

République Algérienne démocratique et populaire

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES ALIMENTAIRES

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

M.lle MOUSSA Insaf

M. BENFICHOUH Zakaria

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN SCIENCES ALIMENTAIRES

Spécialité : Technologie agroalimentaire et contrôle de qualité

THEME

Effets de l'incorporation des composés phénoliques du thé vert
sur la stabilité oxydative de la viande ovine

Soutenue publiquement le 06/07/2022

DEVANT LE JURY :

Président	M. BENBOUZIANE Bouasria	MCA	U. Mostaganem
Encadreur	M. BENABDELMOUMENE Djilali	MCA	U. Mostaganem
Examineur	M. CHAALEL Abdelmalek	MCA	U. Mostaganem
Co encadreur	M. BENTAHAR Mohamed	Doctorant	U. Mostaganem

Année universitaire : 2021-2022

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** pournous avoir encadré, orienté pour toute sa Patience et ses précieuxconseils qu'il nous a donnés.*

*Nous exprimons notre sincère gratitude à Mr **BENBOUZIANE.B** et nous le remercions pour nous avoir fait l'honneur d'accepter deprésider le jury et d'ouvrir les portes de laboratoire à notre service.*

*Nos remerciements vont également à Mr **CHAALEL .A** pour accepté d'examiner ce travail et bien voulue faire partie des membres du jury.*

*Nous adressons nos sincères remerciements à Mr **BENTAHAR Mohamed** et l'ensemble du personnel du laboratoire de physiologie animale **Noureddine**, **Kamel** et **Nabil** 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 des sciences alimentaires qui ont participés à notre formation.

Liste des abréviations :

BSA: Sérum Albumine Bovine

DPPH: 2.2'-diphényl-1-picrylhydrazyl

FAO: organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

MDA: malonaldéhyde

OMS: Organisation mondiale de la santé

TBA: acide thiobarbiturique

TBARS: Thiobarbituric acid reactive substances

°D: Degré dornique

G: gramme

H: humidité

pH: unité de mesure d'acidité sur une échelle allant de la 14

% : pourcentage

KG: kilogramme

ALCL3: Trichlorure d'Aluminium

MS: matière séché

MN: matière minérale

MO: matière organique

MG: matière grasse

TE: teneur en eau

LT: lipides totaux

NM : nano mètre

ANOVA : analyses de variance

Liste des tableaux :

Tableau 01. Composition chimique du thé vert

Tableau02. Métabolites secondaires du thé vert

Tableau 03. Tableau récapitulatif regroupant le rendement, la couleur, et l'odeur de thé vert, tomate et pomme

Tableau04. Analyses physico-chimiques et biochimiques de la viande hachée ovine.

Liste des figures :

Figure 01. Schéma de fabrication du thé vert.

Figure 02. Squelette phényl benzopyrane, structure de base des flavonoïdes.

Figure 03. Evolution de la production et la superficie nationale de tomate.

Figure 04. La production de tomate par wilaya en 2016.

Figure 05. Méthode d'extraction des composées phénoliques.

Figure 06. Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

Figure 07. Rendement d'extraction des composés phénoliques de thé vert, la pomme et la tomate.

Figure 08. Courbe d'étalonnage de quercétine.

Figure 09. Composition en flavonoïdes totaux de thé vert, la pomme et la tomate.

Figure 10. Courbe d'étalonnage de l'activité antioxydant de l'acide ascorbique.

Figure 11. Évolution des taux d'inhibition de DPPH montrent que par les trois extraits.

Figure 12. Indice TBARS dans la viande hachée ovine

Résumé

Cette étude visait à révéler l'effet de l'ajout d'antioxydants naturels sous forme de composés phénoliques extraits du thé et la poudre du thé sur l'oxydation des lipides de la viande ovine hachée fraîche et réfrigérée.

L'extrait du thé vert représente l'extrait le plus riche en ces composés (2,672Mg EAG/g MS) parmi les autres extraits de pommes et de tomate. Tandis que l'extrait de thé vert révèle une teneur la plus élevée en polyphénols (2,672Mg EAG/g MS) comparée à celle-ci trouvée pour les extraits pomme et la tomate (1.298mg EAG/g vs 1.213mg EAG/g MS). La quantification des flavonoïdes a été effectuée par la méthode de trichlorure d'aluminium qui a révélé la richesse en flavonoïdes des extraits de thé vert par rapport à aux extraits de pommes et de tomate. Des analyses complémentaires ont permis de mettre en évidence les capacités antioxydantes et anti-radicalaires de ces extraits, selon les méthodes de DPPH° et le pouvoir réducteur. Les résultats de ces travaux nous ont permis d'affirmer que l'ensemble des extraits de thé vert présentent une bonne propriété antioxydante par rapport aux extraits de pommes et de tomate. Nous avons enregistré une bonne corrélation entre les composés phénoliques de nos extraits et de l'activité antioxydante, cela indique que cette dernière prouvée par les deux tests utilisés est assurée, probablement, par les mêmes molécules bioactives (les polyphénols).

Mots clés : Thé vert, physicochimie, polyphénols, flavonoïdes, activité antioxydante, DPPH,

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى الكشف عن تأثير إضافة مضادات الأكسدة الطبيعية المستخرجة من الشاي ومسحوق الشاي على أكسدة دهون لحم الأغنام المفروم الطازج والمبرد.

مستخلص الشاي الأخضر المستخلص الذي يحتوي على أكبر عدد من هذه المركبات (2.672 مغ من المواد الجافة) من بين مستخلصات التفاح والطماطم. بينما يحتوي مستخلص الشاي الأخضر على أعلى محتوى من البوليفينول (2.672مغ) بالمقارنة مع مستخلصات التفاح والطماطم (1.298 مغ و 1.213 مغ من المواد الجافة). تم إجراء التحديد الكمي للفلافونويد بطريقة ثلاثي كلوريد الألومنيوم التي كشفت عن ثراء الفلافونويد لمستخلصات الشاي الأخضر مقارنة بمستخلصات التفاح والطماطم. سمحت تحليلات إضافية بالكشف عن القدرات المضادة للأكسدة والراديكالية وفقاً لطرق القوة الاختزالية وقياس النشاط المضاد للأكسدة للمركبات. سمحت لنا نتائج هذا العمل بالتأكيد على أن جميع مستخلصات الشاي الأخضر لها خاصية جيدة مضادة للأكسدة مقارنة بمستخلصات التفاح والطماطم. لقد سجلنا ارتباطاً جيداً بين المركبات الفينولية لمستخلصاتنا ونشاط مضادات الأكسدة، مما يشير إلى أن هذا الأخير الذي أثبتته الاختباران المستخدمان مضمون، على الأرجح، بنفس الجزيئات النشطة بيولوجياً (البوليفينول).

الكلمات الرئيسية: الشاي الأخضر، الكيمياء الفيزيائية، البوليفينول، الفلافونويد، النشاط المضاد للأكسدة.

Abstract

The aim of this study was to reveal the effect of the addition of natural antioxidant extracted from tea and tea powder on the oxidation of lipids in fresh and chilled ground ovine meat.

The green tea extract represents the richest extract in these compounds (2.672Mg EAG/g DM) among the other apple and tomato extracts. While the green tea extract reveals the highest content of polyphenols (2.672Mg EAG/g DM) compared to that found in the apple and tomato extracts (1.298mg EAG/g vs 1.213mg EAG/g DM). The quantification of flavonoids was performed by the aluminium trichloride method which revealed the richness of flavonoids in green tea extracts compared to apple and tomato extracts. Further analysis revealed the antioxidant and anti-radical capacities of these extracts, according to the DPPH° methods and the reducing power. The results of this work allowed us to affirm that all the green tea extracts present a good antioxidant property compared to the apple and tomato extracts. We recorded a good correlation between the phenolic compounds of our extracts and the antioxidant activity, which indicates that the latter proven by the two tests used are ensured, probably, by the same bioactive molecules (polyphenols).

Keywords: Green tea, physicochemistry, polyphenols, flavonoids, antioxidant activity, DPPH,

Table des matières :

Remerciements	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Résumé	
Introduction	1

Partie bibliographique

Chapitre I: Composés phénoliques

1. Définition des antioxydants	6
1.1 Système antioxydant	6
2. Connaissances sur les composés phénoliques	6
3. Polyphénols dans la plante (localisation et rôle)	7
4. Importance pour l'homme	8
5. Thé	8
5.1. Fabrication du thé vert	9
5.2. Composition chimique du thé vert	9
5.3. Métabolites secondaire du thé vert	10
5.4 Polyphénols du thé	11
5.5 Flavonoïdes du thé	11
5.6 Bienfaits du Thé vert	12
6. Tomates	13
6.1 Composition biochimique	13
6. 2 Importance médicinales	13
6.3 Valorisation des sous-produits de tomate	13
6.3.1 Déchets de tomates et leur composition chimique	13
A. Pulpes de tomate	14
B. Grains de tomate	14
C. Pelures	14
6.3.2 Utilisation des déchets	14
A. Alimentation du bétail	15
B. Alimentation humaine	15
6.4 Valorisation des déchets de tomates	15
A. Lycopene	15
B. Fibres de tomate	15
C. Cutine	16
D. Huile des graines de tomate	16
6.5. Evolution de la superficie et la production de tomate en Algérie	16

6.7. Production de tomate par wilaya	17
7. Pommier	17
7.2 Composés phénoliques de la pomme.....	17
7.3 Importance des composés phénoliques pour la filière cidre	18

Chapitre II: Viandes rouges

1. Connaissances sur la viande.....	20
2. Qualités sensorielles de la viande rouge	20
2.1 Couleur.....	20
2.2 Flaveur	20
2.2 Flaveur	21
2.4 Jutosité	21
3.1 pH	22
3.2 Capacité de rétention d'eau	22
4. Facteurs influençant la qualité et la couleur de la viande	22
5. Couleur et pigmentation de la viande rouge	23
5.1. Myoglobine, pigment musculaire	23
6. Détermination de la couleur de la viande	23
7. viande et protéines	24
7.1 Qualité protéique	24
8. Production et consommation de la viande en Algérie	24
8.1 Consommation.....	24
8.2 Production	25

Chapitre III: stress oxydatif et oxydation des lipides

1. Stress oxydatif et système antioxydant.....	27
1.1 Stress oxydatif	27
1.2 Réaction de lipo-peroxydation dans les muscles et viandes.....	27
1.3 Impacts nutritionnels des oxydations lipidiques.....	28
A. Pertes nutritionnelles.....	28
B. Viande et matière grasse	28
1.4 Impact de stress oxydatif sur la santé	28
2. Oxydation des lipides	29
2.1 Radicaux libres	29
2.2 Impact des radicaux libres.....	29
2.3 Mécanismes d'action des composés phénoliques contre les radicaux libres	30
2.4 Mécanisme réactionnel de l'oxydation des lipides.....	30
A. Auto-oxydation	30
B. Photo-oxydation.....	30
C. Voie enzymatique.....	31

Partie Expérimentale

Chapitre I : Méthodologie

1. Objectif	35
2. Matériel végétale	35
2.1 Thé	35
2.2. Tomate	35
2.3 Pomme	35
3. Préparation d'échantillon	35
3.1 Thé	35
3.2 Tomate	36
3.3 Pomme	36
4. Mode opératoire	36
5. Matériel animal.....	36
5.1 Détermination de la teneur en matière sèche	37
5.2 Détermination de la teneur en matière minérale	37
6. Analyses biochimiques	38
6.1 Extraction des composés phénoliques	38
6.2 Dosage des composés phénolique totaux.....	39
6.3 Dosage des flavonoïdes totaux	39
6.4 Évaluation du pouvoir antiradicalaire.....	40
6.5 Estimation du degré d'oxydation des lipides du thé vert	40
6.6 Protocole de fractionnement des lipides	42

Chapitre II : Résultats et discussion

1. Rendement d'extraction des composés phénoliques	44
2. Composition en flavonoïdes totaux	46
3. Activité anti-oxydante.....	48
4. Caractérisation de la viande hachée ovine	50
5. Détermination de la teneur de TBARS	51
Conclusion	53
Références bibliographiques	54
Annexes	65

Introduction

Introduction

Face à l'augmentation de la population mondiale, qui devrait avoisiner les 9 milliards en 2050 (**United Nations**, 2020) les systèmes de production alimentaires doivent être adaptés pour répondre aux enjeux de l'alimentation durable. En effet, le défi actuel consiste à fournir à l'ensemble de la population des régimes alimentaires sains et culturellement acceptables, issus de systèmes de production minimisant l'impact environnemental et économiquement viables (**Drewnowski A, et al.**, 2020).

