afin de regagner le seuil initial après la dégustation, il est demandé aux sujets de se rincer la bouche avec de l'eau à la fin de chaque dégustation.

Un questionnaire (annexe) comportant trois épreuves par paire est établi, il vise à comparer la caractéristique d'amertume et déterminer la préférence des consommateurs entre les échantillons A et B, C et D, A et D.

Matériel et Méthode

III. Etude statistique

Pour chaque test, trois essais ont été réalisés. L'étude statistique consiste en une analyse de la variance (ANOVA) par le test de Newman Keuls en utilisant le logiciel Statistica 5.5. Le degré de signification des données est estimé à la probabilité $p < 0,05$, dans le but de comparer les résultats et mettre en évidence des différences significatives entre les échantillons.

Partie pratique

II Résultats et discussion

I. Paramètres physicochimiques

Les taux d'humidité et les valeurs du pH enregistrés sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau VII : Les valeurs des paramètres physicochimiques des échantillons

Echantillons	Humidité en %	PH
S	78,4	5
SE	80,3	5,5
A	76,3	4,5
AE	80	5
AC	58	4,5

II.5. Teneur en eau

Les teneurs en eau des olives de la variété *Sigoise* ; confites (S) et enrichies (SE) sont estimées à 78,4% et 80,3%, respectivement. Pour les olives de la variété *Azzeradj*, les teneurs sont de l'ordre de 76,3% pour les olives confites (A) et 80% pour les olives enrichies (AE). Une légère augmentation de la teneur en eau est notée pour les olives enrichies des deux variétés. Une teneur de 58 % est obtenue pour les olives *Azzeradj* traitées avec la cendre (AC), cette valeur est largement inférieure aux résultats précédemment enregistrés.

Les teneurs des olives S, SE, A et AE concordent avec la valeur de (73,7%) rapportée par **Owen et al., (2003)**. La teneur en eau des olives est influencée par les lavages qu'elles subissent pendant le traitement qui sont responsables d'un échange hydrique entre la matrice végétale et la saumure, l'effet osmotique est accentué par l'augmentation de la perméabilité de la paroi des olives (**El Khaloui et Nouri, 2007**).

La teneur en humidité des olives AC est faible en raison de la quantité en sel ajoutée à la cendre au cours de la désamérisation et des entailles réalisées qui provoquent la diffusion de l'eau de la matrice vers la saumure en créant un équilibre entre les deux matrices.

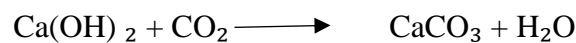
La diminution d'humidité est aussi due à l'absorption d'eau par les silicates et la chaux qui sont les composés majeurs de la cendre et qui lui confèrent la propriété d'hydratation (**Siddique, 2012**), en effet plus la teneur en cendre est élevée, plus l'absorption augmente.

II.6. Potentiel hydrogène

Les résultats obtenus montrent que le pH augmente légèrement après enrichissement des olives aux extraits de feuilles, pour les deux variétés étudiées. Les valeurs du pH au cours de la fermentation pour les olives de la variété *Sigoise* sont ; 5 pour les olives confites et 5,5 pour celles enrichies. Les olives traitées avec la cendre présentent une valeur de 4,5 ; similaire à celle des olives confites de la variété *Azerradj*.

Le pH est un paramètre crucial d'un point de vue technologique et sanitaire pour les olives vertes traitées selon le style espagnol. Le pH diminue progressivement jusqu'à atteindre un état stable après environ 45 jours d'ensauimage. La réduction de la valeur du pH est due à la transformation des sucres pendant le processus de fermentation en acides organiques. Les bactéries lactiques en particulier *Lactobacillus pentosus* et *Lactobacillus plantarum* se développent massivement et produisent de l'acide lactique jusqu'à ce que la saumure atteigne un pH inférieur à 4,5 à la fin de la fermentation (**Kiai et Hafidi, 2014**).

Dans le cas des olives AC, la chaux (CaO) contenue dans la cendre ; par le processus de carbonatation ; se combine avec le CO₂ provenant à la fois de la respiration des olives, de la fermentation hétéro-lactique et de la croissance des levures, cela induit le dégazage du milieu selon la réaction suivante (**De Castro et al., 2020**) :



Le milieu étant dépourvu de dioxyde de carbone il s'ensuit une sélection de bactéries, les bactéries anaérobies concurrentes aux bactéries lactiques sont inhibées ce qui permet de déclencher une fermentation plus poussée. Lors de la fermentation, une quantité importante d'acides est produite ce qui acidifie le milieu.

III. Taux de Sucres réducteurs

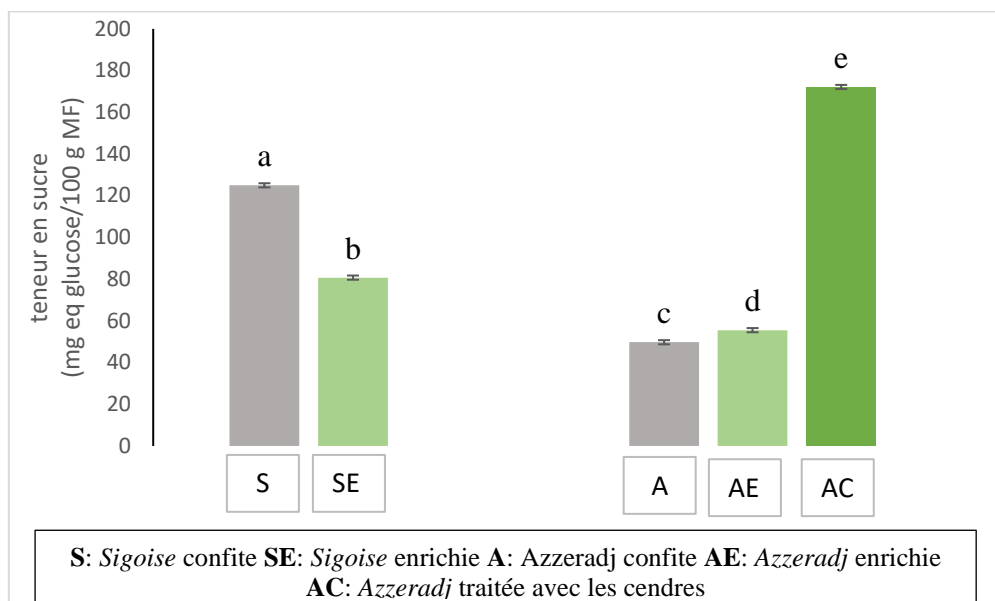


Figure 7 : Teneurs en sucres des différents échantillons analysés

Les moyennes suivies par des lettres différentes montrent une différence significative à $p < 0.5$

L'analyse statistique a montré qu'il n'existe aucune différence significative ($p < 0,05$) entre les olives de la variété *Azzeradj* confites (A) et enrichies (AE), par contre une différence significative est notée entre *Azzeradj* traitées avec la cendre et celles préparées selon le procédé espagnol, aussi entre les olives de la variété *Sigoise* confites (S) et enrichies (SE).

Des teneurs de 124,96mg/100gMF et 80,71 mg/100gMF sont enregistrées pour les olives S et SE, l'enrichissement a engendré une réduction de 35,41%. Par contre, pour la variété *Azzeradj* la teneur est passée de 49,72mg/100g MF à 55,52mg/100g MF après enrichissement, soit une augmentation de 10,44% Ces résultats démontrent que l'effet de l'enrichissement par l'extrait des feuilles d'olivier diffère selon la variété. On constate que les olives AC présentent la teneur la plus élevée en sucres réducteurs (172,13mg/100gMF) Par rapport aux olives élaborées selon le style espagnol.

Le processus de désamérisation affecte la disponibilité des nutriments pendant la phase de fermentation, et considérant que, le phénomène de diffusion des sucres réducteurs n'a pas été quantifié du point de vue du transfert de masse (Maldonado *et al.*, 2008), il ressort que, la libération des sucres des olives diffère pour chaque traitement.

Le traitement des olives avec la lessive augmente le phénomène de perméation au niveau de la peau et de la chair et crée une structure plus poreuse permettant une diffusion plus rapide des sucres hors des olives (Ramírez *et al.*, 2021). La soude désorganise les membranes cytoplasmiques et provoque la rupture des liaisons chimiques dans les polysaccharides

Résultats et Discussion

hemicellulosiques et pectiques, Par conséquent les olives traitées avec la lessive transfèrent une plus grande quantité de sucre vers la saumure. (Maldonado *et al.*, 2008).

