

**République Algérienne Démocratique et Populaire Ministère de  
l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique  
Université Abdel Hamid Ibn Badis De Mostaganem  
Faculté des Sciences Département de l'Agronomie.**



**Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master II**

**Option : Biotechnologie Alimentaire**

**Thème :**

**Effet de L'ajout de grenade (*pinuca granatum*) sur la  
conservation des aliments : cas de la viande d'agneau**

**Présenté par :**

TABET Sabiha

**Constitution du Jury :**

Président	M.MAZOUZ.M	MAA	U. Mostaganem
Encadreur	M.BENABDELMOUMENE.D	MCA	U. Mostaganem
Examineur	M.SASSI.H	MCB	U. Relizane

2020/2021

## ***Remerciement***

*C'est avec un réel plaisir que nous réservons ces lignes en signe de gratitude et de profonde reconnaissance à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation et à l'aboutissement de ce travail et toutes les personnes qui sont présentes autour de nous en ce moment*

*Nous tenons à exprimer d'abord tout nous sincère remerciement et notre grand respect à Mr BENABDELMOUMENE.D pour nous avoir encadré, orienté pour toute sa Patience et ses précieux conseils qu'il nous a donnés.*

*Nous exprimons notre sincère gratitude à Mr BOUZOUINA.M et nous le remercions pour d'ouvrir les portes de laboratoire à notre service*

*Nous adressons nos sincères remerciements à l'ensemble du personnel du laboratoire de protection de culture pour leurs aides, soutiens et les bons moments passés qui ne pourront que rester inoubliables pour nous*

*Enfin, on tient à remercier l'ensemble des enseignants du département d'agronomie qui ont participé à notre formation.*

*Je dédie ce modeste travail, à tous ceux qui je porte dans mon cœur et à tous ceux qui sont chers à mes yeux...*

*A Mes chères parents que DIEU me les garde.*

*A tous mes frères : **Lakhel, Fathi, Ahmed et Redhouan***

*A mes belles sœurs : **Fatiha***

*A toutes les familles : **TABET, NOUR***

*A mon encadreur : **Benabdelmoumene***

*Mes chères amis : **Afaf, Halima.Amel***

*A tous mes amis de la promotion biotechnologie alimentaire*

*A Tous ceux que j'ai oubliés de citer*

**SABIHA**

# Table des matières

---

Remercîment

Dédicace

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction générale

Partie bibliographique

Chapitre 01: Généralité sur le grenade pinuca granatum

1. Profil botanique du grenadier	03
2. La grenade	03
3. Nomenclature	03
4. Production de grenade	03
3.1. Production de grenade dans le monde	03
3.2. La production de grenade en Algérie	04
4. Classification botanique	05
5. Composition chimique de l'écorce	06
6. Les utilisations de l'écorce de grenade comme remède	08
7. Propriétés connues de l'écorce de grenade	09
7.1. Propriétés antioxydantes	09
7.2. Propriétés anti-inflammatoire	09
7.3. Propriétés anti-tumorales	09
8. Toxicité de l'écorce de grenade	10

Chapitre II : généralité sur la viande rouge

## Table des matières

---

<b>1.Définition de la viande</b>	<b>11</b>
<b>2. Composition de la viande</b>	<b>11</b>
<b>3.Structure de la viande</b>	<b>12</b>
<b>4.Importance de la viande dans l'alimentation</b>	<b>13</b>
<b>5.Qualités de la viande rouge</b>	<b>13</b>
<b>5.1.Qualités sensorielles de la viande</b>	<b>13</b>
<b>5.1.1. La couleur</b>	<b>13</b>
<b>5.1.2. La flaveur</b>	<b>13</b>
<b>5.1.3. la jutosité</b>	<b>14</b>
<b>5.1.4. Tendreté</b>	<b>14</b>
<b>5.2. Qualités technologiques</b>	<b>15</b>
<b>5.2.1. Capacité de rétention d'eau</b>	<b>15</b>
<b>5.2.1. Ph</b>	<b>15</b>
<b>5.3. Qualité hygiénique</b>	<b>16</b>
<b>6. Facteurs influençant la qualité de la viande</b>	<b>16</b>
<b>6.1. Dépôt adipeux</b>	
<b>6.2.Age</b>	<b>16</b>
<b>6.3.Génétique</b>	<b>17</b>
<b>6.4.Alimentation</b>	
<b>7. Couleur et pigmentation de la viande rouge</b>	<b>17</b>
<b>8. Myoglobine, pigment musculaire</b>	<b>18</b>
<b>9. Formes de la myoglobine</b>	<b>18</b>
<b>10. Composantes de la couleur de la viande d'après</b>	<b>19</b>
<b>11. Deux composantes sur viande fraîche</b>	<b>20</b>
<b>12. Deux composantes durant la conservation</b>	<b>20</b>
<b>13. D'autres aspects interviennent parfois</b>	<b>20</b>

## **Table des matières**

---

<b>13.1. Teneur en gras intramusculaire</b>	<b>20</b>
<b>13.2. Dessèchement de surface</b>	<b>21</b>
<b>13.3. Irisation</b>	<b>21</b>
<b>13.4. Détermination de la couleur de la viande</b>	<b>22</b>
<b>13.5. Problèmes de couleur liés au Ph</b>	<b>22</b>
<b>14. Conservation de la viande</b>	<b>23</b>
<b>Chapitre III : Oxydation lipidique et stress oxydatifs</b>	
<b>1. Généralités</b>	<b>25</b>
<b>2. Radicaux libres</b>	<b>25</b>
<b>2.1. Impacte des radicaux libres</b>	<b>25</b>
<b>3. Oxydation lipidique</b>	<b>25</b>
<b>4. Mécanisme réactionnel de l'oxydation des lipides</b>	<b>26</b>
<b>4.1. Initiation</b>	<b>26</b>
<b>4.2. Propagation</b>	<b>26</b>
<b>5. Impacte de l'oxydation dans l'industrie alimentaire</b>	<b>27</b>
<b>6. Stress oxydatif</b>	<b>27</b>
<b>7. Établissement d'un stress oxydant</b>	<b>27</b>
<b>7.1. En phase d'élevage</b>	<b>27</b>
<b>7.1. En phase de pré-abattage</b>	<b>27</b>
<b>7.3 Post-abattage</b>	<b>28</b>
<b>8. Transformations technologiques</b>	<b>28</b>
<b>9. Réaction de lipo-péroxydation dans les muscles et viandes</b>	<b>29</b>
<b>10. Impacts nutritionnels des oxydations lipidiques</b>	<b>29</b>
<b>10.1. Pertes nutritionnelles</b>	<b>29</b>
<b>10.2. Accumulation de produits délétères</b>	<b>29</b>
<b>10.3. Matière grasse de la viande ovine</b>	<b>30</b>
<b>Partie expérimentale</b>	

## Table des matières

---

<b>Chapitre I :</b>	
<b>1. Objectifs</b>	<b>31</b>
<b>2. Extraction et dosage des polyphénols</b>	<b>31</b>
2.1.Échantillonnage	31
2.2. Conservation et transport	31
2.3. Laboratoire d'analyse	31
2.4. Techniques analytiques	32
2.4.1. Détermination de la teneur en matière sèche (AFNOR, 1985)	32
2.4.2. Extraction des composés phénoliques	33
2.4.3. Dosage des polyphénols totaux	33
2.4.4. Rendements des extraits	
2.4.5. Dosage des flavonoïdes	34
2.4.8. Préparation des solutions pour le traitement de la viande	35
<b>3. Analyses physico-chimiques et traitement de la viande</b>	<b>35</b>
3.1. Échantillonnage	
3.2. Conservation et transport	35
3.3. Laboratoire d'analyse	35
3.4. Préparation des aliquotes	35
3.5. Application de traitement sur la viande	35
3.6. Techniques analytiques	35
3.6.1. Détermination de la teneur en matière sèche (AFNOR ; 1985)	36
3.6.2. Détermination de la teneur en matière minérale (AFNOR ; 1985)	37
3.6.3. Détermination de l'indice TBARS (Genot ; 1996)	38
3.6.4. Dosage des lipides totaux(SOXHLET)	39
3.6.5. Dosage des protéines brutes (Méthode de Lowry ; 1951)	40
<b>Chapitre II : Résultats et discussion</b>	
<b>I.Expression des résultats</b>	<b>41</b>
<b>1. Caractérisation de la grenade</b>	<b>42</b>
1.2. Rendement d'extraction des composés phénoliques	41
1.2. Rendement d'extraction des flavonoïdes	42
<b>2. Caractérisation de la viande hachée ovine dans différente zone</b>	<b>44</b>

## **Table des matières**

---

<b>2.1. Analyses physico-chimiques et biochimique de la viande hachée ovine</b>	<b>44</b>
<b>3.Estimation du degré d'oxydation des lipides</b>	<b>47</b>

**Conclusion**

**Référence bibliographique**

**Annexes**

## Résumé

---

Cette étude a pour but de dévoiler l'effet de l'addition des antioxydants naturels sous forme de composés phénoliques extraits des écorces sur l'oxydation lipidique de la viande ovine hachée fraîche et congelée. Nous avons préparé trois différentes concentrations de composés phénoliques extraites des écorces (concentration 1%, concentration 3%, concentration 5%), le même protocole a été suivi on utilisant les composés phénoliques extraites des écorces de grenade, et nous avons essayé de voir quelle concentration a permis de réduire la teneur en MDA des viandes, car ce dernier est considéré comme indice de fraîcheur de la viande et effectivement nous avons trouvé que la concentration A de la fraise a donné le meilleur résultat en réduisant la teneur en MDA de la viande témoin de (1,81 mg éq MDA/kg) à (0.02 et 0.03 mg éq MDA/kg) comparé à la concentration 1% du témoin qui a donné (0.07 mg éq/MDA/kg).

**Mots clés : antioxydant, polyphénols, *pinuca granatum*, viande ovine, MDA.**

## **Abstract**

The aim of this study is to reveal the effect of the addition of natural antioxidants in the form of phenolic compounds extracted from strawberry and red beetroot on the lipid oxidation of fresh and refrigerationminced sheep meat. We prepared three different concentrations of phenolic compounds extracted from the strawberry (solution A, solution B, solution C), the same protocol was followed using the phenolic compounds extracted from the red beetroot, and we tried to see what concentration allowed to reduce the MDA content of the meat because it was considered as a freshness index of the meat and indeed we found that the concentration 1% of the grenad gave the best result by reducing the MDA content of the meat control (1,81 mg eq MDA/kg) at (0,02 mg and 0.03 mg eq/MDA/kg) compared to the concentration A of the grenad which gave.

**Key words :** antioxidant, polyphenols, strawberry, red beetroot, sheep meat, MDA.

## ملخص

---

الغرض من هذه الدراسة هو الكشف عن تأثير إضافة مضادات الأكسدة الطبيعية على شكل مركبات الفينول المستخرجة من فاكهة الرمان على أكسدة دهون لحم الغنم المفروم الطازج والمجمد.

لقد قمنا بإعداد ثلاث تركيزات من المركبات الفينولية المستخرجة من مختلف أجزاء فاكهة الرمان بتركيزات مختلفة (تركيز , تركيز , تركيز ) تم اتباع نفس البروتوكول باستخدام مركبات الفينول المستخرجة من فاكهة الرمان وحاولنا أن نرى أي تركيز سمح بالحد من محتوى ا.م.د للحوم. لأن هذا الأخير يعتبر مؤشر لنضارة اللحم ووجدنا بالفعل أن تركيز 5 بالمئة اعطى افضل نتيجة بتقليل محتوى ا.م.د للحم الشاهد (1.81 مع مكافئ م ا د / كلغ ) مقارنة بالتركيز الشاهد الذي ( 0.7 مع مكافئ م ا د / كلغ )

<b>Figure 01:</b> Répartition de la production mondiale de grenades en 2012	04
<b>Figure 02:</b> composition de Grenade	05
<b>Figure 03 :</b> Structure chimique des principaux composés phénoliques de l'écorce	07
<b>Figure 04 :</b> poudre de l'écorce de grenade	08
<b>Figure n° 05</b> Organisation générale du muscle	12
<b>Figure 06 :</b> Viande bovine fraîche est d'un rouge plus ou moins vif et lumineux	18
<b>Figure 07 :</b> Trois formes chimiques de la myoglobine	19
<b>Figure 08:</b> Gras de la viande peut modifier l'impression colorée	21
<b>Figure n 09:</b> Viande irisée (reflets sur la viande)	21
<b>Figure 10 :</b> Différences de couleurs liées à des différences de pH ultime	23
<b>Figure 12 :</b> dosage de polyphénols totaux dans différent écorce	41
<b>Figure 13:</b> Courbe d'étalonnage de l'acide gallique	42
<b>Figure 14 :</b> Dosage des Flavonoïdes totaux de déférente écorce de grenade	43
<b>Figure 15 :</b> Courbe d'étalonnage de la Quercitine	43
<b>Figure 16 :</b> teneur de l'eau par g/100g	44
<b>Figure 17 :</b> teneur en matière sèche par g/100g.	44
<b>Figure 18:</b> Teneur en matière organique g/100g.	45
<b>Figure 19:</b> teneur matière minéral g/100g	46
<b>Figure 20 :</b> teneur de protéine brute g/100g	46
<b>Figure 21 :</b> Teneur de lipide par g/100g	47
<b>Figure 22 :</b> Indice TBA dans la viande hachée ovine (Mostaganem)	48
<b>Figure 22 :</b> Indice TBA dans la viande hachée ovine traité (Sidi Lakhder) pendant 3h	48
<b>Figure 23 :</b> Indice TBA dans la viande hachée ovine traité (Mostaganem)	49
<b>Figure 24 :</b> Indice TBA dans la viande hachée ovine (Sidi Lakhder) pendant 6h	50



## Liste des tableaux

---

<b>Tableau 01:</b> production de grenade en Algérie (DSA, 2018)	<b>04</b>
<b>Tableau 02:</b> Classification botanique du grenadier	<b>05</b>
<b>Tableau 03:</b> Caractéristiques des principales variétés de grenade dans quelques pays	<b>06</b>
<b>Tableau 04 :</b> Composition chimique moyenne de l'écorce de grenade	<b>07</b>
<b>Tableau 05:</b> Composition nutritionnelle de viande de certaines espèces animales	<b>11</b>
<b>Tableau 06 :</b> Dosages des composés phénoliques dans différent des écorces	<b>41</b>
<b>Tableau 07 :</b> Dosage des Flavonoïdes totaux de différente écorce de grenade	<b>42</b>
<b>Tableau 08 :</b> Résultats des analyses physico-chimiques et biochimique de la viande	<b>44</b>
<b>Tableau 09 :</b> Teneurs en MDA des viandes ovines hachées traitée pendant 3h (Mostaganem)	<b>47</b>
<b>Tableau 10 :</b> Teneurs en MDA des viandes ovines hachées traité pendant 3h (Sidi Lakhder)	<b>48</b>
<b>Tableau 12 :</b> Teneurs en MDA des viandes ovines hachées traitée (Mostaganem) pendant 6h.	<b>49</b>
<b>Tableau 13 :</b> Teneurs en MDA des viandes ovines hachées traitée (Sidi Lakhder) pendant 6h.	<b>50</b>

**BSA** : Sérum Albumine Bovine

**MDA** : malonaldéhyde

**OMS** : Organisation mondiale de la santé

**TBA** : acide thiobarbiturique

**TBARS** : Thiobarbituric acid reactive substances

**EA** : écorce arbre

**EJ** : écorce jaune

**ER** : écorce rouge

## Introduction

---

Depuis quelques années, la grenade, fruit consommé depuis des millénaires, connaît un regain d'intérêt sans précédent à la fois au près des scientifiques et des consommateurs. En effet, ce fruit, en plus de sa grande valeur nutritionnelle, constitue une source importante de minéraux, de vitamines et de polyphénols composés essentiellement de tanins, d'anthocyanes et de flavonoïdes. L'utilisation médicinale de la grenade est très ancienne, mais ces deux dernières décennies, de nombreux travaux ont été réalisés sur ce fruit, qui tendent à démontrer que les polyphénols de grenade posséderaient des propriétés antioxydants, anti-inflammatoires, antiprolifératives et antibactériennes intéressantes (**Bidri et Choay, 2017**).

L'Algérie, de part sa situation géographique particulière, a bénéficié d'un patrimoine fruitier traditionnel qui est issu d'une arboriculture extensive jouant un rôle économique important dans l'approvisionnement des populations en fruits. Consommés en frais ou sous forme de produits transformés, ces fruits constituent une source inépuisable de nutriments dont les métabolites secondaires sont parmi les plus importants. Les polyphénols constituent l'un des principaux métabolites qui se localisent au niveau des différentes parties des fruits, dont le grenadier (**KACI-MEZIANE et al., 2017**).

La viande constitue une denrée de première nécessité dans le monde, parce qu'elle est une source importante de nutriments. Elle fait partie de la classe des aliments riches en protéines, elle présente un apport équilibré en acides aminés, relativement aux besoins de l'homme, et elle fournit d'autres nutriments importants tels que les minéraux et les vitamines. La consommation de viande rouge est considérée comme importante sur le plan nutritionnel du fait de sa teneur en protéines (**Rémond et al., 2014**), et en vitamines et sa teneur en lipides raisonnable, mais elle est sensible à l'oxydation (**Duchene et al., 2016**).

Ce phénomène conduit à des changements indésirables, provoquant une décoloration, changements de texture, développement de saveur et d'odeur, perte de nutrition qualité, durée de conservation limitée et la formation de composés secondaires qui peuvent être préjudiciable à la santé humaine (**Duchene C., Gandemer G., 2016**).

## Introduction

---

L'objectif de cette recherche expérimentale est d'étudier l'effet des antioxydants naturels extraits à partir de la grenade *punica granatum* sur les qualités nutritionnelles et physicochimiques des viandes ovines différente zone ainsi que sur le stress oxydatifs des viandes.

# Introduction

---

## I-Généralité sur la grenade (*Punica granatum*)

### 1. Profil botanique du grenadier :

Le grenadier (*Punica granatum* L.) est un arbre ou arbuste buissonnant de 2 à 5 m d'hauteur, légèrement épineux, au feuillage caduc et au tronc tortueux. Il est originaire d'Iran et les pays voisins qui est progressivement développé dans les régions d'Asie centrale jusqu'à Himalaya, Eyalet d'Anatolie, Moyen-Orient et la région méditerranéenne (**Shaygannia** et al., 2016). Ses feuilles sont brillantes, lancéolées, rigide et coriaces, ses fleurs sont généralement rouge-orangées ou écarlates, simples ou doubles, selon la variété et ses fruits contiennent des environ 600 graines pulpeuses séparées par un péricarpe membraneux blanc (**Stover** et al., 2007).