L'OMS et la FAO recommandent une consommation moyenne de 25 kg en viandes par personne et par an. Avec une consommation moyenne de 20 kilos par personne et par an, dont 12 kg de viandes rouges, l'Algérie n'a pas encore atteint ce seuil minimal recommandé. L'insuffisance de ce produit sur le marché se répercute forcément sur son prix de vente. Avec un faible pouvoir d'achat, dit-il, un kg de viande à 1 200 dinars en moyenne reste hors de portée des bourses moyennes (**Akkouche**, 2016).

D'après les statistiques officielles, l'Algérie compte 26 millions de têtes d'ovins et produisait 325 000 tonnes de viande ovine (**MADRP**, 2017).

Ces dernières années, une sensibilisation accrue des consommateurs pour éviter les effets néfastes des conservateurs synthétiques et la demande de saucisses fonctionnelles sont encourageantes l'industrie pour développer un nouvel ingrédient polyvalent pour développer des aliments fonctionnels (**Lorenzo et al.**, 2018).

La viande ovine contient une teneur plus élevée en matières grasses (17 % à 21 % de matières grasses) et en acides gras responsable de produire une saveur et une odeur plus fortes que la chèvre (2,3 % à 3,0 % de matières grasses) et le bœuf (5 à 12 % de matières grasses) (**Cai et al.**, 2015), il favorise également une détérioration plus rapide due à une oxydation extensive des lipides (**Aminzare et al.**, 2018 ; **Silva et al.**, 2018).

Au cours du processus de détérioration, une variété de substances toxiques les composés sont produits à partir de la viande et négativement affectent la santé des consommateurs (**Jayawardana et al.**, 2019).

Plusieurs facteurs accélèrent la durée de conservation, la sensibilité sensorielle qualité et stabilité de la viande ovine, y compris les acides gras profil, oxygène, pigments de viande, méthodes de conservation, et stratégie de substitution (**Silva, et al.**, 2018). Ces principaux mécanismes de détérioration de la qualité limitent la durée de conservation par des changements de saveur, de texture et de couleur (**Alirezalu et al.**, 2019).

Introduction

Parallèlement à une augmentation de la préoccupation des gens pour une alimentation saine, les gens préfèrent maintenant psychologiquement sélectionner des produits à base de viande avec un agent de conservation naturel (**Lorenzo et al.**, 2018 ; **Schilling et al.**, 2018). Par conséquent, la tendance industrielle actuelle de fabrication de produits à base de viande s'est tournée vers les antioxydants naturels dérivés de diverses matières végétales riches en polyphénols antiradicalaires comme agents conservateurs (**Franco et al.**, 2018 ; **Wang et al.**, 2019).

Parmi les sources naturelles d'antioxydants, le thé vert (*Camellia sinensis L*) est l'extrait le plus connu plante riche en composés phénoliques comme les flavonoïdes, flavanols, catéchine et autres (**Jayawardana, et al.**, 2019) qui jouent un rôle important en tant qu'antioxydant. Plusieurs études ont révélé que l'extrait de thé vert améliorait caractéristiques de qualité de la viande telles que la couleur, la tendreté et la durée de conservation de la viande chez les ruminants, et ont contribué à réduire l'odeur de la viande ovine en inhibant des lipides spécifiques et composant protéique à l'oxydation (**Zhong et al.**, 2015). En outre, stabilité oxydative des viandes également améliorée en ajoutant extrait de thé vert comme indiqué dans leurs valeurs TBARS inférieures (**Schilling et al.**, 2018).

Les composés ayant une activité antioxydante peuvent être naturellement trouvés dans les plantes, les huiles, les fruits, les noix, et plusieurs études ont montré l'efficacité de la substitution des antioxydants naturels par les antioxydants synthétiques (**Franco et al.**, 2018).

Néanmoins, l'efficacité des antioxydants naturels dans les produits carnés dépend principalement de la composition de l'extrait végétal et de leur activité antioxydant, transformation des aliments, et la matrice de la viande en particulier la composition de la fraction lipidique et protéique (**Aguilar et al.**, 2016).

D'autre part, les biodéchets, qui restent à la fin d'un certain processus de production, sont une grande ressource qui, si elle n'est pas réutilisée, peut être un coût pour l'industrie qui la produit, ainsi qu'un problème environnemental. Il sert de rappel des déchets de l'industrie maraîchère ou de l'agriculture en général ça ainsi que leurs coûts associés. Dans le passé, les gens ajoutaient ces sous-produits sous forme de compost au sol à des fins agricoles, permettant ainsi le recyclage des nutriments. Aujourd'hui, au contraire, en raison de l'énorme augmentation de l'accumulation de grandes quantités de déchets, la réduction des déchets fait

Introduction

partie des efforts visant à soulager la pression sur les ressources naturelles et à évoluer vers des systèmes alimentaires plus durables. Cependant, le problème des « déchets » supposé comme durabilité environnementale n'est pas un sujet d'attention récente.

Les principaux défis consistent à dépasser la perception des « déchets en tant que problème » pour les « déchets en tant que ressource » à travers la recherche de nouvelles utilisations dans différents domaines tels que les cosmétiques, les produits pharmaceutiques, la bioénergie et la récupération d'ingrédients utiles à l'enrichissement et à la conservation des aliments (**Kumar et al.**, 2017).

Plus de 130 millions de tonnes sont transformées chaque année, et environ huit millions de tonnes représentent les déchets générés selon les estimations du (**WPTC**, 2021). En fait, un nombre considérable de tomates produites ne sont pas propres à la consommation fraîche en raison d'une couleur, d'une maturité ou d'une forme inacceptables, ce qui représente une perte économique pour les producteurs et un impact environnemental négatif. De plus, de grandes quantités de résidus de pelures de tomates sont générées par l'industrie de transformation. Ainsi, le recyclage des déchets de tomate fait aujourd'hui partie des enjeux environnementaux majeurs et des usages alternatifs doivent être proposés. (**Løvdal T et al.**, 2019).

L'objectif de cette étude expérimentale est d'étudier les effets des antioxydants naturels extraits du thé sur la qualité nutritionnelle et physicochimique de la viande ovine et le stress oxydatif de la viande.

Partie bibliographique

Chapitre I: Composés phénoliques

1. Définition des antioxydants

Les antioxydants sont des molécules naturellement présentes dans de nombreux aliments et qui ont pour fonction de capter les radicaux libres. Ces derniers endommagent nos cellules, y compris l'ADN, et sont responsables notamment du vieillissement des cellules. "Les antioxydants sont les vitamines A, C et E ainsi que toute la famille des polyphénols. Certains oligo-éléments ont également une action antioxydante : le zinc, le sélénium, le manganèse..." (Marie-Laure André, 2021)

Les antioxydants peuvent être définis comme des substances capables de prolonger la durée de conservation des denrées alimentaires en les protégeant des altérations provoquées par l'oxydation, telles que le rancissement des matières grasses et les modifications de la couleur.

La plupart des molécules antioxydantes ne sont pas associées à un seul et unique mode d'intervention et par ailleurs, plusieurs mécanismes peuvent se combiner pour protéger, dans un même milieu, les lipides de l'oxydation (Aurelia Pernin, 2018).

1.1 Système antioxydant

Un antioxydant est une substance qui, à faibles concentrations, retarde ou empêche l'oxydation d'un substrat. La structure chimique de cette substance permet de comprendre le mécanisme de la réaction antioxydante. (Santos-Sánchez *et al.*, 2019). En fait, les antioxydants font l'objectif de nombreux travaux car, en plus de leur utilisation comme conservateurs dans les produits alimentaires, ils interviennent dans le traitement de nombreuses maladies liés au stress oxydant (Belhadj Tahar *et al.*, 2015).

2. Connaissances sur les composés phénoliques

Les composés phénoliques sont généralement de faible poids moléculaire, ils ne semblent pas contribuer directement à la fonction principale de la plante et sont donc connus comme métabolites secondaires. (Delgoda *et al.*, 2017) Contrairement aux métabolites primaires, l'absence de métabolites secondaires n'entraîne pas la mort immédiate de la plante, mais plutôt une altération à long terme de la capacité de survie ou de la fécondité, voire même à aucun changement significatif. Ces composés sont utiles aux derniers stades de la vie des plantes, souvent à des fins de défense (Vora *et al.*, 2017) contre les contraintes exotiques biotiques et abiotiques et ils ont un effet physiologique et écologique important. (Gea, 2018). Les métabolites secondaires agissent également en tant que composés de signalisation, attirant

les pollinisateurs ou les animaux pour la dispersion des semences. Ils protègent également la plante des oxydants et des rayons ultraviolets. (Milena *et al.*, 2019). Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires des plantes ayant un cycle aromatique commun portant un ou plusieurs groupes hydroxyle, plus de 8000 composés phénoliques naturels ont été identifiés à ce jour. (Fadilah *et al.*, 2018).

Les composés phénoliques sont des pigments généralement responsables des teintes automnales des feuilles et des couleurs des fleurs et fruit (jaune, orange, rouge). Ils sont présents partout dans les racines, les tiges, les fleurs, les feuilles de tous les végétaux. Leurs principales sources alimentaires sont les fruits, les légumes et les céréales...etc. Ces composés peuvent aller de simples molécules phénoliques à des composés hautement polymérisés. La plupart des composés phénoliques se trouvent naturellement sous forme conjuguée avec des mono ou polysaccharides, associés à un ou plusieurs groupes phénoliques. En outre, ils peuvent également être liés à des esters et à des esters méthyliques. (Milena *et al.*, 2019).

L'homme consomme environ un gramme de polyphénols chaque jour, soit dix fois plus que de vitamine C et 100 fois plus que de caroténoïdes ou vitamine E. L'activité antioxydante des polyphénols est reconnue et pourrait expliquer leur rôle potentiel dans la prévention de plusieurs maladies associées au stress oxydatif, telles que le cancer, les maladies cardiovasculaires et neuro-dégénératives. (Scalbert *et al.*, 2018).

3. Polyphénols dans la plante (localisation et rôle)

A l'échelle de la cellule, les composés phénoliques sont principalement répartis dans deux compartiments : les vacuoles et la paroi. Dans les vacuoles, les polyphénols sont conjugués avec des sucres ou des acides organiques ce qui permet d'augmenter leur solubilité et de limiter leur toxicité pour la cellule. Au niveau de la paroi, on trouve surtout de la lignine et des flavonoïdes liés aux structures pariétales. Les composés phénoliques sont synthétisés dans le cytosol. Au niveau tissulaire la localisation des polyphénols est liée à leur rôle dans la plante et peut être très caractéristique. Au sein même des feuilles la répartition des composés est variable, par exemple les anthocyanes et les flavonoïdes sont majoritairement présents dans l'épiderme. (Macheix *et al.*, 2018).

4. Importance pour l'homme

Les études scientifiques actuelles ont permis de confirmer ces propriétés médicinales attribuées aux composés phénoliques. Les composés phénoliques sont absorbés à travers la barrière intestinale et parviennent au niveau de tissu cibles où ils peuvent exercer des effets protecteurs. Donc le rôle des composés phénoliques dans la prévention des maladies cardiovasculaire et cancers est très étudié (**Havsteen**, 2018).

Certains chercheurs ont montré que les polyphénols pourraient être utilisés comme des agents de prévention de différentes maladies cancéreuses. Les polyphénols sont des composés bioactifs puissants qui interfèrent avec l'initiation, le développement et la progression du cancer par des processus critiques (**Yang et al.**, 2016). Ils ont la capacité d'interrompre ou inverser le processus de cancérogénèse en agissant sur les molécules de réseau de signalisation intracellulaire impliquées dans l'initiation et/ la promotion d'un cancer. Les polyphénols peuvent également déclencher l'apoptose dans les cellules cancéreuse à travers la modulation d'un certain nombre d'éléments principaux en signal cellulaire (**Link et al.**, 2018).

5. Thé

Le thé vert est un thé populaire qui est généralement consommé sous forme d'infusion au goût agréable et dont on pense qu'il a un effet positif sur la santé générale même à des doses élevées de 8 à 16 tasses par jour (**Šilarová et al.**, 2017)

Le thé vert est préparé à partir de feuilles de *C. sinensis* qui après récolte sont chauffés avec roulement immédiatement pour inactiver l'enzyme polyphénol oxydase (PPO) qui est responsable de l'oxydation des catéchines du thé en théaflavines et théarubigines. Le thé vert est préparé par cuisson à la vapeur de feuilles fraîches et séchage à plus haute température pour éviter la polymérisation et l'oxydation des polyphénols.