Les sucres réducteurs et les glucosides sont la source de base de carbone nécessaire au développement des lactobacilles et autres micro-organismes. Ils passent de la chair de l'olive vers la saumure où ils sont utilisés par les micro-organismes hétérofermentaires ou homofermentaires pour le transformer en acide lactique (Lanza *et al.*, 2013)

Maldonado *et al.*, (2008) ont rapporté que le temps nécessaire pour atteindre la concentration maximale de sucres dans la saumure est inversement proportionnel à la concentration de soude utilisée. Par conséquent le temps de désamérisation des olives avec la cendre est long (45 jours), en raison de la faible concentration de soude dans la cendre. Ceci réduit la diffusion des sucres vers la saumure permettant ainsi de maintenir un taux élevé en sucre.

IV. Les composés phénoliques

IV.1. Les polyphénols totaux : Les teneurs en composés phénoliques des différents échantillons étudiés sont représentés dans la figure ci-dessous :

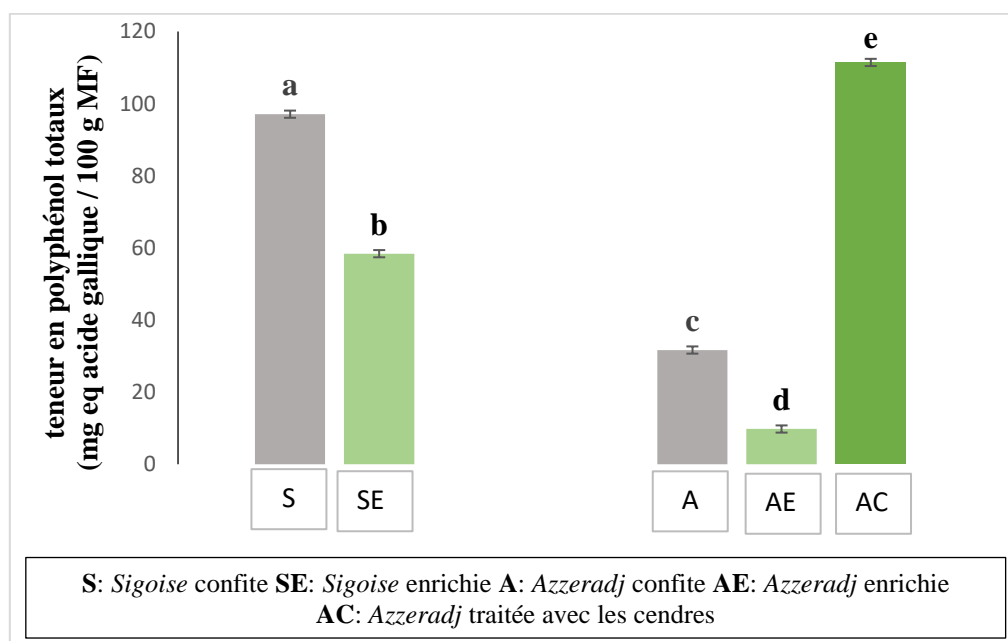


Figure 8 : Teneurs en composés phénoliques des échantillons d'olives de table étudiés

Les moyennes suivies par des lettres différentes montrent une différence significative à $p < 0.5$

L'analyse statistique montre des différences significatives entre les teneurs en polyphénols ($P < 0,05$) des différents échantillons analysés.

D'après les résultats obtenus, on constate que les olives traitées avec la cendre présentent la teneur la plus élevée en polyphénols totaux 111,43mg eq AG /100g MF cette teneur est trois

fois plus élevée que les teneurs enregistrées pour les olives élaborées selon le style espagnol. Par ailleurs, les olives de la variété *Azzeradj* confites ont révélé une teneur en polyphénols estimée à 31,69 mg/100gMF qui représente trois fois la teneur en polyphénols des olives enrichies 9,77mg/100gMF.

Egalement, pour la variété *Sigoise*, l'enrichissement a causé une réduction de 40,29% de la teneur en polyphénols. Les olives vertes des deux variétés : *Azzeradj* et *Sigoise* ont subi une réduction de 69,17% et 40,29% respectivement, ce qui montre que l'enrichissement des olives avec l'extrait de feuille n'a pas pu se faire malgré sa forte teneur en polyphénols. Cela s'explique probablement par le fait qu'une partie de l'oleuropéine a été hydrolysée par les microorganismes contenus dans les olives de table pendant la fermentation en premier lieu (**Lalas et al., 2011**), et en deuxième lieu, par l'hydrolyse de l'oleuropéine en hydroxytyrosol et acide élénolique, (**Malheiro et al., 2011**), ces composés sont plus simples et polaires ce qui facilite leur diffusion vers la saumure (**Maldonado et al., 2008**). En outre, lors de la fermentation, les phénols glucosides sont dégradés et diffusent vers la saumure, par conséquent, à la fin de la fermentation, la saumure d'olive devient un milieu riche de produits à haute valeur ajoutée (**Kiai et Hafidi, 2014 ; Rababah et al., 2020**).

La diffusion des composés phénoliques polaires comme l'hydroxytyrosol se produit de la chair de l'olive à la saumure (**Lalas et al., 2011**). Elle dépend du type de phénols présents dans les olives et de leur capacité à diffuser à l'extérieur du fruit, des caractéristiques du cultivar, de la perméabilité de la peau du fruit ; qui est une barrière naturelle contre la pénétration de la soude et d'autres solutés à l'intérieur des olives ; et des conditions de traitement tels que la concentration de la soude et la température (**Mettouchi et al., 2016**).

La teneur en composés phénoliques des olives AC a montré une élévation de 71%. La quantité des alcalis y compris le sodium est généralement faible dans tous les types de cendres (**Mahendra et al., 1993**) ce qui induit une moindre altération des membranes cytoplasmiques freinant la diffusion des composés, d'où le taux élevé des polyphénols dans les olives de la variété *Azzeradj* traitées avec la cendre comparant aux olives confites de la même variété.

IV.2. Les flavonoïdes

L'analyse statistique montre des différences significatives dans la teneur en flavonoïdes ($P < 0,05$) entre les différents échantillons analysés

Encore une fois, les olives vertes traitées avec la cendre (AC) présentent la teneur la plus élevée en flavonoïdes (2,74mg/100gMF). Il apparait que les olives confites des deux

Résultats et Discussion

variétés étudiées *Sigoise* (S) et *Azzeradj* (A) renferment une teneur largement supérieure à celle des olives enrichies (SE) et (AE).

Une réduction de 53,1% et 46,9% est enregistrée pour les variétés *Sigoise* et *Azzeradj*, respectivement après enrichissement. Aussi, une différence de 60% de la teneur en flavonoïdes est notée entre les olives de la variété *Azzeradj* élaborées selon le procédé espagnol et les olives traitées avec la cendre.

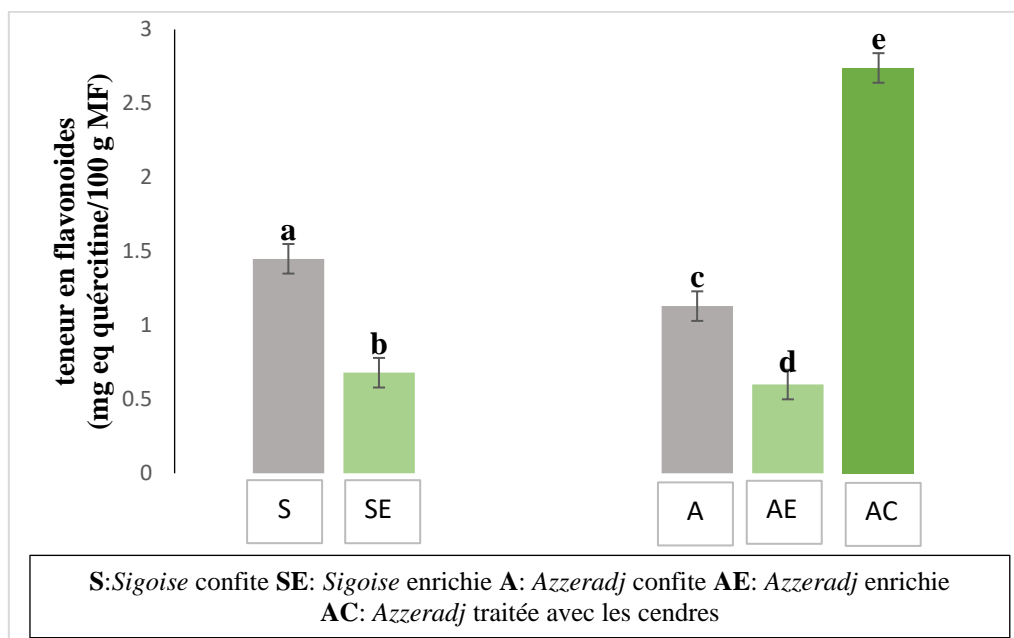


Figure 9 : Teneurs en flavonoïdes des échantillons étudiés

Les moyennes suivies par des lettres différentes montrent une différence significative à $p < 0.5$

La part des flavonoïdes dans les polyphénols totaux est largement supérieure dans les olives de la variété *Azzeradj* enrichies (6,14%) que dans les olives confites (3,56%). Par contre, la part des flavonoïdes des olives enrichies de la variété *Sigoise* (0,13%) est inférieure à celles confites (1,49%).

