

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

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Département des Sciences Alimentaires**  
**Filière : Sciences Alimentaires**  
**Spécialité : Conservation des Aliments et Emballage**



**Réf:.....**

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

**MASTER**

***Thème***

**Etude de l'interaction contenu-contenant dans  
l'emballage des olives de table**

**Présenté par :**

**FERKIOUI Ilicia et ABBAS Linda**

**Soutenu le : 04/07/2024**

**Devant le jury composé de :**

Mme. SIDANE D.	MCB	Présidente
Mme. TAMENDJARI S.	MCA	Encadrante
Mme. BENMERAD C.	MCA	Co-Encadrante
M. BOUDJOUAN F.	MCA	Examineur

**Année universitaire : 2023 / 2024**

## **Remerciements**

*Nous tenons à remercier le bon Dieu pour Sa guidance, Sa protection et Ses bénédictions tout au long de la réalisation de ce mémoire.*

*Nous sommes profondément reconnaissantes à notre encadrante **Mme Tamendjari** pour sa patience, son expertise, et ses précieux conseils tout au long de ce projet. Ses remarques constructives et son soutien constant ont été déterminants pour mener à bien ce travail.*

*Nous remercions également notre Co-encadrante **Mme Benmerad** pour son aide précieuse et ses éclairages pertinents qui ont grandement enrichi ce mémoire.*

*Nous tenons à remercier sincèrement les membres du jury, **Mr Boujouane** et **Mme Sidane** pour leur temps, leur expertise et leurs précieux commentaires. Leur évaluation rigoureuse et leurs remarques constructives ont permis d'améliorer significativement la qualité de ce mémoire.*

## **Dédicaces**

*À mes chers parents,*

*Ce mémoire est dédié à vous, pour votre amour inconditionnel, votre soutien sans faille et vos encouragements constants. Votre confiance en moi et vos sacrifices ont été les piliers de mon succès. Merci de m'avoir toujours inspiré à donner le meilleur de moi-même et de m'avoir soutenu tout au long de ce parcours universitaire.*

*À mes chères sœurs,*

*Ce mémoire vous est dédié, pour votre soutien indéfectible, votre amour et vos encouragements constants. Votre présence a été une source inestimable de motivation et de réconfort tout au long de ce parcours. Merci de croire en moi et de m'inspirer à atteindre mes objectifs.*

*À ma famille,*

*Je dédie ce mémoire à vous, qui avez été ma source de force, d'inspiration et de soutien. Vos encouragements constants, votre amour inébranlable et votre foi en moi ont été essentiels pour la réalisation de ce travail.*

*À mes chers (e) amis (es) et camarades,*

*Merci pour les moments de joie, les éclats de rire, les discussions profondes et les encouragements constants. Votre présence rend chaque journée plus lumineuse et chaque défi plus surmontable*

*Ilicia*

## **Dédicaces**

*Je dédie ce modeste travail*

*À ma mère, pilier de la vie, source infinie d'amour et force un exemple de bravoure face à l'adversité, une guerrière affronte la maladie avec une détermination sans faille. Ton courage et ta résilience sont une source d'inspiration inégalée. Merci pour ta force et ton amour infini.*

*A mon cher papa qui m'a donné tout, un véritable héros pour moi.*

*A ma grand-mère, la plus douce.*

*A mes frères Saïd et Salim qui sont toujours là pour moi.*

*A ma sœur unique et son mari.*

*A la plus belle nièce, Mayless.*

*A mes chers oncles Mohamed, Malek, et Hamid, ainsi qu'à leurs femmes qui m'aiment et me soutiennent toujours.*

*A mes amis Falaala, Isma, Hiba, Amel, Hanane, Hayet.*

*Aux plus belles Lilia, Hoda, Safa, Dina.*

*Et à toutes les personnes qui m'aiment et qui me sont proches.*

*Linda*



# Sommaire

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction générale.....	1

## Synthèse bibliographique

I. Olives de table.....	3
I.1. Définition .....	3
I.2. Structure de l'olive .....	3
I.3. Composition des olives de table.....	3
I.4. Méthode de traitement.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
I.5. Types d'olives.....	5
II. Généralités sur les emballages plastiques.....	6
II.1. Quelques définitions .....	7
II.2. Classification des polymères selon les propriétés thermiques .....	7
II.2.1. Polypropylène.....	8
II.2.2. Propriété du polypropylène .....	9
III. Emballages alimentaires .....	9
III.5. Interaction contenu/contenant.....	10
III.5.3.1. Migrants potentiels .....	12
III.6. Réglementations et normes.....	12

## Matériel et méthode

I. Matériaux utilisés.....	13
I.1. Echantillonnage .....	13
I.2. Emballage en polypropylène .....	13
II. Analyses physicochimiques des olives .....	14
II.1. Teneur en eau .....	14
II.2. Acidité titrable des olives.....	14
II.3. Dosage des sucres .....	14
II.4. Taux de sel .....	15
II.5. Dosage des composés phénoliques .....	15

II.5.1. Préparation des extraits .....	15
III. Caractérisation de l’emballage .....	16
III.1. Spectroscopie infrarouge à transformée de fourrier (IRTF) .....	16
III.2. Test d’absorption d'eau .....	17
III.3. Test de traction.....	17
III.4. Test de choc .....	18
III.5. Test de migration .....	18

## **Résultats et discussion**

I. Analyses physicochimiques .....	20
I.1. Teneur en eau.....	20
I.2. Acidité .....	20
I.3. Taux de sel.....	20
I.4. Taux de sucre.....	21
I.5. Dosage des composés phénoliques .....	21
I.5.1. Polyphénols totaux .....	22
I.5.2. Ortho-diphenols .....	23
I.5.3. Flavonoïdes.....	23
II. Conclusion partielle .....	23
III. Caractérisation de l’emballage .....	24
III.1. Analyse spectroscopique Infrarouge.....	24
III.2. Test d’absorption .....	27
III.3. Test de traction.....	28
III.3.1. Contrainte à la rupture.....	28
III.3.2. Module de Young .....	29
III.3.3. Allongement a la rupture.....	29
III.4. Test de choc.....	30
III.5. Test de migration .....	31
III.5.1. Mesure de la variation de masse des échantillons.....	31
III.5.2. Analyse par Spectroscopie infrarouge a transformé de Fourier .....	32
Conclusion générale et perspectives.....	37
Références bibliographiques	
Annexes	

## Liste des abréviations

**COI** : Conseil oléicole international

**DNS** : Acide 3,5-dinitrosalicylique

**IRTF** : Spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier

**MF** : Matière fraîche

**NA** : Normes Algériennes

**OT** : Olives tournantes

**OV** : Olives vertes

**PE** : Polyéthylène

**PET** : Polytéraphthalate d'éthylène

**PP** : Polypropylène

**PS** : Polystyrène

**PVC** : Polychlorure de vinyle

## Liste des tableaux

<b>Tableau I :</b> Composition chimique des olives de table .....	4
<b>Tableau II :</b> Teneur en eau, acidité et taux de sel des échantillons d'olive de table .....	20
<b>Tableau III :</b> Bandes caractéristiques du polypropylène .....	25

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Structure de l'olive .....	3
<b>Figure 2</b> : Configurations du polypropylène .....	8
<b>Figure 3</b> : Types d'interaction emballage/aliment .....	11
<b>Figure 4</b> : Echantillons étudiés .....	13
<b>Figure 5</b> : Olives tournante et olives vertes emballées dans un emballage alimentaire à base de polypropylène.....	13
<b>Figure 6</b> :Teneur en sucres des échantillons d'olives de table. ....	21
<b>Figure 7</b> : Teneurs en polyphénols totaux, ortho diphénols et flavonoïdes des différents échantillons d'olives de table .....	22
<b>Figure 8</b> : Spectre IRTF des échantillons F0, F1 et F2 dans la gamme 4000-400 $\text{cm}^{-1}$ .....	24
<b>Figure 9</b> : Spectre IRTF des échantillons F0, F1 et F2. <b>(a)</b> : Région entre 3500 -3250 $\text{cm}^{-1}$ . <b>(b)</b> : Région entre 1800 -1700 $\text{cm}^{-1}$ .....	26
<b>Figure 10</b> : Evolution du taux d'absorption d'eau.....	27
<b>Figure 11</b> : Evolution de la contrainte à la rupture .....	28
<b>Figure 12</b> : Evolution du module d'Young.....	29
<b>Figure 13</b> : Evolution de l'allongement à la rupture .....	30
<b>Figure 14</b> : Evolution de la résistance au choc.....	30
<b>Figure 15</b> : Evolution de taux de variation de masse .....	31
<b>Figure 16</b> : Spectres IR des échantillons F0, F1 et F2 avant migration et après migration dans les trois simulateurs étudiés.....	33
<b>Figure 17</b> : Zoom entre 1800-1700 $\text{cm}^{-1}$ des Spectres IR des échantillons F0, F1 et F2 avant migration et après migration dans les trois simulateurs étudiés. ....	34
<b>Figure 18</b> : Spectre IR de l'huile d'olive témoin et de l'huile d'olive contenant les trois échantillons F0, F1 et F2. ....	35

# **Introduction générale**

### Introduction générale

Les olives de table représentent un produit alimentaire d'une grande importance à l'échelle mondiale, bénéficiant d'une histoire riche et d'une signification culturelle profonde, particulièrement dans la région méditerranéenne. Issues de la fermentation d'olives fraîches **(López-García et al., 2024)**. Ce fruit se distingue des autres fruits à pépins par sa composition chimique, étant moins sucré, plus gras, et contenant de l'oleuropéine, une substance amère **(Ahmed et al., 2024)**. Elles occupent une place centrale dans la cuisine méditerranéenne et ont conquis les palais du monde entier, dépassant une production annuelle mondiale de près de 3 millions de tonne. La diversité des méthodes et des procédés de production des olives de table permet d'obtenir une large gamme de saveurs et de caractéristiques uniques **(López-García et al., 2024)**.

Les olives de table, grâce à leur fermentation, sont riches en une variété de micronutriments essentiels, comprenant des acides gras indispensables et des composés phytochimiques biologiquement actifs, tels que des antioxydants et des composés phénoliques, notamment l'oleuropéine et les dérivés de ligstroside. En conséquence, elles ont été intégrées à la pyramide d'une alimentation saine du régime méditerranéen depuis 2010. La consommation quotidienne de 5 à 10 olives de table peut contribuer à atteindre l'apport journalier recommandé en polyphénols. Ces olives sont souvent conservées en plastique qui peut jouer un rôle important dans la conservation des olives **(Keceli et al., 2024)**.

Au cours des dernières décennies, la production du plastique sur le marché évolue sans cesse, passant de 1,7 million de tonnes dans les années 1950 à plus de 367 millions de tonnes en 2020. Les plastiques jouent un rôle important dans notre vie quotidienne grâce à leurs nombreuses qualités (matériaux multifonctionnels, résistants, faciles à fabriquer et peu coûteux) **(Fournier et al., 2022)**.

Le plastique a pris une place importante dans le secteur du conditionnement alimentaire, donnant lieu à une diversification d'application. La mise en contact d'un emballage plastique avec un aliment induit l'altération de ce dernier sur un plan organoleptique et toxicologique. Le problème le plus connu est la migration des plastifiants, qui peuvent être libérés par l'emballage et contaminer les aliments **(Bouchoul et al., 2018)**.

En présence d'air et sous l'action de divers stimulants, des réactions d'oxydation et d'hydrolyse se produisent au sein de la matière et provoquent le vieillissement des matériaux organiques. Les chaînes macromoléculaires peuvent subir des coupures ou des recombinaisons,

voir les deux simultanément ou séquentiellement. La microstructure des groupements fonctionnels, la rhéologie et le comportement mécanique sont cruciales pour mettre en évidence et quantifier l'oxydation, les produits de dégradation et leurs effets sur l'évolution moléculaire et leur transfert (**Verney, 2011**).

Le contact entre l'emballage alimentaire à base de polypropylène et la saumure des olives de table, la composition et la concentration de cette saumure utilisée pour la conservation influencent-elles sur les propriétés mécaniques de polypropylène ?

L'objectif de ce travail est l'étude des olives de table vertes et tournantes et l'interaction contenu/contenant. Pour mener à bien cette étude, ce mémoire sera subdivisé en deux parties.

La première partie fera l'objet d'une synthèse bibliographique sur les variétés d'olive, quelques généralités sur les emballages alimentaires et les interactions contenu/contenant. Dans la deuxième partie, seront présentés les matériaux utilisés, les protocoles expérimentaux et les principales techniques de caractérisation utilisés ainsi que les différents résultats obtenus et leurs discussions.

# **Synthèse bibliographique**

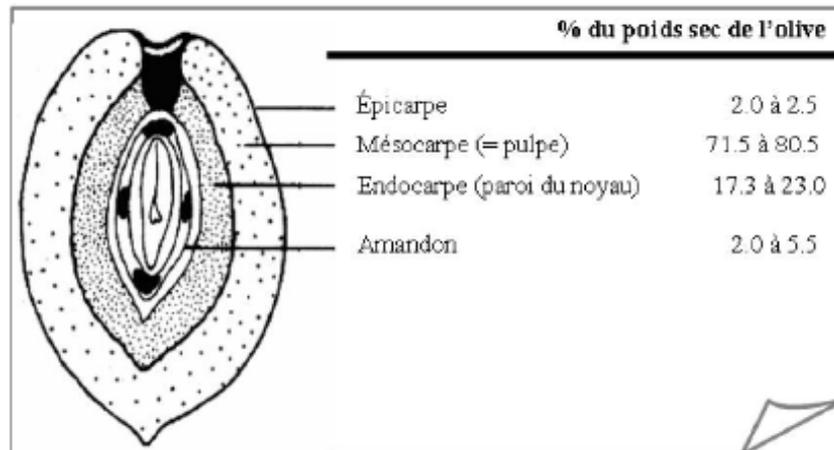
## I. Olives de table

### I.1. Définition

Selon le **Conseil Oléicole international 2004**, les « olives de table » sont préparées à partir de fruits sains provenant de variétés spécifiques d'oliviers cultivés (*Olea europaea L.*), sélectionnées pour leurs fruits aux caractéristiques idéales pour la confiserie, telles que le volume, la forme, la proportion de chair par rapport au noyau, la finesse de la chair, la saveur, la fermeté et la facilité de séparation du noyau. Elles subissent des traitements pour éliminer l'amertume et sont conservées par fermentation naturelle ou traitement thermique, avec ou sans agents de conservation. Elles sont conditionnées avec ou sans liquide de couverture.

### I.2. Structure de l'olive

La drupe d'olive, constituée d'une seule graine, se compose d'une couche charnue externe qui peut être structurellement divisée en trois parties anatomiques distinctes : l'épicarpe (peau), le mésocarpe (pulpe ou chair) et l'endocarpe (noyau), renfermant la graine (**Rocha et al., 2020**).



**Figure 1** : Structure de l'olive (**Bianchi, 2003**)

### I.3. Composition des olives de table

La composition des olives de table est présentée dans le (**tableau I**).