Les acides phénoliques, les terpénoïdes, les flavonoïdes, les alcaloïdes, les tanins et les phytostérols sont les principaux constituants bioactifs des feuilles des plantes (**Vastrad et al.**, 2016).

La composition chimique du thé dépend des cultivars, des facteurs environnementaux et des différents processus de fabrication (**Baldi et al.**, 2019).

5.1. Fabrication du thé vert

Le thé vert ne subit aucun procédé de fermentation, il est obtenu par stabilisation des feuilles de thé sous la chaleur humide ou sèche. Cette opération a pour effet de détruire les enzymes, en particulier les polyphénols oxydases (PPO). Elle est traditionnellement réalisée par torréfaction dans des poêlons en fonte. (**Guillaume Devaux** 2017).

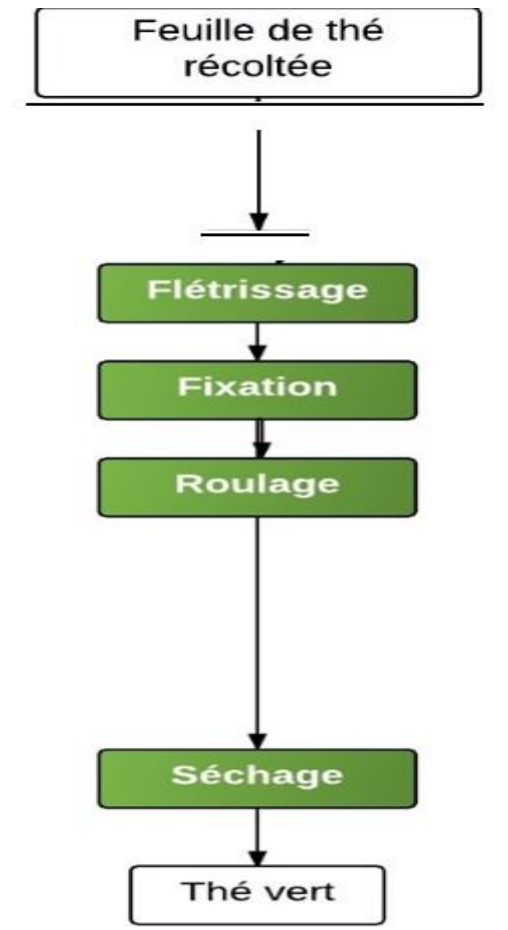


Figure01 : schéma de fabrication du thé vert. (**Guillaume Devaux** 2017).

5.2. Composition chimique du thé vert

Quand on analyse une jeune pousse de thé vert, on trouve une composition chimique sensiblement similaire à celle ci-dessous. N.B. La composition peut varier nettement en fonction du type d'arbre à thé, de la localisation géographique, de la qualité, du domaine, du processus de transformation etc.

On trouve les compositions chimiques de thé vert dans le tableau suivant:

Tableau 1 : composition chimique du thé vert: (**Kumar et al.**, 2017)

Polyphénols (simples)	25-35%
Cellulose, Lignine, Amidon etc.	20-30%
Protéine	10-20%
Lipides	3-9%
Minéraux	4-8%
Polysaccharides	4-7%
Acides Aminés	3-4%
Caféine	2-4%
Chlorophylle & Caroténoïdes	2-3%
Composés volatiles	Traces

5.3. Métabolites secondaire du thé vert

Le thé vert est particulièrement riche en un très grand nombre de groupes chimiques essentiels. Parmi eux on comprend les phénols (tanins, composés amers, dont les Catéchines), de saponine, des huiles essentielles, des acides aminés (L-théanine), des vitamines, des minéraux, des oligoéléments et des alcaloïdes (dont la caféine). Dans le tableau suivant on trouve les compositions chimiques des métabolites secondaires du thé vert

Tableau2 : métabolites secondaires du thé vert (**Kumar et al.**, 2017)

Catéchines	30-42%
Flavonols	5-10%
Caféine	3-5%
Théogalline	2-3%
Théobromine	0,1%
Acide quinique	2%
L-Théanine	4-6%
Chlorophylle et caroténoïdes	0,02%
Minéraux	6-8%

5.4 Polyphénols du thé

Le haut niveau d'intérêt pour la composition du thé vert a été lié à l'activité antioxydante et par conséquent, à une teneur élevée en composés phénoliques. Récemment, une large gamme de composés a été identifiée et plusieurs méthodes d'identification et de quantification de ces composés ont été développées. Certaines propriétés des composés phénoliques ont été prises en compte pour identifier chaque classe de composés phénoliques dans plusieurs matrices. (Verloop *et al.*, 2016)

L'activité antioxydante est définie comme la capacité d'une molécule ou d'un ion à éviter les réactions oxydatives avec d'autres molécules. Les composés phénoliques présents dans les feuilles de thé vert ont un potentiel antioxydant par le biais de divers mécanismes, offrant une protection supplémentaire contre les oxydants ainsi qu'une protection supplémentaire contre les réactions oxydatives et les espèces réactives (Lee *et al.*, 2016)

De nombreuses études ont trouvé une corrélation forte et positive ($p < 0,05$) entre les composés phénoliques et leur potentiel antioxydant chez plusieurs espèces végétales.

Avec une concentration de l'ordre de 20 à 36% du poids sec du thé, les polyphénols sont les actifs prépondérants de la feuille de thé. (Luca *et al.*, 2020).

5.5 Flavonoïdes du thé

Les flavonoïdes sont les composés phénoliques les plus abondants dans les fruits et les légumes, ils représentent près des deux tiers des composés phénoliques alimentaires (Laura *et al.*, 2019).

Le thé vert, non oxydé, contient plusieurs familles de flavonoïdes représentés principalement par les flavonols (quercétine et kaempferol). Parmi les flavonols, les composés prédominants sont les catéchines. Une tasse de thé vert infusé en contient 300 à 400mg.

Ses flavonoïdes sont dotés d'un pouvoir antioxydant plus élevé que ceux des fruits et légumes :

- Des acides-phénols : acide caféique et acide gallique
- Des tanins

Kumar *et al.*, 2017

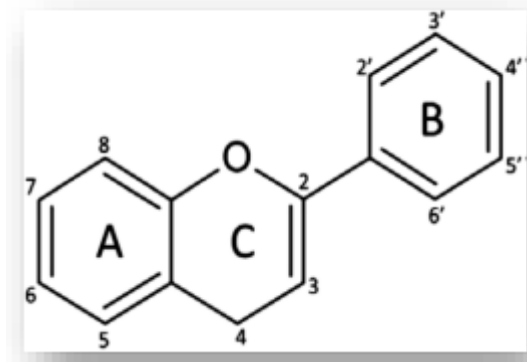


Figure 02 : Squelette phényl benzopyrane, structure de base des flavonoïdes. (Laura et al., 2019)

5.6 Bienfaits du Thé vert

Le thé vert est une plante médicinale naturelle très puissante. Elle a des applications dans la prévention et le traitement d'un très grand nombre de maladies. Voici quelques-unes de ses propriétés médicinales :

- Un des plus puissants antioxydants (neutralise les radicaux libres).
- Puissant désintoxiquant.
- Baisse du cholestérol dans le sang.
- Active le métabolisme.
- Stimule la brûlure des graisses (arriver à son poids idéal).
- Amélioration de la vitalité et performance sportive (force et endurance).
- Augmente la sensibilité à l'insuline (baisse du risque de diabète de type 2).
- Aide à la prévention de différents cancers, de l'artériosclérose, des maladies cardiovasculaires.
- Anti-inflammatoire.
- Antiviral, Antibactérien, Antifongique.
- Anti-angiogénique (détruit l'arrivée d'oxygène vers les tumeurs).
- Renforce l'immunité.
- Anti-hypertenseur (réduction de la tension artérielle).
- Anti-caries dentaires.
- Aide à la digestion.

- Désacidifiant (Augmente le PH du corps .i.e. baisse l'acidité).

(Kumar *et al.*, 2017)

6. Tomates

6.1 Composition biochimique

(La Rousse agricole, 2018) indique que la tomate est une plante herbacée annuelle, dont la culture est très répandue et dont le fruit charnu est consommé sous des formes très variées, soit frais ou transformé. Le fruit de cette plante, espèce *Lycopersicon esculentum*, famille des solanacées, de couleur rouge à jaune selon la variété.

La tomate est une plante annuelle buissonnante, poilue et aux tiges plutôt grimpante. Elle est aromatique lorsqu'on la froisse. Cette plante potagère herbacée vit sa taille varier de 40cm à plus de 5 mètres selon les variétés et le mode de culture. (Blamey *et al.*, 2018).

6. 2 Importance médicinales

La tomate aurait une utilisation traditionnelle de phytothérapie notamment grâce à sa teneur en pigments caroténoïdes antioxydants, et plus particulièrement en lycopène, connu pour ses propriétés anticancéreuses et de prévention contre les maladies cardiovasculaires, en particulier. Il est à noter que ce lycopène est plus facilement assimilé par la consommation de tomates cuites, la cuisson libérant les nutriments en faisant éclater les cellules végétales (FAO, 2020)

6.3 Valorisation des sous-produits de tomate

Un sous-produit est un produit résidu qui apparait durant la fabrication d'un produit fini. Il est non intentionnel et non prévisible, et est accidentel. Il peut être utilisé directement ou bien constituer un ingrédient d'un autre processus de production en vue de la fabrication d'un autre produit fini. (Ademe, 2020).

6.3.1 Déchets de tomates et leur composition chimique

Les déchets de tomate représentent, environ 10-30% du poids des fruits frais. Ils se composent de 33% de graines, 27% de peaux et 40% de pulpe en plus de tomates vertes non transformées, parfois mélangés à des feuilles. En Algérie, la production annuelle des résidus

de tomates est estimée à 1.305.000 tonnes/an. Les déchets de tomates séchés contiennent 44%, de graines et le reste, 56% de peaux et de pulpe. (FAO, 2019)

A. Pulpes de tomate

Ce résidu est peu répondu et reste disponible pendant la période estivale (d'aout à octobre). Les analyses des composées pariétales montrent une forte teneur en cellulose brute et en lignine de 24.65% de MS, par rapport à celle de la pectine 5% (Cotte, 2020).

Les protéines ont une composition en acides aminés proche de celle du tourteau de soja, ceci place les pulpes de tomates parmi les aliments ayant une valeur protéique intéressante pour les ruminants. La pulpe de tomate est ainsi une source raisonnable de vitamines B1, B2 et vitamine A (Aghajanzadeh-Golshani *et al.*, 2020).

B. Grains de tomate

Les graines constituent une excellente source de substances riche en nutriments. Comme les caroténoïdes, sucres, fibres, et protéines, avec une composition en acides aminés proche de celle des graines de soja ou de tournesol. Les graines de tomate sont assez riches en huile soit 18 à 27% de leur poids total.

La paroi de la graine arrivée à la maturité est très lignifiée, sa composition en polysaccharides et autres constituants pariétaux est proche de celle de la peau à savoir 5% de lignine. (APRIA, 2020).

C. Pelures

Concernant les tomates récoltées généralement à un stade de maturité assez avancée, les peaux constituent la part la plus importante de coproduits livrés par les conserveries, elle présente des particularités structurales et biochimiques qui peuvent influencer sa valeur alimentaire.

Elles sont donc essentiellement constituées de cellules à parois lignifiées (15 à 35% de lignine). Elles sont recouvertes d'une cuticule constituée de produit d'excrétions lipidiques désignées globalement sous le terme de cires ou de cutine. Les composants principaux de la paroi avec des quantités variables de glycoprotéines, et de lignine (Aissa, 2020).

6.3.2 Utilisation des déchets

Les déchets de tomates peuvent servir à de nombreuses utilisations (Boukhalfa, 2020).

A. Alimentation du bétail

Les déchets de tomates sont principalement utilisés pour nourrir le bétail, en particulier les ovins et les bovins grâce à sa teneur élevée en fibres et grâce à la capacité des animaux à digérer ces fibres. Leur utilisation a également été évaluée pour l'alimentation des volailles, des vaches laitières, des chèvres et des moutons (**Denek et al.**, 2020).

B. Alimentation humaine

Les déchets de tomates peuvent représenter une source intéressante de fibres pour la consommation humaine. Les graines contiennent environ 40% de protéines. Par conséquent, les graines de tomates sont conseillées comme source de protéines dans les applications alimentaires pour l'homme (**Al-Wandawi Rahman et al.**, 2020).