Les teneurs en flavonoïdes obtenues pour les olives enrichies SE et AE sont faibles par rapport aux olives confites S et A, ce qui reflète un échec de l'enrichissement des olives SE et AE avec les flavonoïdes de l'extrait des feuilles d'olivier.

Les olives traitées avec la cendre (AC) enregistrent un taux élevé en flavonoïdes par rapport aux olives élaborées selon le procédé au style espagnol (A) cela s'explique probablement par le fait que le traitement avec la cendre préserve la sélectivité de la membrane et réduit ainsi la diffusion des flavonoïdes vers la saumure.

IV.3. Les Ortho-diphénols

L'analyse statistique montre des différences significatives dans la teneur en ortho-diphénols ($P < 0,05$) entre les différents échantillons analysés.

Les teneurs en ortho-diphénols se présentent avec la même allure, les olives traitées avec la cendre (AC) étant l'échantillon donnant la teneur la plus élevée (4,67mg/100gMF).

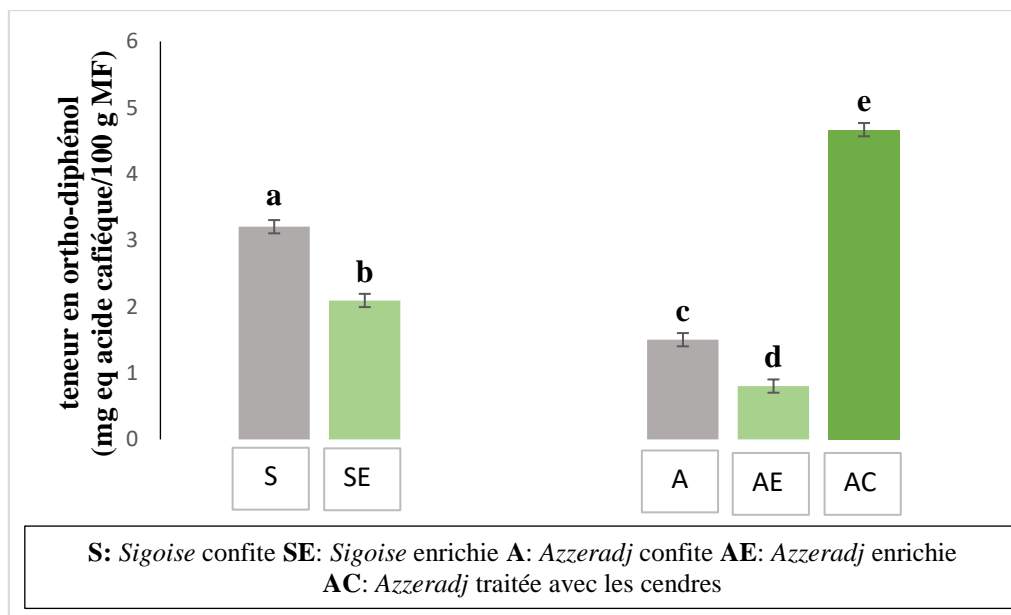


Figure 10 : Teneurs en ortho-diphénols des échantillons étudiés

Les moyennes suivies par des lettres différentes montrent une différence significative à $p < 0,5$

La teneur enregistrée pour les olives de la variété *Azzeradj* confites (A) est de (1,50mg/100gMF) et celles enrichies (AE) étant plus faible (0,8mg/100gMF). Pour la variété *Sigoise*, les teneurs sont de l'ordre de 3,21mg/100gMF et 2,09mg/100gMF pour les olives confites (S) et enrichies (SE), respectivement.

Les olives de la variété *Azzeradj* traitées avec la cendre présentent une teneur en *O*-diphénols trois fois plus élevée que celles élaborées selon le procédé espagnol et celles traitées avec la cendre.

La part des ortho-diphénols par rapport aux polyphénols totaux ne suit pas toujours le même ordre que les teneurs enregistrées ; cette part étant relativement stable pour *Sigoise* entre les deux échantillons étudiés pour les olives analysées (3,30% et 3,57% pour S et SE, respectivement). Pour *Azzeradj*, la part des *O*-diphénols est doublée après enrichissement des olives (4,73% et 8,18% pour A et AE, respectivement). Les olives de la variété *Azzeradj* préparée avec la cendre renferment une part en *O*-diphénols de 4,19% équivalente à celle des olives élaborées à la soude.

Résultats et Discussion

La diminution de la teneur en ortho-diphénols après enrichissement pour la variété *Sigoise* et *Azzeradj* peut s'expliquer par le traitement de désamérisation qui est à l'origine de l'hydrolyse de l'oleuropéine et de la destruction des *ortho*-diphénols (Issaoui *et al.*, 2011).

V. Activité anti-oxydante

V.1. Activité anti-radicalaire

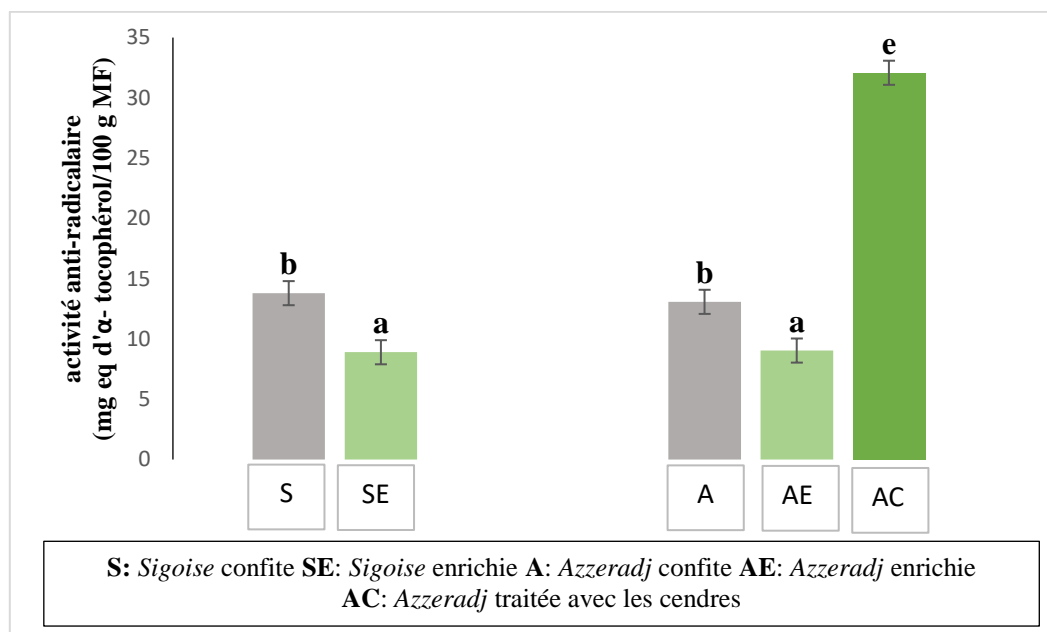


Figure 11: Activités anti-radicalaires des échantillons étudiés.

Les moyennes suivies par des lettres différentes montrent une différence significative à $p < 0.5$

L'analyse statistique montre des différences significatives ($P < 0,05$) entre les activités anti-radicalaires des échantillons étudiés pour chaque variété, ainsi qu'entre l'échantillon élaboré à la cendre et celui à la soude pour *Azzeradj*.

D'après les résultats obtenus, les olives AC présentent l'activité anti-radicalaire la plus élevée qui est de (32,08g/100gMF) ; presque trois fois plus élevée que celle des olives élaborées à la soude. Pour les deux variétés étudiées, les olives enrichies présentent des activités antiradicalaires moindres par rapport aux olives non enrichies. Cette diminution de l'activité antiradicalaire, est estimée à 35% pour la variété *Sigoise* et 30% pour la variété *Azzeradj*.