### 2. La grenade

La grenade est le fruit de grenadier, comestible et consommée depuis l'Antiquité, appartenant au genre *Punica* L., de la famille des Punicaceae. Elle est composée de trois parties à savoir, les graines constituent environ 30% du poids du fruit, les écorces représentent 26 à 30% du poids total des fruits et englobe les membranes internes (**Lansky& Newman**, 2007) (**Figure N° :02**). L'écorce et les graines, considérés comme des coproduits, peuvent être valorisés pour donner des produits à valeur industrielle, médicinale et cosmétique (**Dhumal** et al., 2014)

#### 2.1. Nomenclature

Selon **Hmid (2013)**, la nomenclature de Grenadier est :

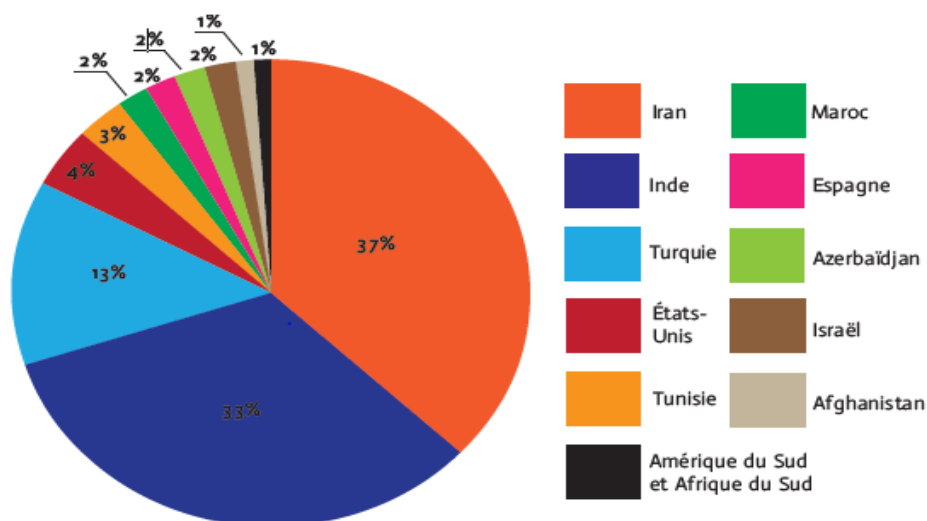
- Nom scientifique : *Punicagranatum*
- Nom français : Grenadier
- Nom anglais : Pomegranate
- Nom espagnol : Granada
- Nom italien : Melograno
- Nom arabe : Roman

### 3. Production de grenade

#### 3.1. Production de grenade dans le monde

L'offre mondiale ne cesse d'augmenter ces dernières années. Depuis 2007, elle a augmenté de 16% pour atteindre environ 2,5 millions de tonnes de grenades en 2012. La figure suivante montre que la majeure partie de la production se concentre sur deux pays : l'Iran (37 %) et l'Inde (33 %). L'Inde consomme elle-même toute sa

production, tandis que la Turquie mais aussi Israël et l'Espagne, sont les principaux pays exportateurs. (Arboriculture.,2019)



**Figure 01 :** Répartition de la production mondiale de grenades en 2012(Arboriculture., 2019)

### 3.2. La production de grenade en Algérie

La production de la grenade en Algérie ainsi que sa superficie sont enregistrés dans le (tableau 01). (DSA, 2018)

**Tableau 01 :** production de grenade en Algérie (DSA, 2018).

	Superficie plantée (Ha)	Superficie en rapport(Ha)	Production (Qx)
<b>Djelfa</b>	1240	1186	110 760
<b>Relizane</b>	723	705	90 565
<b>M'sila</b>	486	474	31 960
<b>Tlemcen</b>	444	205	1590
<b>Mostaganem</b>	1140	1145	186 261

Selon DSA (2018), la production totale de grenade en Algérie est 421 136 Qx, En remarque que la wilaya de Mostaganem enregistre une grande production avec 186261 Qx, suivi par Djelfa 110 760 Qx.

La wilaya de M'sila est classée la quatrième en terme de production de grenade soit 31 960 Qx.



**Figure 02 :** Composition de Grenade (Arboriculture,, 2019).

#### 4. Classification botanique :

Le grenadier, *Punica granatum*L. a été décrit par Linné et introduit dans sa classification en 1953.

Cette classification encore adoptée est décrite dans le tableau 02. (Achiouene et al., 2015).

**Tableau n° 02 :** Classification botanique du grenadier (Larini et al., 2014)

<b>Embranchement</b>	<i>Spermaphytes</i>
<b>Sous embranchement</b>	<i>Angiospermes</i>
<b>Classe</b>	<i>Magnoliopsida</i>
<b>Ordre</b>	<i>Myrtales</i>
<b>Famille</b>	<i>Punicaceae (Lythraceae)</i>
<b>Genre</b>	<i>Punica</i>

*Punica granatum* partage sa famille botanique, *Punicaceae*, avec *Punica protopunica*, une espèce endémique de L'île Yéménite de Socotra (Mustafa,et Adem , (2018). Ce pendant les récentes études moléculaires, recommande la classification de ce genre dans la famille des *Lythraceae*

**Tableau 03:** Caractéristiques des principales variétés de grenade dans quelques pays (Achtouene et al., 2015).

Zone géographique	Variétés	Couleur externe	Couleur arilles	Goût des arilles
U.S.A	wonderful	Rouge foncé	Rouge	Doux /Acide
Espagne	mollarde Elche	Rose/ Jaune	Rouge clair	Doux
Palestine	herskowitzh ershkovitz	Rouge foncé	Rouge clair	Acide
	acco	Rouge	Rouge foncé	Doux
	Emek	Rouge foncé	Rouge	Doux Acide
Inde	baghwa	Rouge clair	Rouge clair	Doux
Turquie	hicaz	Rouge	Rouge clair	Doux Acide
Inde	earlyFoothill	Rouge foncé	Rouge foncé	Rouge Acide

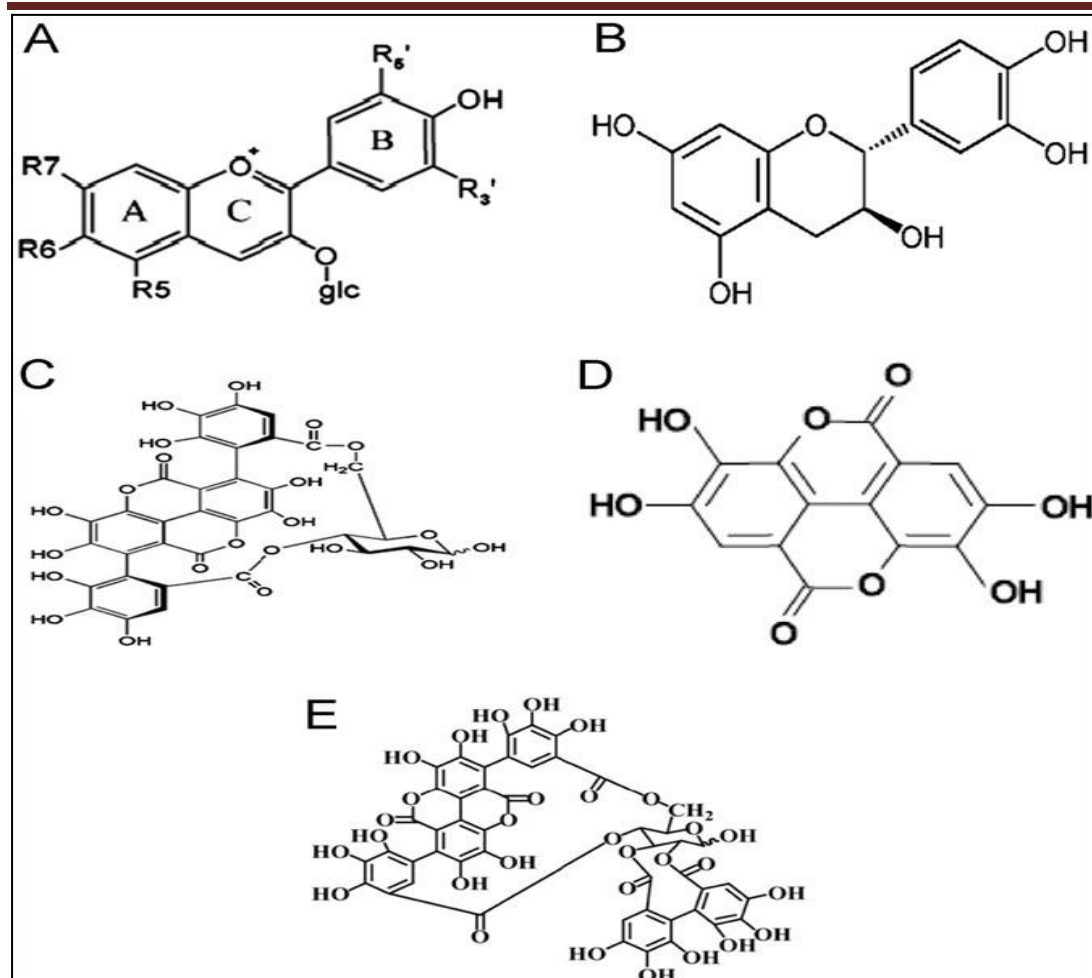
### 5. Composition chimique de l'écorcé

L'écorce de grenade contient plusieurs composants potentiellement précieux, notamment, les fibres alimentaires, représentés par des pectines et de l'hémicellulose, les micronutriments et des quantités importantes, des composés phénoliques, notamment, les flavonoïdes (anthocyanes, catéchines et autres flavonoïdes complexes) et les tannins (punicaline, pédonculagine, punicalagine), acide gallique et ellagique (**Bassiri-Jahromi**, 2018) (**fig.03**). Elle contient aussi de nombreux minéraux dont le potassium, l'azote, calcium, magnésium, phosphore et sodium (**Viuda-Martos et al.**, 2010 ; **Gullon et al.** 2016). Cette composition lui a attribué plusieurs propriétés biologiques (**tableau 04**)

**Tableau04** : Composition chimique moyenne de l'écorce de grenade (**Rowayshed et al.**, 2013)

<b>Composants</b>	<b>Poudre de l'écorce de grenade (%)</b>
Proteines	3.1
Lipides	1.73
Fibres	11.2
Carbohydrates	80.5
Polyphenols totaux	27.92
Cendre	3.3
Humidité	13.7

**Figure 03** : Structure chimique des principaux composés phénoliques de l'écorce de grenade (**Bassiri-Jahromi,2018**)



**Figure 04** : Poudre de l'écorce de grenade

## 6. Les utilisations de l'écorce de grenade comme remède

L'écorce de grenade est utilisée depuis des centaines d'années en médecine traditionnelle. Elle est considérée comme « une pharmacie en soi », l'écorce de grenade est utilisée pour soigner les maladies gastro-intestinales et les affections parasitaires. Elle est utilisée également pour traiter la dysenterie, les diarrhées, les ulcères et pour traiter les aphtes buccaux. Ils sont connus aussi pour leurs propriétés astringentes, vermifuges et anthelminthiques (**Bhowmik et al.**, 2013).

## 7. Propriétés connues de l'écorce de grenade

De nombreuses propriétés biologiques de l'écorce de grenade ont été démontrées par plusieurs auteurs. On peut dénombrer les activités suivantes :

### 7.1. Propriétés antioxydants :

Les antioxydants sont des molécules qui contribuent à la protection de notre corps contre le stress oxydatif (**Williamson**, 2017). L'activité antioxydante de l'écorce du fruit est due à sa richesse en polyphénols à savoir, les tannins hydrosolubles en particulier, l'acide ellagique, la punicalagine, la punicaline et l'acide gallique. Il a été démontré que l'écorce de grenade a un potentiel antioxydant puissant que les arilles et les graines (**Sun** et al., 2017). En effet plusieurs études ont rapporté que les composés phénoliques de l'écorce de grenade peuvent exercer une activité antioxydante dans le piégeage des radicaux libres (**Sun et al.**, 2017 ; **Sorrenti** et al., 2019).

### 7.2. Propriétés anti-inflammatoires

Il a été démontré que la grenade exerce des effets anti-inflammatoires par différents mécanismes notamment, l'inhibition des activités des enzymes impliquées dans le métabolisme de l'acide arachidonique en particulier, cyclooxygénase et la lipooxygénase (**Rahimi** et al., 2012), et dans la modulation d'expression des facteurs pro-inflammatoires tels NF-Kb et le TNF $\alpha$ . En effet, une étude réalisée sur un modèle de rat colite ont démontré que l'extrait aqueux de l'écorce de grenade exerce un effet protecteur contre des lésions gastriques (**Colombo** et al., 2013 ). De même, une autre étude in vitro réalisée par (**Park** et al. 2016) ont suggéré l'effet anti-inflammatoire de l'écorce de grenade en inhibant l'expression des cytokines inflammatoires à savoir TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$ , et MCP-1.

### 7.3. Propriétés anti-tumorales

Ces dernières années, de très nombreux travaux ont fait état d'une activité préventive contre les maladies cancéreuses. Des recherches plus récentes ont exhibé que la consommation de l'écorce de grenade pourrait avoir un effet protecteur contre le cancer de la prostate (**Ramzy**, 2019), de la peau, et du colon (**Waly** et al., 2012 ; **Chen** et al., 2018). Des travaux expérimentaux sur de nombreux modèles de tumeurs provoquées chez l'animal, ils ont montré un effet préventif de l'extrait d'écorce de grenade sur certaines tumeurs du sein, de la prostate, du colon et du poumon. En effet, une étude menée par (**Kasimsetty** et

*al.*, 2010) ont confirmé ces données en rapportant que les polyphénols de grenade et leurs métabolites, à savoir, urolithins A et C, inhibent la prolifération des cellules cancéreuses, les HT-29, par l'arrêt de cycle cellulaire en G0 / G1 et G2 / M, en induisant ainsi la voie apoptotique. Aussi, (Waly et *al.*, 2012) ont suggéré que l'extrait de l'écorce de grenade inhibe le développement du cancer du côlon chimio-induit.

### **8. Toxicité de l'écorce de grenade**

Compte tenu de l'utilisation des extraits d'écorce de grenade dans les compléments alimentaires, il est important de déterminer si des effets toxicologiques peuvent produire d'une consommation chronique et subchronique. Les extraits de l'écorce est une source très riche en substances phyto-chimiques qui peuvent provenir des effets toxiques à un taux de consommation très élevés ou à une administration à long terme (Genena et *al.*, 2017). Dans une étude de la toxicité aiguë chez le rat, une administration orale de la punicalagine à 180 mg/kg poids corporel/jour, suggère que cette dose est sans effet toxique observable (Rahimiet *al.*, 2012). De même, (Bassiri et *al.* 2015) ont démontré que l'administration orale répétée de différentes doses de l'extrait de grenade à des souris pendant 22 jrs, n'a produit aucun effet toxique en termes des paramètres biochimiques et histopathologiques. Par conséquent, l'absence des effets toxiques liés à sa consommation, font donc de la grenade un candidat intéressant pour l'exploration de nouvelles stratégies (nutritionnelles) pour prévenir le développement des maladies chroniques.

## II. Généralité sur la viande rouge :

### 1. Définition de la viande

La viande est un aliment constitué de tissus musculaires de certains animaux, notamment les mammifères, les oiseaux, les reptiles, mais aussi certains poissons (**Donzo**, 2016).

Le **Codex alimentarius**, lui, définit la viande comme étant « toutes les parties d'un animal qui sont destinées à la consommation humaine ou ont été jugées saines et propres à cette fin »

### 2. Composition de la viande :

La viande est une denrée alimentaire riche en protéines. Sa qualité peut être définie par l'ensemble des caractéristiques qui lui confèrent ses propriétés organoleptiques, nutritionnelles, hygiéniques et technologiques (**Dognon et al.**, 2018).

Selon **Biesalski** (2005), de manière générale, la viande est une source importante de plusieurs nutriments. Il est particulièrement riche en protéines de haute valeur biologique, ainsi que de micronutriments comme le fer, le sélénium, le zinc et la vitamine B12 (Tableau 1)

**Tableau 05** : Composition nutritionnelle de viande de certaines espèces animales (100g) (**Pereiraet Vicente**,2013).

	V.E (kcal)	Protéine (g)	MG (g)	MG saturée (g)	B12(mcg)	Na (mg)	P (mg)	Fe (mg)	Zn (mg)
<b>Poitrine de poulet,sans peau</b>	108	24,1	1,2	0,3	0,37	60	220	0,5	0,8
<b>Poulet, moyen</b>	110	22,9	2	0,5	0,72	77	204	0,9	1
<b>Bœuf, morceaux de steak</b>	122	20,9	4,3	1,8	2	60	169	1,4	3,6

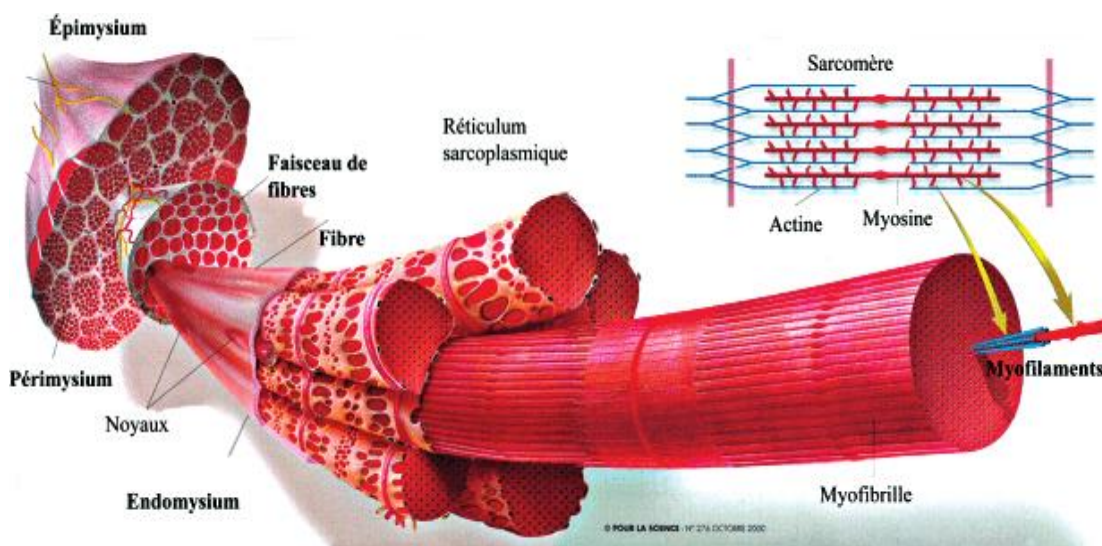
<b>Mouton, côtelette ou viande</b>	124	19,7	5	202	2	64	220	1,7	3,8
<b>Dinde, moyenne, sans peau</b>	105	23,4	1,3	0,3	1	63	210	0,7	0,6
<b>Viande de canard, moyenne, sans peau</b>	133	19,3	6,2	1,6	3	92	202	2,4	

### 3. Structure de la viande

D'après **Listrat et al.** (2015), sur le plan structural le muscle squelettique est composé de plusieurs milliers de fibres musculaires groupées parallèlement en faisceaux. L'enveloppe qui soutient et protège le tissu musculaire est formée par du tissu conjonctif. Il est distingué ainsi, du centre du muscle vers la périphérie, l'endomysium qui enveloppe chaque fibre musculaire, le périmysium organise de 10 à 100 fibres musculaires en faisceaux et l'épimysium, qui est la couche externe enveloppe tout le muscle, comme le montre la (**Figure05**).