6.4 Valorisation des déchets de tomates

La valorisation des résidus de tomates peut être résumée à la récupération des constituants suivants :

A. Lycopène

Il est essentiellement nombreux dans les peaux (54mg/100g). Il est le plus commun des caroténoïdes qui se trouve dans le corps humain. Son nom est dérivé de la classification de l'espèce de la tomate « *solanumlycopersicum* ». Le lycopène a un effet antioxydant et protège contre les maladies dégénératives. Il diminue le risque de maladie cardiovasculaire et de cancer. Il a un effet stimulateur de l'immunité et soutient la santé des peaux et la protège contre les dangers des UV (**Elvira et al.**, 2020).

B. Fibres de tomate

Elles constituent la partie non digestible des aliments végétaux qui favorisent le transit digestif. Ces fibres présentent plusieurs effets métaboliques sont : (**Elvira et al.**, 2020)

- Effet positif lors des mécanismes de mastication
- Réduire la contribution énergétique des aliments, le taux de glycémie et le taux de cholestérol
- Stimuler la digestion.

C. Cutine

Un polymère naturel présent dans la peau des tomates. La cutine pourrait remplacer des substances chimiques que l'on trouve actuellement dans les vernis à l'intérieur des boîtes de conserve pour isoler les aliments, et ce avec la même efficacité, affirme Angela Montanari, chimiste et coordinatrice du projet Biocopac, que la cutine est capable d'être un vernis qui a les mêmes caractéristiques technologiques, hygiéniques et sanitaires que les vernis standards existants. (Anonyme b, 2016)

La cutine naturelle est mélangée avec d'autres substances entrant habituellement dans la composition des vernis afin d'obtenir un nouveau produit appelé "bio-laque". Déjà fabriqué en Italie avec une production d'environ 15.000 tonnes chaque année. Une substance très foncée qui une fois mélangée, devient légèrement jaune. (Elvira *et al.*, 2020).

D. Huile des graines de tomate

Les résidus de tomate est en quasi-totalité concentré dans les graines, ces dernières contiennent environ 20% d'huile dont 14.6 à 30.4% de la MS de graines. L'huile de graine de tomates a également été utilisée dans les produits cosmétiques tels que le savon, les lubrifiants, les peintures et les industries de vernis. Cette huile a un effet protecteur du système vasculaire, adoucissant et calmant sur la peau. (Elvira *et al.*, 2020).

6.5. Evolution de la superficie et la production de tomate en Algérie

En 2017, la croissance de la production mondiale dépasse de 182million de tonnes de fruits frais sur une superficie croissante jusqu'à 5million d'hectares. Selon les sources statistiques de la (FAO, 2018), l'évolution de la production et la superficie nationale qui consacrés pour la culture de tomate au cours des années 1987-2017 est présentée dans la figure suivante :

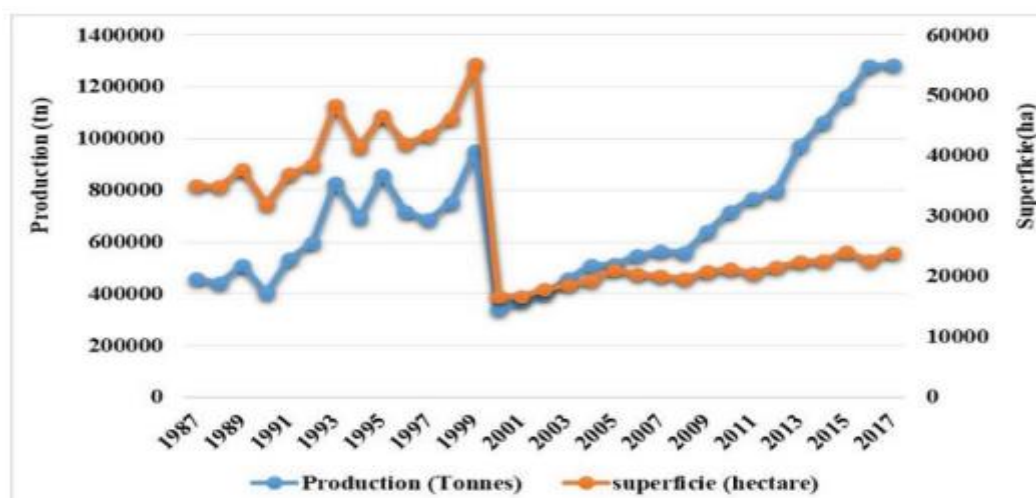


Figure 03: Evolution de la production et la superficie nationale de tomate (FAO, 2018).

6.6. Production de tomate par wilaya

La wilaya de Biskra vient en tête des 12 wilayas productives de tomate avec une production plus de 3 million de quintaux, El-Oued est la secondaire région productrice avec une production plus de 1 million de quintaux et la troisième région est Mostaganem avec une production de 939128 de quintaux .Suivie de Tipaza avec une production de 848514 de quintaux. (MADRP, 2019)

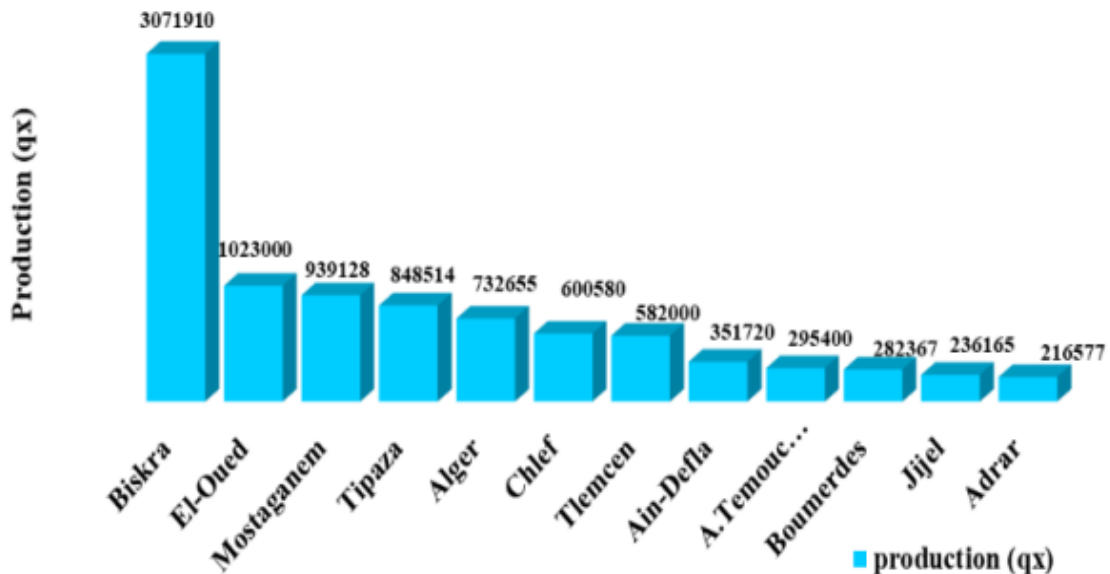


Figure 04 : La production de tomate par wilaya en 2016 (MADRP, 2019).

7. Pommier

7.1 Composition du fruit

Les pommes mûres sont principalement composées d'environ 85% d'eau, 12 à 14% de glucides, 0,3 à 1% d'acide organique, 0,3% de protéines, et moins de 0,1% de lipides, de minéraux, et de vitamines .Cette composition biochimique est principalement liée à la variété, la maturité, et aux conditions agronomiques et climatiques. Considérons ainsi dans ce qui suit chaque composé seul. (Nacional *et al.*,, 2019).

7.2 Composés phénoliques de la pomme

La mesure des substances phénoliques présentes dans le fruit a été d'un grand intérêt pour les pomologues et les producteurs de cidre. Les composés phénoliques, métabolites secondaires des plantes, jouent un rôle majeur dans la qualité sensorielle et nutritionnelle du fruit.

Structurellement, les polyphénols sont tous composés d'un ou plusieurs cycles aromatiques de structures différentes permettant leur classification en catégories. Les composés phénoliques se distinguent par le nombre et la séquence des cycles aromatiques, le nombre et la position des groupes hydroxyle ainsi que par la présence de substitués non phénoliques tels que les groupes alkyles, les sucres, et les acides organiques.

Les polyphénols présents dans les pommes appartiennent à deux catégories : les acides phénoliques et les flavonoïdes. (**Chinnici et al.**, 2019).

7.3 Importance des composés phénoliques pour la filière cidre

Le cidre est produit par fermentation de jus de pomme, qui a une teneur en alcool de 1,2 % à 8,5 % (**Makwana et al.**, 2019). Le cidre est considéré comme un agent thérapeutique au pouvoir médicinal (activité antioxydante et antimicrobienne), améliorant la longévité et réduisant les maladies cardiovasculaires et le diabète de type 2 (**Joshi et al.**, 2017). Ces effets sur la santé sont principalement attribués aux polyphénols du cidre. Les compositions phénoliques ont également des effets essentiels sur les propriétés sensorielles du cidre, principalement sur la couleur, l'amertume et l'astringence (**Bortolini et al.**, 2020). La composition et le profil de la fraction phénolique du cidre sont très complexes, en fonction du cultivar de pomme, du stade de maturation de la pomme et de la souche de fermentation, dont la variété de pomme joue un rôle décisif (**Laaksonen et al.**, 2017, **Maslov Bandic et al.**, 2019, **Silva et al.**, 2019).

De plus, les différents composants polyphénols du cidre sont transformés par l'action des levures et autres micro-organismes lors de la fermentation (**Le Guellec et al.**, 2017).

La classe de polyphénols la plus abondante dans le cidre est celle des dérivés de l'acide hydroxycinnamique (**Laaksonen et al.**, 2017).

Chapitre II : Viandes rouges

1. Connaissances sur la viande

La viande et les produits à base de viande sont une excellente source de nutriments essentiels avec des protéines de haute qualité, des graisses et minéral. Il existe une grande variété de produits à base de viande y compris charcuterie, galettes, pépites, boulettes de viande, etc. (**Aminzare et al.**, 2016).

En technologie, la viande est le produit provenant de l'évolution post mortem du muscle strié, Elle est constituée de proportions variables en tissus musculaires, conjonctifs, tissus gras et tissus osseux. (**El Rammouz**, 2005 et **Fosse**, 2020).

2. Qualités sensorielles de la viande rouge

2.1 Couleur

La couleur de la viande est la première caractéristique qualitative perçue à l'achat. Le consommateur la considère comme un critère de fraîcheur du produit. La couleur de la viande est principalement liée à

- L'état chimique de pigment; La myoglobine est une molécule qui stocke et échange l'oxygène. Elle existe sous trois formes. La myoglobine réduite (rouge pourpre), l'oxymyoglobine (rouge vif) et la metmyoglobine (brune). La couleur brune de la viande constitue un motif de rejet pour le consommateur (**Coibion**, 2020)
- l'espèce, l'âge de l'animal, la race et l'alimentation (**Chinzi**, 2020).
- Les caractéristiques de la couleur (la luminosité) la quantité de la lumière réfléchie par rapport à celle de la lumière absorbée (forte réflexion: couleur claire, forte absorption : couleur foncée). La couleur de la viande varie en fonction de l'espèce, le sexe, la race, le type de muscle mais aussi de l'alimentation, du niveau d'exercice, des conditions d'abattage (**Fletcher**, 2020).

2.2 Flaveur

La flaveur est un attribut très important mais complexe de la qualité sensorielle de la viande. Le goût de la viande peut être influencé par des composés qui stimulent l'organe olfactif (à l'intérieur de la cavité buccale), ainsi que ceux influençant le sens du goût. (**Calkins & Hodgen**, 2018). En outre, la perception de saveur peut être influencée par les sensations dans la bouche, la jutosité, la texture et la cuisson. La flaveur de viande est une combinaison d'arôme et de goût (**James & Calkins**, 2018). Les composés aromatiques volatils déterminent

principalement l'arôme et donc les attributs de la saveur de la viande cuite. La contribution des arômes de la viande est liée à leurs concentrations, ainsi que leurs seuils olfactifs. La formation des composés volatils par la caramélisation des hydrates de carbone et la dégradation des acides aminés et des peptides nécessite cependant une température de cuisson à 150°C (**Legako et al.**, 2018)

2.3 Tendreté

La tendreté est le critère de qualité le plus important pour le consommateur lorsqu'il consomme une viande. Elle mesure la facilité avec laquelle la structure de la viande peut être désorganisée au cours de la mastication. La tendreté représente souvent un critère de qualité, mais elle peut varier beaucoup d'un morceau à l'autre. L'origine des différences de tendreté observées se situe au niveau de la répartition, des caractéristiques et de l'évolution du collagène et des myofibrilles (**Ouali et al.**, 2020). Et cela en fonction de deux séries de facteurs :

- Des facteurs intrinsèques liés à l'animal : l'espèce, la race, le sexe et l'âge.
- Des facteurs extrinsèques liés à la technologie appliquée depuis l'abattage jusqu'à la cuisson, en passant par les conditions de conservation (**Rosset**, 2020).