Les résultats montrent que les composés phénoliques possèdent une capacité à piéger les radicaux DPPH et à interrompre ainsi le processus d'oxydation. La présence des groupements donneurs d'hydrogène augmente l'activité anti-radicalaire en inhibant le DPPH par le transfert d'hydrogène des polyphénols (D'Antuono *et al.*, 2018). Ceci est vérifié par l'existence d'une corrélation entre l'activité antiradicalaire des échantillons et la teneur en polyphénols ($r=0.72$), en flavonoïdes ($r=0.98$) et en O-diphénols ($r=0.87$).

Résultats et Discussion

La diminution de l'activité anti-radicalaire des échantillons enrichis de la variété *Sigoise* et *Azzeradj* est probablement dû à l'enrichissement par l'extrait de feuille d'olivier qui crée un encombrement stérique. Par ailleurs, la présence d'acides (acides lactique et citrique) ou de bases dans le milieu interrompt l'équilibre ionique ce qui perturbe la vitesse de la réaction (Mettouchi *et al.*, 2016).

La valeur de l'activité antiradicalaire obtenue pour les olives traitées avec la cendre est liée à leur contenu phénolique, qui est influencé à la fois par la quantité totale et le profil phénolique (Rababah *et al.*, 2020). L'activité de l'hydroxytyrosol étant plus élevée que celle de l'oleuropéine (Velkov *et al.*, 2007).

Ce constat est également expliqué par la composition de la cendre en oligoéléments tel que le zinc, cuivre, bore, calcium, potassium, fer, sodium, magnésium et le soufre (Siddique, 2012), ces minéraux sont des catalyseurs qui agissent comme cofacteurs des enzymes de défense face aux attaques oxydatives (Van der werf ; 2013).

V.2. Le pouvoir réducteur

L'analyse statistique montre des différences significatives dans le pouvoir réducteur ($P < 0,05$) entre les différents échantillons analysés.

Le pouvoir réducteur le plus élevé est relevé pour les olives traitées avec la cendre (AC), pour les deux variétés étudiées, les olives enrichies présentent un pouvoir réducteur inférieur aux olives non enrichies, ce qui a été précédemment constaté pour l'activité antiradicalaire.

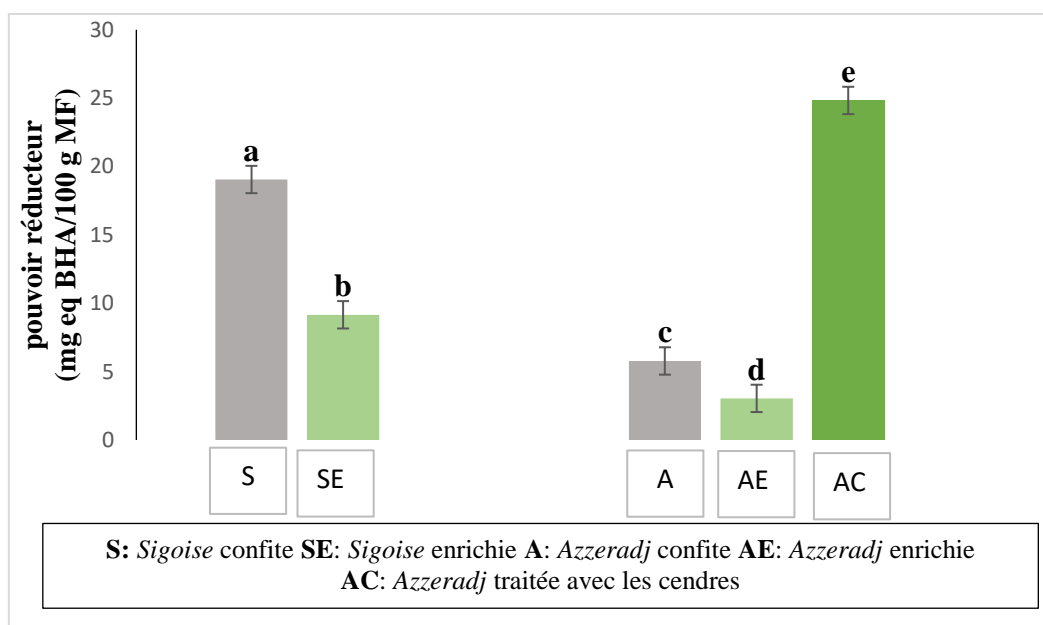


Figure 12 : Le pouvoir réducteur des échantillons étudiés.

Les moyennes suivies par des lettres différentes montrent une différence significative à $p < 0.5$

Résultats et Discussion

L'enrichissement des olives a engendré une réduction de 51.96%, pour la variété *Sigoise* et 47,4% pour la variété *Azzeradj*, ces résultats coïncident avec la réduction en polyphénols totaux, en *ortho*-diphénols et en flavonoïdes. Aussi, la distinction de *Azzeradj* préparée à la cendre est compatible avec son taux plus élevé en composés phénoliques étudiés. Ce qui est confirmé par l'existence d'une corrélation significative entre le pouvoir réducteur et la teneur en polyphénols totaux ($r=0,97$), en O-diphénols ($r=0,98$), et en flavonoïdes ($r= 0,89$).

V.3. Détermination de l'Index Relatif de la Capacité Antioxydante (RACI)



Figure 13 : Représentation graphique des valeurs RACI

Les résultats ont montré que parmi les olives étudiées, seules les olives de la variété *Azzeradj* traitées avec la cendre dénotent une valeur positive de RACI (+1,41) ce qui témoigne de sa plus grande efficacité dans les deux tests. L'indice de capacité antioxydante des olives confites de la variété *Sigoise* est nul alors que celui des olives enrichies de la même variété est négatif (-1.41). Les olives de la variété *Azzeradj* confites et enrichies présentent un RACI de -1.41. Ce qui renseigne d'une moindre implication dans les deux tests.

VI. Analyse sensorielle

Les résultats des trois épreuves par paire effectuées sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau VIII : Les résultats de l'analyse sensorielle

Épreuves	Échantillons	Amertume	Appréciation	Nombre de réponses total	Nombre de réponses le plus élevé
Epreuve 1	Entre S et SE	S= 11 SE= 19	S= 18 SE= 12	30	Amertume= 19 Appréciation= 18
Epreuve 2	Entre A et AC	A= 22 AC= 8	A= 5 AC= 25	30	Amertume= 22 Appréciation= 25
Epreuve 3	Entre S et AC	S= 17 AC= 13	S= 8 AC= 22	30	Amertume= 17 Appréciation= 22

- ✓ Epreuve N°1 : entre les olives de la variété *Sigoise* confites (S) et les olives de la variété *Sigoise* enrichies (SE)
- ✓ Epreuve N°2 : entre les olives de la variété *Azzeradj* confites (A) et les olives de la variété *Azzeradj* traitées avec la cendre (AC)
- ✓ Epreuve N°3 : entre les olives de la variété *Sigoise* confites (S) et les olives de la variété *Azzeradj* traitées avec la cendre (AC)

Résultats et Discussion

Tableau IX : Valeurs critiques pour l'épreuve par paire (Hypothèse bilatérale)

Nombre d'observations	Seuil				Seuil		
	5%	1%	0.1%		5 %	1%	0.1%
1.....	...	...	...	41.....	28	30	32
2.....	...	...	...	42.....	28	30	32
3.....	...	...	...	43.....	29	31	33
4.....	...	...	...	44.....	29	31	34
5.....	...	...	...	45.....	30	32	34
6.....	6	...	...	46.....	31	33	35
7.....	7	...	...	47.....	31	33	36
8.....	8	8	...	48.....	32	34	36
9.....	9	9	...	49.....	32	34	37
10.....	9	10	...	50.....	33	35	37
11.....	10	11	11	52.....	34	36	39
12.....	10	11	12	54.....	35	37	40
13.....	11	12	13	56.....	36	39	41
14.....	12	13	14	58.....	37	40	42
15.....	12	13	14	60.....	39	41	44
16.....	13	14	15				
17.....	13	15	16	62.....	40	42	43
18.....	14	15	17	64.....	41	43	46
19.....	15	16	17	66.....	42	44	47
20.....	15	17	18	68.....	43	46	48
				70.....	44	47	50
21.....	16	17	19				
22.....	17	18	19	72.....	45	48	51
23.....	17	19	20	74.....	46	49	52
24.....	18	19	21	76.....	48	50	53
25.....	18	20	21	78.....	49	51	54
26.....	19	20	22	80.....	50	52	56
27.....	20	21	23				
28.....	20	22	23	82.....	51	54	57
29.....	21	22	24	84.....	52	55	58
30.....	21	23	25	86.....	53	56	59
				88.....	54	57	60
31.....	22	24	25	90	55	58	61
32.....	23	24	26				
33.....	23	25	27	92.....	56	59	63
34.....	24	25	27	94.....	57	60	64
35.....	24	26	28	96.....	59	62	65
36.....	25	27	29	98.....	60	63	66
37.....	25	27	29	100.....	61	64	67
38.....	26	28	30				
39.....	27	28	31				
40.....	27	29	31				

Résultats et Discussion

Epreuve N°1 :

On se référant à la table (Epreuve par paire) qui détermine les valeurs critiques de l'épreuve par paire, $19 < 21$ et $18 < 21$ est le seuil minimal. Ce qui implique qu'il n'existe pas des différences significatives entre le degré d'amertume des échantillons S et SE, les olives de table de la variété *Sigoise* confites et enrichies sont appréciées de la même manière. L'enrichissement des olives vertes de la variété *Sigoise* n'a pas affecté leur qualité organoleptique.