Le muscle squelettique contient également le tissu adipeux et des tissus vasculaires. Les myofibrilles occupent presque la totalité du volume intracellulaire au niveau des fibres, L'unité contractile des fibres musculaires est le sarcomère.

**Figure n° 05** Organisation générale du muscle (Pour la Science, n°274,2000, modifié par Astruc).



**4. Importance de la viande dans l'alimentation :**

La viande nous apporte beaucoup de nutriments essentiels pour une alimentation équilibrée, tels que les sels minéraux (zinc, le fer, le sélénium), les vitamines (B12, B6, B3), les protéines de haute qualité, et une gamme des lipides, sur tout l'oméga-3 et les acides gras poly-insaturés (**Williams, 2007**).

**5. Qualités de la viande ovine**

La notion de qualité de la viande est une notion complexe à définir. Pour le consommateur, la qualité d'une viande sera traduite par sa couleur, sa tendreté, sa jutosité et sa saveur. Ainsi, pour répondre aux attentes des consommateurs, les industriels doivent s'inscrire dans une démarche de qualité qui englobe toute la chaîne de production.

**5.1 Qualités sensorielles de la viande**

L'aspect visuel de la viande qui comprend la couleur, le persillé (relié à la teneur en matières grasses) et la perte de l'eau, est très important parce qu'il intervient au moment de l'achat par le consommateur et est associé à des attentes sur les produits (**Font-i-Furnols et Guerrero, 2015**).

**5.1.1. La couleur**

L'un des facteurs les plus importants est la couleur, car c'est un indicateur de la fraîcheur du produit (**Font-i-Furnols et Guerrero, 2015**). La couleur de la viande constitue, avec la quantité de gras visible, la forme et la structure du morceau, le premier ensemble de caractères pris en compte par le consommateur pour évaluer la qualité de la viande (**Geay et al., 2002**).

La couleur rouge de la viande lui est conférée par un pigment musculaire, la myoglobine, dont le rôle est de capter l'oxygène véhiculé par l'hémoglobine sanguine et de le transporter dans le muscle (**Monin, 1991**).

**5.1.2. La flaveur**

La flaveur est une combinaison de sensations de goût, d'odeur (rétro nasales). Elle est définie par un grand nombre d'attributs, de sorte qu'elle est très complexe. Elle dépend de nombreux facteurs pendant le processus de production (le sexe, la génétique et l'alimentation des animaux, etc.) et des caractéristiques de chaque espèce animale. La saveur de l'agneau est tout à fait différente de celle du bœuf car elle est généralement

beaucoup plus intense. L'agneau alimenté au pâturage ou plus âgé a généralement un goût et une odeur plus forts (**Font-i-Furnols et Guerrero, 2015**), c'est le cas de la viande ovine issue des régions steppiques algériennes. En effet, les consommateurs de la région étudiée ont l'habitude d'évaluer la qualité selon l'odeur qui leur permet d'estimer le degré de fraîcheur des viandes à partir des composés volatiles. Dans votre étude, 52% des enquêtés considèrent que l'odeur est un facteur très important, et 46% estiment que c'est un facteur seulement important. Par contre, les 2% restants considèrent que l'odeur n'est pas un facteur important. De plus, les 2/3 des sondés enquêtés estiment que le goût est un facteur très important, alors que 29% le considère comme un facteur seulement important. La flaveur des côtelettes et des gigots de la viande ovine locale est agréable, suite à la qualité de l'alimentation au pâturage de la région steppique sur la qualité de la viande d'agneau (**Belbabbes et Bouderoua, 2017**)

### **5.1.3. La jutosité**

La jutosité représente le caractère plus ou moins sec de la viande au cours de la consommation (**Geay et al., 2002**). Elle est considérée comme une caractéristique perçue lors de la mastication de la viande. Elle est caractérisée par la faculté d'exsudation de la viande au moment de la dégustation dont le facteur essentiel est le pouvoir de rétention d'eau du muscle (lié à son hydratation). Elle se traduit par la faculté de la viande à conserver sa propre eau ou de l'eau ajoutée (**Coibian, 2008**).

### **5.1.4. Tendreté**

La tendreté correspond à une somme de sensations perçues lors de la mastication de la viande et désigne la facilité avec laquelle celle-ci se laisse trancher ou mastiquer. À l'inverse, la dureté désigne la résistance que la viande présente au tranchage ou à la mastication. La tendreté est influencée par différents facteurs et elle dépend de deux composantes protéiques structurales.

La première correspond aux myofibrilles, plus particulièrement aux protéines constitutives des myofibrilles et aux différentes protéines qui leur sont associées et qui en assurent l'intégrité structurale. Les myofibrilles jouent un rôle important après l'abattage, au cours de la transformation du muscle en viande (phase de maturation de la viande), car c'est leur évolution qui est à l'origine de l'attendrissage de la viande. En effet, la protéolyse ménagée qui a lieu après la mort de l'animal favorisera la fragilisation de la structure myofibrillaire sous l'action de différents systèmes protéolytiques. La seconde composante

musculaire correspond au tissu conjonctif et plus précisément le collagène qui est la protéine la plus abondante de la matrice extracellulaire (MEC). Elle représente, selon le muscle, jusqu'à 15% de la matière sèche (**Evrat- Georgel, 2008**).

## **6.2. Qualités technologiques**

### **4.2.1. Capacité de rétention d'eau**

Indiquée communément avec le terme anglais Water Holding Capacity ou avec le sigle WHC elle dépend de l'humidité libre (qui constitue plus du 95% du contenu hydrique total du muscle) c'est-à-dire celle non liée chimiquement aux protéines, mais plutôt retenue physiquement par elles, en relation de continuité avec celle liée chimiquement. Une basse capacité de rétention d'eau signifie une plus grande quantité d'eau expulsée pendant la mastication, donc une plus grande jutosité, et est corrélée positivement avec la tendreté (**Gaddini, 2000**).

### **5.2.2. pH**

Le pH est déterminé à l'abattage (pH0) et après 24 heures (pH24), il est le premier indicateur de la qualité de la viande et nous permet d'évaluer la potentialité du muscle animal à devenir de la bonne viande, ce paramètre donne même une mesure de l'aptitude à la conservation de tel aliment : en effet des basses valeurs de pH limitent la croissance microbienne et préviennent par conséquent des possibles altérations (**Dell'Orto et al., 2000**).

Pour avoir une viande de bonne qualité, le pH doit diminuer, après l'abattage, pour l'augmentation dans le muscle de l'acide lactique, provoqué par la glycolyse post mortem du glycogène : cette chute doit être graduelle parce que, si elle fut trop rapide, on vérifierait la dénaturation des protéines et la chute de la capacité de rétention d'eau (**Lanza et al., 1990**).

Le pH est modifié même par les modalités de conservation : la congélation détermine une diminution de pH par rapport à la simple réfrigération (**Moore et al., 1998**).

## **5.3. Qualité hygiénique**

L'aliment doit garantir une totale innocuité et de ce fait préserver la santé du consommateur. De ce fait, il ne doit contenir aucun résidu toxique, aucun parasite, ni être le siège d'un développement bactérien susceptible de produire des éléments nocifs.

La contamination est due au fait que l'essentiel des germes est apporté au cours de l'abattage et au cours de la préparation des carcasses. Certains germes pathogènes, saprophytes du tube digestif peuvent contaminer les muscles, d'où la nécessité de l'éviscération précoce et des mesures limitant le stress d'abattage qui favorise ce passage.

Une contamination initiale aussi faible que possible, un respect rigoureux des règles d'hygiène et une application continue au froid assure une bonne contamination du point de vue sanitaire (**VIERLING**, 2003).

## **6. Facteurs influençant la qualité de la viande**

### **6.1. Dépôt adipeux**

Les lipides influent sur les qualités organoleptiques de la viande, ce qui gêne à étudier chacune indépendamment pour le même paramètre qui est le dépôt adipeux.

### **6.2. Age**

Les phases d'évolution des caractéristiques des carcasses des vaches en fonction de leur âge à l'abattage sont relativement identiques qu'elle que soit la race : de 3 à 6 ans, les poids des carcasses augmentent alors que la conformation et l'état d'engraissement sont relativement stables (**Bauchart et al.**, 2002).

Au cours de la croissance et du vieillissement, la structure et la composition des muscles évoluent en augmentant la dureté, l'intensité de la saveur et de la couleur, variable selon les muscles, en fonction de leur position anatomique et de leur physiologiques (**pierre et al.**, 2002).

### **6.3. Génétique**

**Geay et Renard** en 1994, et au cours de différentes études ont démontré que la génétique était une partie responsable de ce dépôt adipeux et des qualités organoleptiques qui en découlent.

Les dépôts adipeux visibles peuvent être intramusculaires et leurs proportions varient non seulement entre les races, mais aussi au sein d'une même race. En effet, à même conditions d'élevage, il existe une grande variabilité entre animaux.

Généralement, on retrouve à un extrême les races de viande britanniques, caractérisées par les viandes les plus grasses, qui s'opposent aux races culardes aux viandes particulièrement maigres. Les races à viande continentales et les races mixtes se situent entre ces deux extrêmes. Il est à noter que les races mixtes sont plus grasses que les races à

viande continentales. (Gandemer et al., 1996).

Une variabilité génétique intrarace élevée pour l'adiposité des carcasses et pour la teneur de muscles en lipides. Par ailleurs, des animaux de différentes races élevés ou engraisés dans des conditions identiques présentent des différences significatives de poids et de composition de carcasse. Cependant, peu de différences marquées se retrouvent au niveau des caractéristiques des muscles de ces animaux. (Geay et al., 2002).

#### **6.4. Alimentation**

L'alimentation se diffère d'un type d'élevage à un autre et même d'une exploitation à une autre selon la nature des ressources alimentaires disponibles, la région, et aussi selon la saison. Dont les aliments doivent apporter aux animaux les composants utiles à leurs fonctions vitales et leur croissance ; ce sont les nutriments : l'eau, les glucides, les protides, les lipides, les minéraux et les vitamines.

#### **7. Couleur et pigmentation de la viande rouge**

Au moment de l'achat le consommateur il tient compte en particulier de la couleur de la viande, de l'apparence de fraîcheur, évaluée en fonction de l'humidité de surface et de la quantité de graisse (Mancini et al., 2005).



**Figure 06** : Viande bovine fraîche est d'un rouge plus ou moins vif et lumineux (I. MOËVI 2006).

Pendant le temps d'exposition de la viande à l'air, le pigment s'oxyde et sa couleur varie, de sorte que la luminosité reste plus ou moins stable et le chroma diminue

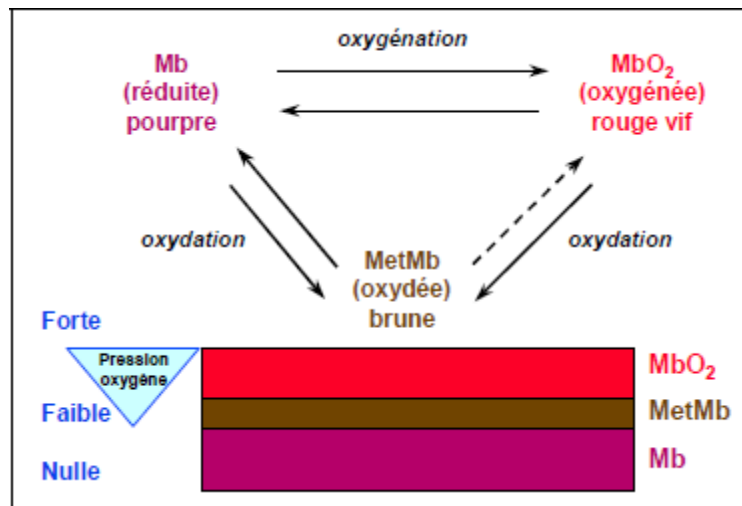
progressivement, tandis que la teinte diminue puis augmente fortement, ce qui entraîne un aspect rejeté par le consommateur. Par conséquent, la stabilité de la couleur au fil du la conservation détermine pour partie la durée de conservation de la viande (**Ripoll et al., 2013**).

### **8. Myoglobine, pigment musculaire**

Le principal pigment responsable de la coloration de la viande est un pigment musculaire la myoglobine. De fait, si l'animal est correctement saigné, le pigment sanguin (hémoglobine) intervient relativement peu. La teneur en myoglobine musculaire détermine donc l'intensité de la pigmentation du muscle (probablement à plus de 90%). La myoglobine est une protéine complexe, encore appelée chromoprotéine, construite sur un modèle proche de l'hémoglobine sanguine. Elle est ainsi formée : d'une protéine incolore, la globine, d'une partie colorée, l'hème, comprenant un atome de fer. Le fer héminique total du muscle permet d'estimer de façon fiable la quantité de myoglobine présente, compte tenu de la faible part d'hémoglobine résiduelle (de 5 à 12% des pigments héminiques totaux). La myoglobine présente une affinité avec l'oxygène, encore plus forte que l'hémoglobine. Cette propriété lui permet de récupérer l'oxygène véhiculé dans le sang jusqu'aux cellules musculaires par l'hémoglobine. La myoglobine joue ensuite le rôle de réserve en oxygène du muscle et/ou transporte l'oxygène jusqu'aux structures intracellulaires où il est utilisé (**I. MOËVI 2006**).

### **9. Formes de la myoglobine**

La myoglobine peut prendre différentes formes chimiques. Sur viande crue, n'ayant pas subi de traitement, 3 formes du pigment coexistent, correspondant à des états d'oxydoréduction (de l'atome de fer) et d'oxygénation (fixation ou non d'oxygène par la molécule) différentes. Ces divers états ont fonction de la fraîcheur du produit et de la pression partielle locale en oxygène (**I. MOËVI 2006**).



**Figure 07 :** Trois formes chimiques de la myoglobine (I. MOËVI 2006).

Une viande de bœuf fraîche présente en surface une belle couleur rouge vif, recherchée par le consommateur, cette couleur est celle du pigment oxygéné, l'oxymyoglobine ( $MbO_2$ ). La Surface de la viande est effectivement en contact avec l'air, lequel contient à peu près 20% d'oxygène et 80% d'azote. L'épaisseur de la couche d'oxymyoglobine détermine la couleur rouge de la viande fraîche. Pendant les tout premiers jours d'un stockage à l'air, à basse température, le taux de pénétration de l'oxygène dans le muscle augmente : la viande rougit suite à l'oxygénation du pigment (I. MOËVI 2006).

À cœur de la viande, la couleur est différente, si l'on tranche le morceau : elle est rouge sombre, pourpre, caractéristique de l'absence d'oxygène. De fait, ce dernier ne diffuse que sur quelques millimètres ou centimètres dans la viande : au-delà, il n'y a plus d'oxygène et la myoglobine se trouve à l'état réduit et désoxygéné ( $Mb$ ). Cet état est plutôt moins stable que l'état oxygéné (I. MOËVI 2006).

Enfin, quelques millimètres sous la surface, là où les pressions partielles en oxygène sont faibles, mais pas nulles, se trouvent une troisième forme du pigment : la myoglobine oxydée, encore appelée metmyoglobine ( $MetMb$ ), dont la couleur brune est peu attractive (I. MOËVI 2006).

#### 10. Composantes de la couleur de la viande d'après (I. MOËVI 2006)

Dans le cas particulier de la viande, la couleur comprend 4 composantes majeures, lesquelles interviennent sur le produit frais ou en cours de conservation.

### 11. Deux composantes sur viande fraîche

À l'état frais, les différences de couleur de viande sont principalement attribuées aux 2 composantes suivantes :

- La structure physique du muscle, liée à son degré d'acidification (pH), qui modifie la luminosité du produit.
- La quantité de pigment rouge dans le muscle, pigment riche en fer, qui détermine la saturation de la couleur.

### 12. Deux composantes durant la conservation

Au cours de la conservation, 2 autres composantes interviennent pour modifier la teinte du produit :

- La « qualité » du pigment musculaire, à savoir sa forme chimique, qui évolue au cours du temps.
- Le développement des bactéries en surface de la viande et ses possibles interactions avec la forme chimique du pigment.

### 13. D'autres aspects interviennent parfois

D'autres éléments sont susceptibles d'interférer avec la couleur de la viande, telle la teneur en gras intramusculaire (persillé), ou encore l'eau en surface du produit (**I. MOËVI 2006**).

#### 13.1. Teneur en gras intramusculaire

Elle pourrait expliquer une partie des écarts de luminosité observés entre viandes d'animaux élevés selon différents systèmes de production. Il s'agit notamment du cas des bovins au pâturage dont les viandes semblent plus sombres, moins lumineuses, que celles de leurs congénères élevés au concentré (lequel favorise le dépôt de gras intramusculaire) (**Priolo, 2001**).



**Figure 08:** Gras de la viande peut modifier l'impression colorée (I. MOËVI 2006).

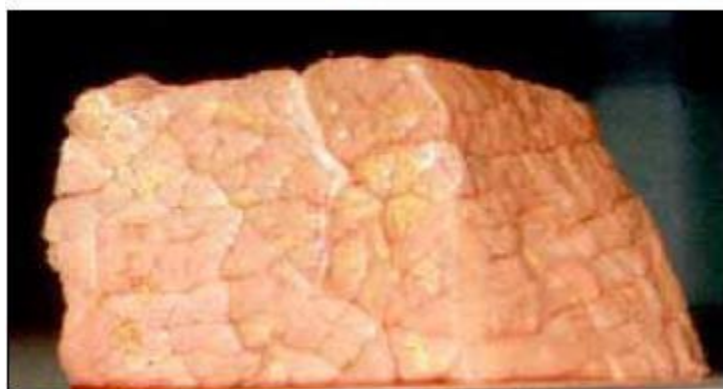
Quant au rôle de l'eau en surface du produit, deux cas de figure se rencontrent (I. MOËVI 2006) :

### 13.2. Dessèchement de surface

C'est le cas le plus fréquent, et de loin (exemple d'une viande conservée un certain temps sans protection en chambre froide) ; il donne l'impression d'un produit plus sombre. (I. MOËVI 2006).