**Tableau I** : La composition chimique des olives de table

<b>Composants</b>	<b>Teneur (%)</b>
H <sub>2</sub> O	60 à 75% ( <b>Conte et al., 2020 ; Rallo et al., 2018 ; Gandul-Rojas et Gallardo-Guerrero, 2021</b> )
Graisse	10 à 25 % ( <b>Conte et al., 2020 ; Rallo et al., 2018 ; Gandul-Rojas et Gallardo-Guerrero, 2021</b> )
Polyphénols	1 à 3 % ( <b>Rallo et al., 2018 ; Conte et al., 2020 ; Gandul-Rojas et Gallardo-Guerrero, 2021</b> ) L'hydroxytyrosol (384,1mg/kg) Le tyrosol (201,2 mg /kg) La lutéoline (88,0mg/kg) La salidroside (85,9mg/kg)( <b>Moreno-González et al., 2020</b> )
Sucres réducteurs	2 à 6 % ( <b>Conte et al., 2020 ; Rallo et al., 2018 ; Gandul-Rojas et Gallardo-Guerrero, 2021</b> )
Protéines	1, à 2,2 % ( <b>Bionchi 2003 ; Ariani et al., 2019</b> )
Vitamines	Vit B (0,72ug/100g) ( <b>Arroyo-López et al., 2014</b> ) Vit A (1,97 à 13,87 mg/Kg) ( <b>Arroyo-López et al., 2014</b> ) Vit E (6,44 mg 100 g) ( <b>Lanza et al., 2010</b> ) Vit C (<1mg/kg) ( <b>Lanza et al., 2010</b> ) Alpha-tocophérol (0,13 à 5,73 mg/100g) ( <b>López- López et al., 2010</b> ) Vit B6 (15,6ug/100g) ( <b>López- López et al., 2010</b> ) Vit C (<0,01à 0,6 mg/100) ( <b>Lanza et al., 2010</b> )
Minéraux	(2 à 6,9 g/100g) ( <b>Rocha et al., 2020</b> ).
Fibres	1,5 à 3 g/100g ( <b>Ariani et al., 2019 ; Rocha et al., 2020</b> ).
Pigments	Chlorophylle a 0 à 6 % ( <b>Aparicio-Ruiz et al., 2015</b> ) Chlorophylle b 0 à 2 % ( <b>Aparicio-Ruiz et al., 2015</b> ) B- carotène 305 ug/100 g ( <b>López- López et al., 2010</b> )

#### **I.4. Méthode de traitement**

Les olives de table, sont parmi les produits fermentés les plus importants du monde moderne. Les olives ne sont pas consommées directement après cueillette en raison de l'amertume.

Cette amertume peut être éliminée selon diverses méthodes (**Ahmed et al., 2024**). Les fruits d'olive doivent subir un processus de transformation pour devenir adaptés à la consommation humaine. À l'échelle mondiale, trois méthodes principales sont utilisées pour préparer les olives de table : les olives vertes à l'espagnole, les olives noires à la californienne en saumure (avec des olives mûres cueillies à différents stades de maturité) et les olives noires naturelles à la grecque en saumure (olives saumurées directement). Cependant, d'autres techniques industrielles peuvent également être appliquées. Le choix de la méthode de traitement dépend généralement de la région de production et de la variété des olives (**Rocha et al., 2020**).

La transformation des olives par fermentation constitue un processus complexe, impliquant une diversité de micro-organismes. Les principaux acteurs de ce processus sont les bactéries lactiques telles que *Lactobacillus plantarum* et *Lactobacillus pentosus*, ainsi que des levures comme *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida boidinii*. Leurs activités enzymatiques jouent un rôle essentiel dans le développement des caractéristiques finales des produits, notamment leur saveur, leur texture et leur sécurité alimentaire. De plus, les souches bactériennes isolées des olives de table présentent des propriétés probiotiques spécifiques et ont la capacité de s'implanter sur la surface de l'épiderme du fruit, conférant ainsi aux olives de table des propriétés probiotiques et les transformant en un aliment fonctionnel. (**Perpetuini et al., 2020**).

### **I.5. Types d'olives**

#### **I.5.1. Selon la maturité**

D'après **CODEX STAN 66-2013**, les olives de table se distinguent selon le degré de maturité des fruits frais en trois catégories principales :

**a) Olives vertes** : Ces fruits sont récoltés durant la période de maturation, avant qu'ils ne changent de couleur et lorsqu'ils ont atteint leur taille normale. Après traitement, leur couleur peut varier du vert au jaune paille.

**b) Olives de couleur tournante** : Récoltées avant d'atteindre la maturité complète, au moment du changement de couleur. Après traitement, ces olives peuvent présenter des teintes allant du rose au vin rosé ou brun.

**c) Olives noires** : Récoltées à pleine maturité ou juste avant, ces olives, une fois transformées, peuvent prendre des couleurs allant du noir rougeâtre au violet-noir, violet profond, noir verdâtre ou marron foncé (**Preedy et Watson, 2010**).

### I.5.2. Selon le type de préparation

D'après (Perpetuini *et al.*, 2020), les olives peuvent être classées comme suit

**a) Olives vertes traitées** : Elles peuvent être fourrées ou non fermentées.

- **Olives vertes fermentées en saumure** : également connues sous le nom de "olives de style espagnol" ou "style Séville".
- **Olives vertes non fermentées** : Connu sous les styles Picholine et Canétoine.

**b) Olives naturelles** : Ces olives ne sont pas dénoyautées.

- **Olives vertes naturelles** : Présentant des couleurs vives et naturelles.
- **Olives noires naturelles** : Aussi appelées "olives de style grec", d'origine grecque avec une préparation locale
- **Olives tournantes naturelles**

**c) Olives noires au sel sec** : Des olives noires préparées en utilisant du sel sec.

**Olives noires séchées** : Aussi appelées "olives à sec", "olives noires sèches" ou "olives noires calmaries".

**d) Olives assombries par oxydation** : Olives assombries par un procédé d'oxydation aussi appelées "olives mûres" ou olives noires" ou "olives noires de style californien.

### I.6. Intérêt nutritionnel et thérapeutique des olives de table

Les olives de table sont nutritionnellement précieuses grâce à leur teneur élevée en acides gras monoinsaturés, en fibres, en vitamine E et en composés phénoliques. Elles constituent un choix alimentaire judicieux pour répondre aux besoins quotidiens en alpha-tocophérol, (une forme de vitamine E) aux propriétés antioxydantes. Elles protègent l'organisme contre les dommages oxydatifs, jouent un rôle crucial dans le développement et la protection du système nerveux, et peuvent réduire le risque de cancer de la prostate avancé chez les fumeurs (Rocha *et al.*, 2020).

Les composés phénoliques, bien que constituant seulement 1 à 3 % du poids de la pulpe des olives, jouent un rôle crucial en raison de leurs activités antioxydantes, anti-inflammatoires et anticancéreuses (Rallo *et al.*, 2018).

## II. Généralités sur les emballages plastiques

L'emballage alimentaire est le premier secteur demandeur en matière plastique. Notamment, grâce à une demande accrue pour des produits alimentaires pratiques à emporter

et préparer. Ils occupent le premier rang des matériaux d'emballage, ainsi au moins de 58% des produits agro-alimentaires sont emballés dans un matériau plastique. (**Gontard et al., 2017**).

En Algérie, l'industrie agroalimentaire est le deuxième secteur exportateur après celui des hydrocarbures avec un taux de croissance annuel estimé à 6 % et contribue à raison de 50% dans la production nationale industrielle avec près de 23 000 entreprises actives dont 300 sont publiques. Il représente aussi un domaine d'investissement prometteur en étant à la seconde place en matière d'investissement avec 23 % de tout le secteur industriel et recense 1,6 millions de personnes, soit 23 % de la population active (**Timeridjine., 2023**).

### II.1. Quelques définitions

#### II.1.1. Plastique

Le terme « plastique » décrit une grande variété de composés organiques obtenus par synthèse chimique (polymérisation, polycondensation) essentiellement à partir du pétrole ou par modifications chimiques de macromolécules naturelles. Il est susceptible d'être moulé, façonné, en général à chaud et sous pression, afin de conduire à un semi-produit ou à un objet (**Carrega et al., 2012**).

#### II.1.2. Polymère

Matériau composé de macromolécule, formé de l'enchaînement covalent par l'assemblage d'un ou plusieurs monomères (unités ou motifs) (**Debeaufort et al., 2022**).

### II.2. Classification des polymères selon les propriétés thermiques

Trois grandes familles de polymères peuvent être distinguées (**Darque-Ceretti et al., 2020**).

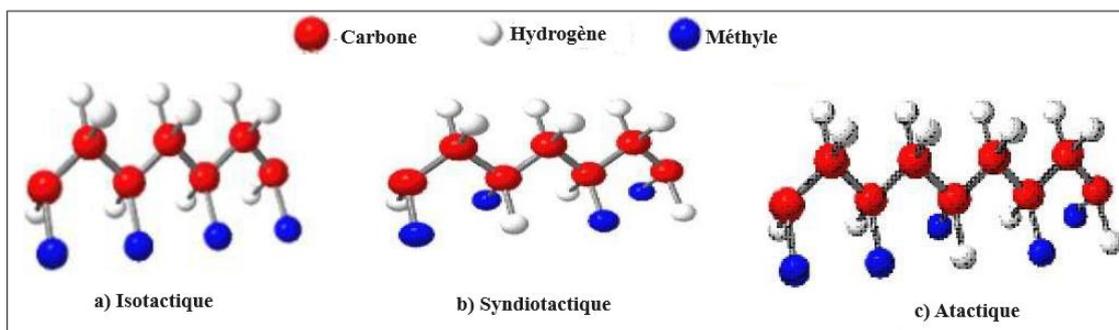
- i) Elastomères** : Polymères linéaires faiblement réticulés, ayant des interactions intermoléculaires extrêmement faibles ; très grande déformabilité avant rupture. *Exemples* : caoutchouc naturel, polybutadiène, poly-isoprène
- ii) Thermodurcissables** : Sous l'effet de chauffage, ces polymères subissent des modifications de structure conduisant à des liaisons de pontage et de réticulation (forte) irréversible, forment ainsi des réseaux rigides 3D. Exemple : silicones, phénoplastes, aminoplastes.
- iii) Thermoplastiques** : Sont des matériaux qui se ramollissent lorsqu'ils sont chauffés et durcissent lorsqu'ils sont refroidis tout en conservant leur structure chimique inchangée. Cette transformation est réversible et ils sont recyclables. Les thermoplastiques couramment utilisés pour la fabrication d'emballages sont le PE, PP, PET, PVC, PS...etc.

### II.2.1. Polypropylène

Le polypropylène de formule chimique  $(-CH_2-CH(CH_3)-)_n$ , est un polymère thermoplastique semi-cristallin et apolaire, de grande consommation. En 2018, sa capacité mondiale de production est de 80,4 millions de t/an c'est la deuxième matière plastique la plus utilisée après les polyéthylènes **(Boulechrif, 2007)**.

Sa résistance exceptionnelle à la fatigue, sa une haute stabilité thermique, sa résistance aux substances chimiques, sont prix de revient peu élevé sa faible densité, sa bonne résistance à la flexion, à la rayure et à l'abrasion, sa possibilité d'être stérilisé et d'être recyclé en font de lui un candidat de choix pour à un large éventail d'application. Il est utilisé à la fois en tant que matériau massique et en tant que fibre. Sous sa forme massique, il sert à fabriquer, par exemple, des boites pour aliments qui résistent au lave-vaisselle et au micro-onde, des gobelets et accessoires doseurs, bouchons, gourdes, récipients alimentaires réutilisables, pots de yogourt, de lait et de margarine, des tiges de stylos, des boîtes à bijoux, des flacons de médicaments, des films d'emballage, des tuyaux...etc. Comme fibre, le PP est utilisé pour les revêtements extérieurs (grâce à son hydrophobicité). Il est aussi utilisé dans de nombreux secteurs tels que la fabrication de matelas, de chaussures, de masques, de vêtements chirurgicaux et de laboratoire **(Fuzessery, 1991)**. Il est notamment très utilisé dans le domaine de l'emballage pharmaceutique (car il ne favorise pas la croissance des bactéries à sa surface). Les films de polypropylène présentent par ailleurs l'avantage d'être rétractables à chaud **(Debeaufort et al., 2022)**.

La production industrielle du polypropylène s'effectue à partir du monomère de propylène en utilisant des catalyseurs type Ziegler-Natta. Selon le processus de polymérisation, il peut se présenter sous forme atactique, syndiotactique ou isotactique **(figure 2)**. Seule la forme isotactique est utile pour les applications industrielles, en raison de sa cristallinité qui varie entre 50 % et 75 % **(Duval, 2004)**.



**Figure 2** : Configurations du polypropylène

### II.2.2. Propriété du polypropylène

Le polypropylène présente une masse volumique de 0.899-0.92 g/cm<sup>3</sup>, une température de fusion entre 160-176 ° C et température de transition vitreuse de (-23) à (-10) °C. Un poids moléculaire moyen d'environ 5.10<sup>5</sup> g/mol. Le PP peut être attaqué par des acides minéraux et des composés organiques. Le PP est très sensible à l'oxydation et aux radiations UV et se dégrade rapidement. La dégradation se manifeste par une perte de brillance et une diminution des propriétés mécaniques. Le polypropylène offre une bonne barrière à l'eau. La perméabilité aux gaz dépend du taux de cristallinité et de l'orientation des macromolécules. Les propriétés mécaniques dépendent de la masse moléculaire moyenne, de l'isotacticité et la présence de charges. Le PP présente une contrainte à la rupture de 35 MPa et un module d'Young de 1.5 GPa (Duval,2004).

### III. Emballages alimentaires

#### III.1. Définition de l'emballage

D'après la directive européenne 94/62/CE de la Commission européenne (1994), un emballage se définit comme tout produit fabriqué à partir de divers matériaux, conçu pour contenir et protéger des marchandises, qu'il s'agisse de matières premières ou de produits finis. Son objectif principal est de faciliter la manipulation et le transport de ces marchandises, du producteur jusqu'au consommateur ou à l'utilisateur final (Debeaufort *et al.*, 2022).

Le terme « emballage alimentaire » désigne tout emballage en contact direct avec un aliment ou utilisé pour contenir un produit alimentaire, entre le moment où il est produit et celui où il est distribué au consommateur final. Il sert à prolonger la durée de conservation, à augmenter et assurer la qualité et la sécurité des aliments en les protégeant contre la détérioration chimique (migration), biologique (micro-organismes, insectes, rongeurs...), physique (gaz, l'humidité, la lumière) et mécaniques (chocs, vibrations, compression, flexion) pendant le transport et la distribution. (Marchiandi *et al.*, 2024).

#### III.2. Fonctions de l'emballage

Les fonctions de l'emballage sont multiples, essentielles et étroitement liées, elles doivent être considérées conjointement lors de la conception de l'emballage. L'emballage doit remplir, tout d'abord sa fonction de base qui est de **contenir** le produit, en prenant en compte la nature physique du produit (liquide, gaz, solide) ainsi que le volume, le poids, la forme. Puis il doit **protéger et conserver** le produit contre toutes agressions extérieures susceptibles de l'altérer (chocs, chaleur, lumière, humidité ou sécheresse, perte de gaz carbonique).

Enfin, pour promouvoir le produit, attirer et informer le consommateur, la fonction *marketing* est utilisée, entre autre, la fonction *alerte* pour attirer l'attention, la fonction *information* pour informer sur le produit, la fonction *service* pour faciliter l'utilisation et la fonction *positionnement et attribution* pour distinguer et identifier le produit.