La durée de conservation pour l'obtention d'une tendreté optimale est en fonction de la température de stockage. Elle est de 8 jours à 6 °C, de 14 jours à 2 °C et de 16 jours à 0 °C (**Coibion**, 2020).

2.4 Jutosité

La jutosité, caractérise la faculté d'exsudation de la viande au moment de la dégustation. Le facteur essentiel qui va jouer sur la jutosité est le pouvoir de rétention d'eau du muscle. On distingue généralement deux composantes selon (**Lameloise et al.**, 2020):

- La jutosité initiale qui est associée à la quantité de jus qui s'écoule dans la bouche pendant les premières mastications.
- La jutosité finale ou seconde jutosité qui est liée à la sécrétion salivaire engendrée par le gras du morceau après la mastication.

3. Qualités technologiques et hygiéniques de la viande rouge :

La qualité technologique de la viande représente sa capacité à être transformée et conservée (**Monin**, 2020).

3. Qualités technologiques et hygiénique de la viande rouge

3.1 pH

Bien que le pH ne soit pas en soi une qualité technologique, mais une caractéristique chimique, son évolution détermine grandement les aptitudes à la conservation et à la transformation de la viande. Pour cette raison, il est habituel de le traiter avec les qualités technologiques. Notons qu'il a également une influence sur les qualités organoleptiques, surtout la couleur.

Le pH est un paramètre chimique qui influence la capacité de conservation et de transformation de la viande. En effet, après l'abattage, le pH du muscle passe d'une valeur proche de 7,0 à environ 6,60 -5,7 en 48 h.

La diminution du pH est liée à l'accumulation d'acide lactique issu de la dégradation du glycogène contenu dans le muscle. Le pH se stabilise lorsque les réserves en glycogène sont épuisées : on parle alors de pH ultime, Le pH influence les qualités organoleptiques, notamment la couleur (**Cartier et Moëvi, 2020**).

3.2 Capacité de rétention d'eau

Le pouvoir de rétention d'eau mesure l'aptitude de la viande à retenir l'eau qu'elle contient, lors de la conservation et au moment de la cuisson, voire à absorber de l'eau dans certaines transformations. Il augmente avec le pH, par suite des effets de ce dernier sur l'organisation spatiale du réseau myofibrillaire. Il influence l'aspect de la viande et son aptitude à la conservation, surtout lors de la vente sous forme préemballée, et la tendreté de la viande cuite par le biais des pertes à la cuisson. Il conditionne le rendement de transformation (saucisses à pâtes fines) (**Cartier et Moëvi, 2020**).

4. Facteurs influençant la qualité et la couleur de la viande

- L'espèce : La quantité de la myoglobine est différente selon l'espèce.
- Le sexe : Au sein d'une même race, les femelles fournissent une viande plus rouge que les mâles au même âge.
- L'âge : La concentration en pigment et donc l'intensité de la coloration augmentent avec l'âge.
- L'activité de muscle : Un muscle à forte activité contractile a des quantités plus élevées de pigments.

- L'alimentation : Les jeunes animaux (ex : les veaux) nourris exclusivement au lait (carencé en fer) ont une pigmentation plus pâle.
- La cuisson : Elle provoque la coloration en gris-brun des viandes cuites par dénaturation des pigments à la chaleur. (Murat, 2020).

5. Couleur et pigmentation de la viande rouge

La couleur rouge-rosée provient des protéines de la viande l'hémoglobine et de la myoglobine. Ces protéines sont constituées d'une partie protéique (la globine) et d'une fraction non protéique (l'hème). L'hème est responsable de la coloration rouge. La cuisson provoque un changement de la couleur par dénaturation de la globine et l'oxydation de l'atome de Fe^{2+} en Fe^{3+} contenu au centre de l'hème. (Johnston, 2019).

5.1. Myoglobine, pigment musculaire

La myoglobine est une protéine contenant du fer qui sert principalement à amener l'oxygène dans les muscles des animaux ou autres vertébrés, mais surtout les mammifères.

Pourquoi cette protéine ressemble-t-elle à du sang ? En fait, tout le sang de l'animal est vidé de celui-ci lors de l'abattage. Le liquide restant dans la viande est uniquement de l'eau. La myoglobine, lorsqu'exposée à l'air, obtient une couleur rougeâtre. C'est pour cette raison qu'une fois mêlée à l'eau, elle pourrait faire penser à du sang.

Une fois cuite, cette myoglobine est toujours présente dans la viande brunie. (Realini *et al.*, 2020).

6. Détermination de la couleur de la viande

La couleur rouge des fibres musculaires est due principalement à la myoglobine, un pigment dont le rôle est de transporter l'oxygène à l'intérieur de la cellule musculaire. Si un animal est correctement saigné après l'abattage, l'hémoglobine (le pigment responsable de la couleur rouge du sang) n'intervient que très peu dans la couleur du muscle.

L'intensité de la couleur d'un muscle varie selon l'espèce, le sexe, l'âge ainsi que le niveau et le type d'activité physique de l'animal. (Realini *et al.*, 2020).

7. Viande et protéines

Les protéines de viande sont des sources nutritionnelles importantes pour l'homme. Les protéines doivent être décomposées en acides aminés ou en petits peptides avant de traverser la paroi de l'intestin grêle et d'entrer dans la circulation sanguine. Par conséquent, la qualité nutritionnelle des protéines de viande dépend largement de leur digestibilité. Néanmoins, les processus de charcuterie cantonaise (salage, séchage, ajout de sucre) peuvent affecter la structure des protéines de la viande et, par conséquent, leur digestibilité. L'oxydation et l'agrégation des protéines de viande ont une influence sur leur dégradation par les enzymes du tube digestif (**Weizheng Sun et al.**, 2017).

7.1 Qualité protéique

La composition d'un aliment en acides aminés définit sa qualité protéique. Certains acides aminés (constituants des protéines) sont dits indispensables puisqu'ils ne sont pas synthétisables par l'organisme : leucine, isoleucine, valine, thréonine, méthionine, phénylalanine, tryptophane, lysine (+ histidine, arginine pour le nourrisson).

La viande rouge (et également la volaille et les œufs) est une bonne source de protéines, de fer, de zinc et de vitamine B12. Cette vitamine est retrouvée uniquement dans les produits d'origine animale. La viande apporte tous les acides aminés indispensables. On parle de bonne qualité protéique, celle-ci est modulée par la composition en acides aminés indispensables. Un acide aminé limitant est l'acide aminé indispensable retrouvé en la plus faible quantité dans un aliment. La lysine (et des fois la thréonine) est limitant dans les céréales et les fruits à coque/noix. Les acides aminés soufrés (méthionine) sont limitant dans les légumineuses (**American Society for Nutrition**, 2017).

8. Production et consommation de la viande en Algérie

8.1 Consommation

L'Algérie enregistre une consommation moyenne de viande rouge par habitant de 18,06 kg par an, confirme à ce propos l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (**ONUAA, FAO**, 2021).

Cette moyenne est effectivement la deuxième moyenne plus faible du monde arabe après celle enregistrée au Yémen où la population locale consomme à peine 16,86 KG de viande rouge par an.

8.2 Production

D'après les statistiques officielles, l'Algérie compte 26 millions de têtes d'ovins et produit 325 000 tonnes de viande ovine (**MADR, 2017**) et se classe donc au 5e rang mondial en matière de production de viande ovine, derrière la Chine (24%), l'Australie (8%), la Nouvelle-Zélande (5%) et le Soudan (4%). Cependant, certains de ces pays, comme par exemple l'Australie, sont très avancés en matière de maîtrise de la qualité de la viande notamment ovine (Bonny et al., 2018). Des pays comme le Royaume Uni, l'Inde et la Turquie se positionnent à la même place que l'Algérie avec un taux de 3% chacun de la production mondiale de viande ovine, (**France AgriMer et FAO, 2015**). Ainsi, selon (**Belhouadjeb et Chehat 2018**), la production de viande ovine est un atout pour l'Algérie qui possède un avantage comparatif par rapport aux grands pays producteurs et exportateurs dans les agneaux (animaux de 6 mois) et antenais (animaux de 12 à 18 mois) de cette filière. Mais, dans une situation mondiale de libre-échange et avec un prix de production de 6,5 à 6,6 €/ kg, plus élevé que ceux d'Australie et d'Amérique du Sud (4 et 4,2 €/ kg en 2011 pour respectivement les agneaux et les antenais (**France Agrimer, 2015**) et un prix de vente au kilo oscillant entre 1 300 et 1 350 DA (9,70 et 10,07 €), la viande ovine algérienne n'est pas compétitive. En outre, l'Algérie doit également déployer ses efforts au niveau de la qualité des produits à destination des consommateurs.

Chapitre III : stress oxydatif et oxydation des lipides

1. Stress oxydatif et système antioxydant

L'oxygène est un élément indispensable pour le maintien du métabolisme et de la viabilité cellulaire. Cependant, ses caractéristiques paramagnétiques favorisent la formation d'intermédiaires partiellement oxydés et hautement réactives connus généralement sous le nom d'espèces réactives de l'oxygène (ERO) (**Santos-Sánchez et al.**, 2019)

1.1 Stress oxydatif

Le stress oxydatif fait référence à la production excessive de molécules hautement réactives, telles que les espèces réactives de l'oxygène (ROS) et les espèces réactives d'azote (RNS) dans le corps. Les systèmes oxydants/anti oxydants sont donc déséquilibrés, entraînant des lésions tissulaires. (**Yu-Jing et al.**, 2019) Les cellules génèrent en permanence des oxydants et produisent des antioxydants. Malgré leurs tentatives pour atteindre un équilibre sain, les organismes rencontrent de nombreuses situations dans lesquelles les niveaux d'oxydants ne sont plus synchroniser avec les systèmes de désintoxication de la cellule, générant une condition mortelle appelée le stress oxydatif. (**Reichmann et al.**, 2018) Les ROS oxydent diverses macromolécules biologiques, telles que les protéines, les lipides et les acides nucléiques, provoquant ainsi des changements structurels et fonctionnels dans ces molécules. (**Fumiaki et al.**, 2019)

1.2 Réaction de lipo-péroxydation 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. 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 CO₂. Les niveaux de lipoperoxydation étaient les moins élevés dans les viandes fraîches provenant des agneaux étourdis par inhalation de CO₂ ; lorsqu'il est pratiqué correctement, ce mode d'étourdissement est considéré comme l'un des moins stressants parmi les trois testés. (**Linares**, 2017).

1.3 Impacts nutritionnels des oxydations lipidiques

A. 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.**, 2016).

B. Viande et matière grasse

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.**, 2018).

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 .

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**, 2018).

1.4 Impact de stress oxydatif sur la santé

Le stress oxydant est à l'origine d'une accélération du vieillissement de votre corps et d'une diminution des capacités de régénération de l'organisme. En effet, l'excès de radicaux libres va dégrader les cellules de notre organisme. L'accumulation de ces dégradations va accélérer l'affaiblissement du corps dû à l'âge, et donc le vieillissement.

En parallèle, le stress oxydant récurrent est impliqué dans l'apparition de plusieurs pathologies. Parmi elles, le diabète, les rhumatismes ou encore les troubles cardiovasculaires (**Shinde A et al.**, 2018)

2. Oxydation des lipides

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). (**Aurousseau** 2018).

2.1 Radicaux libres

L'oxygène, l'élément le plus important et signifiant : d'une part il est obligatoire pour les organismes aérobies, mais d'une autre part il peut causer des dommages oxydatifs dans les cellules. Les modifications apportées par l'influence négative de l'oxygène sont directement liées à des molécules formées par l'oxygène, à savoir les radicaux libres. (**Karolina et al.**, 2015)

Les radicaux libres sont des atomes ou des molécules hautement réactives avec un ou plusieurs électron (s) non apparié (s) sur leur (s) orbitale (s) externe (s). Ils peuvent se former lorsque l'oxygène interagit avec certaines molécules. L'oxygène interagit avec certaines molécules. Ces radicaux peuvent être produits dans les cellules en perdant ou en acceptant un seul électron. se comportant comme des oxydants ou des réducteurs. (**Liguori et al.**, 2018).

En effet, un radical libre aura toujours tendance à remplir son orbitale en captant un électron pour devenir plus stable : il va donc réduire en oxydant un autre composé (lipides, protéines, ADN...). Une fois qu'un radical libre se forme et qu'il parvient à obtenir un autre électron d'une molécule proche, il laisse sa victime chercher un électron et a maintenant fait de cette nouvelle molécule un radical libre, qui va à son tour, essayer de voler un électron aussi. Le résultat est ce que nous appelons « une cascade de radicaux libres », une énorme réaction en chaîne de radicaux libres qui vont rapidement causer des dommages sur les tissus vivants. On estime que la réaction en chaîne peut déclencher 6.023×10^{21} milliards de molécules à réagir par seconde. (**Howard**, 2018).