### 13.3. Irisation

L'irisation moins courante que le dessèchement, se traduit par un reflet vert doré ou arc-en-ciel sur les tranches de viande de bœuf crue. Ce phénomène est toutefois rare il touche apparemment plutôt les muscles clairs, pauvres en pigments, tels la tranche ou le rond de gîte (I. MOËVI 2006).



**Figure n 09:** Viande irisée (reflets sur la viande) (I. MOËVI 2006)

### 13.4. Détermination de la couleur de la viande

La couleur de la viande est déterminée par la quantité de myoglobine. Lorsque l'animal atteint l'âge adulte, la concentration de myoglobine augmente et la chair devient rouge. La couleur peut être classée subjectivement par comparaison avec une grille de cartes de couleur, mais peut également être mesurée objectivement et de façon reproductible par colorimétrie avec des spectrophotomètres. Ces appareils mesurent la couleur de la viande à travers trois indicateurs CIE L a b : les valeurs de luminance (L), l'indice de rouge (a) et l'indice de jaune (b). Ils permettent de calculer l'angle de teinte (h) ( $\arctan = b / a$ ), et la saturation ( $C = a^2 + b^2$ )<sup>0,5</sup>. La luminance (L) peut prendre des valeurs de 0 (noir) à 100 (blanc), de sorte que plus sa valeur est haute, plus la viande est lumineuse. Les indices de rouge (a) et de jaune (b) varient entre -60 (respectivement vert et bleu) et +60 (respectivement rouge et jaune). (P. Albertí et al., 2017).

### 13.5. Problèmes de couleur liés au pH

Plusieurs types de problèmes peuvent se rencontrer, liés à la vitesse de chute du pH ou au pH atteint en finale dans la viande : le pH ultime. Dans certaines conditions, la chute du pH peut être hétérogène au sein du muscle et conduire à l'apparition momentanée d'une double coloration de viande. Ce phénomène est connu sous le nom de « heat ring », ce qui signifie « anneau de chaleur » en Français. Il apparaît suite à une réfrigération rapide des carcasses et se caractérise par une zone sombre en périphérie de certains muscles. La coloration spécifique de cette zone provient d'un pH plus élevé qu'à cœur du muscle. Les problèmes de couleur relatifs au pH ultime concernent les viandes insuffisamment acidifiées, à pH élevé, appelées viandes à coupe sombre ou encore viandes D.F.D. : sombres, fermes, sèches (de l'Anglais « Dark, Firm, Dry ») (I. MOËVI 2006).



**Figure 10** : Différences de couleurs liées à des différences de pH ultime (I. MOËVI 2006).

#### 14. Conservation de la viande

La conservation de la viande est devenue essentielle pour le transport de la viande pour longues distances sans altérer la texture, la couleur et la valeur nutritive après le développement et la croissance rapide des supermarchés (Nychas *et al.*, 2008).

Les méthodes traditionnelles de conservation de la viande telles que le séchage, le fumage, le saumurage, la fermentation, la réfrigération et la mise en conserve ont été remplacées par nouvelles techniques de conservation telles que les produits chimiques, les techniques non thermiques (Zhou *et al.*, 2010).

Les objectifs des méthodes de conservation sont d'inhiber la détérioration microbienne et aussi de minimiser l'oxydation et altération enzymatique. Les méthodes actuelles de conservation de la viande sont largement classées en trois méthodes (a) de contrôle de la température (b) le contrôle de l'activité de l'eau (c) l'utilisation de produits chimiques ou de bioconservateurs (Zhou *et al.*, 2010). Une combinaison de ces techniques de conservation peut être utilisée pour diminuer le processus de détérioration (Bagamboula *et al.*, 2004).

La préservation de la nourriture a plusieurs objectifs (Pal, 2014) :

- Pour contrôler les infections d'origine alimentaire et les intoxications.
- Pour assurer la sécurité des aliments des microbes.
- Pour empêcher la détérioration des aliments.
- Pour prolonger la durée de vie des aliments.

- Pour améliorer la qualité de conservation des aliments.
- Réduire les pertes financières.

La conservation permet de garder au maximum les différentes qualités de la viande.

La conservation des viandes peut être faire par différents procédés :

- Par le froid : réfrigération, congélation et surgélation.
- Par la chaleur : cuisson, pasteurisation, tyndallisation et appertisation.
- Par déshydratation avec ou sans fumage : étuvage- fumage à 25-30°C, séchage à 10-12°C, boucanage (procédé le plus ancien), lyophilisation.
- Par le sel de cuisine ou autre agent de salaison : chlorure de sodium, auquel on incorpore ou non du nitrate de sodium ; saccharose ou autre glucides ; acides ascorbiques ou autre additifs autorisés.
- Par fermentation (lactique, notamment), quelque fois l'anhydride sulfureux ou certains antibiotiques
- Par irradiation UV -au moyen d'emballages spéciaux dans lesquelles on peut faire le vide ou conditionner sous gaz carbonique ou azote (**HENRY** et Coll 1992).

## 1. Généralités

Dans la viande, l'oxydation est due à la production d'espèces réactives de l'oxygène (les radicaux libres) catalysée par les métaux de transition, comme le cuivre et surtout le fer. Ce phénomène est connu sous le nom de stress oxydatif. L'impact de ces radicaux libres est d'autant plus fort que la protection antioxydante du muscle (enzymes antioxydantes endogènes et vitamines antioxydantes apportées par l'alimentation) diminue rapidement après la mort de l'animal (**Philippe** et *al.*, 2014).

## 2. Radicaux libres

On définit par le terme de radicaux libres, tout atome, groupe d'atomes ou molécules qui possèdent sur son orbital externe un électron célibataire non apparié et très réactif par rapport à leur électron célibataire qui va chercher à se réparer. Un radical libre va, en effet, chercher à se stabiliser au détriment des structures environnantes (**Garrel** et *al.*, 2017).

### 2.1. Impacte des radicaux libres

Les radicaux libres attaquent en priorité les doubles liaisons des acides gras polyinsaturés des lipides. L'oxydation des lipides conduit alors à la formation d'aldéhydes impliqués dans la dégradation de l'odeur et la flaveur des produits, notamment via l'apparition d'odeur rance (**Byrne** et *al.*, 2001).

Les radicaux libres vont aussi attaquer les protéines de la viande en ciblant certains acides aminés. Les acides aminés les plus sensibles à l'attaque radicalaire sont les acides aminés basiques et aromatiques ainsi que la cystéine (**Gatellier** et *al.*, 2009).

## 3. Oxydation lipidique

L'oxydation des lipides est une réaction autocatalytique. Il s'agit d'un enchaînement de réactions radicalaires se déroulant en trois étapes : une première réaction produit un radical libre par élimination d'un hydrogène de l'acide gras (initiation), puis les réactions s'enchaînent pour produire plusieurs radicaux libres (propagation) qui se combinent pour former des composés non radicalaires (terminaison).

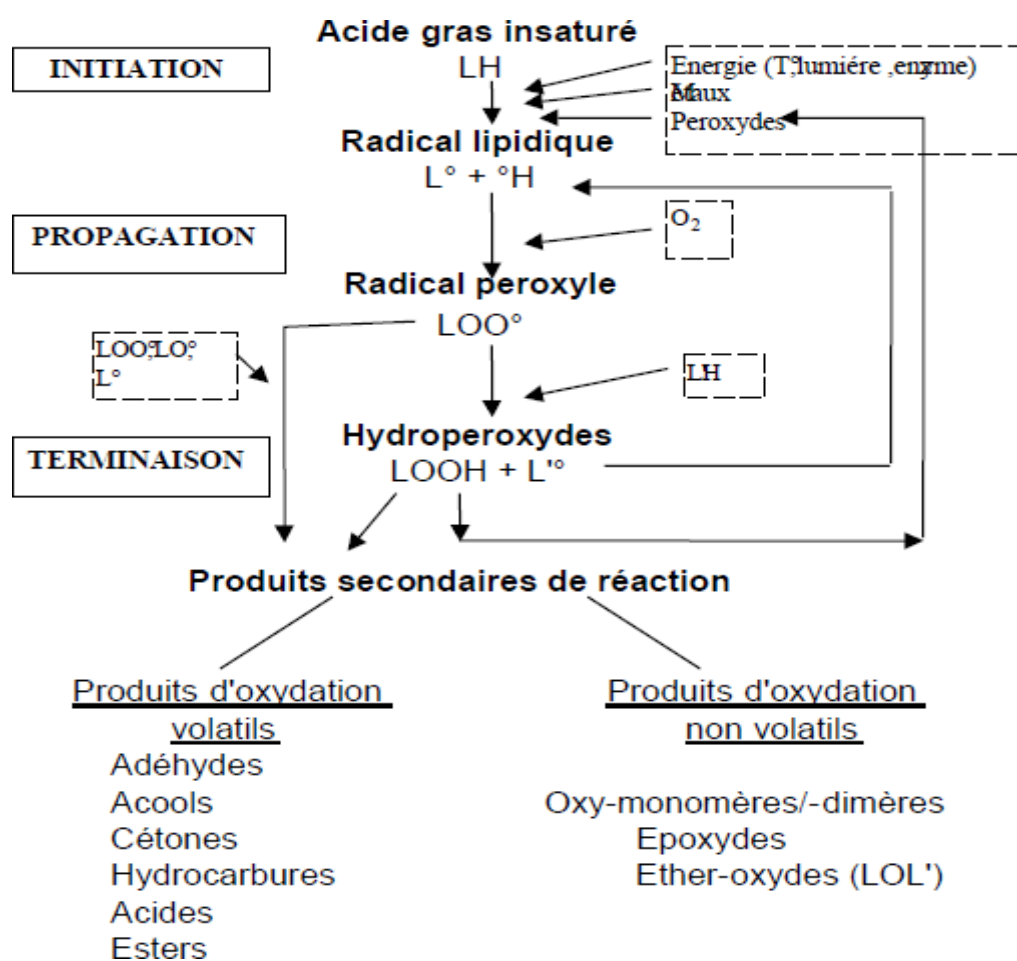
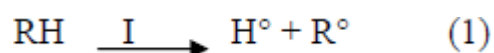


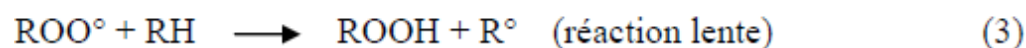
Figure 11 : Schéma général de l'oxydation des lipides (EYMARD Sylvie 2003).

#### 4.1. Mécanisme réactionnel de l'oxydation des lipides (Bolland & Gee, 1946)

**4.1. Initiation :** En présence d'un initiateur (I), les lipides insaturés (RH) perdent un atome d'hydrogène pour former un radical libre de lipide ( $R^\circ$ ) (radical, lipoylé).



**4.2. Propagation :** Les radicaux libres formés fixent l'oxygène moléculaire et forment des radicaux libres peroxydes instables (2) qui peuvent réagir avec une nouvelle molécule d'acide gras pour former des hydroperoxydes (3).



## 5. Impacte de l'oxydation dans l'industrie alimentaire

L'oxydation des lipides dans les aliments pose de sérieux problèmes pour l'industrie alimentaire qui utilise de plus en plus des acides gras hautement insaturés tels que ceux de la série n-3 (x 3) très susceptibles à l'autoxydation. L'oxydation des lipides alimentaires entraîne des altérations qualitatives (rancissement), nutritionnelles (perte en vitamines) voire même une toxicité due aux produits issus de la peroxydation lipidique (peroxydes, aldéhydes) (**Barouki, 2006**).

## 6. Stress oxydatif

Le stress oxydant est communément défini comme un déséquilibre entre les systèmes oxydants et les capacités antioxydants d'un organisme, d'une cellule ou d'un compartiment cellulaire (**Barouki, 2006**).

Au cours de la vie de l'animal, certaines périodes de stress peuvent engendrer un déséquilibre entre les espèces pro-oxydantes et antioxydants de l'organisme, et donc l'apparition de stress oxydant. Les espèces pro-oxydantes apparaissent lorsque les phénomènes radicalaires sont importants (**Favier, 1997**).

### 7.1. Établissement d'un stress oxydant

Les animaux sont donc soumis à des stress oxydants dans plusieurs situations (**Hernandez et al., 2010**), soit au cours de l'élevage, ce qui peut impacter le rendement de production, voire la qualité de certains produits tels que les œufs ou le lait ; soit au cours de la phase d'abattage, ce qui peut impacter la qualité des muscles, et donc des viandes (**Hajji et al., 2016**).

#### 7.1. En phase d'élevage

Chez les animaux d'élevage, les mécanismes qui contrôlent la lipoperoxydation sont établis du vivant de l'animal. Par conséquent, les produits animaux possèdent un certain équilibre pro- et antioxydant. En fonction de cet équilibre, ces produits seront plus ou moins sensibles aux phénomènes de peroxydation non enzymatique qui auront lieu après la collecte du produit (lait, œuf) ou après la mort de l'animal (viandes) (**Gobert et al., 2014**).

#### 7.2. En phase de pré-abattage

La période de préabattage est complexe avec de nombreux facteurs potentiellement inducteurs de stress d'origine psychologique, tels que la peur, et d'origine physique, tels que l'exercice ou la privation de nourriture (**Ferguson et al., 2008**).

L'intensité du stress oxydant est souvent évaluée par le suivi de la peroxydation des lipides (ou lipoperoxydation), qui sont les premières cibles de l'oxydation. L'exercice physique augmente la lipoperoxydation dans le muscle conformément à cette observation, le stress préabattage influence le niveau de lipoperoxydation musculaire post mortem via des effets sur la stabilité oxydative des lipides, les niveaux de rancidité et les paramètres de couleur (**Linares et al.**, 2007), le transport et la température d'ambiance sont aussi des éléments majeurs impactant le stress oxydant des animaux en phase de pré-abattage.

Selon **Hernandez-Trevino et al.**, (2010) le transport d'animaux par fortes chaleurs est à éviter au maximum, notamment car le niveau de stress préabattage impacte l'intensité ultérieure de la lipoperoxydation dans les produits. Le stress oxydant avant l'abattage entraîne donc une diminution des défenses antioxydantes et l'apparition de dommages cellulaires. Les dégradations oxydatives pourraient être d'autant plus fortes que les teneurs en antioxydants ont été réduites durant la période d'élevage et d'abattage.

### 7.3. Post-abattage

À la mort de l'animal, la lipoperoxydation se poursuit après l'arrêt de la circulation sanguine et du métabolisme musculaire. De plus, la lyse des cellules musculaires, dues aux étapes de parages et de découpes, favorise la lipoperoxydation et la formation d'anions superoxydes ( $O_2^{\circ-}$ ) et du peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ).

La stabilité d'un produit provenant du muscle (viandes et produits transformés) dépend de la teneur en peroxydes, mais aussi des ions métalliques intracellulaires. En effet, mise à part pour les volailles, les viandes sont riches en fer héminique présent dans les globules rouges (hémoglobine) et dans la myoglobine du muscle, ainsi qu'en zinc. Ces éléments peuvent contribuer fortement à l'induction de la lipoperoxydation. La peroxydation des lipides est l'un des premiers mécanismes de dégradation de la qualité des viandes qui peut se manifester par une détérioration de la saveur, de la couleur, de la texture et de la valeur nutritionnelle du fait d'une production de composés toxiques (**Buckley et al.**, 1995).

## 8. Transformations technologiques

Les viandes, comme tout produit agroalimentaire, peuvent subir des transformations. La plupart du temps, elles sont maturées, conditionnées et cuites avant d'être consommées. Elles peuvent aussi subir des transformations technologiques visant à la préparation de viandes hachées ou encore de plats cuisinés.

Pour sa consommation, dans les pays occidentaux, la viande subit généralement un traitement de cuisson qui permet d'inactiver les microorganismes potentiellement pathogènes et de développer ses qualités sensorielles. Cependant, cette étape favorise la production de radicaux libres oxygénés qui peuvent initier des réactions de peroxydations lipidiques. Des synthèses concernant les mécanismes et les conséquences de la peroxydation des lipides (**Durand et al.**, 2005).

### **10. Réaction de lipo-peroxydation dans les muscles et viandes**

Le stress est directement relié à l'oxydation des lipides du muscle. C'est pourquoi une manipulation inadaptée des animaux durant l'abattage peut affecter les niveaux de rancidité des viandes (**Juncher et al.**, 2003), avant même l'application de transformations technologiques très délétères pour les qualités des viandes.

La lipoperoxydation a également été mesurée dans des viandes provenant d'agneaux abattus sans étourdissement préalable ou après un étourdissement électrique ou par inhalation de CO<sub>2</sub> (**Linares**, 2007). Les niveaux de lipoperoxydation étaient les moins élevés dans les viandes fraîches provenant des agneaux étourdis par inhalation de CO<sub>2</sub> ; lorsqu'il est pratiqué correctement, ce mode d'étourdissement est considéré comme l'un des moins stressants parmi les trois testés.

## **11. Impacts nutritionnels des oxydations lipidiques**

### **11.1. Pertes nutritionnelles**

Les pertes nutritionnelles peuvent être de différentes natures, mais sont en partie dues à des phénomènes liés à l'oxydation. Ainsi, ces pertes concernent : les AGPI essentiels, les AA indispensables, tels que la lysine, l'histidine ou encore la méthionine, et les vitamines, ou de manière plus générale, les antioxydants (**Gobert et al.**, 2010).

### **10.2. Accumulation de produits délétères**

La toxicité des produits d'oxydation contenus dans les viandes est difficile à évaluer, car elle résulte d'interactions complexes entre les produits d'oxydation des lipides et d'autres composés présents au sein des viandes. Les complexes ainsi formés peuvent limiter la biodisponibilité des produits de lipoperoxydation ou générer des produits toxiques à partir de composés non lipidiques. Parmi les composés non lipidiques des aliments et particulièrement des viandes, les protéines représentent une cible d'attaque privilégiée des produits finaux d'oxydation des lipides (**Gobert et al.**, 2010).

Dans les viandes, des teneurs de 1 et 4 g de MDA/g de viande ont été retrouvées dans du cœur de rumsteck après une maturation de dix jours sous vide, puis conditionné respectivement cinq jours sous film ou 11 jours sous atmosphère modifiée (70 % O<sub>2</sub>; 30 % CO<sub>2</sub>). Ces valeurs sont supérieures aux valeurs seuil d'acceptabilité en termes de flaveur rance (déterminé par des jurys de consommateurs) qui sont voisines de 1 g de MDA/g de viande (Durand et al., 2006).

### 10.3. Matière grasse de la viande ovine

La viande à base de mouton est considérée comme un aliment de haute qualité en raison de sa valeur nutritive élevée et de sa caractéristique organoleptique. Cependant, bien qu'elle soit un produit traditionnel fortement implanté dans la société, sa consommation a parfois été remise en question, en partie à cause de l'image négative que le consommateur a de la quantité et de la composition des graisses qu'elle contient (Manso et al., 2016).