### III.3. Types d'emballages

Les emballages peuvent être classés en différentes catégories selon leurs niveaux (**Debeaufort et al., 2022**). *Un emballage primaire* directement en contact avec le produit. Il joue un rôle essentiel dans la protection de celui-ci. L'emballage secondaire est un emballage supplémentaire réunissant plusieurs emballages primaires appelé un suremballage. *L'emballage tertiaire* également connu sous le nom d'emballage de transport, il regroupe plusieurs emballages secondaires (palette). *L'emballage quaternaire* vise quant à lui à simplifier la manipulation des emballages tertiaires et se présente généralement sous la forme d'un grand conteneur métallique utilisé lors du transport par bateau ou par train.

### III.4. Matériaux d'emballage alimentaire

Les emballages des produits alimentaires sont conçus à partir de quatre matériaux principaux chacun représentant une part respective de la production : le plastique (37 %), le carton (34 %), le verre (11 %) et les métaux (aluminium et acier) (6 %), et d'autres matériaux (bois, cires, lièges, etc.) (**Severin et al., 2023**).

Compte tenu des avantages de chacun, ils présentent des caractéristiques et des performances différentes. Le bois est écologique le verre est inerte et transparent, le métal est robuste et durable. Tandis que le papier et le carton sont recyclables. Quant au plastique, léger, résistant, certains recyclable. Malgré ces fonctions bénéfiques, les emballages peuvent présenter des risques pour les consommateurs en raison des interactions entre le contenu et le contenant (**Severin et al., 2023**).

### III.5. Interaction contenu/contenant

Lors de la mise en contact du contenu (aliment) avec le contenant (emballage), trois types d'interactions peuvent avoir lieu à savoir : la perméation, la sorption et la migration (**Zaki, 2008**). Ces trois types de phénomènes sont illustrés dans la **figure 3**.

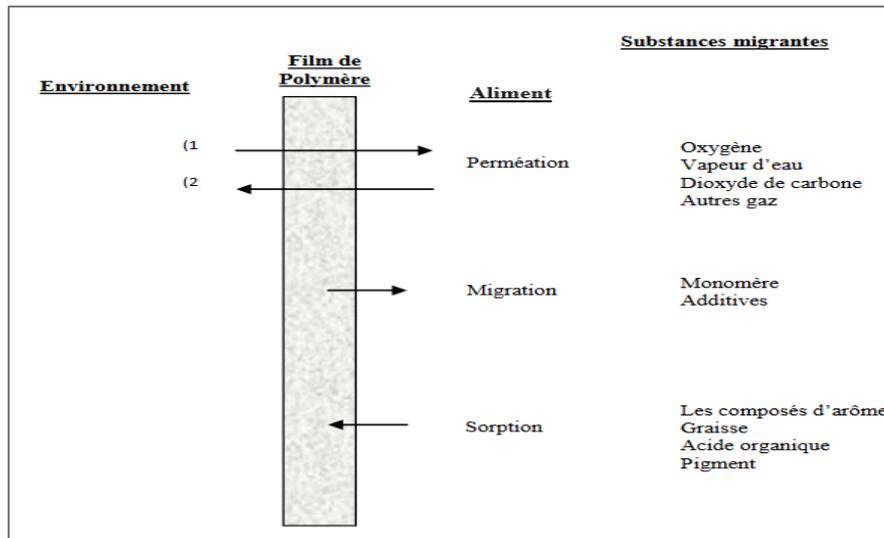


Figure 3 : Types d'interaction emballage/aliment.

### III.5.1. Perméation

La perméation se caractérise par le transfert de vapeur d'eau ou de gaz à travers l'emballage, notamment l'O<sub>2</sub> vers l'aliment, le CO<sub>2</sub> vers l'extérieur de l'emballage et le passage des composés volatils de l'extérieur vers l'aliment. Ce phénomène doit être réduit afin d'éviter l'oxydation, la prolifération des bactéries dans l'aliment, les pertes de carbonatation dans les boissons gazeuses, la perte des arômes dans le produit fini.

### III.5.2 Sorption

Le phénomène de sorption fait référence à la pénétration et à la dispersion d'une espèce dans l'emballage polymère, incluant l'adsorption, l'absorption, la diffusion et la dispersion de l'espèce dans un volume libre. Le processus de sorption peut induire une perte des arômes de l'aliment et entraîner une modification structurale du polymère. Les phénomènes de sorption sont plus fréquents avec des composés lipophiles, cela est dû à la grande affinité pour la plupart des emballages qui sont aussi peu ou pas polaires (PE, PET, PS, PP)

### III.5.3. Migration

Le phénomène de migration signifie le passage des constituants de l'emballage (monomères résiduels, additifs, néoformés, etc.) vers le produit conditionné. Ce phénomène dépend du temps, de la température, de l'épaisseur du matériau, de la quantité de composé dans le matériau, ainsi que des coefficients de partage et de distribution. La migration peut être globale (impliquant l'ensemble des molécules diffusantes) ou spécifique à un composé

particulier, soit en raison de son importance toxicologique particulière, soit en tant que composé marqué utilisé dans des expériences pour évaluer l'étendue de la migration et/ou de son mécanisme (Debeaufort *et al.*, 2022).

### III.5.3.1. Migrants potentiels

Selon (Pennarun ,2001) les migrants potentiels sont dus aux :

- **Réactifs et produits de polymérisation** : traces de monomères et d'oligomères restant en fin de la synthèse, les catalyseurs ou les amorceurs utilisés pour augmenter les rendements.
- **Additifs des polymères** : les stabilisants, les antioxydants et les adjuvants technologiques (charges, colorants, pigments, plastifiants, lubrifiants, renforts...)
- **Migrants potentiels à caractère non prévisible** : substances introduites de façon non délibérée. Produit de dégradation du polymère, des additifs. Les substances venant de l'extérieur.

### III.6. Réglementations et normes

Les caractéristiques techniques des emballages destinés à entrer directement en contact avec des denrées alimentaires sont établis dans le règlement européen CE n° 1935/2004 du 27 octobre 2004 qui définit la réglementation principale concernant les matériaux et objets à contact alimentaire. Le règlement (UE) N° 10/2011 du 14 janvier 2011 quant à lui est spécifique aux matériaux plastiques (Severin *et al.*, 2011). En Algérie, ils sont régis conjointement par le ministère du commerce, de l'environnement, de l'industrie et de la santé par le décret N° 04-210 publié au journal officiel le 28 juillet 2004. La norme Algérienne NA 15180 a été adopté le 25/03/2007 et concerne seulement les méthodes d'essais de migration globale sur les matériaux et objet en plastique en contact avec des denrées alimentaires qui est équivalente à la norme européenne EN 1186-1 de 2002.

# **Matériel et méthode**

### I. Matériaux utilisés

#### I.1. Echantillonnage

La présente étude porte sur deux échantillons d'olives de table vertes (OV) et tournantes (OT) de la variété sigoise conservées en saumure et provenant de la confiserie Abbaci de Bejaia.

- ✓ Les olives vertes sont élaborées selon le procédé espagnol, incluant une désamérisation dans une solution de soude, un lavage et une fermentation en saumure.
- ✓ Les olives tournantes sont élaborées par fermentation naturelle en saumure.



**Figure 4 :** Echantillons étudiés

#### I.2. Emballage en polypropylène

Les échantillons utilisés dans cette étude sont des emballages (pots) en polypropylène notés F0 pour l'emballage vierge, F1 et F2 pour les emballages stockés pendant 2 mois contenant deux variétés d'olive verte et tournante respectivement.



**Figure 5 :** Olives tournante et olives vertes emballées dans un emballage alimentaire à base de polypropylène

## **II. Analyses physicochimiques des olives de table**

### **II.1. Teneur en eau**

La teneur en eau des olives de table est déterminée selon la méthode de **Tovar *et al.* (2002)**. Cette méthode consiste à sécher un échantillon de 5 g de matière fraîche d'olive à 105 °C pendant 48 heures, jusqu'à ce que toute l'eau soit évaporée et que le poids se stabilise. Les résultats sont exprimés en pourcentage du poids total en utilisant la formule suivante

$$H\% = (P - PS) / (P - P_0) \times 100$$

- H : Humidité des fruits exprimée en pourcentage.
- P et PS : Poids du creuset plus l'échantillon avant et après séchage, respectivement.
- P<sub>0</sub> : Poids du creuset vide.

### **II.2. Acidité titrable des olives**

L'acidité des olives est déterminée selon le protocole décrit par **Garrido-Fernandez *et al.* (1997)**. Un poids d'un gramme d'olives est macéré dans 2 ml d'eau, puis ajusté à 10 ml. Après filtration, l'acidité est titrée avec une solution de soude (0,1 N) en utilisant de la phénolphaléine comme indicateur coloré. Le résultat est calculé à l'aide de la formule suivante et l'acidité est exprimée en g d'acide lactique pour 100 g de pulpe d'olives. :

$$AT = \frac{10}{m} * \frac{V_1}{V_0} * N_{NaOH} * 100$$

AT : Acidité titrable

m : Prise d'essai (g)

N : Normalité (mol/l)

V<sub>0</sub> : Volume en ml du prélèvement aliquote

V<sub>1</sub> : Volume en ml de la solution d'hydroxyde de sodium

### **II.3. Dosage des sucres**

Les sucres réducteurs sont dosés selon la méthode de **Miller (1959)**, reprise par **Gonçalves *et al.*, (2010)**. Les sucres réducteurs réduisent l'acide 2,3-dinitrosalicylique (DNS) en acide 3-amino-5-nitrosalicylique, ce qui, en milieu basique, produit une coloration jaune

orangée avec une absorption à 546 nm. Un échantillon de 0,5 ml d'extrait méthanolique d'olive est ajouté à 0,5 ml du réactif DNS. Le mélange est ensuite chauffé dans un bain-marie à 100 °C pendant 5 minutes, puis rapidement refroidi. On ajoute alors 5 ml d'eau distillée au mélange. La lecture spectrophotométrique est effectuée à une longueur d'onde de 540 nm. Les résultats sont exprimés en g équivalent de glucose par kg de matière fraîche (**Annexe I**).

### II.4. Taux du sel

La méthode de **Mohr** cité par **Garrido-Fernandez *et al.*, (1997)** a été adoptée. Elle utilise une solution de nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3$ ) avec du chromate de potassium ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) comme indicateur. Cette méthode repose sur le principe que le chromate d'argent ( $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ) est beaucoup plus soluble que le chlorure d'argent ( $\text{AgCl}$ ) dans une solution neutre ou légèrement acide.

Les chlorures sont titrés en milieu neutre avec une solution de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est signalée par l'apparition de la teinte rouge brique dans les saumures des olives de table vertes et tournantes caractéristique du chromate d'argent.

### II.5. Dosage des composés phénoliques

#### II.5.1. Préparation des extraits

Les extraits sont préparés selon le protocole décrit par **McDonald *et al.* (2001)**. Un équivalent de 5 g de poids sec est utilisé pour chaque échantillon, soit 15,87 g de matière fraîche pour les olives vertes et 13,57g de matière fraîche pour les olives en cours de maturation. L'extraction est réalisée avec 25 ml d'un mélange méthanol/eau 80% (eau 20%). Après centrifugation à 3500 tr/min pendant 5 minutes, le culot subit une seconde extraction dans les mêmes conditions. Les extraits obtenus sont ensuite filtrés.

#### a. Dosage des polyphénols totaux

La détermination des composés phénoliques repose sur le transfert d'électrons entre les polyphénols de l'extrait et les hétéropolyanions molybdotungstophosphoriques [ $(3\text{H}_2\text{O}-\text{P}_2\text{O}_5-13\text{WO}_3-5\text{MoO}_3-10\text{H}_2\text{O})$ ,  $(3\text{H}_2\text{O}-\text{P}_2\text{O}_5-14\text{WO}_3-4\text{MoO}_3-10\text{H}_2\text{O})$ ] présents dans le réactif de Folin-Ciocalteu. En milieu basique, le substrat est énergiquement oxydé, entraînant la formation de l'ion superoxyde  $\text{O}_2^-$ , qui réagit avec le molybdate pour produire de l'oxyde de molybdène ( $\text{MoO}_4^+$ ) de couleur bleutée (**Gülcin, 2012**).

Un volume de 0,1 ml de l'extrait est mélangé avec 0,5 ml de réactif de Folin-Ciocalteu. Après 5 minutes, 3 ml d'une solution de carbonate de sodium ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  à 20 %) sont ajoutés, et le mélange est complété avec de l'eau distillée jusqu'à un volume total de 10 ml. Après incubation pendant 30 minutes à l'obscurité, le mélange est centrifugé à 1500 tr/min pendant 15 minutes. L'absorbance du surnageant est mesurée à 725 nm contre un blanc (**Borzillo *et al.*, 2000**). Le résultat est exprimé en mg équivalent d'acide gallique pour 100 g de matière fraîche (mg EAG/100 g MF), en référence à une courbe d'étalonnage (**Annexe I**).

### b. Dosage des ortho-diphénols

La méthode de **Tovar *et al.* (2002)** a été adoptée pour la quantification colorimétrique des ortho-diphénols par leur réaction avec les ions molybdate (**Cerretani et Bendini, 2010**). Pour cela, 4 ml d'extrait sont mélangés à 1 ml de molybdate de sodium à 5 % dissous dans de l'éthanol à 50 %. Après 15 minutes d'incubation, l'absorbance est mesurée à 370 nm contre un blanc (**Bendini *et al.*, 2003**). Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide caféique pour 100 g de matière fraîche, en se référant à une courbe d'étalonnage (**Annexe I**).

### c. Dosage des flavonoïdes

Ce dosage repose sur les propriétés chélatrices des flavonoïdes, notamment les flavones et les flavonols, qui possèdent une fonction 4-céto-5-hydroxyle interagissant avec les ions  $\text{Al}_3^+$  (**Apak *et al.*, 2007**). Les teneurs en flavonoïdes sont déterminées selon la méthode de **Djeridane *et al.* (2006)**. Pour cela, 1,5 ml d'extrait est mélangé avec 1,5 ml d'une solution de  $\text{Al}_2\text{Cl}_3\text{CH}_2\text{O}$  à 2 %. L'absorbance du mélange est mesurée à 430 nm. Les résultats sont exprimés en mg équivalent quercétine pour 100 g de matière fraîche (mg EQ/100 g MF), en se référant à une courbe d'étalonnage (**Annexe I**).

## II.6. Analyse statistique

Pour chaque test, trois essais ont été effectués. L'analyse statistique a été réalisée en utilisant une analyse de variance (ANOVA/MANOVA) avec le test de « Newman Keuls » via le logiciel STATISTICA 5.5. Les résultats sont considérés significatifs pour une probabilité  $p < 0,05$ .

## III. Caractérisation de l'emballage

### III.1. Spectroscopie infrarouge à transformée de fourrier (IRTF)

La spectroscopie infrarouge (IR), est une méthode d'analyse structurale exploitant l'interaction entre la matière et la lumière infrarouge. C'est une technique d'analyse rapide

permettant d'identifier les fonctions chimiques des molécules présentes dans les matériaux analysés qui apparaissent sous forme de bande d'absorption. Les spectres infrarouges des différents échantillons, ont été enregistré à l'aide d'un spectrophotomètre infrarouge à transforme de fourrier (IRTF) de modèle **SHIMADZU FTIR-8400S** avec une résolution de 4  $\text{cm}^{-1}$  et dans la région 4000  $\text{cm}^{-1}$  à 400  $\text{cm}^{-1}$  avec un nombre de scans de 32 sur des films en PP.