Epreuve N°2 :

✓ Amertume

On se référant à la table (Epreuve par paire) qui détermine les valeurs critiques de l'épreuve par paire, $22 > 21$ qui est le seuil minimal ce qui explique qu'il existe une différence significative au seuil de 5% entre le degré d'amertume de A et AC, les olives de la variété *Azerradj* élaborées selon le procédé au style espagnol sont plus amères que celles traitées avec la cendre avec une certitude de 95%.

✓ Appréciation

On se référant à la table (Epreuve par paire) qui détermine les valeurs critiques de l'épreuve par paire, $25 = 25$ qui est le seuil minimal ce qui explique qu'il existe une différence significative au seuil de 0.1 % entre A et AC, les olives de la variété *Azerradj* traitées avec la cendre sont plus appréciées que les olives confites de la même variété avec une certitude de 99.9%.

Epreuve N°3 :

✓ Amertume

On se référant à la table (Epreuve par paire) qui détermine les valeurs critiques de l'épreuve par paire $17 < 21$ qui est le seuil minimal, ce qui implique qu'il n'existe pas des différences significatives entre le degré d'amertume des échantillons S et AC.

✓ Appréciation

On se référant à la table (Epreuve par paire) qui détermine les valeurs critiques de l'épreuve par paire $22 > 21$ qui est le seuil minimal, ce qui explique qu'il existe une différence significative au seuil de 5% entre le degré d'appréciation de S et AC, les olives de la variété *Azerradj* traitées avec la cendre sont plus appréciées que les olives de la variété *Sigoise* confites élaborées selon le procédé au style espagnol ; considérées comme référence ; avec une certitude de 95%.

Les olives confites et enrichies de la variété *Sigoise* sont appréciées de la même manière, l'enrichissement n'a induit aucun effet sur la qualité organoleptique des olives.

Résultats et Discussion

L'analyse sensorielle a révélé que les échantillons A, S, SE et AC ne présentent aucune amertume, le traitement des olives avec la cendre a permis la désamérisation totale des olives, il possède la même efficacité que le procédé chimique avec NaOH.

L'épreuve N°2 a rapporté que les olives de la variété *Azzeradj* traitées avec la cendre sont largement plus appréciées que les olives élaborées selon le procédé au style espagnol, le procédé de désamérisation avec la cendre améliore la qualité organoleptique des olives.

Néanmoins, la couleur des olives traitées à la cendre est atténuée par dégradation des chlorophylles qui confèrent à l'olive la couleur verte. Les olives traitées selon le style espagnol préservent leur couleur, par contre les olives AC noircissent. Lors de la fermentation des olives traitées avec la cendre, une forte teneur en acides est produite, ces acides sont responsables de la dégradation des chlorophylles par déchélation de l'ion Mg en donnant des composés bruns appelés phéophytines d'où le noircissement des olives AC.

Conclusion

Conclusion

Notre travail s'inscrit dans le cadre de la mise au point de nouvelles stratégies d'élaboration des olives vertes visant à la minimisation des pertes engendrées par le procédé au style espagnol. Deux solutions ont été étudiées : l'enrichissement des olives avec l'extrait de feuille d'olivier d'une part, et la désamérisation des olives avec la cendre de bois d'autre part.

L'enrichissement des olives avec la feuille a engendré une perte en composés phénoliques, une réduction de 40,29%, 53,1% et 34% pour les polyphénols totaux, les flavonoïdes et les ortho-diphénols. Pour la variété *Azzeradj* l'abaissement est de 69,17%, 46,9% et 47.6% pour les polyphénols totaux, les flavonoïdes et les ortho-diphénols respectivement.

Le traitement des olives avec la cendre aboutit à des olives plus riches en polyphénols totaux (111.43 mg/100g MF), en flavonoïdes (2.74 mg/100g MF) et en ortho-diphénols (6.67 mg/100g MF) par rapport aux olives enrichies avec l'extrait de feuille d'olivier. Ce qui confirme que ce procédé préserve les principes actifs des olives conservant sa valeur nutritionnelle.

L'indice de capacité anti-oxydante RACI des olives enrichies des variétés *Azzeradj* et *Sigoise* est négatif (-1.41), l'enrichissement n'a pas affecté l'activité anti-oxydante de la variété *Azzeradj* par contre pour la variété *Sigoise*, cette activité s'est trouvée réduite après enrichissement. Les olives de la variété *Azzeradj* traitées avec la cendre présente la valeur de RACI la plus élevée qui est de (+1.41) témoignant de l'efficacité de l'extrait d'*Azzeradj* élaboré à la cendre à participer à l'activité antioxydante des différents tests. Ce qui reflète l'efficacité de cette méthode d'élaboration dans la préservation de la capacité antioxydante des échantillons, en comparaison à la méthode traditionnelle au style espagnol.

L'analyse sensorielle a révélé une appréciation particulière attribuée aux olives de la variété *Azzeradj* traitées avec la cendre, ce procédé a permis l'amélioration de la qualité organoleptique des olives.

L'ensemble de ces résultats a approuvé que la désamérisation des olives avec la cendre de bois est une méthode traditionnelle prometteuse, c'est un procédé naturel dépourvu de substances chimiques qui garde la structure de l'olive intacte après le traitement. De plus le produit fini a préservé sa forte teneur en composés bioactifs et a attiré l'attention des dégustateurs par sa qualité organoleptique particulière.

Conclusion

Il est souhaitable de compléter et d'approfondir ce travail par :

- ❖ Etudier la composition ainsi que les paramètres physico-chimiques de la cendre de bois.
- ❖ Optimisation des conditions du procédé de désamérisation avec la cendre (Quantité de cendre, Temps, Température et granulométrie)
- ❖ Apporter des modifications sur le procédé de désamérisation avec la cendre, tels que la séparation des deux phases : désamérisation et saumurage.
- ❖ Appliquer la désamérisation avec la cendre de bois sur des olives sans entailles d'autres variétés.
- ❖ Déterminer le profil en CP, en AG et en minéraux des olives traitées avec la cendre.
- ❖ Procéder l'enrichissement avec l'extrait de feuille d'olivier sur les olives traitées avec la cendre.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

- **Abdel-Shafy, H. I., Schories, G., Mohamed-Mansour, M. S., & Bordei, V. (2015).** Integrated membranes for the recovery and concentration of antioxidant from olive mill wastewater. *Desalination and Water Treatment*, 56(2), 305–314.
- **Abriouel, H., Benomar, N., Gálvez, A., & Pérez Pulido, R. (2014).** Preservation of Manzanilla Aloreña cracked green table olives by high hydrostatic pressure treatments singly or in combination with natural antimicrobials. *LWT - Food Science and Technology*, 56(2), 427–431.
- **Ait Chabane, F., Rovellini, P., Boucheffa, S., Medina, E., & Tamendjari, A. (2020).** Quality of lipid fraction during Spanish-style table olives processing of Sigoise and Azzeradj cultivars. *Food Control*, 111.
- **Amourettim C. et Comet G. 2000.** Le livre de l'olivier. Edisud, 191.
- **Argyri, A. A., Nisiotou, A. A., Pramateftaki, P., Doulgeraki, A. I., Panagou, E. Z., & Tassou, C. C. (2015).** Preservation of green table olives fermented with lactic acid bacteria with probiotic potential under modified atmosphere packaging. *LWT - Food Science and Technology*, 62(1), 783–790.
- **Ariani, A., Vincenzetti, S., & Polidori, P. (2019).** Nutritional Properties of Table Olives and Their Use in Cocktails. In *Nutrients in Beverages*. Elsevier, 509–541.
- **Arroyo-López, F. N., Bautista-Gallego, J., Rodríguez-Gómez, F., & Garrido-Fernández, A. (2010).** Predictive microbiology and table olives, 1-11.
- **Athamena, S., Chalghem, I., Kassah-Laouar, A., & Laroui, S. (2010).** Activité anti-oxydante et antimicrobienne d'extraits de Cuminum Cyminum L. *Lebanese Science Journal*, 11(1), 14. 69-78.