Les acides gras ruminants ayant des propriétés bioactives comprennent les acides gras insaturés tels que l'acide vaccinique (VA), l'acide linoléique conjugué (ALC), en particulier son isomère le plus abondant, connus sous le nom d'acide ruménique (RA, cis-9 trans 11CLA) et l'oméga -3 acides gras (AGPI n-3), de sorte qu'il y a une forte interaction entre les niveaux de lait et de viande (Raes et al., 2004).

L'alimentation est le principal facteur affectant la qualité des produits ovins (Shingfield et al., 2008). Une augmentation du degré d'insaturation des graisses la rend également plus sensible à l'oxydation. L'utilisation d'antioxydants dans les rations est l'une des stratégies utilisées pour empêcher l'oxydation lipidique de la viande. La vitamine E a été largement utilisée dans l'alimentation animale pour préserver la viande, mais elle a été remise en question en raison de son origine synthétique et de sa bio-efficacité limitée lorsque l'apport en AGPI n-3 est trop élevé (Luciano, 2011).

La préférence croissante des consommateurs pour les produits naturels et les bienfaits pour la santé a intensifié la recherche de méthodes alternatives pour retarder l'oxydation des lipides de la viande. La supplémentation en substances phénoliques a été suggérée comme stratégie d'alimentation pour augmenter les caractéristiques fonctionnelles de la viande et du lait des petits ruminants, et pour améliorer la stabilité à l'oxydation et la couleur de la viande pendant le stockage (Luciano, 2011).

## 1. Objectifs

La viande ovine est un produit hautement périssable vu sa grande teneur en acides gras, son exposition à l'aire et la lumière peut causer sa détérioration par des réactions d'oxydation lipidique.

Pour une meilleure conservation de ce produit, les boucheries ont opté pour l'utilisation des additifs antioxydants synthétiques sans avoir respecté les doses journalières admissibles ce qui serait nocif pour la santé du consommateur.

La recherche d'une solution alternative à fait l'objet de ce travail : une étude expérimentale basée sur l'ajout de polyphénols extraits à partir de l'écorce de la grenade sur la viande hachée ovine fraîche et congelée pendant une semaine a permis de tester le pouvoir antioxydant de ces polyphénols à différentes doses.

## 2. Matériel végétale

La collecte de l'échantillon de l'écorce du fruit de *Punica granatum* a été effectuée en Algérie dans la région de Sidi Lakhder Mostaganem. Il a ensuite été séché puis broyé, La poudre obtenue est conservée à l'abri de l'humidité et de la lumière.



**Figure A** : poudre de la grenade

### 2.1. Préparation de l'extrait d'écorces de la grenade

La méthode d'extraction que nous avons adoptée est la macération par solvant organique (méthanol), La quantité de solvant doit être appropriée à la quantité de la matière végétale à extraire. Dans notre cas 5 g de la poudre d'écorces est macérée avec un solvant à raison de 80%

L'extraction est effectuée sous agitation continue et à une température ambiante, pendant quelque heure et après la filtration pour obtenir les extrais brutes.



**Figure B :** extrait de grenade

## 2.2. Détermination de la teneur en polyphénols totaux

### Principe

Les polyphénols ont été déterminés par spectrophotométrie selon la méthode de Folin Ciocalteu (Singleton *et al.*, 1999). Ce réactif de couleur jaune est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique et d'acide phosphomolybdique. Lorsque les polyphénols sont oxydés, ils réduisent le réactif Folin-Ciocalteu en un complexe ayant une couleur bleue constitué d'oxyde de tungstène et de molybdène. L'intensité de la couleur est proportionnelle aux taux des composés phénoliques oxydés (Boizot et charpentier, 2006).

### Mode opératoire

Dans un tube à essai on a introduit 1ml des différents extraits à différentes concentrations (0,062-0,125-0,25-0,5-1-2mg/ml) et 5ml du réactif de Folin-Ciocalteu à 10%, puis on a homogénéisé la solution à l'aide d'un agitateur vortex. Après quelques minutes, on a ajouté 4ml de la solution de carbonate de sodium, on a agité encore une fois afin d'obtenir une solution homogène. Les solutions ont été laissées incuber à l'ombre et à température ambiante pendant 1 heure. L'absorbance a été mesurée à 765 nm contre un blanc.

Une courbe d'étalonnage est réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant l'acide gallique comme contrôle positif à différentes concentrations (de 10 à 50 $\mu$ g / ml). Les résultats ont été exprimés en milligramme équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait.

**Rendements des extraits**

Les rendements de l'extrait des écorces de grenade de la ont été calculés selon la formule

$$Y = aX$$

suivante

**y**: densité optique

**a** : constant c'est 0,258.

**X** : concentration des échantillons mg/100g

**2.3. Détermination de la teneur en flavonoïdes****Principe**

Le dosage des flavonoïdes est réalisé en utilisant une méthode colorimétrique au trichlorure d'aluminium ( $AlCl_3$ ). Le chlorure d'aluminium forme un complexe jaune avec les flavonoïdes qui absorbe dans le visible à 420 nm.

**Mode opératoire**

Un volume de 1ml de chaque extrait est mélangé avec 1 ml de trichlorure d'aluminium ( $AlCl_3$ ) à 2%, agitation. Après 10 min d'incubation à température ambiante, la lecture est faite à 420 nm à l'aide d'un spectrophotomètre. Le blanc est constitué par 1ml d'eau distillée mélangé à 1 ml de chlorure d'aluminium réalisé comme précédemment.

Une courbe d'étalonnage est réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant la quercétine comme standard à différentes concentrations (0,125/0,25/0,5/10/20/40  $\mu$ g/ml). Les résultats obtenus sont exprimés en mg équivalent de quercétine par g d'extrait.

**3. Matriel animal**

2 échantillons de la viande ovine différente région (500g pour chaque échantillon) ont été achetés dans même jour au niveau d'abattoir de sidi lakhdar wilaya de Mostaganem, et la ville de Mostaganem.

Les échantillons ont été transportés dans les mêmes conditions que le consommateur transportait sa viande jusqu'au laboratoire, lors de notre arrivée au laboratoire la viande a été mise directement dans le réfrigérateur à une température de 4°C.

### 3.1. Application de traitement sur la viande

#### 3.1.1. Préparation des solutions pour le traitement de la viande

Les solutions ont été préparées à partir des poudres de grenade et l'eau distillée.

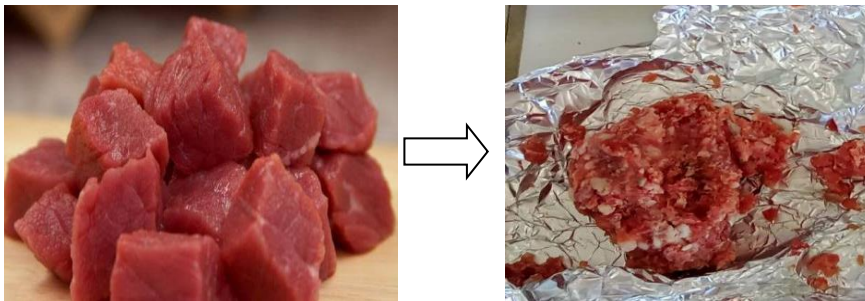
##### Poudre de grenade rouge :

- **Solution 1%** : 1g de poudre de l'écorce de grenade dans 100 ml de l'eau distillée.
- **Solution 3%** : 3g poudre de l'écorce de grenade dans 100 ml de l'eau distillée.
- **Solution 5%** : 5g poudre de l'écorce de grenade dans 100 ml de l'eau distillée.

Le même procédé est répété pour les deux écorces resté (écorce jaune et écorce de l'arbre).

#### 3.1.2. Viande de réfrigération

2g de viande hachée a été ajouté 2 ml de chaque solution préparer auparavant (solution de grenade) conserver au froid et l'obscurité, ensuit après (0h, 3h, 6h) on a procédé à la détermination de l'indice TBARS.



**Figure C** : transformation de viande en viande hachée

#### 3.1.1. Détermination de la teneur en matière sèche (AFNOR ; 1985)

La teneur en matière sèche de l'échantillon est déterminée en séchant 5g de produits à l'étuve réglée à une température de 105°C pendant 24 heures.

##### Méthode :

La première étape consiste à peser la matière brute. Pour ce faire, on pèse 5g de chaque échantillon à l'aide d'une balance de précision. L'aliquote est mise dans un creuset en porcelaine. Il faut noter que le creuset doit être pesé préalablement.

La deuxième étape fera l'objet de déshydratation de l'aliquote à l'étuve (105°C pendant 16h).

Après 16 heures, les creuses seront refroidies dans le dessiccateur pendant 45 minutes, la matière sèche restante est alors pesée par différence avec la masse initiale, la quantité d'eau évaporée est ainsi déduite.

En ce qui concerne le calcul :

**Après séchage :**

La teneur en matière sèche (MS) en gramme de l'échantillon est calculée par l'expression suivante :

$$\text{MS (g)} = (\text{Poids du creuset} + \text{l'aliquote après séchage}) - \text{poids du creuset vide}$$

**Calcul de la matière sèche en % :**

$$\text{MS (\%)} = (\text{MS(g)} / \text{masse échantillon (g)}) \times 100$$

La teneur en eau de l'échantillon est calculée par l'expression suivante

$$\text{Teneur en eau (\%)} = 100 - \text{MS (\%)}$$

**3.2.2. Détermination de la teneur en matière minérale (AFNOR ; 1985)**

La teneur en cendres de l'aliment est conventionnellement le résidu de la substance après destruction de la matière organique par l'incinération à 550°C dans un four à moufle pendant 2 heures.

$$\text{MM (g)} = (\text{Poids du creuset contenant les cendres} - \text{poids du creuset vide})$$

La teneur en matières minérales de l'échantillon est calculée par la relation suivante :

**Calcul de la matière minérale en % :**

$$\text{MM (\%)} = (\text{MM (g)} / M_1 - M_2) \times 100$$

Avec :

**M<sub>1</sub>** : Masse totale du creuset contenant la prise d'essai (en gramme). **M<sub>2</sub>** : Masse totale du creuset et les minéraux bruts (en gramme).

**Détermination de la matière organique**

$$\text{MO (\%)} = \text{MS (\%)} - \text{MM (\%)}$$

### 3.2.3. Détermination de l'indice TBARS (Genot ; 1996)

#### Principe :

Les produits secondaires de l'oxydation des lipides les plus couramment dosés sont les aldéhydes. L'acide thiobarbiturique (TBA) réagit avec le malonaldéhyde (MDA) pour former un complexe de couleur rose et/ou jaune possédant un maximum d'absorption à une longueur d'onde de 532 nm. Il réagit également avec d'autres aldéhydes résultants de l'oxydation des AGPI (l'acide gras polyinsaturé) à longue chaîne. La concentration des substances réactives au TBA (sr- TBA), exprimée en équivalent MDA est évaluée par la lecture de l'absorbance au spectrophotomètre visible des sr-TBA extraite des échantillons par l'acide trichloracétique (TCA).

#### Mode opératoire :

Un échantillon de viande de 2g est placé dans un tube de 25ml contenant 16ml d'acide trichloracétique (TCA) à 5% (p/v) et éventuellement 100µl d'acide ascorbique (Vitamine C). Le mélange est homogénéisé 3 fois pendant 15 secondes à l'aide d'un homogénéisateur (*Ultra-Turrax*) à une vitesse d'environ 20000tpm le broyat est passé à travers un papier filtre afin d'obtenir un filtrat. Puis de ce filtrat 2 ml sont additionnés à 2ml d'acide thiobarbiturique(TBA).

Les tubes fermés sont plongés dans un bain-marie à 70°C pendant 30 minutes et placés dans un bain d'eau froide. La dernière étape consiste à lire à l'aide d'un spectrophotomètre l'absorbance du mélange réactionnel à 532nm et les résultats sont exprimés en mg équivalentMDA (malonaldéhyde)/kg. La coloration reste stable pendant 1 heure.

#### Expression des résultats :

Les résultats dégagés au cours de ces expériences sont obtenus par la formule suivante :

$$\text{mg équivalent MDA/ kg} = (0,72 / 1,56) \times (A_{532} \text{ cor} \times V \text{ solvant} \times V_f) / PE$$

Avec : A<sub>532 cor</sub> : l'absorbance.

V solvant : volume de solution de dilution TCA en ml.

PE : prise d'essai en gramme.

V<sub>f</sub> : volume du filtrat prélevé.

0,72 / 1,56 : correspond à la prise en compte du coefficient d'extinction moléculaire du complexe **TBA-MDA** à la valeur de : 1,56.10<sup>-5</sup> M<sup>-1</sup>.cm<sup>-1</sup> (**Buedge** et coll., 1978) et au poids moléculaire du MDA d'une valeur de 72g. mol<sup>-1</sup>.

### 3.2.4. Dosage des lipides totaux (SOXHLET)

#### Principe

L'extraction par Soxhlet est une méthode simple et convenable permettant de répéter infiniment le cycle d'extraction avec du solvant frais jusqu'à l'épuisement complet du soluté dans la matière première. Le schéma d'un appareil Soxhlet. Il est composé d'un corps en verre, dans lequel est placée une cartouche en papier-filtre épais (une matière pénétrable pour le solvant), d'un tube siphon et d'un tube de distillation. Dans le montage, l'extracteur est placé sur un ballon contenant le solvant d'extraction. Le ballon est chauffé afin de pouvoir faire bouillir son contenu. La cartouche contenant le solide à extraire est insérée dans l'extracteur, au-dessus duquel est placé un réfrigérant servant à liquéfier les vapeurs du solvant.

L'extraction continue jusqu'à l'épuisement de la matière solide chargée dans la cartouche. La séparation du solvant de l'extrait est faite à l'aide de l'appareil appelé Rotavapor. Dans cet appareil on réalise une évaporation sous vide en utilisant une pompe à vide avec une vanne de contrôle. Pendant l'évaporation le ballon est mis en rotation et plongé dans un bain liquide chauffé. L'appareil est muni d'un réfrigérant avec un ballon collecteur de condensat. La rotation du ballon crée une surface d'échange plus grande et renouvelée permettant donc d'effectuer une évaporation rapide.

Ou bien par d'autres méthodes, qui se font par la récupération du solvant (éther de pétrole), et l'étuvage des ballons.

#### Mode opératoire

Placement d'un échantillon de 3g de viande hachée dans une cartouche après avoir pesé les ballons, puis mettre 250 ml d'éther de pétrole dans chaque ballon avec la vésciation d'installation d'eau et ensuite lancer l'opération, le temps d'extraction est environ de 3h.

A la fin de l'extraction, on enlève les cartouches et nous avons récupéré le solvant brut, puis nous avons pesé à nouveau les ballons, et calculé le pourcentage de la matière grasse extraite selon la formule suivante :

$$\text{Lipides totaux (\%)} = \frac{P1 - P0}{3} \times 100$$

P1 : ballon + extrait

### 3.6.5. Dosage des protéines brutes (Méthode de Lowry ; 1951)

#### Principe

Les protéines réagissent avec le réactif Folin-Ciocalteu pour donner des complexes colorés. La couleur ainsi formée est due à la réaction du phosphomolybdate par la tyrosine et tryptophane.

L'intensité de la coloration dépend donc de la quantité d'acides aminés aromatiques présents et varie selon les protéines. Les densités optiques sont mesurées à 600nm avec le spectrophotomètre contre un blanc qui contient tous les réactifs à l'exception des protéines.

### **Mode opératoire**

#### **Gamme étalon**

La gamme étalon a été faite avec la solution albumine bovine préparée à 25 mg par 100 ml d'eau distillée. On utilise la même solution que pour doser les échantillons.

#### **Réactif de lawry (A+B) :**

Solution A est constituée d'1g de la soude (NaOH) mélange à 5 g de carbonate de sodium ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dans 250 ml d'eau distillée.

Solution B est un mélange de 0.125g sulfate de cuivre ( $\text{CuSO}_4$ ) et de 0.25g de tartrate double Sodium Potassium dans 25ml de l'eau distillée.

#### **Le réactif de Lowry est composé de :**

Solution C (50ml de solution A + ml de solution B) à mélanger au moment de la manipulation

**Tableau 03** : Concentration des solutions de Lowry.

<b>Tube N°</b>	<b>Solution albumine bovine</b>	<b>Eau physiologique</b>	<b>Solution de dosage</b>	<b>Réactif de Folin</b>
1	0	1	5ml	0,5ml
2	0,2	0,8	5ml	0,5ml
3	0,4	0,6	5ml	0,5ml
4	0,6	0,4	5ml	0,5ml
5	0,8	0,2	5ml	0,5ml
6	1	0	5ml	0,5ml

## Expression des résultats :

## 1. Caractérisation de la grenade

## 1.2. Rendement d'extraction des composés phénoliques:

Les résultats obtenus sont représentés dans le Tableau 06 et les Figures 12.

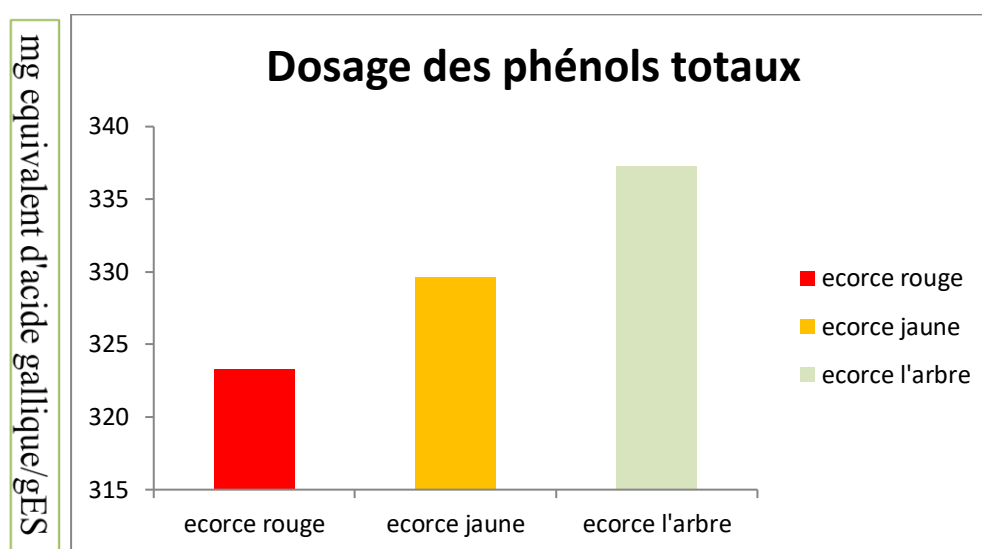
**Tableau 06** : Dosages des composés phénoliques dans différent des écorces de la grenade

	écorce rouge	écorce jaune	écorce l'arbre
<b>Polyphénol Tataux</b>	323,2±4,12 a	329,6±2,44 b	337,25±3,82 c

(n=1±4 l'écartype), (a et b) sont des groupes homogènes indiquant une différence significative à  $p < 0,05$ .