### III.2. Test d'absorption d'eau

Des échantillons de PP carrés de 2 cm de côté ont été séchés dans une étuve à 80 °C pendant 2h, puis pesés ( $m_0$ ) à l'aide d'une balance analytique. Ensuite les éprouvettes ont été placées dans des béciers contenant de l'eau distillée maintenue à température ambiante et sous agitation, selon la norme **NF 51-002**. Chaque 24h, on fait un prélèvement, on enlève toute l'eau superficielle avec du papier absorbant, puis on pèse de nouveau les échantillons ( $m$ ). En moyenne 3 essais ont été réalisés pour chaque formulation F0, F1 et F2. La variation de masse ( $\Delta m$ ) en (%) est donnée par la formule suivante :

$$\Delta m\% = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100$$

### III.3. Test de traction

L'essai de traction est l'essai le plus couramment utilisé pour déterminer le comportement mécanique d'un matériau sous l'effet d'une charge avec une vitesse définie et constante sur une éprouvette sous forme d'haltère à dimension normalisée jusqu'à rupture. Des courbes contrainte/déformation sont enregistrées, à partir desquelles on peut déterminer certaines caractéristiques mécaniques fondamentales du matériau tels que : la contrainte à la rupture ( $\sigma$ ), l'allongement à la rupture ( $\epsilon$ ) et le module de Young E (MPa). Ces paramètres sont reliés entre eux selon les équations suivantes :

$$\sigma(\text{MPa}) = \frac{F}{S} \quad / \quad \epsilon(\%) = \frac{L - L_0}{L_0} * 100 \quad / \quad E(\text{MPa}) = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

Avec :

\* S : Section de l'éprouvette ( $\text{mm}^2$ )

\* F : Force d'étirement exprimé en N,

\* L : Longueur finale de l'éprouvette (mm).

\*  $L_0$  : Longueur initiale de l'éprouvette (mm).

Cet essai a été réalisé au niveau du laboratoire des matériaux polymères avancé (LMPA) sur une machine de traction de marque « *Universal Testing Machine* » piloté par un logiciel. La vitesse de traction est maintenue constante à 5 mm /min. En moyenne 3 essais ont été réalisés pour chaque formulation.

### III.4. Test de choc

La résistance au choc (résilience) est la capacité du matériau à résister à la rupture sous l'effet d'un impact. L'essai consiste à rompre d'un seul coup une éprouvette entaillée de forme parallélépipède ( $L=12$  cm,  $l=6$  cm et  $e=2$  mm) et mesurer l'énergie absorbée par la rupture. Le test a été réalisé au niveau du laboratoire LMPA à l'aide d'un marteau pendule de type « **Isod** », chargé d'une force de 7.5 joules, selon la norme **ASTM D-4020**. La résistance au choc ou la résilience ( $R$ ) est le rapport entre l'énergie absorbée ( $E_{abs}$ ) et la surface ( $l \times e$ ) donnée par la formule suivante :

$$R(\text{kJ/m}^2) = \frac{E_{abs}}{l \times e}$$

### III.5. Test de migration

Il est parfois impossible d'utiliser des aliments pour tester la migration, alors des simulateurs d'aliment définis par la réglementation Européenne (**97/48/CE**) sont utilisés. Dans notre cas on a utilisé trois simulateurs qui sont : l'eau distillée pour simuler des denrées alimentaires aqueuses. L'acide acétique à 3% pour simuler un aliment acide de  $\text{pH} < 4.5$  et enfin de l'huile d'olive destinée à simuler un contact gras. Pour la détermination de la migration globale, la méthode d'immersion totale (**EN 1186-2 : 2003**) a été utilisée. Les échantillons ont été découpés en carré de 2 cm de côté, étuvés pendant 24 h à 40 °C. Ils ont été pesés ( $m_i$ ), immergés dans des petits béchers en verre contenant 20 ml de simulant et fermés hermétiquement puis placés dans l'étuve pendant une période 10 jours à 40 °C. Ensuite, ils ont été retirés, essuyés avec du papier absorbant et repesés ( $m_f$ ).

➤ Pour identifier le phénomène qui a lieu, l'évolution du taux de variation de masse des éprouvettes en fonction du temps a été suivie est calculée selon la relation suivante :

$$\text{Taux de variation de la masse (\%)} = \frac{(m_f - m_i)}{m_i} \times 100$$

➤ Dans le but de faire une étude qualitative, en identifiant les espèces qui ont migré, les échantillons et l'huile d'olive ont été analysés par la spectroscopie infrarouge, en revanche les stimulants l'eau et l'acide n'ont pas pu être analysés pour des raisons de protection du spectrophotomètre.

# **Résultats et discussion**

## I. Analyses physicochimiques des olives de table

La teneur en eau, l'acidité et le taux de sel des échantillons sont illustrées dans le (tableau II)

**Tableau II :** Teneur en eau, acidité et taux de sel des échantillons d'olive de table

	Acidité (%)	Teneur en eau (%)	Taux de sel (%)
<b>Olives vertes (OV)</b>	<b>3,64 ± 0.01 (b)</b>	<b>61,68 ± 0,23 (a)</b>	<b>6,28 ± 0,59 (a)</b>
<b>Olives tournantes (OT)</b>	<b>3,39 ± 0.02 (a)</b>	<b>63,17 ± 0,91 (a)</b>	<b>7,52 ± 0,61 (b)</b>

*Des lettres différentes indiquent des différences significatives à  $p < 0,05$  ( $a < b$ ).*

### I.1. Teneur en eau

L'analyse statistique n'a révélé aucune différence significative ( $p < 0,05$ ) de la teneur en eau des échantillons étudiées.

La teneur moyenne en eau des échantillons est de 61% (olives vertes) et 63% (olives tournantes) alors que l'humidité indiquée par **Rocha et al. (2020)** est de 70 à 75 %. La faible teneur en eau que nous avons trouvé est due à des différences dans la maturité des olives, les moments de récolte et le procédé d'élaboration (**Sab et al., 2024**). La soude (NaOH) employé lors de la désamerisation des olives vertes dégrade les pectines et polysaccharides responsable de la fermeté de l'olive, ce qui augmente la porosité, par conséquent, le phénomène d'osmose est favorisé, ce qui augmente la teneur en eau des olives (**Soler Rivas et al., 2000**).

### I.2. Acidité

L'analyse statistique a révélé des différences significatives ( $p < 0,05$ ) en acidité entre les échantillons étudiés.

D'après les résultats, l'acidité des olives vertes est légèrement supérieure à celle des olives tournantes, et la « norme commerciale s'appliquant aux olives de table » (**COI, 2004**) établit des seuils minimaux d'acidité de 0,5 % (en acide lactique) pour les olives de style espagnol (olives vertes) et de 0,3 % pour les olives naturelles (olives tournantes). Le déroulement de la fermentation est entravé dans les olives tournantes par la teneur élevée en oleuropéine (**Rokni et al., 2015**).

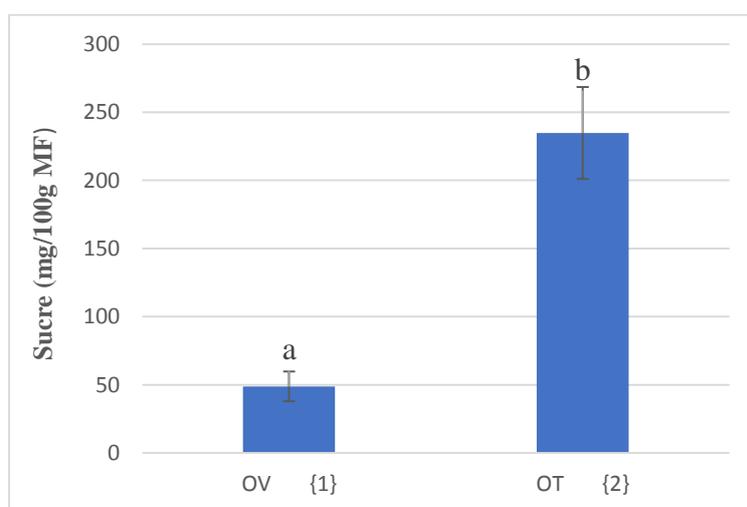
### I.3. Taux de sel

L'analyse statistique a montré des différences significatives ( $p < 0,05$ ) du taux de sel des échantillons étudiés.

Selon les résultats présentés dans le (**tableau II**), la saumure des olives tournantes contient un taux en sel plus élevé (7,51 %) comparée à celle des olives vertes (6,28 %). En comparaison aux résultats de **Keceli et al. (2024)** (6 et 5%) on constate que les teneurs en sel des échantillons étudiés sont légèrement supérieures. Les propriétés de perméabilité de la peau et de dureté des tissus des olives conditionnent ce paramètre (**Ozdemir et al., 2020**).

### I.4. Taux de sucre

L'analyse statistique a révélé des différences significatives ( $p < 0,05$ ) du taux de sucre des échantillons étudié (**figure 9**).



**Figure 6 :** Teneur en sucres des échantillons d'olives de table.

*Des lettres différentes indiquent des différences significatives à  $p < 0,05$  ( $a < b$ ).*

Les olives tournantes présentent une teneur en sucre largement plus élevée (234,82 mg/100g MF) par rapport à celle des olives vertes (48,85 mg/100g MF).

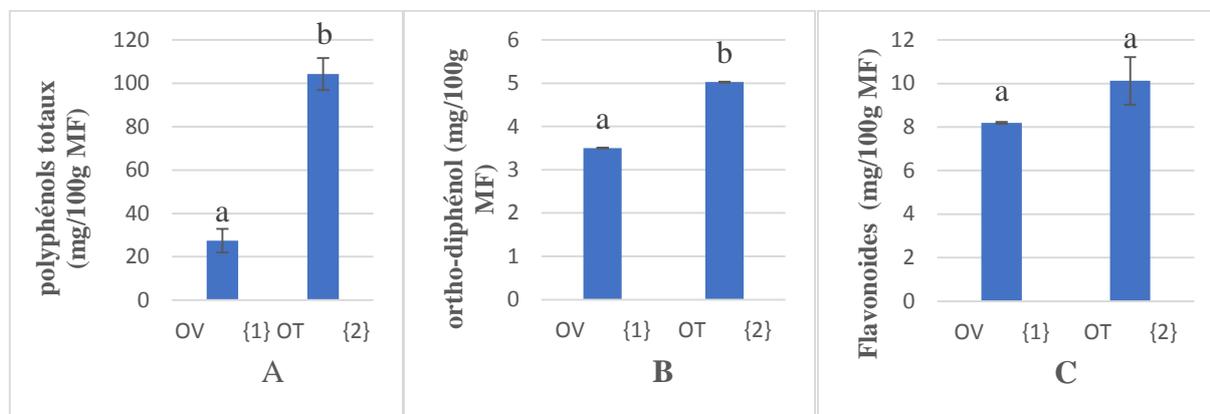
En comparant les résultats obtenus à ceux de **Kiai et al. (2020)** il apparaît que pour les deux variétés étudiées, la teneur en sucres trouvée est inférieure.

Selon **COI (2024)**, la teneur en sucre augmente au cours de la maturité, cela explique la teneur en sucre élevée des olives tournantes, Aussi , ces composés polaires sont perdus par diffusion en raison du traitement alcalin. La teneur en sucre est inversement corrélée à l'acidité ( $r = -0,92$ ), en effet, les sucres reducteurs sont les substrats fermentés (**Bianchi, 2003**).

### I .5. Dosage des composés phénoliques

Teneurs en polyphénols totaux, ortho diphénols et flavonoïdes

L'analyse statistique a révélé des différences significatives ( $p < 0,05$ ) de la teneur en polyphénols totaux (**Figure 10 A**), ortho diphénols (**Figure 10 B**) et flavonoïdes (**Figure 10 C**) des échantillons étudiés.



**Figure 7 :** Teneurs en polyphénols totaux, ortho diphénols et flavonoïdes des différents échantillons d'olives de table

Des lettres différentes indiquent des différences significatives à  $p < 0,05$  ( $a < b$ ).

### I.5.1. Polyphénols totaux

Selon les résultats recueillis, les olives tournantes renferment la concentration la plus élevée en polyphénols totaux (104,24mg/100g MF). Cette concentration est presque quatre fois supérieure à celle des olives vertes (27,43mg/100g MF) élaborées selon le style espagnol (olives vertes).

La différence dans la teneur en composés phénoliques est étroitement liée au procédé d'élaboration, le traitement alcalin appliqué aux olives vertes augmente la perméabilité membranaire ce qui conduit à la perte de ces composés par diffusion vers la saumure (**Moumen, 2015**), cette perte est encore accentuée surtout durant le lavage, ce qui explique la plus faible concentration dans les olives vertes (**Sab et al., 2024**).

Les teneurs en polyphénols totaux des olives de table analysées sont extrêmement inférieures aux valeurs trouvées par **Sab et al. (2024)** qui varient entre 237,4 mg/100gMF et 979mg/100gMF pour les olives vertes et les olives tournantes, respectivement et analysées au début de la conservation.

La teneur en polyphénols des olives est influencée par plusieurs facteurs, tels que le stade de maturité, le cultivar, l'âge de l'arbre et les conditions de transformation, notamment la quantité d'eau et la température (**Sinem et al., 2024**). Ces résultats indiquent que la perte en composés phénoliques est accentuée au cours de la conservation des olives par diffusion vers la saumure.

### I.5.2. Ortho-diphenols

Les olives tournantes ont une teneur en ortho-diphénols de 5,025 mg/100 g MF, tandis que les olives vertes renfrement 60 % de moins. Les olives tournantes ont une teneur en ortho-diphénols bien inférieure à celle des variétés Sigoise, qui présentent 261,09 mg/100 g MF (**Mettouchi, 2016**). Cet écart montre la faible teneur en antioxydants des olives commercialisées, en comparaison à celles élaborées au laboratoire.

### I.5.3. Flavonoïdes

La teneur en flavonoïdes des olives vertes et tournantes sont inférieures à celles rapportées par **Mettouchi (2016) et Kiai et al., (2020)** qui sont de 142,72 mg/100g 617,5mg/100g , respectivement.

Le traitement par le style espagnol (olives vertes) a un effet négatif sur les teneurs en flavonoïdes, démontré par les travaux de **Mettouchi et al., (2016)**. Selon **Rababah et al., (2020)** la teneur en flavonoïdes diminue au cours de la fermentation.