B

- **Bati, C., Santilli, E., Guagliardi, I., Toscano, P. (2012).** Cultivation techniques. In Muzzalupo, I. *Olive Germplasm - The Olive Cultivation, Table Olive and Olive Oil industry in Italy*.

- **Bendini, A., Bonoli, M., Cerretani, L., Biguzzi, B., Lercker, G., & Toschi, T. G. (2003).** Liquid–liquid and solid-phase extractions of phenols from virgin olive oil and their separation by chromatographic and electrophoretic methods. *Journal of Chromatography A*, 985(1-2), 425-433.
- **Benguendouz, A. (2019).** Caractérisation nutritionnelle, toxicologique et aptitudes technologiques de «Sardine pilchardus» pêchée dans la côte Algérienne. M. SelseletAttou Ghalem. Thèse de doctorat. Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem. 163.
- **Bianchi, G. (2003).** Lipids and phenols in table olives. *European journal of lipids and science Technology*, 105: 229-242.
- **Boskou, G., Salta, F. N., Chrysostomou, S., Mylona, A., Chiou, A., & Andrikopoulos, N. K. (2006).** Antioxidant capacity and phenolic profile of table olives from the Greek market. *Food Chemistry*, 558-564.
- **Botsoglou, E., Govaris, A., Fletouris, D., & Botsoglou, N. (2012).** Lipid oxidation of stored eggs enriched with very long chain n–3 fatty acids, as affected by dietary olive leaves (*Olea europea L.*) or α -tocopheryl acetate supplementation. *Food Chemistry*, 134(2), 1059–1068.
- **Boulday, D., & Marcovecchio, F. (2016).** Valorisation des cendres issues de la combustion de biomasse. *Revue des gisements et des procédés associés*, 92.
- **Brenes, M., & Kailis, S. G. (2021).** Naturally processed table olives, their preservation and uses. In *Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention*. Elsevier, 15–25.

C

- **Campus M., Değirmencioglu N & Comunian R. (2018).** Technologies and Trends to Improve Table Olive Quality and Safety. *Frontiers in microbiology*, 9: 617.
- **Campus, M., Sedda, P., Cauli, E., Piras, F., Comunian, R., Paba, A., Bandino, G. (2015).** Evaluation of a single strain starter culture, a selected inoculum enrichment, and natural microflora in the processing of Tonda di Cagliari natural table olives: Impact on chemical, microbiological, sensory and texture quality. *LWT - Food Science and Technology*, 64(2), 671–677.

- **Caponio, F., Difonzo, G., Calasso, M., Cosmai, L., & De Angelis, M. (2019).** Effects of olive leaf extract addition on fermentative and oxidative processes of table olives and their nutritional properties. *Food Research International*, 116, 1306–1317.
- **Chammem N., Kachouri M., Mejri M., Peres C., Boudabous A., Hamdi M. (2005).** Combined effect of alkali pretreatment and sodium chloride addition on the olive fermentation process. *Bioresearch Technology*, 96 (11):1311-1316.
- **Chiappetta, A., & Muzzalupo, I. (2012).** Botanical Description 23. In Muzzalupo, I. *Olive Germplasm - The Olive Cultivation, Table Olive and Olive Oil industry in Italy.*
- **Ciqual. (2013),** Table de composition nutritionnelle des aliments. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses). France.
- **Ciqual. (2020),** Table de composition nutritionnelle des aliments. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses). France.
- **Code des pratiques loyales pour les olives de table (2018),** fédérations des industries condimentaires de France.
- **COI (2004).** Conseil Oléicole International. Original : FRANÇAIS
- **COI (2021).** Conseil Oléicole International. Original : FRANÇAIS
- **COI (2022).** Conseil Oléicole International. Original : FRANÇAIS
- **Conte, P., Fadda, C., Del Caro, A., Urgeghe, P. P., & Piga, A. (2020).** Table Olives: An Overview on Effects of Processing on Nutritional and Sensory Quality. *Foods*, 9(4), 514.
- **Guide de bonnes pratiques de fabrication des olives de table (2007),** royaume du maroc ministère de l’agriculture du développement rural et des pêches maritimes.

D

- **D’Antuono, I., Bruno, A., Linsalata, V., Minervini, F., Garbetta, A., Tufariello, M. Cardinali, A. (2018).** Fermented Apulian table olives: Effect of selected microbial starters on polyphenols composition, antioxidant activities and bioaccessibility. *Food Chemistry*, 248, 137–145.
- **De Angelis, M., Campanella, D., Cosmai, L., Summo, C., Rizzello, C. G., & Caponio, F. (2015).** Microbiota and metabolome of un-started and started Greek-type fermentation of Bella di Cerignola table olives. *Food Microbiology*, 52, 18–30

- **De Castro, A., Ruiz-Barba, J. L., Romero, C., Sánchez, A. H., García, P., & Brenes, M. (2022).** Formation of gas pocket defect in Spanish-style green olives by the halophile *Celerinatantimonas* sp. *Food Control*, 136
- **Deleuze, C., Micheneau, C., Richter, C., Boulanger, V., Gardette, Y.-M., Brethes, A., ... Rantien, C. (2012).** Le retour des cendres de bois en forêt : opportunités et limites. *Rendez-vous Techniques de l'ONF*, (35), 16–28.
- **Doulgeraki, A. I., Pramateftaki, P., Argyri, A. A., Nychas, G.-J. E., Tassou, C. C., & Panagou, E. Z. (2013).** Molecular characterization of lactic acid bacteria isolated from industrially fermented Greek table olives. *LWT - Food Science and Technology*, 50(1), 353–356.
- **Duedahl-Olesen, L., Wilde, A. S., Dagnæs-Hansen, M. P., Mikkelsen, A., Olesen, P. T., & Granby, K. (2022).** Acrylamide in commercial table olives and the effect of domestic cooking. *Food Control*, 132.

G

- **García-Serrano, P., de los Santos, B., Sánchez, A. H., Romero, C., Aguado, A., García-García, P., & Brenes, M. (2020).** Progress on green table olive processing with KOH and wastewaters reuse for agricultural purposes. *Science of The Total Environment*, 1-746.
- **Greche, H., & Ennabili, A. (2007).** Recherches sur les plantes aromatiques et médicinales, congrès international organisé par l'Institut National des Plantes Médicinales et Aromatiques (INPMA) à Mezraoua et Fès, Maroc, 1-416.

I

- **Idrissi I.J., Rahmani M. & Souizi A.A. (2004).** Essais de désamérisation biologique des olives de table à échelle industrielle. *Olivae*, 101: 34-37.

H

- **Habibi M., Golmakani M T., Mesbahi G., Majzoubi M & Farahnaky A. (2015).** Ultrasound-accelerated debittering of olive fruits. *Food chemistry*, 192: 775-781.
- **Harp B. P., Scholl P. F., Gray P. J., & Delmonte P. (2020).** Quantitation of copper chlorophylls in green table olives by ultra-high-performance liquid chromatography with inductively coupled plasma isotope dilution mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 461008.
- **Himour, S., Yahia, A., Belattar, H., & Bellebcir, L. (2016).** Etude phytochimique de feuilles d'Olea europaea L. var Chemlel d'Algérie, *Journal de valorisation de bioresources* 01(1), 6. 34-38.