La quantité des polyphénols a été rapportée en milligramme équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait (**Figure 13**).

À partir de la courbe d'étalonnage, la quantité en polyphénols totaux est de: 337,27 ; 327,6 et 323,2 mg EAG/g d'extrait, pour les extraits, écorce arbre, écorce jaune et d'écorce rouge respectivement.



**Figure 12** : dosage de polyphénols totaux dans différent écorce

Les teneurs en polyphénols totaux obtenues dans cette présente sont proche à celle donnés par **Ben Nasr** et al. (1996) avec de  $216,9 \pm 7,3$  mg EAG / g ES, **Negi** et al. (2003) avec 400 mg EAG /g ES, Li et al. (2006) mentionnent une teneur de  $249 \pm 17,2$  mg EAG/g ES) et **Lee** et al. (2010) avec  $471,0 \pm 32,0$  mg EAG/g ES.

D'après la bibliographie, la teneur en composés phénoliques dépend de plusieurs paramètres, tels que: les conditions édaphoclimatiques; la variété considérée; les procédés d'extraction; les techniques culturales; les facteurs génétiques et les conditions de stockage (Cemeroglu et al., 1988)

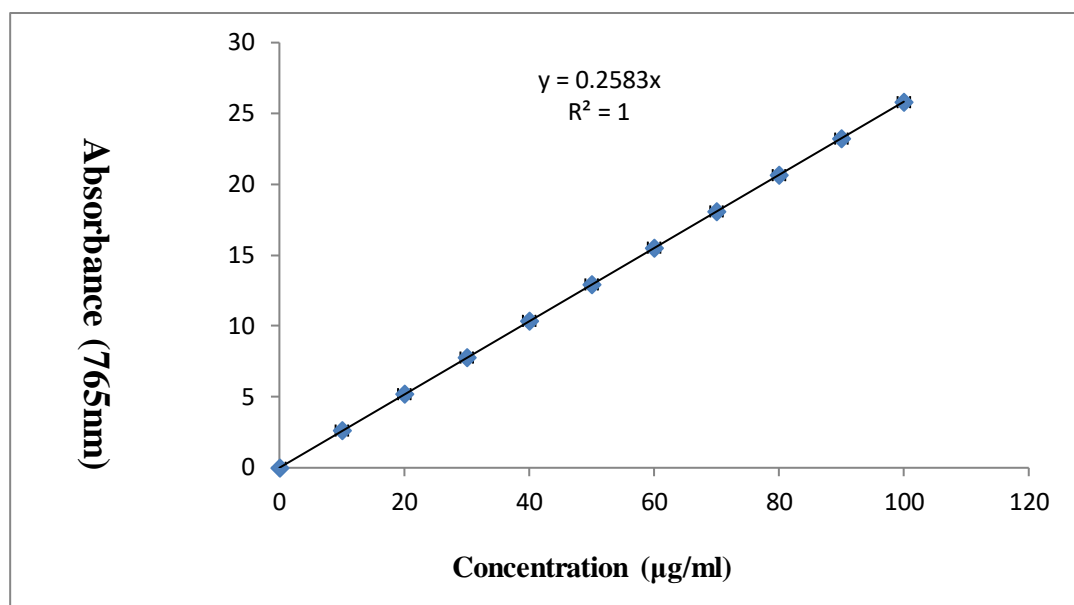


Figure 13: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

## 1.2. Rendement d'extraction des flavonoïdes :

Tableau 07 : Dosage des Flavonoïdes totaux de différente écorce de grenade

	écorce rouge	écorce jaune	écorce l'arbre
<b>Flavonoïdes totaux</b>	564±1,3 b	122,2±1,3 a	203±1,3 c

(n=1,3 l'écartype), (a et b) sont des groupes homogènes indiquant une différence significative à  $p < 0,05$ )

La quantité des flavonoïdes a été rapportée en milligramme équivalent De la Quercitine par gramme d'extrait (Figure 15).

Selon les résultats obtenus, il en ressort que c'est les écorces rouge qui présente une teneur plus élevée en flavonoïdes ( $564 \pm 1,3$  mg EQ/g d'ES) après les écorces l'arbre ( $203 \pm 1,3$  mg EQ/g d'ES) avec une différence significative ( $p < 0,05$ ).

Ces résultats sont supérieurs à ceux rapportés par **Li** et al. (2006) avec une teneur de  $59,1 \pm 4,8$  mg/g ES. Ces différences peuvent s'expliquer par le facteur variétal ou par la méthode de dosage ou bien par la nature du solvant d'extraction utilisé.

Selon **Martin** et al. (2002), l'écorce de la grenade est très riche en flavonoïdes glycosylés, la présence de cette fraction osidique rend les flavonoïdes très solubles dans l'eau, il est donc recommandé d'utiliser pour leur extraction un mélange de « solvants organiques/eau »

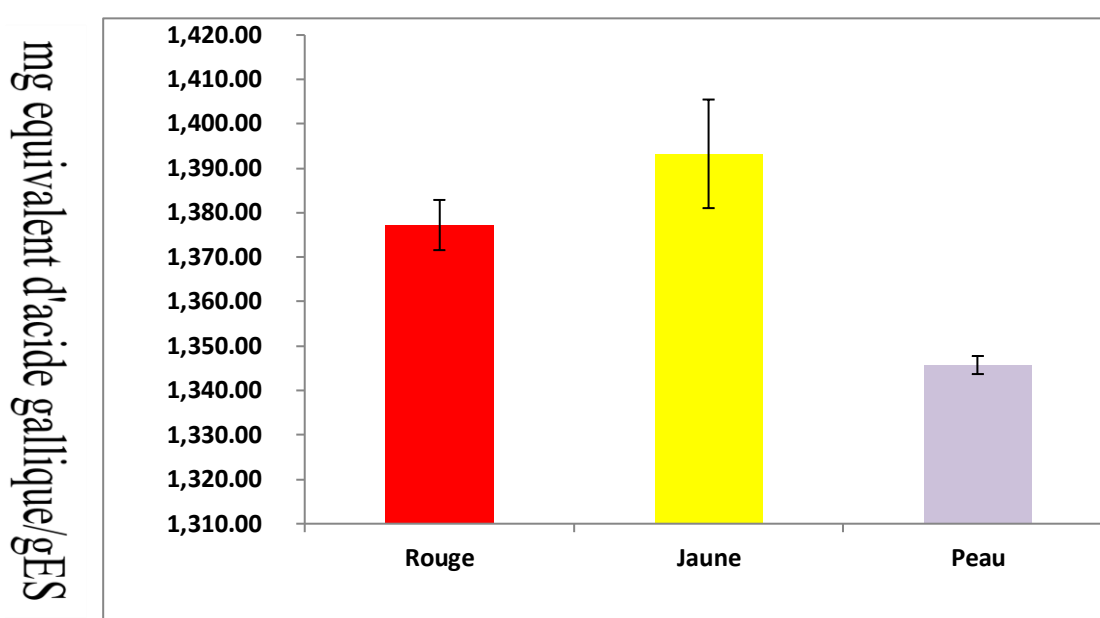


Figure 14 : Dosage des Flavonoïdes totaux de déférente écorce de grenade

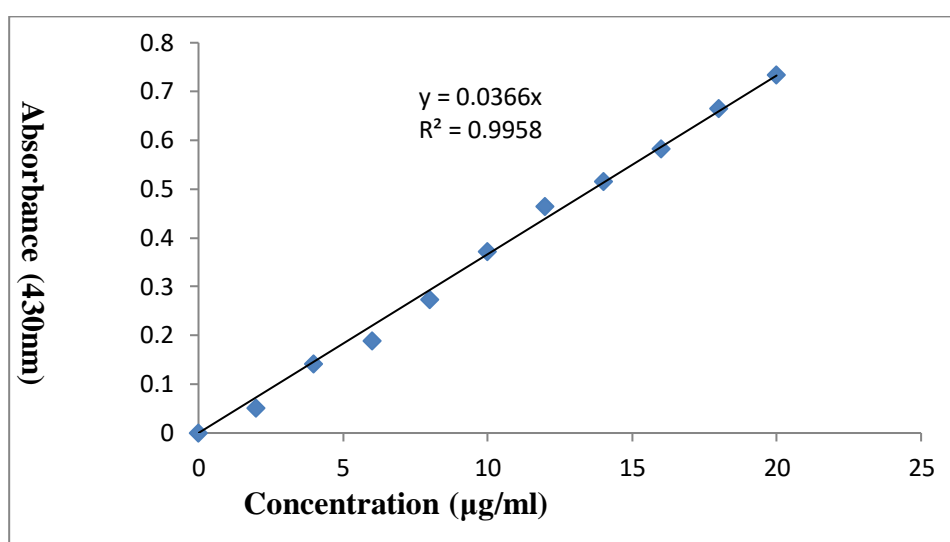


Figure 15 : Courbe d'étalonnage de la Quercitine

## 2. Caractérisation de la viande hachée ovine dans différente zone

### 2.1. Analyses physico-chimiques et biochimique de la viande hachée ovine

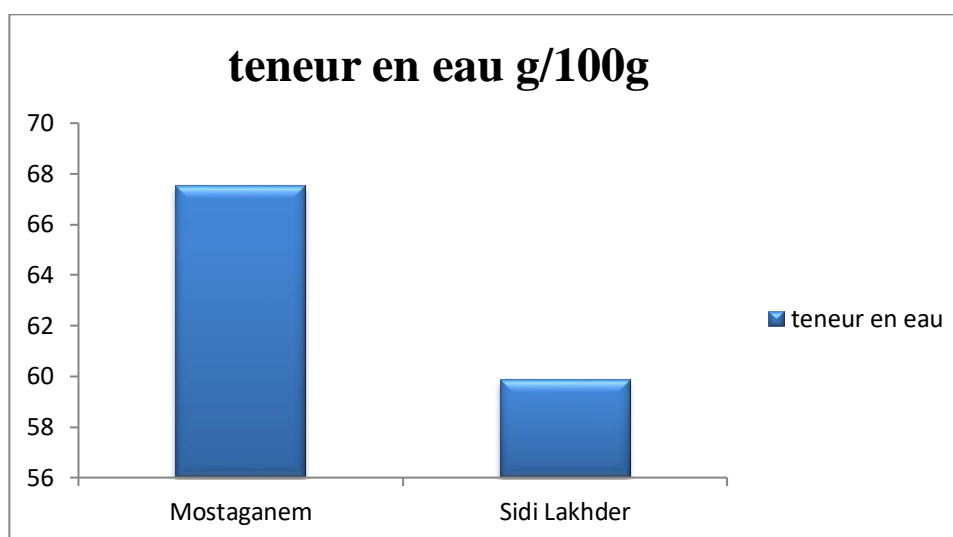
Les résultats obtenus sont dans le **Tableau 08** et les **Figures** suivante

**Tableau 08** : Résultats des analyses physico-chimiques et biochimique de la viande hachée Ovine différente zone.

	Mostagnem	Sidi Lakhder
<b>Teneur en eau g/100g</b>	67,53±2,221b	59,86±0,57 a
<b>Matière sèche g/100g</b>	32,53±2,21b	40,8±0,57 a
<b>Matière minéral g/100g</b>	1,47±0,24 a	1,53±0,24 a
<b>Matière organique g/100g</b>	1,14± 29,2b	0,56±38,6a
<b>Lipides totaux g/100g</b>	22,44±5,64a	0,50±12,22 b
<b>Protéines brutes g/100g</b>	16,46±0,02b	15,08±0,77 a

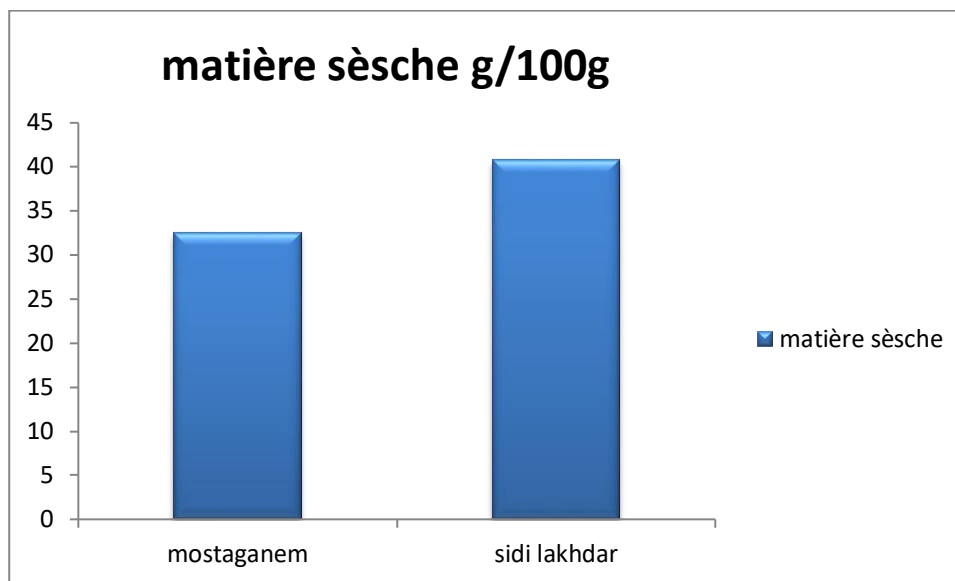
D'après nos résultats nous avons noté que la viande ovine hachée Mostaganem, a une teneur en eau, en matière sèche, en matière minérale et en matière organique estimés à (67,53 g/100g, 32,53g/100g, 1,47g/100g, 1,14g/100g) respectivement. Ainsi que les valeurs des lipides totaux et protéines brutes sont estimés à (22,44g/100g, 16,46g/100g) respectivement.

D'après nos résultats nous avons noté que la viande ovine hachée Sidi Lakhder, a une teneur en eau, en matière sèche, en matière minérale et en matière organique estimés à (59,86 g/100g, 40,8g/100g, 1,47 g/100g, 0,56 g/100g) respectivement. Ainsi que les valeurs des lipides totaux et protéines brutes sont estimés à (12,22 g/100g, 15,08 g/100g) respectivement.



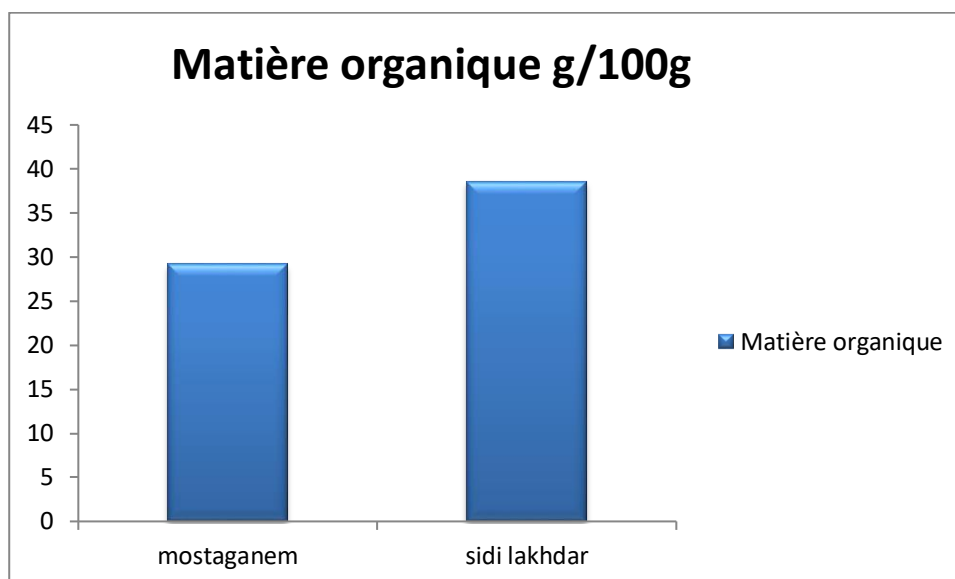
**Figure 16** : teneur de l'eau par g/100g

Nous avons remarqué le teneur en l'eau de viande hachée de la région Mostaganem (67,53g/100g) plus élevé que de la région de Sidi Lakhder (59,86g/100g).



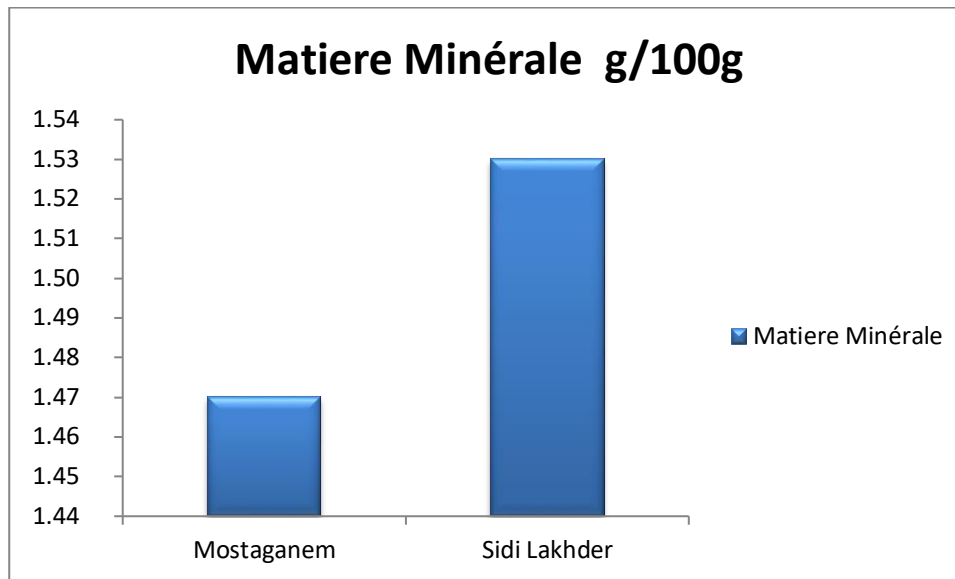
**Figure 17 :** teneur en matière sèche par g/100g.

Nous avons remarqué le teneur en matière sèche de viande hachée de la région Sidi Lakhder (40,8g/100g) plus élevé que de la région de M (32,53g/100g).