2.2 Impact 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 de rance (**Byrne et al.**, 2018).

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.**, 2018).

2.3 Mécanismes d'action des composés phénoliques contre les radicaux libres

Le pouvoir antioxydant des composés phénoliques est lié à leurs propriétés réductrices en tant qu'agents donneurs d'hydrogène ou d'électrons, ce qui prédit leur potentiel d'action en tant que piègeurs de radicaux libres (antioxydants), en outre, ils ont la capacité de chélation des métaux, en particulier de fer et de cuivre, empêchant la formation de radicaux libres catalysés par ces métaux (**Milena et al.**, 2019) Les structures moléculaires, en particulier le nombre et la position des groupes hydroxyles, ainsi que la nature des substitutions sur les cycles aromatiques, confèrent aux composés phénoliques la capacité d'inactivation des radicaux libres. (**Igor**, 2017).

2.4 Mécanisme réactionnel de l'oxydation des lipides

L'oxydation des lipides peut résulter de plusieurs voies réactionnelles en fonction du milieu et des agents initiateurs selon (**Eymard**, 2017) :

- L'auto-oxydation catalysée par la température, les ions métalliques, les radicaux libres;
- La photo-oxydation, initiée par la lumière en présence de photosensibilisateurs;
- L'oxydation enzymatique initiée par la lipoxygénase.

A. Auto-oxydation

L'oxydation des lipides est une réaction auto-catalytique. 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). (**KERBOUCHE. Lamia**, 2017).

B. Photo-oxydation

La photo-oxydation est une voie importante de production d'hydroperoxydes en présence d'oxygène, d'énergie lumineuse et de photosensibilisateurs tels que les hémoprotéines ou la riboflavine. Les photosensibilisateurs (Sens) absorbent l'énergie lumineuse et passent à l'état

triplet excité (Sens³). Les photosensibilisateurs interviennent dans l'oxydation des lipides selon deux types de mécanismes.

Les photosensibilisateurs de type I, telle que la riboflavine, agissent comme les radicaux libres initiateurs. Dans leur état triplet, elles arrachent un atome d'hydrogène ou un électron aux molécules lipidiques pour former un radical capable de réagir avec l'oxygène.



Selon le second mécanisme, les molécules photosensibles de type II, telles que la chlorophylle et l'érythrosine, réagissent dans leur état excité (Sens³) avec l'oxygène triplet auquel elles transfèrent leur énergie pour donner de l'oxygène singulet (¹O₂).



L'oxygène singulet ainsi formé est très électrophile et peut réagir directement sur un acide gras insaturé (RH) formant ainsi un hydroperoxyde ROOH.



Par la suite interviennent les réactions radicalaires en chaîne de l'auto oxydation. Les hydroperoxydes ainsi formés sont différents de ceux formés par autooxydation. (KERBOUCHE. Lamia, 2017).

C. Voie enzymatique

Le phénomène d'oxydation des acides gras insaturés peut être d'origine enzymatique. Les deux enzymes principalement impliquées sont la lipoxygénase et la cyclooxygénase. La lipoxygénase catalyse l'insertion d'une molécule d'oxygène sur un acide gras insaturé selon une réaction stéréospécifique et aboutit à la formation d'hydroperoxydes. Elle agit spécifiquement sur les acides gras non estérifiés. Son activité est donc souvent couplée avec celle des lipases et phospholipases. La cyclooxygénase est une lipoxygénase qui incorpore deux molécules d'oxygène au niveau d'un acide gras pour former des hydroperoxydes spécifiques.

L'oxydation enzymatique se produit même à basse température. Durant le stockage à l'état congelé, l'activité enzymatique est très faible. Cependant, une fois la décongélation amorcée et des températures de 0°C à 4°C atteintes, il semblerait que cette activité reprenne et s'accroisse. (**KERBOUCHE. Lamia, 2017**).

Partie expérimentale

Chapitre I : Méthodologie

1. Objectif

L'objectif de notre travail est de valoriser les déchets de certains produits d'origine végétale, d'étudier leurs différentes activités biologiques ainsi que d'évaluer leurs pouvoirs antioxydants dans les viandes rouges.

2. Matériel végétale

2.1 Thé

Les échantillons du thé ont été achetés dans différents commerces de la wilaya de Mostaganem, une fois ouverte, la quantité du thé récupérée sera utilisée intégralement dans les différentes analyses.

2.2. Tomate

Récolté dans la wilaya de Tlemcen durant les mois de Mars et d'Avril 2021, les tomates sont mises dans de l'eau chaude (blanchiment) pour minimiser l'activité enzymatique et microbienne.

2.3 Pomme

Pomme utilisée dans ces études, c'est (la pomme golden), de Wilaya D'AïnTémouchent (point de vente Mostaganem). La pomme était trop mure, ce qui augmenterait la quantité des composés phénoliques nécessaire pour notre étude.

3. Préparation d'échantillon.

3.1 Thé

Peser 10g (quantité de l'expérience) de thé vert dans un verre de montre et déshydratées à l'étuve à 80°C jusqu'à stabiliser le poids pour éliminer l'eau, après macérer pour obtenir une poudre. A l'aide d'un papier filtre, filtrer 0,5g de poudre est rajouté 50ml de l'eau bidistillée, après mettre le mélange dans un agitateur + plaque chauffante à 90°C pendant 5min pour la première opération, et répète l'expérience pour les 4 différentes températures, mettre les solutions après l'agitation dans des microtubes (eppendorf), de même volume de chaque microtube (1,5) est directement la centrifugeuse (séparation solide-liquide), à 4°C pendant 6min, est à la fin la conservation d'échantillon à 4°C pour les analyses.

3.2 Tomate

Les fruits de tomate étudiée proviennent de la région (Bab El-Akba–Tlemcen), récoltés durant la période de mars et avril 2021. Les tomates ont été mises dans de l'eau chaude pour quelques secondes afin de récupérer la pelure plus facilement. Les tomates ensuite ont été vidées de leur contenu afin de récupérer les graines.

Les pelures de tomate ont été séchées à l'air libre et pendant quelques jours, une fois séchées, ils ont été réduites en poudre à l'aide d'un mortier (ou hachoir) et mis dans des bocaux hermétiquement fermés pour utilisations ultérieures. (Amalou *et al.*, 2013)

3.3 Pomme

À l'aide d'une balance, pendre une quantité de 37g de pomme dans un verre de montre, puis déshydratée à l'étuve à 105°C pendant 24h, après refroidissement au dessiccateur, et broyer la quantité de pomme à l'aide d'un hachoir pour obtenir une poudre.

37 g de pommes ont été suspendus au verre de montre avec une balance, puis déshydratés dans une étuve à 105°C pendant 24 heures, et après refroidissement dans un dessiccateur, les pommes ont été réduites en poudre avec un hachoir.

4. Mode opératoire

En premier lieu, peser les creusets en porcelaine à l'aide d'une balance de précision, puis mettre 5g de matière brute d'échantillon dans chacun. Ensuite les déshydratant à l'étuve à 105°C pendant 24h, après le refroidissement au dessiccateur, par peser la différence des poids.

Le taux d'humidité est calculé par la formule suivante :

$$H (\%) = (m_i - m_f) / m_i \times 100$$

H (%) : Taux d'humidité en pourcentage

M_i : Masse en gramme initiale

M_f : Masse en gramme finale

5-Matériel animal

Viande rouge (ovine).

La race El-hamra appelée aussi BeniIguil a une conformation idéale de mouton à viande (le rapport viande/os est important) ce mouton et de petite taille, sa tête et ses pattes sont marronnes foncées, sa langue est d'un bleu noirâtre, sa l'aine est blanche, ses cornes spiralées, et sa queue est fine et de longueur moyenne.

Les viandes ovines sont issues d'élevage extensif au niveau de la Wilaya de Saïda, les échantillons ont été choisis suivant la même région, même boucherie, et le même morceau de l'animal.

5.1 Détermination de la teneur en matière sèche (AFNOR ; 1985)

La teneur en eau est déterminée par déshydratation. Des échantillons de 5g, ont été placés dans des creusets en porcelaine puis laissés déshydrater pendant 24 heures dans une étuve à $105^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Après le refroidissement des récipients 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.

La matière sèche (M.S.) de l'échantillon est calculée par l'expression suivante :

$$\% \text{ MS} = \text{M2} / \text{M1} \times 100$$

Avec :

M1 : Poids de la prise d'échantillon avant dessiccation.

M2 : Poids de la prise d'échantillon après dessiccation.

5.2 Détermination de la teneur en matière minérale (AFNOR ; 1985)

Les échantillons déshydratés (décrits dans le paragraphe précédent), sont portés à 700°C dans un four à moufle jusqu'à l'obtention des cendres blanches.

La montée en température des échantillons est progressive pour éviter les débordements.

Les creusets sont retirés du four et mises dans un dessiccateur. Lorsqu'ils sont à température ambiante, ils sont pesés.

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

$$\text{MM} (\%) = (\text{M2} - \text{M0} / \text{M1} - \text{M2}) \times 100$$

Avec :

M0 : Masse du creuset vide (en gramme).

M1 : Masse totale du creuset contenant la prise d'essai (en gramme).

M2 : Masse totale du creuset et les minéraux brutes (en gramme).

6. Analyses biochimiques

6.1 Extraction des composés phénoliques (tous les échantillons)

Principe

La méthode d'extraction utilisée pour les composés phénoliques a pour objectifs de séparer les substances phénoliques d'échantillons.

Le choix du méthanol comme solvant d'extraction est dû à sa facilité d'être éliminé sous vide et il donne un meilleur rendement d'extraction, ce rendement augmente avec le temps de contact (Djeridane *et al.*, 2006).

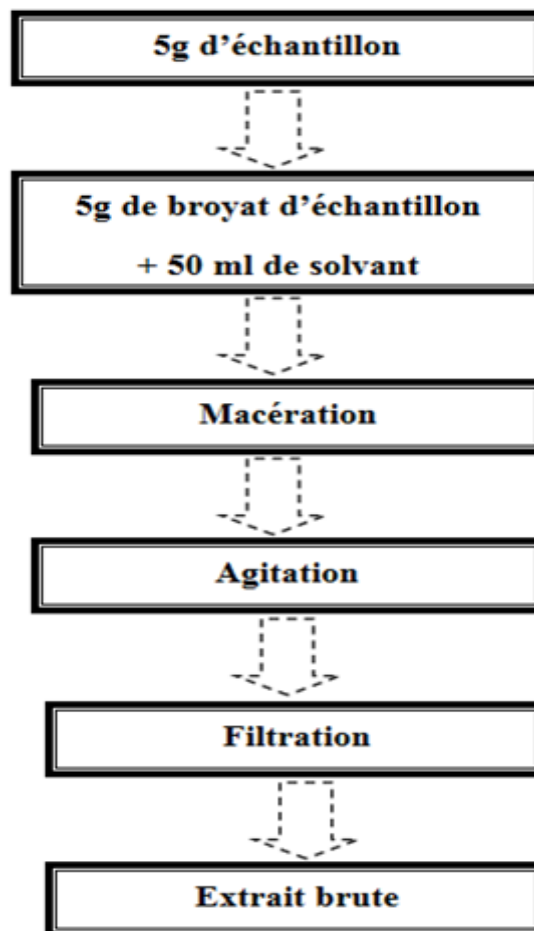


figure05 : méthode d'extraction des composées phénoliques (Djeridane *et al.*, 2016).

6.2 Dosage des composés phénolique totaux

Principe

Le dosage des polyphénols est fondé sur la quantification de la concentration totale des groupements hydroxyles présents dans l'extrait. Le réactif folin-ciocalteu consiste en solution jaune acide contenant un complexe polymérique d'ions (hétéro polyacide). En milieu alcalin le réactif folin-ciocalteu oxyde les phénols en ions phénolates, et réduit partiellement ces hétéropolyacide d'où la formation d'un complexe bleu (Daels, 1999).