K

- **Kiai, H., & Hafidi, A. (2014).** Chemical composition changes in four green olive cultivars during spontaneous fermentation. *LWT - Food Science and Technology*, 57(2), 663–670.
- **Kiritsakis, K., Goula, A. M., Adamopoulos, K. G., & Gerasopoulos, D. (2018).** Valorization of Olive Leaves: Spray Drying of Olive Leaf Extract. *Waste and Biomass Valorization*, 9(4), 619–633.
- **Khadhri, A., El mokni, R., Smiti, S. (2012).** Composés phénoliques et activités antioxydantes de deux extraits de chardon a Glu : *Atractylis gummifera*, *Revue nationale tunisienne des sciences sociales*. 46, 44-52.
- **Khizrieva, S. S., Borisenko, S. N., Maksimenko, E. V., Borisenko, N. I., & Minkin, V. I. (2021).** Study of the Composition and Anti-Acetylcholinesterase Activity of Olive Leaf (*Olea europea L.*) Extracts Obtained in Subcritical Water. *Russian Journal of Physical Chemistry B*, 15(8), 1286–1290.
- **Khoudali, S. (2014).** Étude de l'activité antioxydante et de l'action anti corrosion de l'extrait méthanolique des feuilles du palmier nain (*Chamaerops humilis L.*) du Maroc Study of antioxidant activity and anticorrosion action of the methanol extract of dwarf palm leaves (*Chamaerops humilis L.*) from Morocco, *Journal of materials and environmental science*, 5(3), 887-898.

L

- **Lalas S., Athanasiadis V., Gortzi O., Bounitsi M., Giovanoudis I., Tsaknis J. & Bogiatzis F. (2011).** Enrichment of table olives with polyphenols extracted from olive leaves. *Food Chemistry*, 127, 1521–1525.
- **Lanza, B. (2012).** Nutritional and Sensory Quality of Table Olives. *OLIVE GERMPLASM THE OLIVE CULTIVATION, TABLE OLIVE AND OLIVE OIL INDUSTRY IN ITALY*. Muzzalupo.I.Chap 16, 344-365.
- **Lorini, A., Aranha, B. C., Antunes, B. da F., Otero, D. M., Jacques, A. C., & Zambiasi, R. C. (2021).** Metabolic profile of olive leaves of different cultivars and collection times. *Food Chemistry*, 345, 1-8.

M

- **Mahhou, A., Jermmouni, A., Hadiddou, A., Oukabli, A., & Mamouni, A. (2014).** Période de récolte et caractéristiques de l'huile d'olive de quatre variétés en irrigué dans la région de Meknès, *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires* 2(2), 5-15.
- **Makuasa, D. A., & Ningsih, P. (2020).** The Analysis of Total Flavonoid Levels In Young Leaves and Old Soursop Leaves (*Annona muricata* L.) Using UV-Vis Spectroscopy Methods. *Journal of Applied Science, Engineering, Technology, and Education*, 2(1), 11–17.
- **Maldonado, M. B., Zuritz, C. A., & Assof, M. V. (2008).** Diffusion of glucose and sodium chloride in green olives during curing as affected by lye treatment. *Journal of Food Engineering*, 84(2), 224–230.
- **Malheiro, R., Sousa, A., Casal, S., Bento, A., & Pereira, J. A. (2011).** Cultivar effect on the phenolic composition and antioxidant potential of stoned table olives. *Food and Chemical Toxicology*, 49(2), 450–457.
- **Martín-Vertedor, D., Fernández, A., Hernández, A., Arias-Calderón, R., Delgado-Adámez, J., & Pérez-Nevado, F. (2020).** Acrylamide reduction after phenols addition to Californian-style black olives. *Food Control*, 108.

- **Martín-Vertedor, D., Rodrigues, N., Marx, Í. M. G., Dias, L. G., Veloso, A. C. A., Pereira, J. A., & Peres, A. M. (2020).** Assessing acrylamide content in sterilized Californian-style black table olives using HPLC-MS-QQQ and a potentiometric electronic tongue. *LWT*, 129.
- **Martín-Vertedor, D., Rodrigues, N., Marx, Í. M. G., Veloso, A. C. A., Peres, A. M., & Pereira, J. A. (2020).** Impact of thermal sterilization on the physicochemical-sensory characteristics of Californian-style black olives and its assessment using an electronic tongue. *Food Control*, 117.
- **Martiny, T. R., Dotto, G. L., Raghavan, V., de Moraes, C. C., & da Rosa, G. S. (2021).** Freezing effect on the oleuropein content of olive leaves extracts obtained from microwave-assisted extraction. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 1-6.
- **Mehtougui, S. M., Kerfouf, A., Mehtougui, F., Ardjoum, S., & Benyahia, M. (2013).** Impacts du Dessalement D'eau de mer sur les Écosystèmes Littoraux : cas de Deux Unités de L'ouest Algérien (Bousfer et Bouzedjar), 6. *European Journal of Scientific Research*. 245-249.
- **Mettouchi, S., Sacchi, R., Ould Moussa, Z. E. D., Paduano, A., Savarese, M., & Tamendjari, A. (2016).** Effect of Spanish style processing on the phenolic compounds and antioxidant activity of Algerian green table olives. *Grasas y Aceites*, 67(1), 114.
- **Milohin, G. S. G.(2019).** Valorisation de rebuts de bouteilles en verre et des cendres de bois dans la fabrication de briques en argile cuite, *Génie Civil – Matériaux et Structures, Énergie et Mécanique*. France: Université de Lorraine, 259.
- **Mortensen, L. H., Rønn, R., & Vestergård, M. (2018).** Bioaccumulation of cadmium in soil organisms – With focus on wood ash application. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 156, 452–462.
- **Mulu, E., M'Arimi, M. M., Ramkat, R. C., & Mecha, A. C. (2021).** Potential of wood ash in purification of biogas. *Energy for Sustainable Development*, 65, 45–52.

O

- **Ollivier, D., Boubault, E., Pinatel, C., Souillol, S., Guérère, M., & Artaud, J. (2004).** Analyse de la fraction phénolique des huiles d'olive vierges, Annales des falsifications, de l'expertise chimique et toxicologique, 19. 169-196.
- **Othman, N. B., Roblain, D., Chammen, N., Thonart, P., & Hamdi, M. (2009).** Antioxydant phenolic compounds loss during the fermentation of Chétoui olives. Food Chemistry, 116(3), 662-669.

P

- **Parinos C.-S., Stalikas C.-D., Giannopoulos T.S. & Pilidis G.-A. (2007).** Chemical and physicochemical profile of wastewaters produced from the different stages of Spanish green olive processing. Journal of Hazardous Material, 145: 339-343.
- **Preedy, V. R., & Watson, R. R. (2021).** Olives and olive oil in health and disease prevention.

R

- **Rababah, T. M., Al- u'datt, M., Al-Mahasneh, M., Gammoh, S., Mahili, H., & Ajouly, T. (2020).** Effect of different fermentation processes on the phytochemical properties of green table Olives. Revista Brasileira de Fruticultura, 42(1), e-409, 1-9.
- **Ramírez, E., Brenes, M., de Castro, A., Romero, C., & Medina, E. (2017).** Oleuropein hydrolysis by lactic acid bacteria in natural green olives. LWT, 78, 165–171.
- **Ramírez, E., Vives Lara, E., A, V., & Rodríguez-Gómez, F. (2021).** Proposal for technological adaptation of small-sized green olives to Spanish-STYLE processing. Food Control, 126, 1-6.
- **Rehl, E., Reimer, K. B., & Rutherford, P. M. (2022).** pH-dependent release of elements from hardened and non-hardened wood ash. Waste Management, 138, 140–147.
- **Romero-Márquez, J. M., Navarro-Hortal, M. D., Jiménez-Trigo, V., Vera-Ramírez, L., Forbes-Hernández, T. J., Esteban-Muñoz, A., Quiles, J. L. (2022).** An oleuropein rich-olive (*Olea europaea* L.) leaf extract reduces β -amyloid and tau proteotoxicity through regulation of oxidative- and heat shock-stress responses in *Caenorhabditis elegans*. Food and Chemical Toxicology, 162.

- **Ruiz-Barba, J. L., & Jiménez-Díaz, R. (2012).** A novel *Lactobacillus pentosus*-paired starter culture for Spanish-style green olive fermentation. *Food Microbiology*, 30(1), 253–259.
- **Ryan, D., Antolovich, M., Prenzler, P., Robards, K., & Lavee, S. (2002).** Biotransformations of phenolic compounds in *Olea europaea* L. *Scientia Horticulturae*, 92(2), 147-176.

S

- **Seck, M., Sall, C., Gueye, P., Seck, I., Dioum, M., Lembachar, Z., Dieye, T. (2015).** Etude de l'activité antifalcémiant de l'extraits de racines de *Leptadenia hastata* Decne. (Asclepiadaceae). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(3), 1375-1383.
- **Semenuik, N. (2019).** La cendre : maison, jardin, beauté. Paris: "Rustica" éditions.
- **Siddique, R. (2012).** Utilization of wood ash in concrete manufacturing. *Resources, Conservation and Recycling*, 67, 27–33.