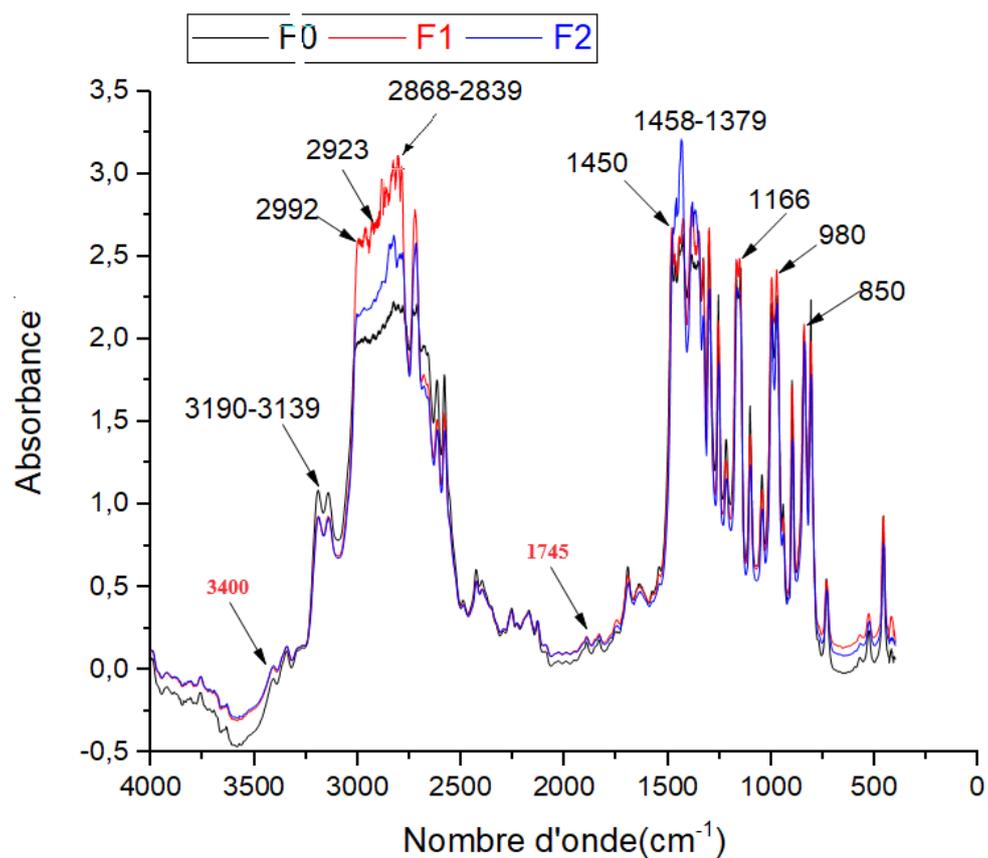
## II. Conclusion partielle

Les analyses physico chimiques réalisées ont montré que les olives vertes préparées selon le style espagnol sont plus sensibles, et c'est celles qui ont marqué le plus de pertes en composés phytochimiques par diffusion vers la saumure. Cette diffusion est plus marquée au cours de la conservation des olives. Aussi, l'acidité plus prononcées de ces olives pourrait interagir avec le polymère constitutif de l'emballage, d'où la nécessité de vérifier la stabilité de l'emballage durant la conservation des olives de table.

### III. Caractérisation de l'emballage

#### III.1. Analyse spectroscopique Infrarouge

Les spectres IRTF des échantillons PP vierge et les emballages stockés pendant deux mois sont regroupés sur la **figure 11**. On remarque que tous les spectres font apparaitre les mêmes bandes d'absorption spécifiques et caractéristiques du polypropylène, ces dernières sont énumérées dans le **tableau III**.



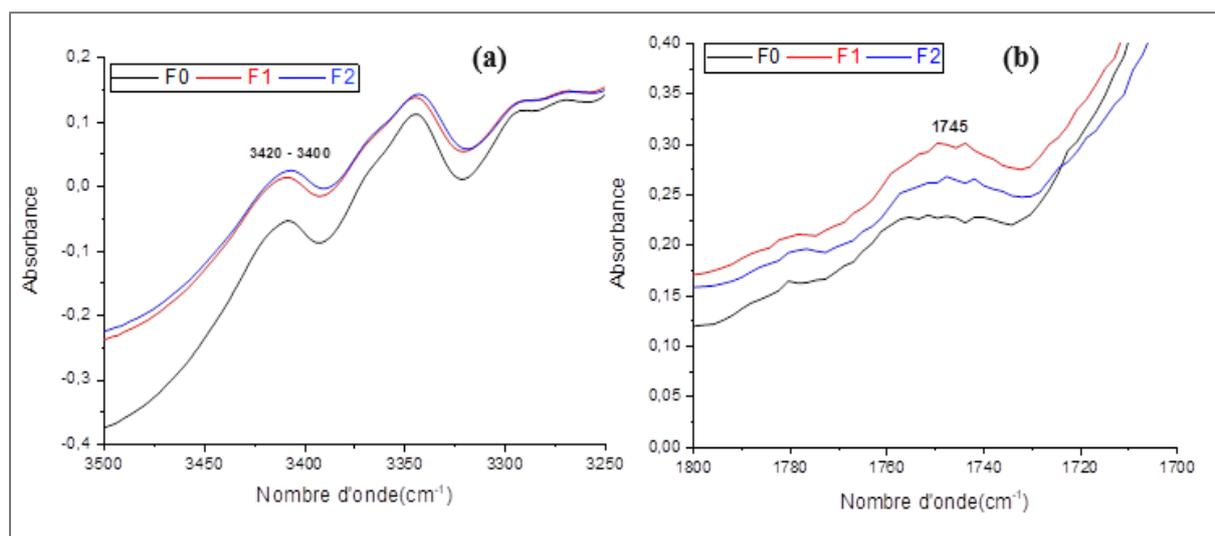
**Figure 8** : Spectre IRTF des échantillons F0, F1 et F2 dans la gamme 4000-400  $\text{cm}^{-1}$ .

Il convient de noter que les positions exactes et les intensités des bandes peuvent varier en fonction de divers facteurs, tels que la structure du polymère, sa morphologie, son état cristallin et les conditions expérimentales de mesure.

**Tableau III** : Bandes caractéristiques du polypropylène (Krim 2009)

Nombre d'onde $\text{cm}^{-1}$	Types de vibration
3000 $\text{cm}^{-1}$	Vibrations des liaisons C-H dans la chaîne principale du polypropylène
2952 $\text{cm}^{-1}$ et 2923 $\text{cm}^{-1}$	Vibrations de valence asymétrique de $\text{CH}_3$ et $\text{CH}_2$ respectivement
2867 et 2839 $\text{cm}^{-1}$	Vibrations de valence symétrique de $\text{CH}_3$ et $\text{CH}_2$ respectivement.
1450 $\text{cm}^{-1}$	Vibrations des liaisons C-H dans les groupes méthyle ( $-\text{CH}_3$ ) du polypropylène.
1458 $\text{cm}^{-1}$ et 1379 $\text{cm}^{-1}$	Vibrations de déformation asymétrique et symétrique de $\text{CH}_3$ respectivement
1150 $\text{cm}^{-1}$	Vibrations des liaisons C-H asymétriques dans le polypropylène.
1166 $\text{cm}^{-1}$	Vibrations de valence de C-C
980 $\text{cm}^{-1}$	Vibrations des liaisons C-H symétriques dans le polypropylène
850 $\text{cm}^{-1}$	Attribué aux vibrations des liaisons C-C dans la chaîne principale du polypropylène.

La seule différence constatée entre le PP vierge et vieillis réside dans la variation des intensités des pics. Cette variation pourrait témoigner des changements dans la structure des chaînes polymériques causés par le processus de conservation (vieillessement). Par ailleurs, pour une meilleure visibilité et pour mettre en évidence ces changements, nous nous sommes intéressées uniquement à deux régions (zooms) à savoir la région des hydroxyles et celle des carbonyles représentés sur la **figure 12** (a et b).



**Figure 9:** Spectre IRTF des échantillons F0, F1 et F2. (a) : Région entre 3500 - 3250  $\text{cm}^{-1}$ .

(b) : Région entre 1800 - 1700  $\text{cm}^{-1}$

✚ D'après la figure 9a, on remarque une bande très faible à 3400  $\text{cm}^{-1}$  qui correspond au groupement hydroxyle (OH), pour F0 cela pourrait être attribué aux impuretés lors de la mise en œuvre, l'intensité de cette bande augmente légèrement pour F1 et F2, ce qui pourrait indiquer une dégradation partielle ou la présence d'impuretés introduites lors de la conservation des olives (Verney, 2011).

✚ Dans la région des carbonyles représentée par la figure 9b, on remarque l'augmentation de l'intensité de la bande d'absorption localisée à 1740  $\text{cm}^{-1}$ , caractéristique des groupements C=O pour les échantillons vieillis F1 et F2. Sur le spectre PP vierge, la bande est moins marquée, ce qui caractérise un matériau neuf qui ne présente pas de dégradation notable. Quant aux spectres F1 et F2, cette bande est plus marquée, ce qui indique l'augmentation de la concentration des carbonyles (C=O). Ces groupements sont probablement issus des produits de dégradation du polymère PP, selon (Tahtat *et al.*, 2008) ils peuvent être soit des Aldéhydes (formaldéhyde...) ou des Cétones (méthylcétone...) ou des acides.

Pour résumer, le PP vierge présente moins de traces de produit de dégradation, ce qui est normal pour un polypropylène non utilisé (vierge et neuf). En revanche les variations observées sur les PPs stockés pendant deux mois témoignent des changements chimiques et structuraux causés par le processus de conservation (dégradation partielle, présence de contaminants ou d'additifs introduits lors du processus de conservation).

### III.2. Test d'absorption

La **figure 10** illustre le taux d'absorption d'eau pour les polypropylènes vierge et vieillis après 11 jours d'immersion. On remarque que PP vierge enregistre un très faible taux d'absorption ce qui explique la nature apolaire de ce polymère qui lui confère le caractère hydrophobe. Car il a enregistré 0.06% en 3 jours, et ne dépasse pas 0.22% après 11 jours d'immersion. Les résultats d'**Elkebir, (2019)** ont montré que la diffusion de l'eau au sein de la matrice dépend de la nature de polymère et de l'architecture du réseau. Pour les deux échantillons vieillis, la cinétique d'absorption est importante durant les 2 premiers jours, puis entre les 2<sup>èmes</sup> jours et le 4<sup>èmes</sup> la cinétique évolue légèrement et au-delà du 4ème jour on enregistre un palier de stabilité où on atteint la saturation. Le PP d'olive tournante dévoile un taux d'absorption (3,39%) supérieure à celui de PP d'olive verte qui est de 1,53%. D'après **Naouri et al., (2021)** dans la première partie, l'absorption d'eau augmente proportionnellement avec le temps d'immersion. La section linéaire de la courbe indique la diffusivité des molécules d'eau, liée à la vitesse de pénétration de l'eau dans le matériau. Une section non linéaire apparaît ensuite, montrant une augmentation progressive de la prise de masse jusqu'à atteindre un plateau d'équilibre, appelé palier de saturation.

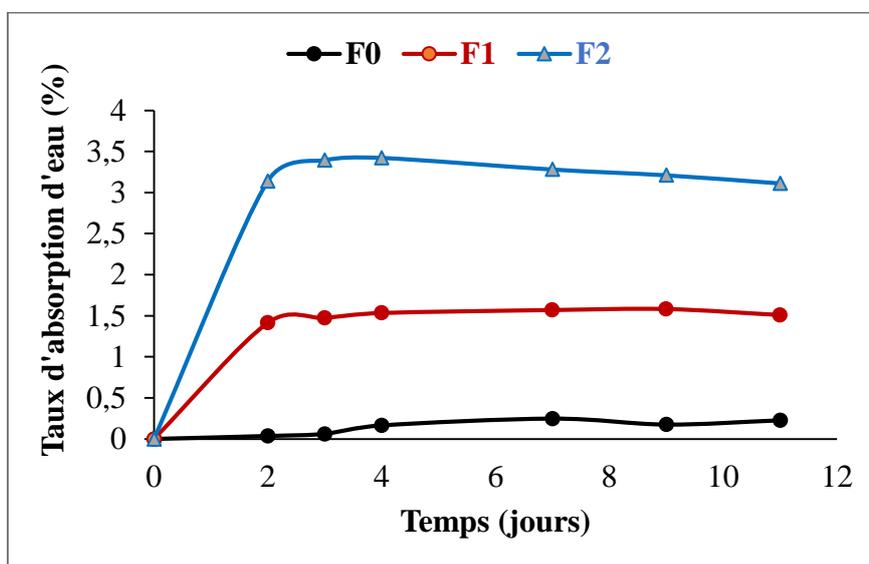
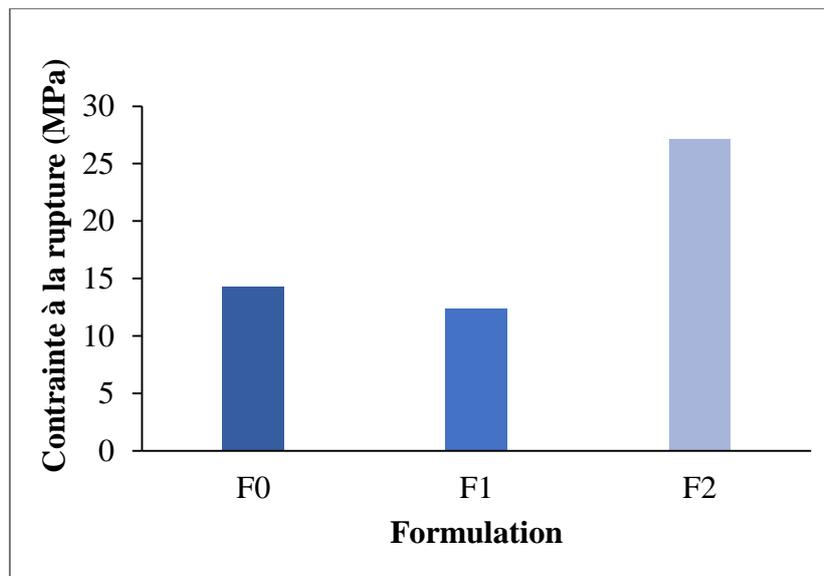


Figure 10 : Evolution du taux d'absorption d'eau

### III.3. Test de traction

#### III.3.1. Contrainte à la rupture

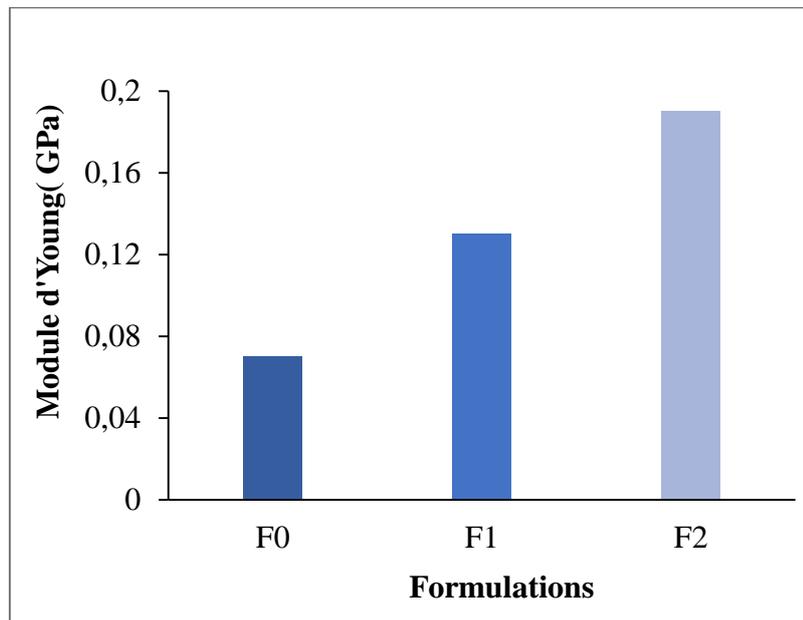
La **figure 11** représente l'évolution de la contrainte à la rupture des échantillons PP. on remarque que l'échantillon vierge F0 enregistre une contrainte à la rupture de 14,3 MPa, cette dernière diminue légèrement pour l'échantillon F1 contenant la variété d'olive verte. Cette diminution est attribuée à la présence d'eau se trouvant dans la saumure qui joue le rôle d'un plastifiant (**Viksne et al., 2006**). Une fois que l'eau pénètre à l'intérieur, le matériau se gonfle et forme de microfissures ce qui se traduit par un affaiblissement des forces de liaison intramoléculaire entre les chaînes de PP ce qui obstrue la propagation d'effort et par conséquent diminution de la contrainte. En revanche on enregistre une augmentation de la contrainte pour l'échantillon F2 contenant la variété d'olive tournante, ceci est due aux réactions de réticulation qui favorisent la formation des liaisons covalentes entre le PP et les produits de dégradation (hydroxyle, hydropéroxyde, Aldéhydes et Cétones), ce qui entraîne une augmentation de la contrainte à la rupture (**Blanco et al., 2013**).