Mode opératoire

La teneur en composés phénoliques totaux dans l'extrait a été déterminée en utilisant le réactif de Folin- Ciocalteus selon la méthode de Singleton et al., 1999. 100 µl de l'extrait (1mg/ml) a été mélangé avec 50 µl de réactif de Folin- Ciocalteus et 650 ml d'eau bidistillée, après 3 min on ajoute 200 µl de carbonate de sodium (Na₂CO₃) 20%. Le mélange a été agité et l'absorbance a été mesurée à 765 nm après 2 h de réaction à la température ambiante. Tous les tests ont été effectués en triple. L'acide gallique a été utilisé comme standard. La courbe d'étalonnage (standard) a été préparé en utilisant 0, 100, 200, 300, 400, 5001000 mg / L des solutions d'acide gallique dans le méthanol : eau (10 :90 , v / v). La concentration des composés phénoliques totaux dans l'extrait a été déterminée en µg d'équivalents d'acide gallique (GAE) par 1 mg de l'extrait à l'aide de l'équation suivante obtenue à partir d'une courbe standard d'acide gallique ($R^2 = 0,991$).

6.3 Dosage des flavonoïdes totaux

Principe

Les flavonoïdes peuvent être dosés en utilisant l'une de leurs propriétés structurales : la chélation des cations métalliques. Dans un milieu contenant des ions Al³⁺, les flavonoïdes se complexent avec ces cations grâce à leurs groupements hydroxyles (OH), en formant une coloration jaune dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de flavonoïdes présents dans l'extrait (Ribérreau Gayon *et al.*, 1972).

Mode opératoire

Le teneur total en flavonoïdes a été estimée selon la méthode décrite par (Wang *et al.* , 2008). En bref, à 0,5 ml d'échantillon, on a ajouté 1 ml de solution à 2% d'AlCl₃. Après 1 h d'incubation à température ambiante, l'absorbance a été mesurée à 420 nm. Le teneur total en

flavonoïdes a été calculée en μg d'équivalents de quercétine (QE) pour 1 mg de l'extrait à l'aide de l'équation suivante obtenue à partir d'un graphique de la quercétine standard ($R^2 = 0,983$).

6.4 Évaluation du pouvoir antiradicalaire

Principe

Le 2,2'-diphényle-1-picrylhydrazyle (DPPH°) est un radical libre stable centré sur l'azote, dont la couleur change du violet au jaune après réduction par le processus de donation, soit d'hydrogène au bien d'électron.

Mode opératoire

La capacité des échantillons d'essai de donneur d'hydrogène a été examinée en présence du radical DPPH (1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl) en utilisant la méthode décrite par (**Braca et al.**, 2001). 3 ml d'une solution méthanolique 0,004 % du DPPH ont été ajoutés à différentes concentrations (1, 2, 3, 4, 5, 10 $\mu\text{g} / \text{ml}$) des échantillons d'essai. Après 30 minutes d'incubation à température ambiante l'absorbance a été mesurée à 517 nm. Le pourcentage d'inhibition de radical DPPH (I%) a été calculé comme suit :

$$I\% = (\text{DO contrôle} - \text{DO échantillon} / \text{DO contrôle}) \times 100 .$$

L'acide ascorbique a été utilisé comme contrôle.

6.5 Estimation du degré d'oxydation des lipides du thé vert (TBA)

Pour mesurer l'indice « TBA » nous avons utilisé la méthode adaptée par (**Genot**, 1996). Un échantillon de chair de poisson de 2 grammes est placé dans un tube de 25 ml contenant 16 ml d'acide trichloracétique à 5% (p/v) et éventuellement 100 μl de vitamine C. Le mélange est homogénéisé 3 fois pendant 15 secondes à l'aide d'un homogénéisateur (Ultra-Turrax) à une vitesse d'environ 20 000 tpm. Le broyat est passé à travers un papier filtre afin d'obtenir un filtrat. Puis de ce filtrat 2 ml d'acide thiobarbiturique.

Les tubes fermés vont être 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 532 nm et les résultats sont exprimés en mg équivalent MDA (malonaldéhyde) / Kg.

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

Mg équivalent MDA/ kg = $(0,72 / 1,56) \times (A532 \text{ cor} \times V \text{ solvant} \times V_f) / PE$

Avec : A532 cor : l'absorbance.

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

PE : prise d'essai en gramme.

Vf : 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 : $1,56 \cdot 10^{-5} \text{ M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ (**Buedge et coll.**, 1978) et au poids moléculaire du MDA d'une valeur de $72 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

6.6 Rendement des protéines

La méthode de Lowry 1951 pour la détermination du taux de protéines consiste à broyer une masse d'échantillon de 1 gramme avec une eau physiologie suivie d'une filtration.

À partir du filtrat obtenu, un volume de 1 ml est prélevé auquel est rajoutée de l'eau distillée jusqu'à 100ml.

Un prélèvement de 1 ml est placé dans des tubes à essai auquel est rajouté 5 ml du réactif de Lowry et 0.5 ml du Folin Cyocateu dilué à moitié.

Préparation de réactif de Lowry (a+b)

Préparation de la solution a

Une masse de 1g de NaOH est additionnée d'une masse de 5g de Na_2CO_3 , diluée dans 250ml d'eau distillée.

Préparation de la solution b

Une masse de 0.125g de CuSO_4 est additionnée d'une masse de 0.25g de Tetra Na^+ , k^+ et diluée dans 25 ml d'eau distillée.

Réactif de Lowry

Réactif de Lowry est préparé en mélangeant 50 ml de la solution a avec 5 ml de la solution les tubes à essai sont mélangés dans un vortex et mis pendant une demi-heure à 4°C .

La lecture au spectrophotomètre se fait à une longueur d'onde de 600 nm.

6.7 Protocole de fractionnement des lipides

Le protocole de fractionnement des lipides est basé sur une méthode d'extraction par Soxhlet. L'échantillon à analyser est acidifié à pH=2, puis il est filtré. Le filtre est ensuite récupéré et introduit dans une cartouche en cellulose. Cette cartouche est placée au four à 105°C pendant 25min.

Mode opératoire

Au-dessus du Soxhlet est placé un réfrigérant, et en dessous se trouve un ballon. Ce ballon a été pesé à vide au préalable. On place alors de l'hexane dans le ballon que l'on chauffe grâce à un chauffe-ballon. L'hexane va s'évaporer et se condenser dans le réfrigérant. Il va alors retomber dans le Soxhlet, solubilisant ainsi les lipides se trouvant dans la cartouche de cellulose. Une fois que l'hexane atteindra le niveau du haut du siphon, une vidange va se produire, c'est-à-dire que tout l'hexane va retomber dans le ballon, entraînant ainsi les lipides. Cela s'appelle un cycle. Un cycle dure 3min, et il est nécessaire d'avoir 20 cycles par heure pendant 5 heures. Une fois l'extraction terminée, on récupère le ballon et on évapore le solvant à l'aide d'un évaporateur rotatif. Il est alors possible de peser le ballon contenant les lipides. La différence de masse du ballon avant et après extraction donnera la masse de lipides, et à partir du volume d'échantillon filtré, il sera possible de déterminer la concentration de lipides dans l'échantillon.

Chapitre II : Résultats et discussion

1. Rendement d'extraction des composés phénoliques

Les analyses quantitatives des données ont été déterminées à partir de l'équation de la régression linéaire ($y = 0,182x + 0,044$) et le coefficient de corrélation ($R = 0,995$) de la courbe d'étalonnage exprimée en mg équivalent acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/g).

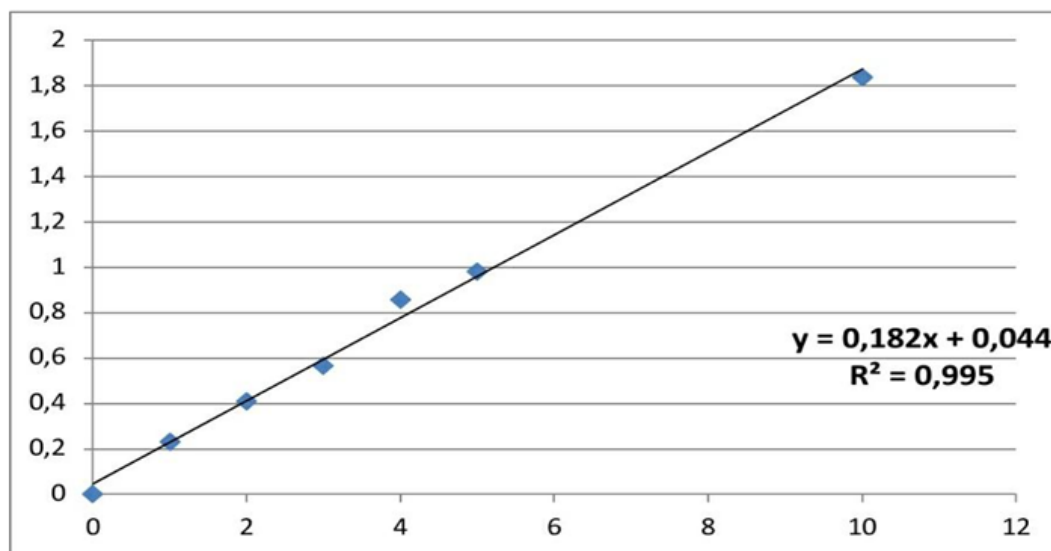


Figure06 : courbe d'étalonnage de l'acide gallique

Après extraction et récupération des extraits sous forme de lyophilisat, le rendement, la couleur, l'odeur et l'aspect physique de chacun des extraits ont été déterminés et représentés dans le tableau (3) et la Figure (07).

Tableau 3 : tableau récapitulatif regroupant le rendement, la couleur, et l'odeur de thé vert, tomate et pomme

	Couleur	Odeur	Rendement %
Thé	Vert	Aromatisé	2.672%
Tomate	Rouge	Aromatisé	1.298%
Pomme	Jaune	Aromatisé	1.213%

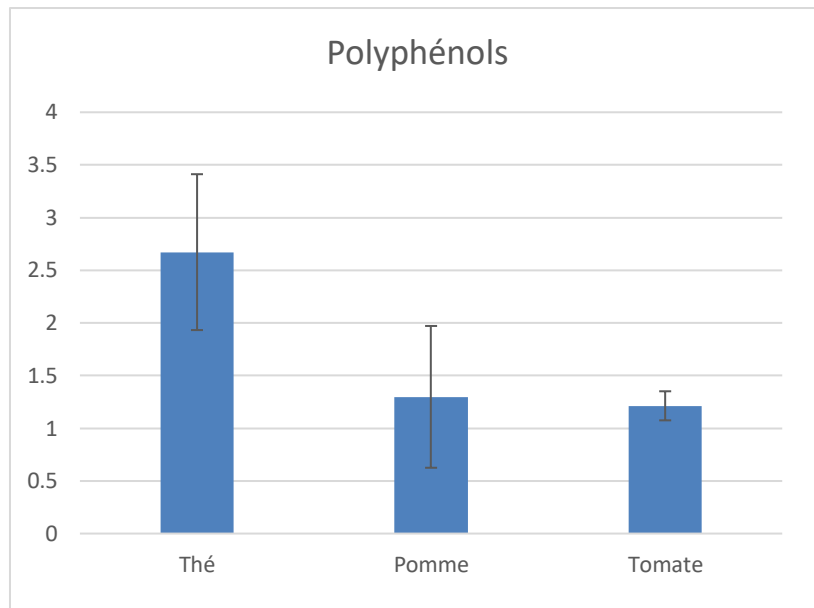


Figure07 : Rendement d'extraction des composés phénoliques de thé vert, la pomme et la tomate.

Le rendement désigne la masse de l'extrait lyophilisé, il est exprimé en pourcentage par rapport à 5 grammes de matière sèche. D'après les résultats récapitulés dans la figure (07), des rendements en extraits obtenus de thé vert, la pomme et la tomate. On constate que le thé vert est plus riche en polyphenol que la pomme et la tomate avec une valeur de l'ordre de 2,67%. Pour la première et 1,29%, 1,21% pour la deuxième et la troisième. L'extraction avec le méthanol est plus fructueuse pour le thé vert que les autres.

Nous avons remarqué que le thé est très riche en composés phénoliques par rapport à la pomme et la tomate (2.67% contre 1.29 et 1.21% respectivement).

La différence significative dans les rendements en composés phénoliques s'explique par : d'après les résultats de cette étude, le thé vert a donné des teneurs plus importantes en polyphénols totaux, qui varient de $81,55 \pm 4,64$ à $122,48 \pm 1,59$ mg EAG/g MS avec une différence significative à $\alpha = 0,05$, par rapport à celles trouvées pour la tomate et la pomme qui varient de $11,96 \pm 0,44$ à $44,30 \pm 0,44$ mg EAG/g MS.