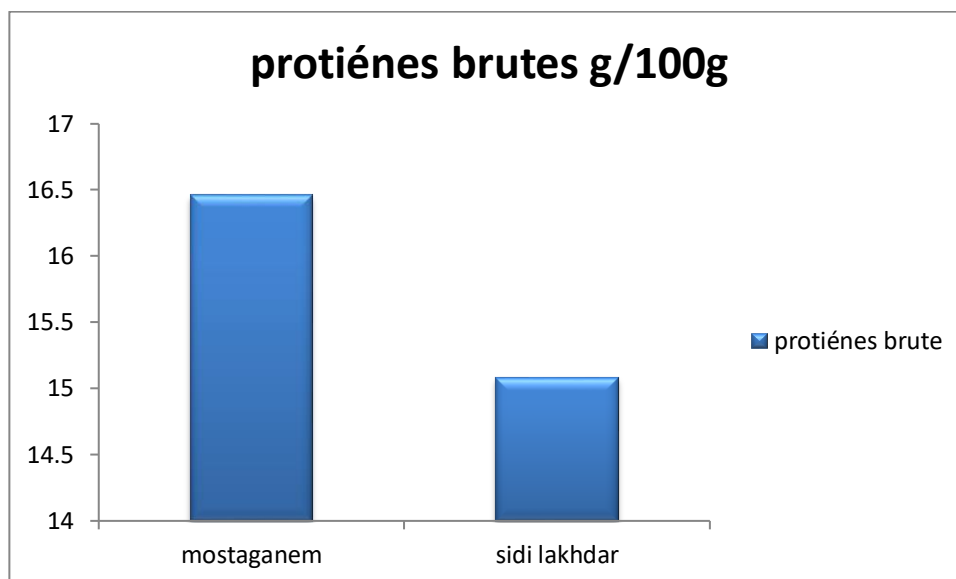
**Figure 18:** Teneur en matière organique g/100g.

Nous avons remarqué le teneur en organique de viande hachée de la région Sidi Lakhder (38,6g/100g) plus élevé que de la région de M (29,2g/100g).



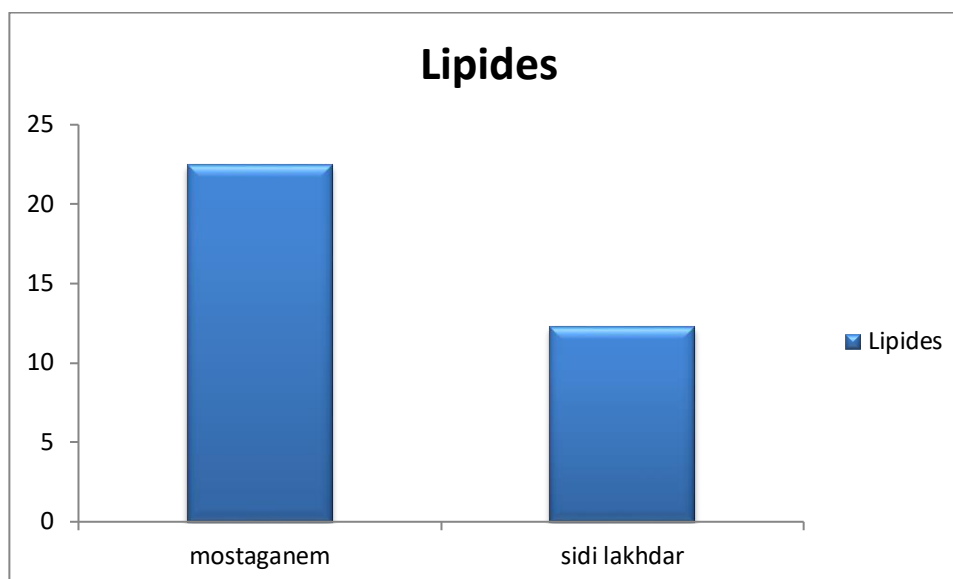
**Figure 19:** teneur matière minéral g/100g

Nous avons remarqué le teneur en matière minéral de viande hachée de la région Sidi Lakhder (1,14g/100g) plus élevé que de la région de Mostaganem (0,56g/100g).



**Figure 20 :** teneur de protéine brute g/100g

Nous avons remarqué le valeur des protéines brutes de viande hachée de la région Mostaganem (16,48g/100g) plus élevé que de la région de Mostaganem (15,08g/100g).



**Figure 21** : Teneur de lipide par g/100g

Nous avons remarqué la teneur de lipides de viande hachée de la région Mostaganem (22,44g/100g) plus élevée que de la région de Sidi Lakhder (12,22g/100g).

### 3. Estimation du degré d'oxydation des lipides de la viande hachée différente zone

Les résultats du degré de oxydation des lipides de la viande d'agneau traitée avec les différents écorces de grenade (naturels et synthétique) sont illustrés dans **les tableaux** suivante ainsi que dans les **figures** suivante.

**Tableau 09** : Teneurs en MDA des viandes ovines hachées traitée pendant 3h (Mostaganem).

Mostaganem	Ecorce rouge	Ecorce jaune	Ecorce l'arbre
cocentration1%	0,09±0,017	0,24±0,18	0,02±0,01
cocentration3%	0,07±0,014	014±0,007	0,10±0,01
concentration 5%	0,05±0,02	0,14±0,05	0,12±0,05
Témoin	0,03±0,01		

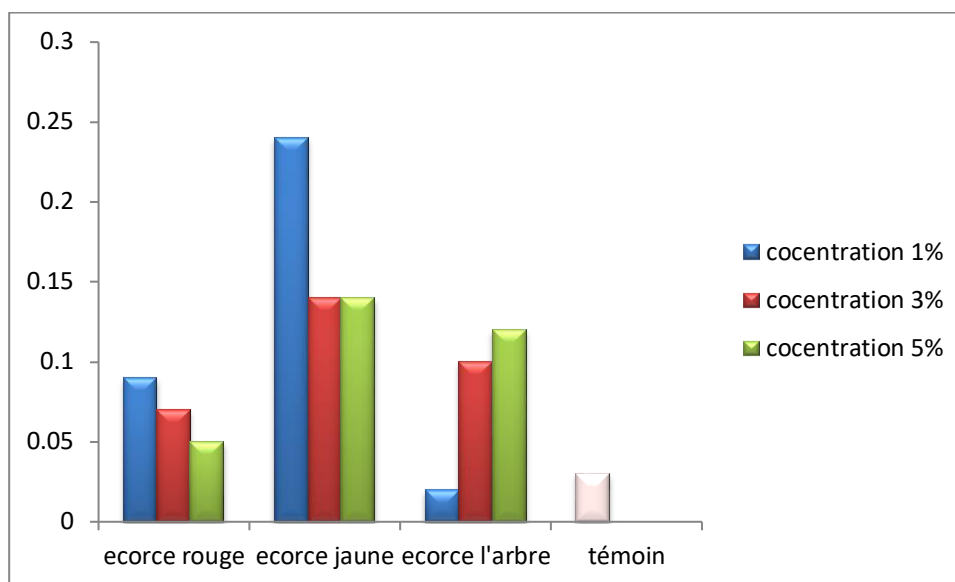


Figure 22 : Indice TBA dans la viande hachée ovine (Mostaganem)

Tableau 10 : Teneurs en MDA des viandes ovines hachées traité pendant 3h (Sidi Lakhder) pendant.

Sidi Lakhedar	écorce rouge	écorce jaune	écorce l'arbre
cocentration 1%	0,05±0,01	0,05±0,01	0,05±0,02
cocentration 3%	0,03±0,03	0,11±0,03	0,05±0,03
cocentration 5%	0,10±0,04	0,04±0,01	0,10±0,03
Témoin	0,07±0,02		

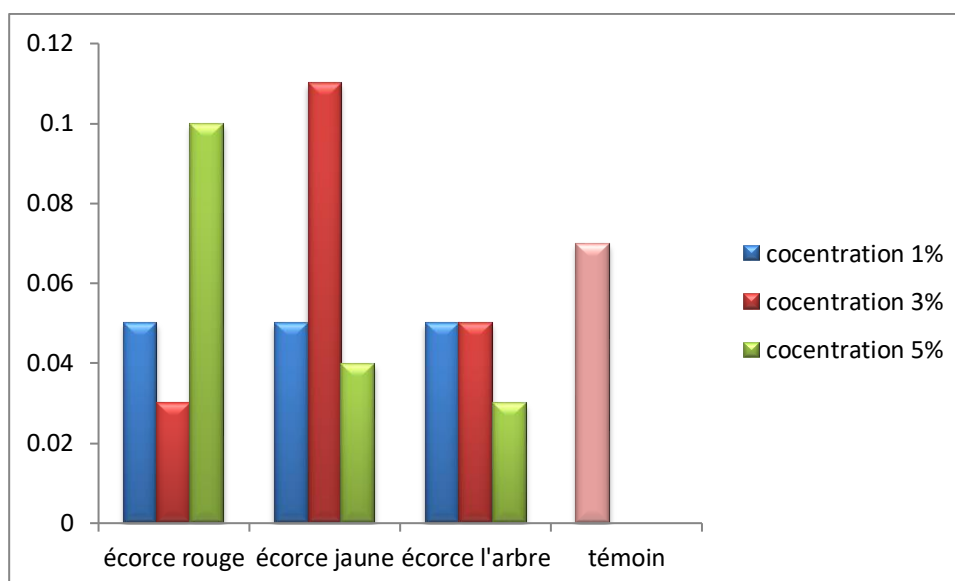


Figure 22 : Indice TBA dans la viande hachée ovine traité (Sidi Lakhder) pendant 3h.

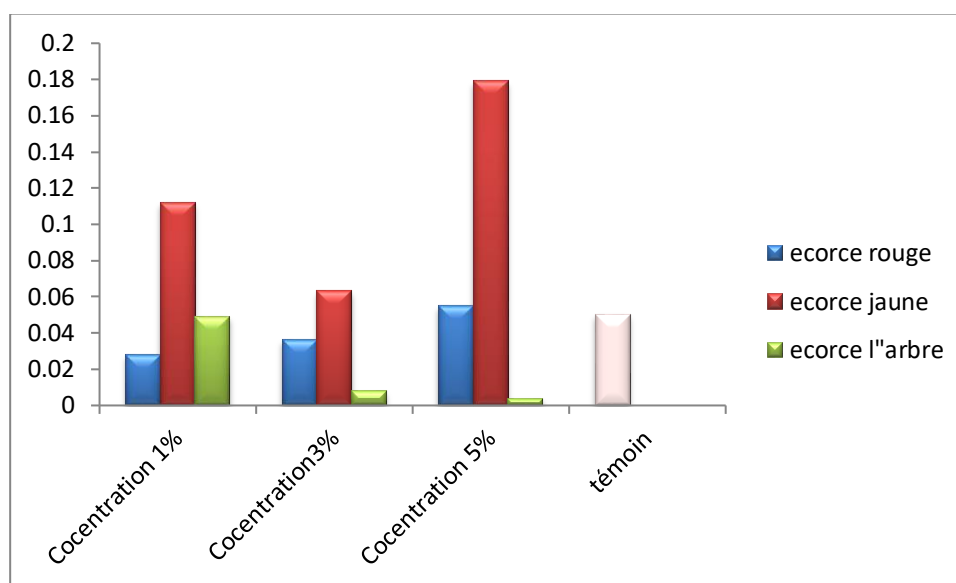
D'après nos résultats, nous avons remarqué une importante augmentation des valeurs en Manoldialdéhydes suite à une conservation pendant 3h, les teneurs en MDA des échantillons témoins sont estimés à 0,03mg contre 0,07mg.

L'analyse statistique des résultats révèle des différences significatives ( $p < 0.05$ ) entre les échantillons de viandes traitées aux différents pourcentages (1%, 3%, 5%) Des extraits des écorces (E.A, EJ, ER) et conservés pendant 3 heures entre 0,01mg et 0,12mg.

**4. Les résultats obtenus sont illustrés dans les Tableaux suivante et les Figures pendant 6h d'incubation**

**Tableau 12 :** Teneurs en MDA des viandes ovines hachées traitée (Mostaganem) pendant 6h.

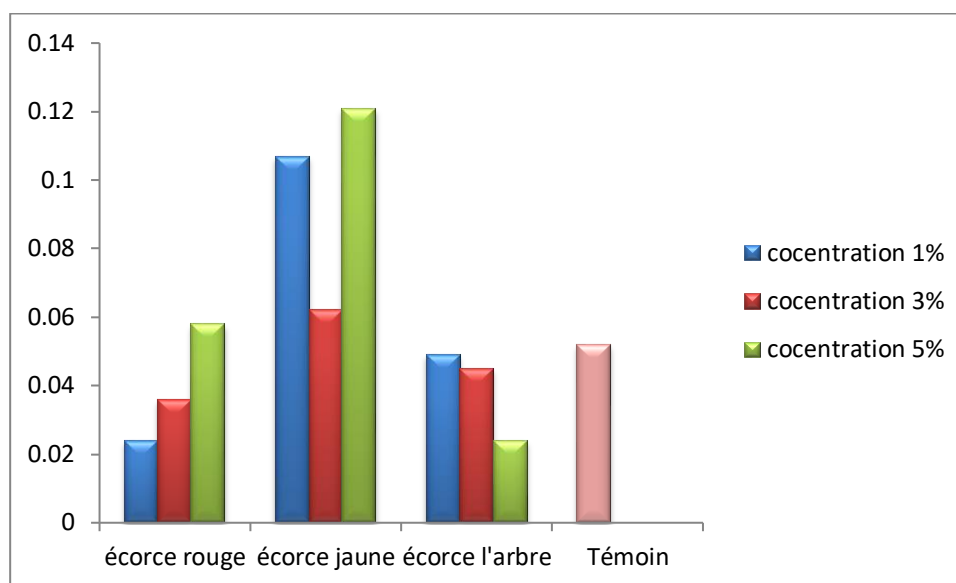
Mostaganem	Écorce rouge	écorce jaune	écorce l'arbre
concentration 1%	0,028±0,007	0,112±0,006	0,049±0,008
concentration 3%	0,036±0,003	0,063±0,029	0,045±0,008
Concentration5%	0,055±0,006	0,179±0,073	0,024±0,004
Témoin	0,050±0,001		



**Figure 23 :** Indice TBA dans la viande hachée ovine traité (Mostaganem) pendant 6h.

**Tableau 13** : Teneurs en MDA des viandes ovines hachées traitée (Sidi Lakhder) pendant 6h.

Sidi Lakhder	écorce rouge	écorce jaune	écorce l'arbre
<b>GGconcentration 1%</b>	0,024±0,005	0,107±0,049	0,049±0,010
<b>concentration 3%</b>	0,036±0,05	0,062±0,038	0,045±0,010
<b>concentration 5%</b>	0,058±0,006	0,121±0,032	0,024±0,005
<b>Témoin</b>	0,052±0,001		

**Figure 24** : Indice TBA dans la viande hachée ovine (Sidi Lakhder) pendant 6h.

D'après nos résultats, nous avons remarqué une importante augmentation des valeurs en Manoldialdéhydes suite à une conservation pendant 6h, les teneurs en MDA des échantillons témoins sont estimés à 0,052mg ET 0,050mg.

L'analyse statistique des résultats révèle des différences significatives ( $p < 0.05$ ) entre les échantillons de viandes traitées aux différents pourcentages (1%, 3%, 5%) Des extraits des écorces (E.A, EJ, ER) et conservés pendant 3 heures entre 0,024mg et 0,179mg.

Selon (**Durand, J** et al.,2006) la peroxydation des lipides est une des causes majeures de cette élévation. Les produits de l'oxydation des lipides sont associés à une diminution de la valeur santé de la viande en générant des produits toxiques, dont le malondialdéhyde (MDA) (**Gandemer G** et al., 1999) Il est intéressant de signaler que les résultats obtenus à travers notre expérimentation vont de pair avec ceux de (**Benguendouz** et al., 2014). qui ont constaté que les extraits végétaux (extrait de romarin) protègent les viandes vis-à-vis des phénomènes d'oxydation lipidique, générant des dérivés hautement toxiques dont le MDA.

De plus, les niveaux d'évolution du MDA permettent de déduire que la peroxydation des lipides était faible dans les viandes aux extraits végétaux. Cela pourrait s'expliquer en grande partie par l'intervention des molécules responsables de la stabilité oxydative tels les polyphénols et les flavonoides contenus dans les trois espèces étudiées. Il semble que les antioxydants agissent favorablement contre les phénomènes de lipopéroxydation, ce qui confère aux extraits un effet de longue durée (**Eymard, S. et Genot, C.** 2003)

Enfin, plusieurs recherches ont révélé que les muscles des viandes présentent une capacité réductrice endogènes mettant en jeu des composés antioxydants lipophiles (a-tocophérol) et hydrophiles (glutathion, ascorbate) qui sont capables de piéger les radicaux libres, d'inactiver les enzymes et d'éliminer les espèces réactives de l'oxygène (**Gómez-Estaca** et al.,2011). Ces composés endogènes proviennent dans la plupart des cas de l'alimentation dont le pâturage qui est essentiellement riche en vitamine E, considérée comme un antioxydant naturel très puissant.

## Conclusion

---

Le travail réalisé sur les viandes ovines avait pour objectif de mettre en évidence l'effet conservateur des composés phénoliques extraits à partir de différentes écorces de grenade concentration (1%, 3%, 5%)

D'après nos résultats on conclut que : La viande ovine est une excellente source de nutriment à savoir les lipides, protéines et minéraux, l'effet antioxydant des composés phénoliques a été affirmé dans les résultats :

- Par rapport à la viande hachée de Mostaganem 3h, la concentration 1% (EA) a donné les résultats recherchés (pouvoir antioxydant élevé) (0,02 mg éq MDA/kg),
- Par rapport à la viande hachée de Sidi Lakhder 3h, la concentration 3% (ER) a donné les résultats recherchés (pouvoir antioxydant élevé) (0,03 mg éq MDA/kg),
- Par rapport à la viande hachée de Mostaganem 6h, de La concentration à 5% d'écorce d'arbre (0.024 mg éq MDA/kg) est la plus efficace.
- Par rapport à la viande hachée de Mostaganem 6h, de La concentration à 1% et 5% d'écorce d'arbre et rouge (0.024 mg éq MDA/kg) est la plus efficace

Les résultats de cette étude ont révélé la possibilité de la conservation des viandes ovines par la combinaison de deux techniques l'une physique (la congélation) et l'autre chimique (les composés phénoliques), tout en préservant leurs qualités nutritionnelles et organoleptiques. Il convient d'approfondir ces résultats par des études complémentaires sur l'effet de ces composés sur les qualités sensorielles et organoleptiques de la viande, ainsi que sur la flore microbienne, et enfin tester l'efficacité de ces méthodes de conservation à l'échelle industrielle

**A**

- **AFNOR (Association Française de Normalisation) (1985)**. Aliments des animaux, méthodes d'analyses françaises et communautaires. 2ème édition, 200 p.
- **Achtiouene, S. et Benamrouche, R. 2015**. Contribution à l'évaluation des propriétés physicochimiques, fonctionnelles et biologiques de la poudre de peaux de grenade (*Punica granatum*) d'Algérie (région de Bordj Menail) Mémoire de Master, Département de Technologie Alimentaire, FSI, Université de Boumerdes.
- **Altunkaya, A. (2014)**. Potential antioxidant activity of pomegranate peel and seed extracts and synergism with added phenolic antioxidants in a liposome system: a preliminary study. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 121-131.
- **Albertí, G. Ripoll, C. Albertí, B. Panea (2017)**. Etude de la couleur des différents types de viande bovine vendus en Espagne. *Revue française de la recherche en viandes et produits carnés* ISSN 2555-8560

**B**

- **Barouki R , (2006)**. Stress oxydant et vieillissement. *Médecine sciences* ,22 , : p 266–272
- **Bassiri-Jahromi, S. (2018)**. Punicagranatum (Pomegranate) activity in health promotion and cancer prevention. *Oncology reviews*, 12(1).
- **Bassiri.Jahromi,S,Pourshafie,M.R.,Mirabzadeh,E.,Tavasoli,A.,Katiraeae,F.,Mostafavi, E.,Abbasian,S. (2015)**.*Punica granatum* peel extract toxicity in mice. *Undishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products*,10(4): e23770.
- **Bhowmik, D., Gopinath, H., Kumar, B. P., & Kumar, K. (2013)**. Medicinal uses of *Punica granatum* and its health benefits. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 1(5).
- **Bhat R.,Liong M.T.,Abdorrezza M.N., Karim A.A., (2012)**. Evaluation of free radical scavenging activity and antioxidant potential of a few popular green leafy vegetables of Malaysia. *Int.J. Food prop.*(16):1371-1379.
- **Biesalski H.(2005)**. Meat as a component of a healthy diet. are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet *Meat Science*, 70(3), 509–524.
- **Bauchart. D et Thomas. A., (2002)**. Facteurs d'élevage et valeur de santé des acides gras des viandes. *Edition Quae* ; 10 : p131-142.