**Figure 11** : Evolution de la contrainte à la rupture

### III.3.2. Module de Young

Le module d'Young des échantillons étudiés est représenté sur la **Figure 12**.



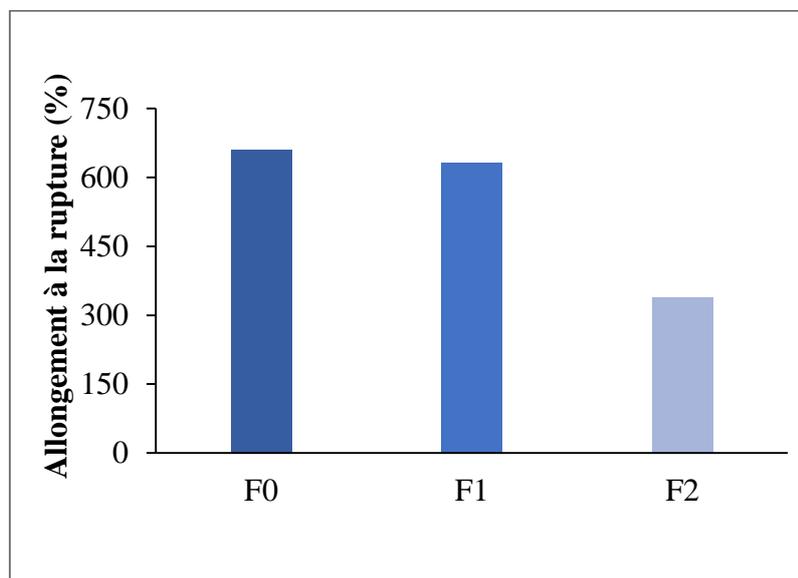
**Figure 12** : Evolution du module d'Young

On voit clairement que les valeurs de 0,19 et 0,13GPa enregistrées pour les échantillons F1 et F2 respectivement sont plus élevées que celle du PP vierge qui est de 0.07GPa. Cette croissance dans le module pour les échantillons vieilliss est due à la prédominance du phénomène de réticulation par création de ponts covalents entre les segments de chaînes voisines, qui s'exprime par la diminution de la mobilité moléculaire (**Jouenne et al., 2023**). Ces résultats sont corroborés par ceux de **Mora et Pommeau (2017)** qui explique que la rigidité de PP vieilliss est plus élevée que celle de PP vierge et que la présence de groupements donneurs de protons (milieu acide due à la saumure) favorise d'avantage le processus de réticulation des polymères ce qui explique l'augmentation de la rigidité. La combinaison entre la température, le cisaillement, la présence d'oxygène, des espèces chromophores tels que les hydro peroxydes, les groupements carbonyles et les résidus catalytiques dans la matrice PP lors de sa mise en œuvre pourraient être les principaux facteurs favorisant la dégradation du polypropylène (**Wang et al., 2013**).

### III.3.3. Allongement a la rupture

L'évolution de l'allongement à la rupture des échantillons polypropylène est représentée sur la **figure13**. Cette dernière, montre clairement que la déformation des échantillons polypropylènes vieilliss (F1 et F2) diminue par rapport au PP vierge. Elle passe de 659 % pour le PP vierge à 631% et 339% pour F1 et F2 respectivement. Cette diminution est plus prononcée pour le F2

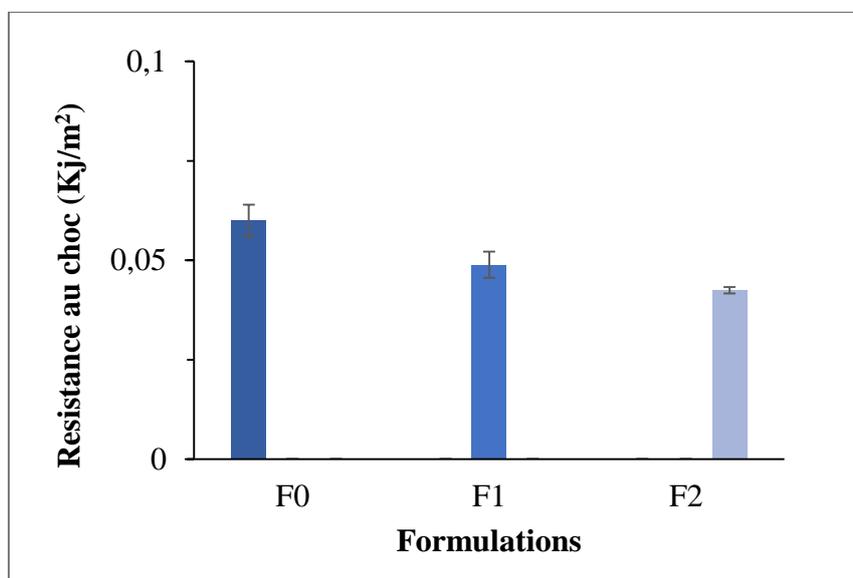
avec une baisse d'environ 48%. Ces résultats sont confirmés avec ceux trouvés par **Djeddi *et al.* (2020)** et **Jouenne *et al.* (2023)** qui attribuent cette décroissance à la réduction de la mobilité moléculaire des segments de chaînes.



**Figure 13** : Evolution de l'allongement à la rupture

### III.4. Test de choc

Les résultats de la résistance aux chocs des polypropylènes vierges et vieillis sont illustrés sur la **figure 14**.



**Figure 14** : Evolution de la résistance au choc

Les tests de choc effectués avec une force de 7,5 J montrent que la résistance au choc de l'éprouvette de PP vierge est supérieure à celle des éprouvettes de PP vieillis, ce qui signifie

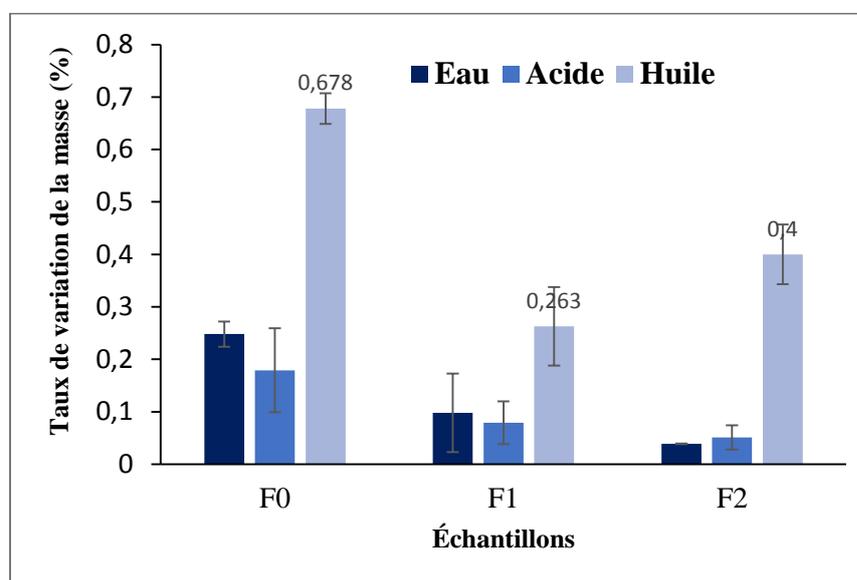
que la résistance au choc diminue avec le vieillissement. Selon **Courvoisier *et al.* (2017)** l'architecture macromoléculaire des polymères notamment les coupures de chaîne et les actes de réticulation au cours d'un vieillissement influe sur la résilience. **Bechikhi *et al.* (2022)** ont expliqué que la résistance aux chocs du polypropylène est influencée par sa composition, sa masse moléculaire, l'orientation de ses molécules et son degré de cristallinité. En particulier, une augmentation de la masse moléculaire entraîne une diminution de sa résistance aux chocs.

### III.5. Test de migration

#### III.5.1. Mesure de la variation de masse des échantillons

Cette mesure a pour but d'identifier le phénomène (sorption ou migration) qui se produit lors du contact entre les échantillons emballages et le milieu stimulateur. Selon la bibliographie dans le cas d'interaction contenu/contenant l'existence de deux phénomènes peut avoir lieu : la sorption et la migration. Le premier indique une pénétration du milieu stimulateur, qui se traduit par une augmentation du taux de variation de masse. Le deuxième concerne la migration des additifs de l'emballage vers le milieu stimulateur qui se manifeste par une perte de masse.

L'évolution du taux de variation de masse des éprouvettes (F0, F1 e F2) après 10 jours de contact à 40°C est représentée sur la **figure 15**.



**Figure 15** : Evolution de taux de variation de masse

D'après les histogrammes, on remarque que tous les échantillons (F0, F1 et F2) enregistrent une variation de masse positive, ce qui suggère que la sorption est le phénomène prédominant pour les trois milieux de stimulateur étudié à savoir : l'eau, acide et l'huile. En comparant les différents échantillons on constate que l'emballage en PP vierge (F0) présente

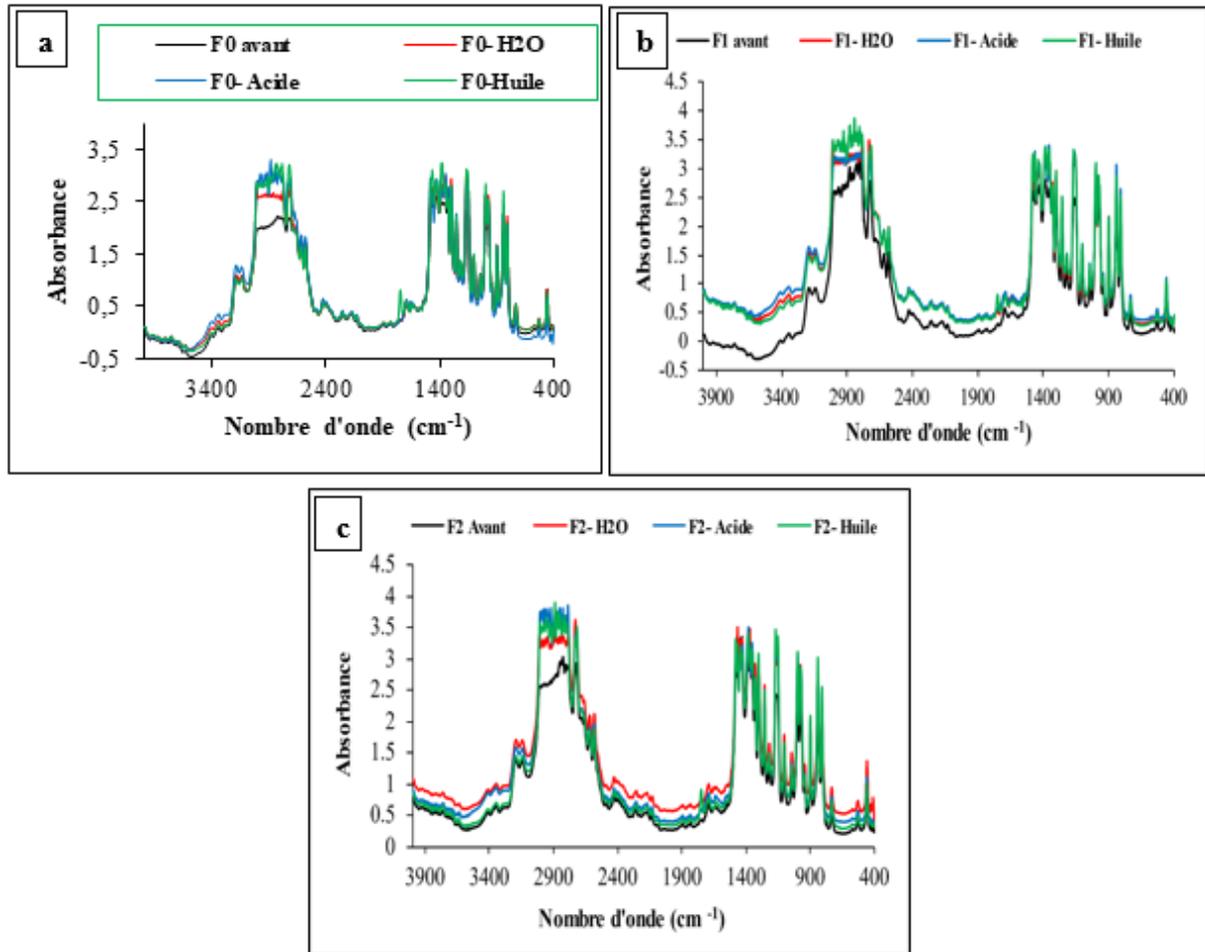
des taux de variation de masse relativement élevé par rapport aux deux autres emballages contenant les deux variétés d'olive (F1 et F2) quel que soit le milieu. Ceci peut s'expliquer probablement par le contact direct et prolongé de ces deux emballages (F1 et F2) avec la saumure qui a permis d'atteindre facilement la saturation. Si on s'intéresse maintenant à l'effet de milieu stimulateur, on remarque que le taux de variation de masse est plus prononcé pour les échantillons mis en contact avec l'huile d'olive. Ces résultats concordent avec la théorie qui prévoit que les phénomènes de sorption sont plus fréquents avec des composés lipophiles, cela est dû à la grande affinité pour la plupart des emballages qui sont aussi peu ou pas polaires (PE, PS, PP).