T

- **Talhaoui, N., Taamalli, A., Gómez-Caravaca, A. M., Fernández-Gutiérrez, A., & Segura-Carretero, A. (2015).** Phenolic compounds in olive leaves: Analytical determination, biotic and abiotic influence, and health benefits. *Food Research International*, 77, 92-108.
- **Touaibia, M., & Chaouch, F. Z. (2014).** Evaluation de l'activité anti-oxydante des extraits aqueux, méthanolique et éthanolique de l'espèce saharo-endémique *Myrtus nivellei* Batt et Trab. (Myrtaceae), *International Journal of Innovation and Applied Studies* 6(3), 15. 407-412.

V

- **Van der werf, R. (2013).** Evaluation du pouvoir anti-oxydant des aliments : recherche de leurs effets modulateurs sur le stress oxydant dans le cas du diabète. *Chimie analytique*. Université de Strasbourg, 1-250.
- **Velkov, Z. A., Kolev, M. K., & Tadjer, A. V. (2007).** Modeling and Statistical Analysis of DPPH Scavenging Activity of Phenolics. *Collection of Czechoslovak Chemical Communications*, 72(11), 1461–1471.

Z

- **Zhan, Y., Dong, C. H., & Yao, Y. J. (2006).** Antioxidant Activities of Aqueous Extract from Cultivated Fruit - bodies of *Cordyceps militaris* (L.). *Journal of integrative plant biology*, 48(11), 1365-1370.

Annexes

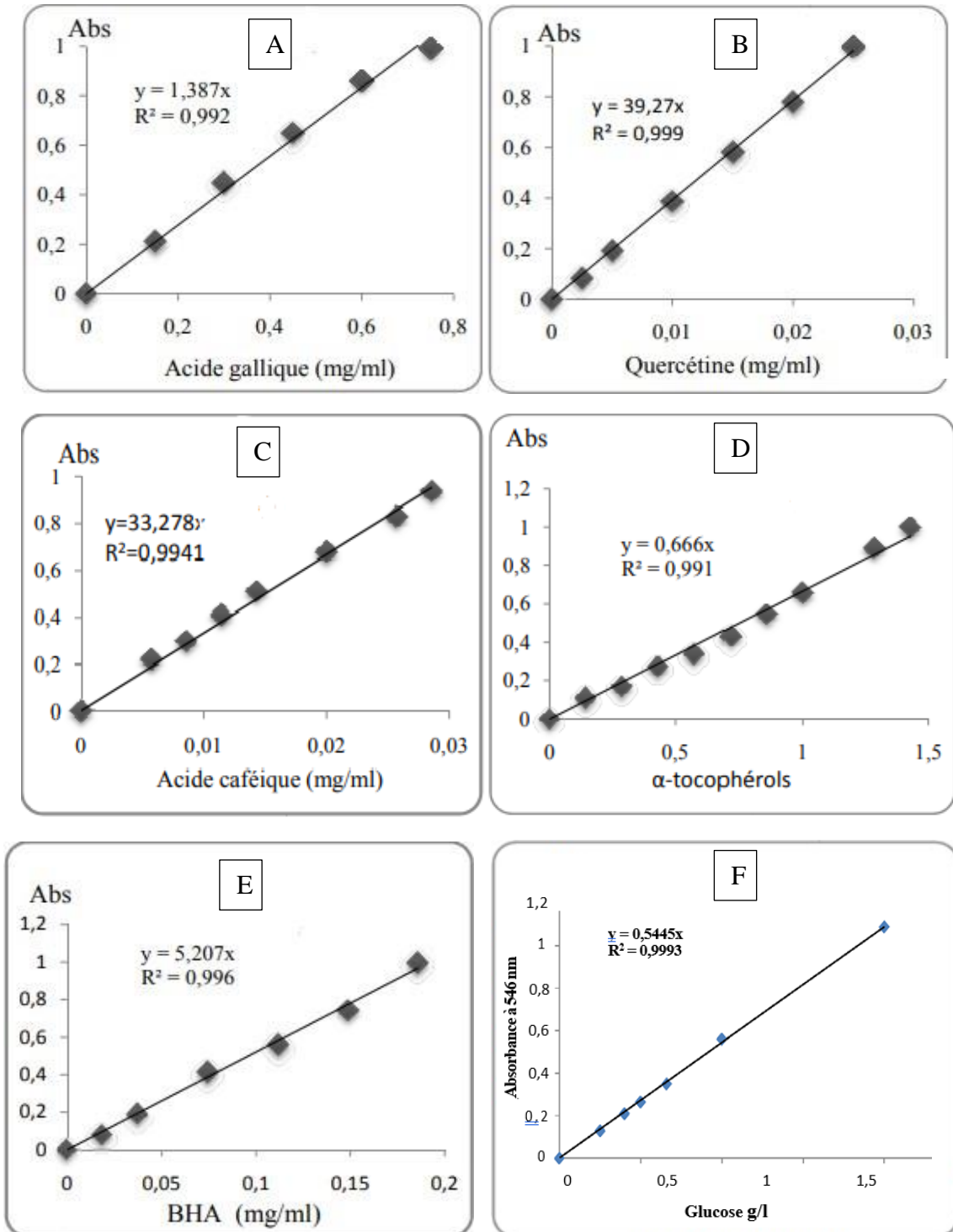


Figure 14 : Courbes d'étalonnage pour le dosage des polyphénols « A », des flavonoïdes « B », des ortho-diphénols « C », activité anti-radicalaire « D » et de pouvoir réducteur « E » et des sucres réducteurs « F ».

Age :

Date 13/06/2022

Produit : **Olives de table**

1/ Deux échantillons d'olives de table codés A et B vous sont présentés, vous commencez par goûter l'échantillon A puis vous passez à B
Des deux échantillons, quel est celui :

Qui est le plus amer

Quel est l'échantillon que vous préférez ?

- Attribuez le code de l'échantillon dans la case

2/ Deux échantillons d'olives de table codés C et D vous sont présentés, vous commencez par goûter l'échantillon D puis vous passez à C
Des deux échantillons, quel est celui :

Qui est le plus amer

Quel est l'échantillon que vous préférez ?

- Attribuez le code de l'échantillon dans la case

3/ Deux échantillons d'olives de table codés A et D vous sont présentés, vous commencez par goûter l'échantillon A puis vous passez à D
Des deux échantillons, quel est celui :

Qui est le plus amer

Quel est l'échantillon que vous préférez ?

- Attribuez le code de l'échantillon dans la case

Figure 15 : Questionnaire de l'analyse sensorielle

Résumé

L'étude réalisée vise à l'amélioration de la valeur biologique des olives de table vertes par essai d'enrichissement avec l'extrait de feuille d'olivier et de désamérisation des olives avec la cendre de bois. Après enrichissement avec l'extrait de feuille d'olivier les olives ont montré des pertes considérables en polyphénols totaux, 40.29% pour la variété *Sigoise* et 69.17% pour la variété *Azzeradj*. La méthode de désamérisation avec la cendre de bois a donné des résultats positifs, un taux plus élevé en polyphénols, soit une différence de 71,56% par rapport aux olives préparées selon le procédé espagnol. En parallèle, une augmentation de la capacité antioxydante des olives traitées avec la cendre est notée (70%) par rapport aux olives confites et enrichies élaborées selon le style espagnol. L'analyse sensorielle a révélé une nette préférence des consommateurs pour les olives traitées avec la cendre. Les résultats de l'étude indiquent que l'élaboration des olives vertes avec la cendre de bois est une bonne stratégie pour rehausser la qualité biologique des olives.

Mots clés : Olives de table, Désamérisation, Enrichissement, Feuille d'olivier, Cendres, Composés phénoliques, Activité anti-oxydante.

Summary

The study carried out aims to improve the biological value of green table olives using olive leaf extract and debittering of olives with wood ash. After enrichment with olive leaf extract, the olives showed considerable losses in total polyphenols, 40.29% for the *Sigoise* variety and 69.17% for the *Azzeradj* variety. The method of debittering with wood ash gave positive results, a higher rate of polyphenols, a difference of 71.56% compared to olives prepared according to the Spanish process. In parallel, an increase in the antioxidant capacity of olives treated with ash is noted (70%) compared to candied and enriched olives produced according to the Spanish style. Sensory analysis revealed a clear consumer preference for olives treated with ash. The results of the study indicate that the elaboration of green olives with wood ash is a good strategy to enhance the biological quality of olives.

Keywords: Table olives, Debittering, Enrichment, Olive leaf, Ash, Phenolic compounds, Antioxidant activity.