- **Byrne, D.V., Bredie, W.L.P., Bak, L.S., Bertelsen, G., Martens, H., & Martens, M. (2001).** Sensory and chemical analysis of cooked porcine meat patties in relation to warmed-over flavour and pre-slaughter stress. *Meat Science*, 59, 229-249.
- **Buckley DJ, Morrissey PA, Gray JI(1995).** Influence of dietary vitamin- E on the oxidative stability and quality of pig meat. *J Anim Sci*;73(10):3122—30.

## C

- **Calin Sanchez A. et CarboneliBanaching A.A. (2012).** La grenade cultivées en Espagne punicalogineanti-oxydante du jus de grenade et de l'extrait de grenade dans les L'aliment fonctionnel du fruit. Livre. Natural ontioxydantgranatum+ et université Miguel Hernandez (EDS), Murcia Espagne, p.77.
- **Colombo, E., Sangiovanni, E., Dell'Agli, M. (2013).**A Review on the Anti-Inflammatory Activity of Pomegranate in the Gastrointestinal Tract. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013,1-11.
- **Chen, X.X.,Lam, K. K.H., Feng, Y. (2018).** Ellagitannins from Pomegranate Ameliorates5-Fluorouracil-Induced Intestinal Mucos it is in Rats while Enhancing Its Chemotoxicity against HT-29 Colorectal Cancer Cells through Intrinsic Apoptosis Induction. *Journal of Agriculturaland Food Chemistry*, 66(27),1-44.
- 

## D

- **DONZO Artagnan., (2016).** Commercialisation des viandes (bovine, caprine, porcine) à Kikwit: analyse comparative de la rentabilité financière. Obtention d'un master en Agroéconomie. Université de Kikwit, 2 p.
- **DELL'ORTO V., SGOIFO ROSSI C.A. (2000)** Aspetti nutrizionali e gestionali per la produzione di carne bovina di qualità. *L'Informatore Agrario*, 14: 45-56.
- **Dognon.S.,SalifouC.,DognonJ.,DahoudaM.,Scippo M. and Youssao.A. (2018).** Production, importationet qualité des viandes consommées au Bénin12476Journalof Applied Biosciences 124: 12476-12487 ISSN 1997-5902 Production, importation et qualité des viandes consommées au Bénin.
- **Durand D, Savary-Auzeloux I, Ortigues-Marty I, Thomas E, Scislowski V, Peyron A, et al (2006).** Effet de la conservation de la viande sur les processus de

peroxydations lipidiques et protéiques. In: 11èmes Journées de Sciences du Muscle et Technologie de la Viande., p. 77—8.

- **Duchene C., Gandemer G. (2016).** Qualité nutritionnelle des viandes : synthèse de travaux recents sur le boeuf, le veau, l'agneau et la viande chevaline. Journées nationales des groupements techniques vétérinaires 2016 – Nantes. P 1-12.
- **Duchene C., Gandemer G. (2016).** Qualité nutritionnelle des viandes : synthèse deS travaux recents sur le boeuf, le veau, l'agneau et la viande chevaline. Journées nationales des groupements techniques vétérinaires 2016 – Nantes. P 1-12.
- **DSA :** Direction des Services Agricoles (production de grenade en ALGERIE).

### E

- **Evrat-Georgel C., (2008) :** Bibliographie critique des méthodes instrumentales et mesure de la tendreté de la viande bovine, Office d'élevage et Interbev.
- **Eymrad Sylvie (2003).** Mise en évidence et suivi de l'oxydation des lipides au cours de la conservation et de la transformation du chinchard (*Trachurus trachurus*) : choix des procédés. 1-126.

### F

- **France Agri Mer : synthèse n° 22 – Septembre2015.**
- **Fiche technique ARBORICULTURE (2019) PRODUIRE DES GRENADES EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE** en région Provence-Alpes-Côte d'azur.
- **Ferguson DM, Warner RD (2008).** Have we under estimated the impact of preslaughter stress on meat quality in ruminants? *Meat Sci*;80(1):12—9.

### G

- **Gaddini Andrea 2000 .**La race ovine merinizzata italiana da carne thèse de fin d'études universitaires
- **Genena, D.M., Agamy, N.F. (2017).** Effect of pomegranate juice and peel on antioxidantenzymes and lipid profile in carbon tetrachloride-induced hyperlipidemic rats. *InternationalJournalof Advanced Research*,5(1):1708-1714.
- **Gatellier, P., Kondjoyan, A., Portanguen, S., Greve, E., Yoon, K., & Santé-Lhoutellier, V. (2009).** Determination of aromatic amino acid content in cooked meat by derivative spectrophotometry: Implications for nutritional quality of meat. *Food Chemistry*, 114, 1074-1078.

- **Geay Y., Bauchart., Hocquette J.F., Culioli J. (2002).** Valeur diététique et qualité sensorielle des viandes des ruminants. Incidence de l'alimentation sur les animaux. INRA Productions Animales, 15,35-52.
- **Gobert M, Cossoul C, Comte B, Pujos-Guillot E, Gladine C, Joly C, et al (2010).** Les hydroxyalkénals liés aux protéines sont-ils des marqueurs discriminants de la peroxydation des AGPI n-3 et n-6 dans la viande bovine ? 13èmes Journées Sciences du Muscle et Technologie de la Viande.
- **Gullon B, Pintado, M. E., Pérez-Álvarez, J. A., Viuda-Martos, M. (2016).** Assessment of polyphenolic profile and antibacterial activity of pomegranate peel (*Punica granatum*) flour obtained from co-product of juice extraction. *Food Control*, 59, 94-98.
- **Garrel. C, Bigard. X (2017).** Stress oxydatif et micronutriments antioxydants. Nutrition du sportif. Elsevier Masson SAS. 1 p

### H

- **Hmid I. (2013).** Contribution à la valorisation alimentaire de la grenade (*Punicagranatum L.*) : caractérisation physicochimique, biochimique et stabilité de leur jus frais. Thèse de Doctorat présenté en cotutelle entre l'Université d'Angers (France) et l'Université de Béni Mellal, Maroc.p. 180.
- **Hmid, I. 2014.** Contribution à la valorisation alimentaire de la Grenade marocaine (*Punicagranatum*) : caractérisation physicochimique, biochimique et stabilité de leurs
- **Hernandez-Trevino I, Arenas Romero O, Aguirre Conrado LP, et al (2010) ;** Handling preslaughter and meat quality. *REDVET* 11(8):081005.
- **Hajji, H., Joy, M., Ripoll, G., Smeti, S., Mekki, I., Gahete, F. M., ... Atti, N. (2016).** Meat physicochemical properties, fatty acid profile, lipid oxidation and sensory characteristics from three North African lamb breeds, as influenced by concentrate or pasture finishing diets. *Journal of Food Composition and Analysis*, 48, 102–110.

### J

- **Juncher D, Ronn B, Hansen TB, Henckel P, Karlsson A, Skibsted LH (2003), et al.** Effect of pre-slaughter physiological conditions on the oxidative stability of colour and lipid during chill storage of sliced, retail packed roast ham. *Meat Sci*;63(2):151-9.

**K**

- **KACI-MEZIANE Zoubida, BOUTEKRABT Linda, LAIDOUDI Djamila, , MOUSSAOUI Tarek, MELAHI Nawel, AIT OUARAB Dahbia, DJEGHBOUB Meryam, MEGUETAOUI Asma.**(Évaluation photochimique, et potentiel antioxydant, antibactérien de trois cultivars de fruits de grenadier "**punicagranatum**" du nord est d'Algérie) **Revue Agrobiologia (31/12/2017) p14.**
- **Kasimsetty, S., Bialonska, D., Reddy, M. K., Ma, G., Khan, S. I., Ferreira, D. (2010).**Influence of Pomegranate Elalgitannins and their Intestinal Microbial Metabolites on HT-29ColonCancer Cells.*Planta Medica*, 76(05), P106.

**L**

- **Lairini, R., Bouslamti, F., Zerrouq et A., Farah. 2014.** Valorisation de l'extrait aqueux de l'écorce de fruit de Punicagranatum par l'étude de ses activités antimicrobienne et antioxydante. J. Master. Environ. Sci. 5(S1) : 2314-2318, ISSN : 2028-2508.
- **Luciano, G Vasta, V.,( 2011).** The effects of dietary consumption of plants secondary compounds on small ruminants products quality. *Small Rumin. Res.* 101,150–159.
- **Listrat.A, Lebret.B, Louveau.I, Astruc.T, Bonnet.M, Le faucheur L. et Bugeon.J.(2015).**Comment la structure et la composition du muscle déterminent la qualité des viandes ou chairs, INRA Productions Animales, INRA Editions,28(2),pp.125-136.
- **Linares MB, Berruga MI, Bornez R, Vergara H (2007).** Lipid oxidation in lamb meat: effect of the weight, handling previous slaughter and modified atmospheres. *Meat Sci*;76:715—20

**M**

- **Mancini, R. A., & Hunt, M. C. (2005).** Current research in meat color. *Meat Science*, 71(1), 100-121
- **Motilva M.J., Serra A., et MaciàA.(2013).**Analysis of Food Polyphenols by Ultra

High-Performance Liquid Chromatography Coupled to Mass Spectrometry An overview. *Journal of Chromatography A*1292: 6682.

- **MOORE V.J., PRASAD S., DEVINE C.E. (1998)** Changes in lactic acid levels during thawing of lamb chops. *Meat Science*, 49: 343-346.
- **Mokhdar M. (2017)**. Contrôle de la qualité physico- chimique et microbiologique de la viande de poulet. Diplôme de Master En physiologie humaine et épidémiologie université Abou bakrbelkaid Tlemcen ; P 17.
- **Monin G., (1991)** : Facteurs biologiques des qualités de la viande bovine. *INRA Productions Animales*4 (2): 151-160.
- **Micol D., Jurie C., and Hocquette J. F., (2010)**: Qualités sensorielles de la viande bovine. Impacts des facteurs d'élevage In: D. Bauchart and B. Picard (eds.) *Muscle et viande de ruminant*. p 163-172.

### P

- **Park,S.,Seok,J.K.,Kwak,J.Y.,Suh,H.J.,Kim,Y.M.,&Boo,Y.C.(2016)**.Anti-inflammatory effects of pomegranate peel extract in THP-1 cells exposed to particulate matterPM10.*Evidence-BasedComplementary and Alternative Medicine, 2016*.
- **PereiraP. And Vicente A. (2013)**. Meat nutritional composition and nutritive rolein the human diet Article• Liter ature Review in [MeatScience](#) 93(3):586-92.
- **Philippe Gatellier, Thierry Sayd, Aurélie Promeyrat , Mylène Gobert , Christophe Chambon , Véronique Santé-Lhoutellier (2014)**. identification de marque protéomiques prédictifs de de l'oxydation de la viande Viandes & Produits Carnés.ISSN 2555-8560,1-5
- **PRIOLO A., MICOL D., AGABRIEL J. (2001)** Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. A review. *Anim. Res.*, 50, 185-200. quality from the farm gate to the processing facility. In: 63rd Conference of the New Zealand Society of Animal Production.

### R

- **Rahimi, H. R. Arastoob M., Ostada. S.,N., (2012)**. A Comprehensive Review of *Punica granatum* (Pomegranate) Properties in Toxicological, Pharmacological,

Cellular and Molecular Biology Researches. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 11 (2), 385-400.

- **Ramzy, M. (2019).** Role of pomegranate peel on ameliorated hyperglycemia and hypercholesterolemia in experimental rats. *Journal of Medicine in Scientific Research*, 2(3):185-190.
- **Raes, K., De Smet, S., Demeyer, D., (2004).** Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain poly unsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 113,199–221.
- **Rémond D, Duchène C, (2014).** Qualité nutritionnelle des protéines de la viande. <http://www.civ-viande.org/author/didierremond/>.
- **Rowayshed, G., Salama, A., Abul-Fadl, M., Akila-Hamza, S., & Mohamed, E. A. (2013).** Nutritional and chemical evaluation for pomegranate (*Punica granatum L.*) fruit peel and seeds powders byproducts. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 3(4),169-179.
- **Ripoll, G., Albertí, P., Casasús, I., & Blanco, M. (2013).** Instrumental meat quality of veal calves reared under three management systems and color evolution of meat stored in three packaging systems. *Meat Science*, 93(2), 336-343

## S

- **Sorrenti, V., Randazzo, C. L., Caggia, C., Ballistreri, G., Romeo, F. V., Fabroni, S., & Vanella, L. (2019).** Beneficial effects of pomegranate peel extract and probiotics on pre-adipocyte differentiation. *Frontiers in microbiology*, 10, 660
- **Sun, Y.Q., Tao, X., Men, X.M., Xu, Z.W. (2017).** In vitro and in vivo antioxidant activities of three major polyphenolic compounds in pomegranate peel: Ellagic acid, punicalin, and punicalagin. *Journal of Integrative Agriculture*, 16(8),1808-1818.
- **Shingfield, K.J., Chilliard, Y., Toivonen, V., Kairenius, P., Givens, D.I., (2008).** Transfatty acid and bioactive lipids in ruminant milk. *Adv. Exp. Med. Biol.* 606, 3–65.

## V

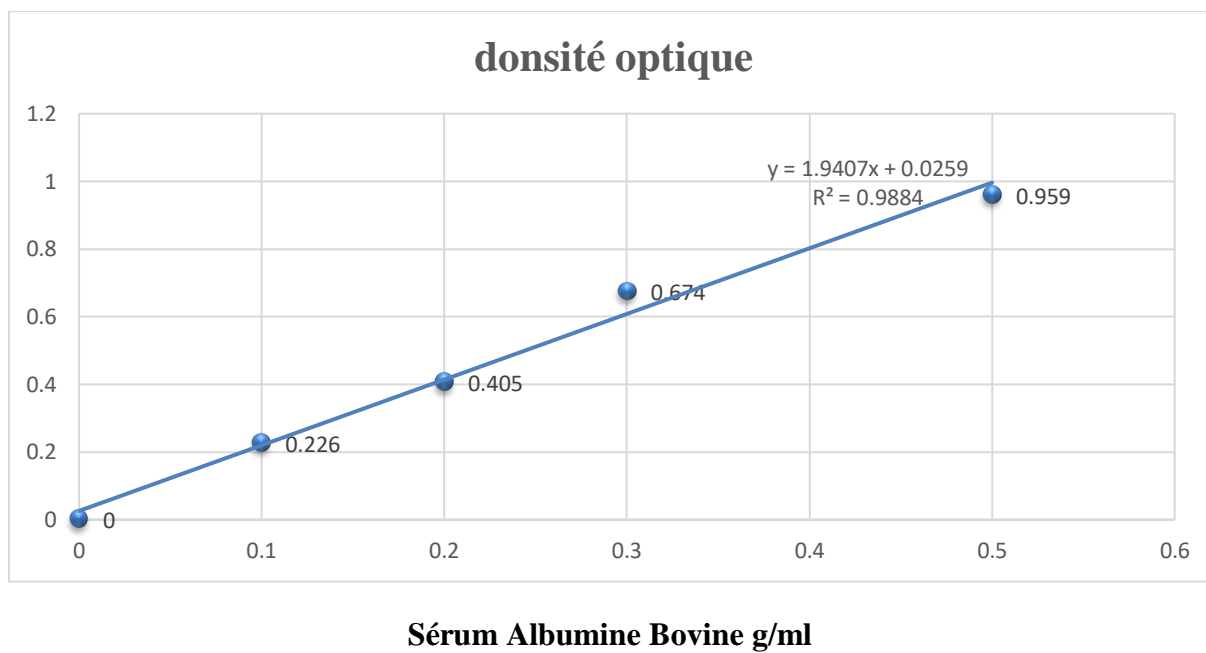
- **Viuda-Martos, M., Fernández-López, J., & Pérez-Álvarez, J. A. (2010).** Pomegranate and its many functional components as related to human health: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(6), 635-654.

- **Vierling E, (2003).** Les viandes dans l'aliment et boissons. CRDP. France. pp 58-78.p  
170

**W**

- **Waly, M. I., Ali, A., Guizani, N., Al-Rawahi, A. S., Farooq, S. A., Rahman, M. S.(2012).** Pomegranate (Punicagranatum) peel extract efficacy as adietary antioxidant against azoxy methane-induced colon cancer inrat. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention, 13(8),4051-4055.*
- **Williamson,G.(2017).**The role of polyphenols in modern nutrition. *Nutrition bulletin, 42(3),226-235.*

## Annexe 01 :

**Figure 24 :** courbe d'étalonnage BSA (sérum albumine bovine)

## *Chapitre II: Viande rouge*

*Chapitre III: Oxydation  
lipidique et stress oxydatifs*

# *Chapitre I : la grenade*

# *Chapitre IV : Méthodologie*

# *Chapitre I : Méthodologie*

# *Chapitre II : Résultats et discussion*

# *Partie bibliographique*

# *Partie expérimentale*

# *Conclusion*

# *Résumé*

# *Liste des abréviations*

# *Liste des figures*

# *Liste des tableaux*

# *Introduction générale*

# *Table des matières*

*Références  
bibliographiques*

# *Annexes*

# *Remerciement*

# *Dédicaces*

ملخص

# *Abstract*