### III .5.2. Analyse par Spectroscopie infrarouge a transformé de Fourier

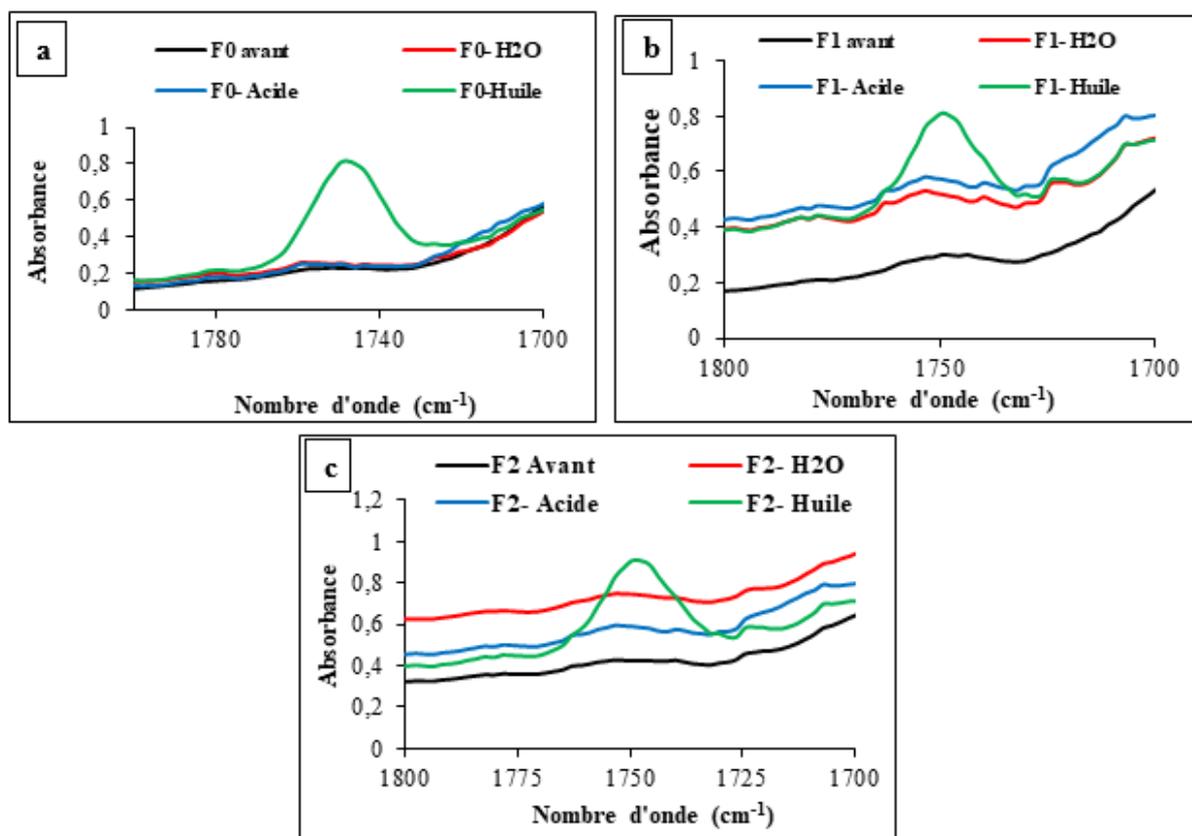
Cette méthode a été faite dans le but de réaliser une étude qualitative des phénomènes de migration et de sorption.

#### III .5.2. 1. Analyse des échantillons

**La figure 16** représente les spectres IR des échantillons F0, F1 et F2 dans les trois milieux de stimulant. A partir de ces spectres IR, on pourra faire une approche qualitative du phénomène qui s'y produit, en effet si l'intensité de la bande diminue cela voudrait dire qu'il y a migration si dans le cas contraire celle-ci augmente il y a donc sorption. Dans notre cas, on observe qu'il y a effectivement des interactions vues que les spectres ne sont pas identiques par rapport à l'échantillon témoin. Les échantillons immergés enregistrent des bandes toutes d'intensités supérieures à celles du témoin, alors, on conclut que le phénomène de sorption prédomine sur le phénomène de migration. Egalement on voit apparaître de nouvelles bandes en particulier dans la région des carbonyles entre  $1800$  et  $1700\text{ cm}^{-1}$  et pour une meilleure visibilité 'un zoom a été fait et reporté sur la **figure 17**.



**Figure 16 :** Spectres IR des échantillons F0, F1 et F2 avant migration et après migration dans les trois stimulateurs étudiés.

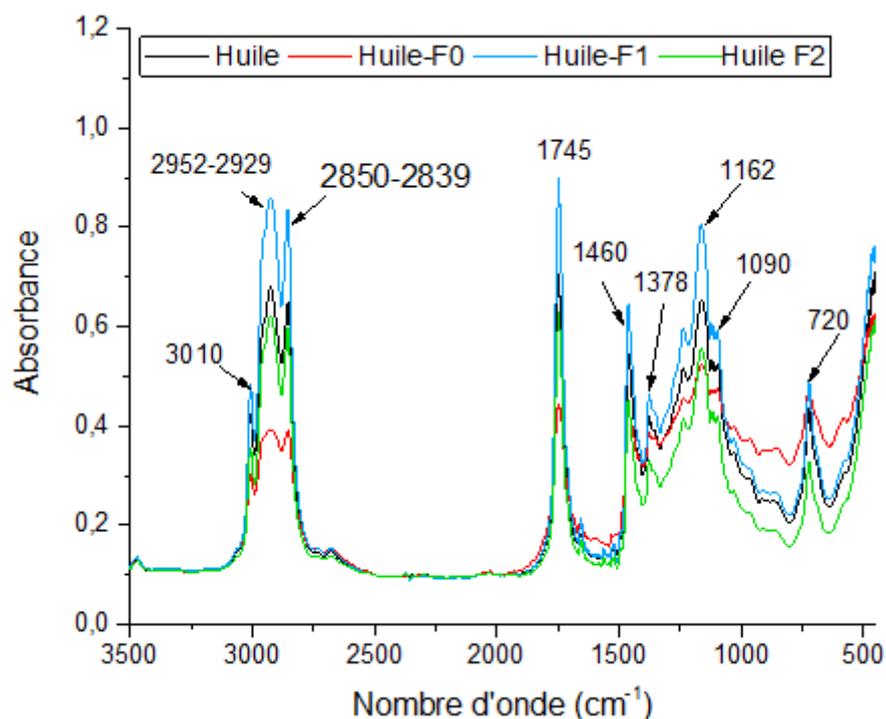


**Figure 17 :** Zoom entre 1800-1700  $\text{cm}^{-1}$  des Spectres IR des échantillons F0, F1 et F2 avant migration et après migration dans les trois stimulateurs étudiés.

D'après la **figure 17**, on remarque l'apparition d'une nouvelle bande centrée à 1745  $\text{cm}^{-1}$  caractéristique des groupements carbonyle ( $\text{C}=\text{O}$ ) pour les échantillons immergés dans l'huile d'olive. Cela peut s'expliquer par l'absorption de l'huile d'olive dans l'emballage de l'olive tournante (F2), due principalement à la grande affinité entre les composés lipophiles (huile) et l'emballage PP apolaire.

### III .5.2. 2. Analyse de stimulant huile d'olive

Les spectres IR de l'huile d'olive témoin sans échantillon et l'huile d'olive contenant les trois échantillons F0, F1 et F2 après 10 jours de contact sont représentés sur la **figure 18**.



**Figure 18** : Spectre IR de l'huile d'olive témoin et de l'huile d'olive contenant les trois échantillons F0, F1 et F2.

D'après SELAIMIA (2018) les bandes caractéristique de l'huile d'olive sont

- **3010 cm<sup>-1</sup>** : Vibrations d'élongation des groupements =C–H. L'intensité de l'absorption dans cette région est proportionnelle au nombre de doubles liaisons.
- **2929 et 2850 cm<sup>-1</sup>** : vibrations d'élongation asymétrique du groupement CH<sub>2</sub> et CH<sub>3</sub> respectivement.
- **2850 et 2839 cm<sup>-1</sup>** : attribuées respectivement à l'élongation symétrique du groupe CH<sub>3</sub> et CH<sub>2</sub>.
- **1721 cm<sup>-1</sup>** : vibrations d'élongation du groupe C=O des acides qui est chevauché par le pic intense à **1745 cm<sup>-1</sup>** caractéristique du groupe C=O des esters.
- **1460 cm<sup>-1</sup> et 1378 cm<sup>-1</sup>** : vibrations de déformation des groupes CH<sub>2</sub> et CH<sub>3</sub> respectivement.
- **1162cm-1** : vibration d'élongation du groupe C–O acide.
- **1090cm-1** : vibrations d'élongation du groupe C–O ester.
- **913 cm<sup>-1</sup>** : Vibrations de déformation dans le plan du groupe O–H des acides carboxyliques.

➤ **720 cm<sup>-1</sup>** : L'intensité de cette bande est directement liée aux vibrations de déformation du groupe CH<sub>2</sub>

Selon la figure 21, on remarque que sur les l'huiles contenant l'échantillon F0 et F2 les bandes d'absorbance ont tendance à diminuer par rapport au témoin, mais l'huile contenant l'échantillon F1 enregistre des intensités plus élevées comparé au témoin. Cela signifie que la concentration des produits caractérisant dans l'huile d'olive a augmenté, donc la migration des produits du PP vers le stimulant (huile d'olive). Ces résultats concordent avec les résultats du taux de variation de masse pour les emballages et également les analyses physico-chimiques qui ont révélé que les olives vertes ont marqué le plus de pertes en composés phytochimiques par diffusion vers la saumure.

# **Conclusion générale et perspectives**

L'objectif de ce travail a été d'étudier l'effet de la conservation des olives de table élaborées selon les procédés différents sur le déclenchement des réactions d'interactions contenu/contenant entre l'emballage à base de polypropylène et la saumure des olives de table au cours de la période de conservation.

Pour ce faire, des analyses physico-chimiques ont été effectuées sur deux variétés d'olive de table vertes et tournantes, tels que la teneur en eau, taux de sel, dosage du sucre, composés phénoliques, des flavonoïdes et des ortho-diphenols. Les résultats ont révélé que l'extrait des olives tournantes est plus riche en ces composés que l'extrait des olives vertes. Ceci est due d'une part au stade de maturité des olives et d'autre part au procédé d'élaboration et de conservation. Par contre l'acidité des olives vertes est plus élevée que celle des olives tournantes. Cette différence dans les paramètres physico-chimiques mise en évidence, il importe d'étudier la répercussion de cette différence sur la stabilité de l'emballage au cours de la conservation des olives de table.

L'analyse structurale par IR, le comportement mécanique (traction et choc), l'absorption d'eau et la migration ont été réalisés sur l'emballage alimentaire à base de PP vierge et PP contenant les deux variétés. L'analyse IR a confirmé la structure du PP et a mis en évidence la présence des hydroxyles et des carbonyles issus de la dégradation partielle du PP. A travers le test mécanique on a pu montrer que la conséquence de cette dégradation était la réticulation des chaînes, entraînant ainsi une augmentation du module d'Young et de la contrainte, et une diminution de l'allongement. Pour le test de migration, le suivi du taux de variation de masse nous montre que le phénomène de sorption est prédominant surtout vis à vis de l'huile d'olive. Et l'analyse de ce dernier montre qu'il y'a migration des produits de dégradation du PP vers l'huile en particulier pour l'échantillon F1.

Selon les tests physicochimiques et les essais réalisés sur le polypropylène, il est observé que la conservation des olives de table dans des pots en PP entraîne une dégradation lente et progressive avec le temps. Cette dégradation peut affecter à la fois la qualité des olives et celle de l'emballage à long termes.

Il serait intéressant, à l'avenir d'extrapoler l'étude sur d'autres variétés d'olives élaborés par d'autres procédés et d'étudier l'ampleur de ces réactions contenu/contenant en utilisant d'autres techniques d'analyses telles la spectroscopie d'absorption atomique (SAA) et l'HPLC pour déterminer la présence des métaux lourds, la perméabilité à la vapeur d'eau et aux gaz et la migration spécifique. Une étude de la valeur nutritive des olives avant conditionnement et après une période de conservation dans ce type d'emballage compléterait ces résultats.

# **Références bibliographiques**

### A

**Ahmed, I. A. M., Özcan, M. M., Uslu, N., Mohammed, B. M., et Karrar, E. (2024).** Debitting of “Ayvalık” and “Gemlik” olives with caustic, brine, and NaOH solutions affects oil content and fatty acid profiles at the beginning and end of fermentation. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 1-9.

**Apak, R., Güçlü, K., Demirata, B., Özyürek, M., Çelik, S. E., Bektaşoğlu, B., et Özyurt, D. (2007).** Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. *Molecules*, 12 : 1496-1547.

**Aparicio-Ruiz, R., Riedl, K. M., et Schwartz, S. J. (2011).** Identification and quantification of metallo–chlorophyll complexes in bright green table olives by high-performance liquid chromatography–mass spectrometry quadrupole/time-of-flight. *Journal of agricultural and food chemistry*, 59 : 11100-11108.

### B

**Bechikhi, Y., et Bouziane, M. M. (2022).** Étude du comportement d'un polymère thermoplastique chargé par des particules non-organique.

**Bendini, A., Bonoli, M., Cerretani, L., Biguzzi, B., Lercker, G., et 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 : 425-433.

**Bianchi, G. (2003).** Lipids and phenols in table olive. *Journal Lipid Science Technology* 105 :229-242.

**Blanco, M., Touze-Foltz, N., Amat, B., Castillo, F., et Aguiar, E. (2013).** Comportement d'une géomembrane EPDM 18 ans après son installation dans la retenue d'El Boqueron (Tenerife, Espagne). In 9èmes Rencontres Géosynthétiques , 9.

**Borzillo, A., Iannotta, N., et Uccella, N. (2000).** Oinotria table olives : quality evaluation during ripening and processing by biomolecular components. *European Food Research and Technology*, 212 : 113-121.

**Boubakri, A., Haddar, N., Elleuch, K., et Bienvenu, Y. (2010).** Impact of aging conditions on mechanical properties of thermoplastic polyurethane. *Materials et Design*, 31: 4194-4201.

**Bouchoul, B., Benaniba, M. T., et Maiza, M. (2018).** Evaluation de la migration des plastifiants d'origine végétale à partir des films en polychlorure de vinyle pour application emballage alimentaire. In International Symposium on Materials Chemistry ISyMC'2018.

**Boulechrif, C.(2007).** Synthèse et caractérisation des nanocomposites polypropylène haute densité-montmorillonite. Thèse magister. Université Constantine.

### C

**Carrega, M.et al. 2012.** « Matières plastiques : propriétés, mise en forme et applications...industrielles des matériaux polymères.» ; 3e éd... Paris : Dunod L'usine nouvelle.

**Cerretani, L., et Bendini, A. (2010).** Rapid assays to evaluate the antioxidant capacity of phenols in virgin olive oil. In Olives and olive oil in health and disease prevention ,625-635. Academic Press.

**Conseil oléicole international , (2004).** Norme commerciale applicable aux olives de table.

**Conte, P., Fadda, C., Del Caro, A., Urgeghe, P. P., et Piga, A. (2020).** Table olives : An overview on effects of processing on nutritional and sensory quality. Foods, 9 : 514.

**Courvoisier, E., Bicaba, Y., et Colin, X. (2017).** Analyse de la dégradation thermique du Poly (éther imide). Matériaux et Techniques, 105 : 402.

### D

**Darque-Ceretti, É., Aucouturier, M., Felder, É., et Horgnies, M. (2020).** Matériaux-De l'élaboration à l'utilisation des matériaux-Caractéristiques, obtention, emplois. Editions Ellipses.

**Debeaufort, F., Kurek, M., Benbettaieb, N., et Ščetar, M. (2022).** Matériaux et procédés d'emballage pour les industries alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques. ISTE Group.

**Djeddi, F., et Mohellebi, M. (2019).** Valorisation de Déchets Plastiques à base de Polyamide par Recyclage. International Journal of Scientific Research Engineering et Technology, 8 : 1-6.

**Djeridane, A., Yousfi, M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P., et Vidal, N. (2006).** Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. Food chemistry, 97 : 654-660.

**Duval, (2004),** technique de l'ingénieur [AM 3 320] : Polypropylènes (PP)- Plastiques et composites.

### *E*

**Elkebir, Y. (2019).** Impact de la microstructure et du vieillissement par relaxation structurale sur les mécanismes d'absorption d'eau dans les réseaux polyépoxydes (Doctoral dissertation, Université de La Rochelle).

### *F*

**Fernández, G. (1997).** Garrido Fernández A., Fernández Díez MJ, Adams MR Table Olives. Production and Processing.

**Fournier, E., Etienne-Mesmin, L., Blanquet-Diot, S., et Mercier-Bonin, M. (2022).** Microplastiques dans notre alimentation: un focus sur la santé intestinale. Cahiers de Nutrition et de Diététique, 57: 270-283.

**Fuzessery, S.(1991).** Polypropylène, Techniques de l'ingénieur, traité plastique, 3320.

### *G*

**Gandul-Rojas, B., et Gallardo-Guerrero, L. (Eds.). (2021).** Research on Characterization and Processing of Table Olives, 248. MDPI-Multidisciplinary Digital Publishing Institute.

**Gonçalves, C., Rodriguez-Jasso, R. M., Gomes, N., Teixeira, J. A., et Belo, I. (2010).** Adaptation of dinitrosalicylic acid method to microtiter plates. Analytical Methods, 2 : 2046-2048.

**Gontard, N., Guillard, V., Gaucel, S., et Guillaume, C. (2017).** L'emballage alimentaire et l'innovation écologique dans toutes leurs dimensions. Innovations agronomiques, 58 : 1-9.

**Gülcin, I. (2012).** Antioxidant activity of food constituents: an overview. Archives of toxicology, 86 : 345-391.

### *J*

**Jouenne, J. B., Barbier, D., Hounkpati, V., Cauret, L., et Vivet, A. (2023).** Anisotherm study of the influence of flax fibers on curing kinetics of biobased epoxy resin. In ICCM23-Twenty-third international conference on composite materials.

### *K*

**Keceli, T. M., Celik, F. H., et Koseoglu, O. (2024).** Effect of Growing Regions on Discrimination of Turkish-Style Black Table Olives from Gemlik Cultivar. Journal of Oleo Science, 73 :321-331.

**Kiai, H., Raiti, J., El Abbassi, A., et Hafidi, A. (2020).** Chemical profiles of Moroccan Picholine olives and its brines during spontaneous fermentation. *International journal of fruit science*, 20: 1297-1312.

**KRIM, S. (2009).** Etude et caractérisation des matériaux composites à base de polypropylène chargé avec la farine de grignon d'olive. Thèse Magister, Université de Béjaïa.

### L

**Lanza, B., Di Serio, M. G., Iannucci, E., Russi, F., et Marfisi, P. (2010).** Nutritional, textural and sensorial characterisation of Italian table olives (*Olea europaea* L. cv. 'Intosso d'Abruzzo'). *International journal of food science et technology*, 45 : 67-74.

**López-García, E., Romero-Gil, V., Arroyo-López, F. N., et Benítez-Cabello, A. (2024).** Impact of lactic acid bacteria inoculation on fungal diversity during Spanish-style green table olive fermentations. *International Journal of Food Microbiology*, 417 : 110689.

**López-López, A., Montaña, A. et Garrido-Fernández, A. (2010).** Profils nutritionnels des olives de table commerciales : protéines et vitamines. Dans *Les olives et l'huile d'olive dans la santé et la prévention des maladies*, 705-714.

### M

**Marchiandi, J., Alghamdi, W., Dagnino, S., Green, M. P., et Clarke, B. O. (2024).** Exposure to endocrine disrupting chemicals from beverage packaging materials and risk assessment for consumers. *Journal of Hazardous Materials*, 465 : 133314.

**McDonald, S., Prenzler, P. D., Antolovich, M., et Robards, K. (2001).** Phenolic content and antioxidant activity of olive extracts. *Food chemistry*, 73 : 73-84.

**Mettouchi, S., Sacchi, R., Ould Moussa, Z. E. D., Paduano, A., Savarese, M., et Tamendjari, A. (2016).** Effect of Spanish style processing on the phenolic compounds and antioxidant activity of Algerian green table olives. *Grasas y Aceites*, 67:1-11.

**Mettouchi-Tamendjari, S. (2016).** Effet du procédé d'élaboration au style Espagnol sur la composition, les activités antioxydante et antibactérienne des olives de table vertes.

**Miller, G. L. (1959).** Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical chemistry*, 31 : 426-428.

**Mora, S., et Pomeau, Y. (2017).** Souple et solide : comment la matière élastique se déforme-t-elle ? *Reflats de la physique*, 18-23.

**Moreno-González, R., Juan, M. E., et Planas, J. M. (2020).** Table olive polyphenols: A simultaneous determination by liquid chromatography–mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1609 : 460434.

**Moumen, H.(2015).** Contribution à l'analyse des risques sanitaires de l'olive de table et validation du barème termiques d'apertisation.

### *N*

**Naouri, L., Belaadi, A., et Fares, L. (2021).** Influence de l'absorption d'eau sur le comportement des bio-composites. *EasyChair*, 6797 :1-6.

### *O*

**Ozdemir, Y., Ozturk, A., Tangu, N. A., Akcay, M. E., Ozyurt, U., et Ercisli, S. (2020).** Determination of raw and processed black olive characteristics of six cultivars. *Journal of Animal et Plant Sciences*, 30.

### *P*

**Pennarun, P. Y. (2001).** Migration à partir de bouteilles en PET recyclé. Elaboration et validation d'un modèle applicable aux barrières fonctionnelles.

**Perpetuini, G., Prete, R., Garcia-Gonzalez, N., Khairul Alam, M., et Corsetti, A. (2020).** Table olives more than a fermented food. *Foods*, 9 : 178.

**Perpetuini, G., R. Prete, N. Garcia-Gonzalez, M. Khairul, A et Corsetti, A (2020).** Table olives more than a fermented food. *Foods* 9 : 178

**Preedy, V. R., et Watson, R. R. (2010).** Bioactive foods in promoting health: probiotics and prebiotics. Academic Press.

### *R*

**Rababah, T. M., Al-u'datt, M., Al-Mahasneh, M., Gammoh, S., Mahili, H., et Ajouly, T. E. (2020).** Effect of different fermentation processes on the phytochemical properties of green table Olives. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 42 : 409.

**Rallo, L., Díez, C. M., Morales-Sillero, A., Miho, H., Priego-Capote, F., et Rallo, P. (2018).** Quality of olives : A focus on agricultural preharvest factors. *Scientia horticulturae*, 233 :491-509.

**Rocha, J., Borges, N., et Pinho, O. (2020).** Table olives and health: A review. *Journal of nutritional science*, 9 :57.

**Rokni, Y., Ghabbour, N., Chihib, N. E., Thonart, P., et Asehraou, A. (2015).** Caractérisation physico-chimique et microbiologique du processus de fermentation naturelle des olives vertes de la variété picholine marocaine. Physico-chemical and microbiological characterization of the natural fermentation of Moroccan picholine green olives variety. *Journal of Materials and Environmental Science*, 6: 1740-1751.

### S

**Sab, C., Ramírez, E. M., Romero, C., Brenes-Álvarez, M., Ouelhadj, A., et Medina, E. (2024).** Characterization and safety of commercial table olives from the Algerian market. *Food Control*, 160:110324

**SELAIMIA, R. (2018).** Etude de l'huile d'olive d'Algérie. Thèse de doctorat, Université de Guelma.

**Severin, I., Dahbi, L., Domenek, S., Nguyen, P. M., Platel, A., Vitrac, O., et Chagnon, M. C. (2023).** Stratégie pour une sécurité chimique intégrée des matériaux d'emballage au contact des denrées alimentaires. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 58 : 134-141.

**Severin, I., Riquet, A. M., et Chagnon, M. C. (2011).** Évaluation et gestion des risques—Matériaux d'emballage à contact alimentaire. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 46 :59-66.

**Sinem, A., Behiç, M., Mecit, Ö. H., et Aziz, T. (2024).** Production and characterisation of microfluidized olive powder. *International Journal of Food Science et Technology*.

**Soler-Rivas, C., Espín, JC, & Wichers, HJ (2000).** Un test simple et rapide pour comparer la capacité totale de piégeage des radicaux libres des aliments. *Analyse phytochimique : une revue internationale des techniques chimiques et biochimiques des plantes* , 11 : 330-338.

### T

**Tahtat, D., et Mahlous, M. (2008).** Effets du rayonnement gamma sur les propriétés mécaniques du polyéthylène et du polypropylène. *Centre de Recherche Nucléaire d'Alger.*, 7:51-60.

**TIMERIDJINE, S. (2023).** L'industrie agroalimentaire levier de diversification de l'économie algérienne : état des lieux. *Revue Etudes Economiques*, Volume: 17/ N°: 01.

**Tovar, M. J., Romero, M. P., Girona, J., et Motilva, M. J. (2002).** 1□Phenylalanine ammonia□lyase activity and concentration of phenolics in developing olive (*Olea europaea* L

cv Arbequina) fruit grown under different irrigation regimes. Journal of the Science of Food and Agriculture, 82 : 892-898.

### V

**Verney, V. (2011).** Rhéologie, oxydation et vieillissement des polymères. Rhéologie, 20: 6.

**Viksne, A., Bledzki, A. K., Rence, L., et Berzina, R. (2006).** Water uptake and mechanical characteristics of wood fiber-polypropylene composites. Mechanics of Composite Materials, 42 : 73-82.

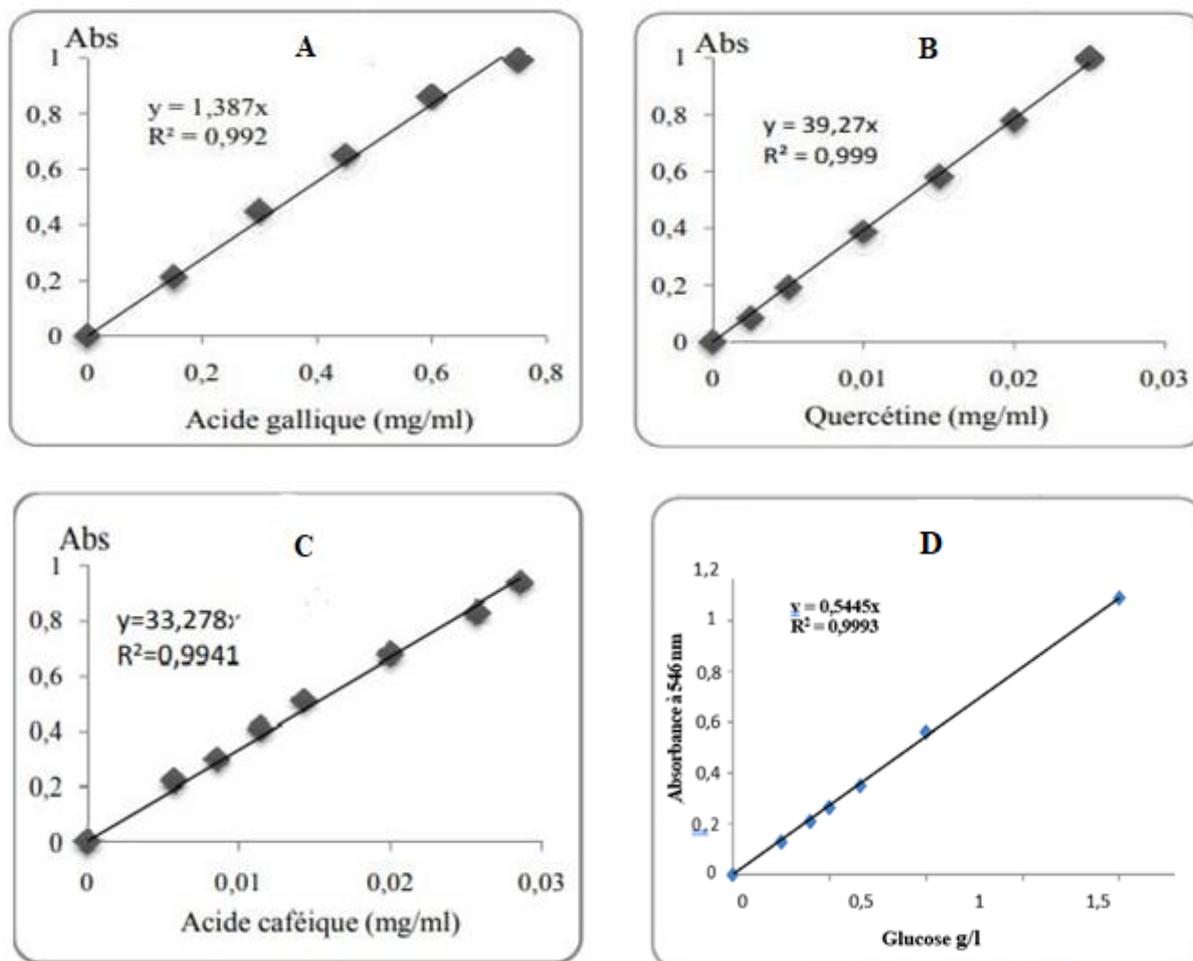
### W

**Wang, K., Bahlouli, N., Addiego, F., Ahzi, S., Rémond, Y., Ruch, D., et Muller, R. (2013).** Effect of talc content on the degradation of re-extruded polypropylene/talc composites. Polymer degradation and stability, 98 : 1275-1286.

### Z

**Zaki, O. (2008).** Contribution à l'étude et la modélisation de l'influence des phénomènes de transferts de masse sur le comportement mécanique de flacons en polypropylène.

# **Annexes**



**Figure :** Courbes d'étalonnage pour le dosage des polyphénols « A », des flavonoïdes « B », des ortho-diphénols « C », et des sucres réducteurs «D».

## Résumé

Les olives de table subissent des traitements d'élaboration pour réduire l'amertume, elles sont conservées dans une saumure. Dans cette étude, les olives vertes et tournantes élaborées par des procédés différents ont été conservées plus de trois mois dans un emballage en polypropylène. Les analyses physicochimiques ont révélé que les olives vertes sont plus acides, alors que les olives tournantes sont plus riches en composés phénoliques, en flavonoïdes et en ortho-diphénols. Les propriétés physico-chimiques des olives de table, comme leur acidité, peuvent impacter l'emballage alimentaire en polypropylène. C'est pour cette raison qu'on s'est intéressé à explorer les effets de la saumure de ces olives de table sur les propriétés mécaniques du polypropylène, et les phénomènes de transfert qui sont susceptibles d'avoir lieu entre l'emballage et l'aliment. Les résultats ont révélé la présence des carbonyles issus de la dégradation partielle du PP. Une augmentation du taux de variation de masse après 10 jours d'immersion dans les trois stimulants étudiés à savoir l'eau, l'acide acétique 3% et l'huile d'olive. Le phénomène de migration a été observé pour le simulant gras en particulier pour l'échantillon F1. Une amélioration de la contrainte à la rupture et du module de young avec une diminution de la déformation.

**Mots clés :** olive de table, Saumure, propriétés physicochimiques, polypropylène, migration, dégradation et propriétés mécaniques

## Abstract

Table olives undergo processing to reduce bitterness, they are kept in brine. In this study, green and rotating olives developed by different processes were kept more than three months in polypropylene packaging. Physicochemical analyses revealed that green olives are more acidic, while rotating olives are richer in phenolic compounds, flavonoids and ortho-diphenols. The physicochemical properties of table olives, such as their acidity, can impact polypropylene food packaging. It is for this reason that we are interested in exploring the effects of the brine of these table olives on mechanical properties polypropylene, and the transport phenomena between the packaging and the food. The results revealed the presence of carbonyls resulting from the partial degradation of PP. An increase in the rate of mass variation after 10 days of immersion in the three stimulants studied namely water, acetic acid 3% and olive oil. The migration phenomenon was observed for the fat simulant especially for the F1 sample. Improved fracture stress and modulus with reduced deformation.

**Keywords:** table olive, brine, physicochemical properties, polypropylene, migration, degradation and mechanical properties