Plusieurs facteurs peuvent influencer la teneur en composés phénoliques, des études récentes ont montré que les facteurs extrinsèques (facteurs géographiques et climatiques), les facteurs génétiques, mais également le degré de maturation de la plante et la durée de stockage ont une forte influence sur le contenu en composés phénoliques (**Cheurfa et al.**, 2016).

Au niveau des résultats rapportés dans la figure 07, une concentration très élevée est remarquée pour le thé vert, qui est nettement riche en polyphénols totaux, cette concentration atteint 2.672 mg EAG/g MS.

Ces différences de concentrations peuvent être dues à faible spécificité du réactif de Folin-Ciocalteu qui est l'inconvénient principal du dosage colorimétrique. Le réactif est extrêmement sensible à la réduction de tous les groupes hydroxyle, non seulement ceux des composés phénoliques, mais également de certains sucres et arômes etc. (Vuorela, 2015 ; Gomez-Caravaca *et al.*, 2016).

L'analyse, des résultats représentés sur la figure n, montre que l'extrait de thé vert possède une teneur élevée en polyphénols totaux égale à 2.672 mg EAG/g MS par rapport à celles des pommes et tomates, avec des teneurs respectifs de l'ordre de 1.298 mg EAG/g MS et 1.213mg EAG/g MS. Les raisons de cette variabilité peuvent être expliquées par les différences environnementales (climat et situations géographiques), les techniques de récoltes, les conditions de séchage, de stockages et de conservation.

Nos résultats, présentés précédemment sur le thé vert, rejoignent ceux de (NorQhairullzzreen et MohdFadzelly, 2016), qui ont rapporté un taux de polyphénols dans l'infusion du thé vert qui est de l'ordre de 80,51mg EAG/g MS. (Chan *et al.*, 2010) ont trouvé un taux de polyphénols égal à 141,20 mg EAG/g MS qui est proche de celui du thé vert. De plus, (Bizuayehu *et al.*, 2016) ont trouvé dans l'extrait de thé vert une teneur égale à 31,6 mg EAG/g MS qui est nettement inférieur aux valeurs trouvées dans la présente étude.

Concernant (Aloysiacitriodora, Losagni *et al.*, 2017) ont trouvé une teneur en polyphénols égale à 39,33 mg EAG/g MS qui est proche des teneurs trouvées pour le thé vert, par contre elle est largement supérieure à la valeur trouvée pour les autres échantillons.

2. Composition en flavonoïdes totaux

Les analyses quantitatives des données ont été déterminées à partir de l'équation de la régression linéaire ($y = 0,124x + 0,020$) et le coefficient de corrélation ($R = 0,996$) de la courbe d'étalonnage exprimée en mg équivalent quercétine par gramme de matière sèche (mg EAG/g).

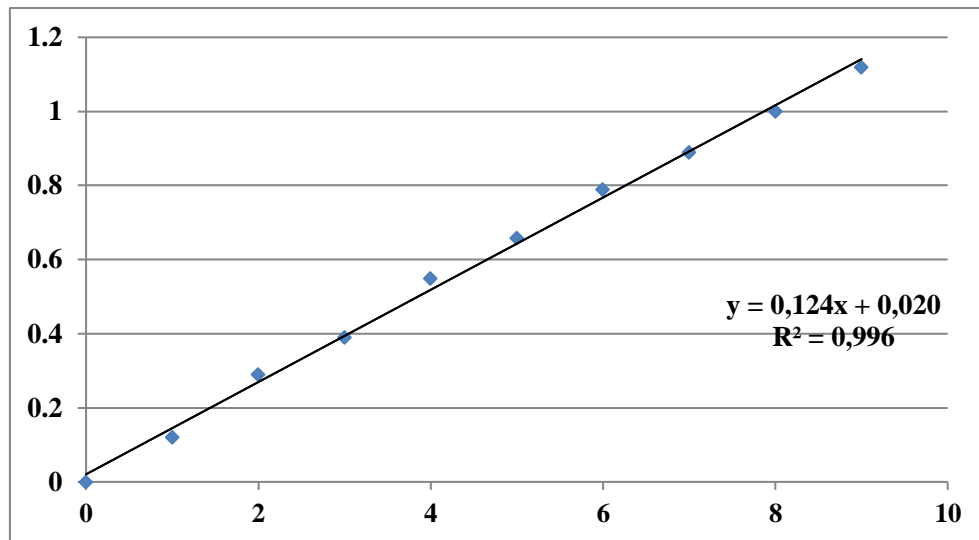


Figure08 : courbe d'étalonnage de quercétine

Les résultats obtenus sont représentés dans la Figure (09).

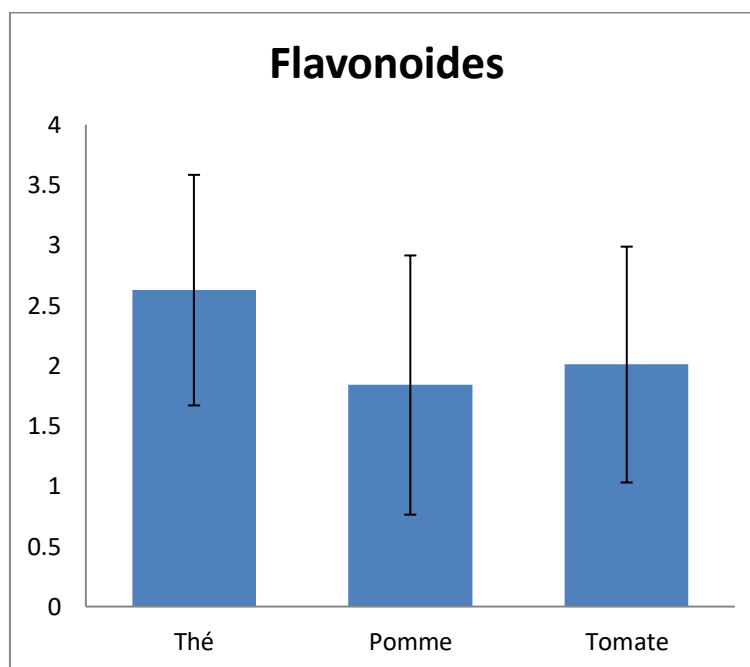


Figure09: Composition en flavonoïdes totaux de thé vert, la pomme et la tomate.

Le thé vert, la pomme et la tomate montrent une différence significative ($p < 0.05$) dans la teneur en flavonoïdes totaux (Figure 09). Les résultats révèlent la richesse de l'extrait de thé vert en composés phénoliques totaux par rapport à l'extrait de la pomme et la tomate (2,62mg EAG/g vs 1,83mg EAG/g et 2mg EAG/g). Soit un rapport de différence des teneurs en phénoliques totaux estimés à 46,58%.

Nos résultats sont proches à celles donnés par (**cheurfa et al.**, 2015), la teneur en composés phénoliques totaux dans le thé vert variait entre (1,33 mg/g à 4,34mg/g) selon la partie et la variété de thé vert. Les résultats obtenus par (**Laraba et al.**, 2016) (4,16 mg et 4,35 mg), sont largement supérieurs à nos résultats .

En ce qui concerne *Aloysiacitriodora*, les résultats du dosage des flavonoïdes illustrés dans la figure 09 ont permis d'enregistrer une forte teneur pour le thé vert avec 4,34 mg EQ/ g MS par rapport aux valeurs trouvées pour la pomme et la tomate avec des concentrations respectives de 2,58 mg EQ/ g MS et de 1,33 mg EQ/ g MS. Nos résultats sont comparables à ceux rapportés par (**Moien et al.**, 2016) (7,01 mg EQ/g MS) et (**Allem**, 2015) (6,41 mg EQ/g MS).

Les différences entre les échantillons peuvent être liées aux conditions climatiques (la température élevée, exposition solaire, sécheresse et salinité), qui stimulent la biosynthèse des métabolites secondaires tels que les flavonoïdes (**Fallah et al.**, 2018), la région et la date de la récolte, la méthode d'extraction et les solvants utilisés (**Trichine**, 2010).

3. Activité anti-oxydante (Dpph)

L'activité antioxydante des deux extraits a été évaluée par la méthode de piégeage du radical libre DPPH, dans le but de déterminer la concentration de l'antioxydant permettant d'inhiber la moitié du radical. Cette méthode s'accompagne par le passage du radical DPPH de la couleur violette à la couleur jaune mesurable à 517nm (**Sanlier et al.**, 2018).

Comme il n'existe pas de mesure absolue de la capacité antioxydante d'un composé, les résultats sont souvent portés par rapport à un antioxydant de référence, comme l'acide ascorbique (vitamine C) (**Alyafi**, 2007).

Une droite d'étalonnage a été établie en tenant compte des différentes solutions d'acide ascorbique (Vit. C) préparée et leurs densités optiques correspondantes, avec $R^2 = 99,23 \%$ (Figure 09). Les taux d'inhibition ont été calculés pour chacune des concentrations, en se basant sur les densités optiques obtenues à partir des préparations (les différents extraits et Vit. C).

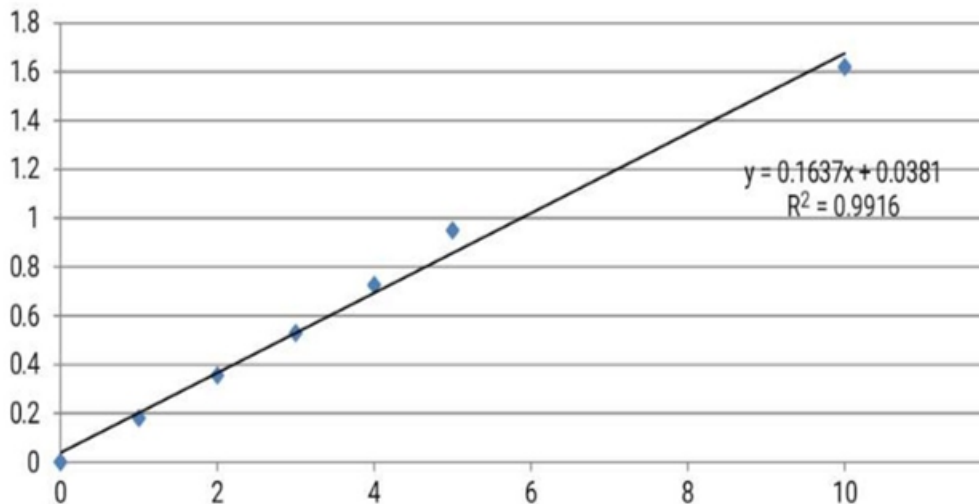


Figure10 : Courbe d'étalonnage de l'activité antioxydant de l'acide ascorbique.

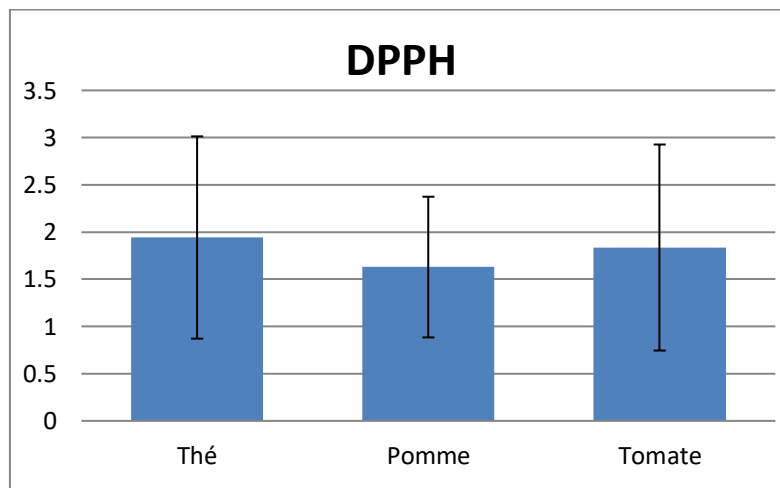


Figure11 : Évolution des taux d'inhibition de DPPH montrant que par les trois extraits.

La courbe de régression est la figure(11), montrant que le pourcentage d'inhibition du radical DPPH augmente avec l'augmentation de la concentration des extraits de thé vert, la pomme et la tomate.

Parmi les extraits, le thé vert représente la meilleure activité inhibitrice du radical DPPH. C'est ainsi que le maximal d'inhibition se chiffre, respectivement, à 1,942mg EAG/g, 1,83mg EAG/g et 1,62mg EAG/g. Il contient plus de composés phénoliques par rapport aux autres extraits.

Selon (**Chouhaira et al.**, 2016), l'activité antioxydante de l'extrait issu de la tomate variait entre 45,74% et 60,12% ces valeurs sont supérieures à celles obtenues dans cette étude.

Alors, il était important d'établir une relation qui existe entre la présence des composés phénoliques et l'activité antioxydante. En effet, les résultats de cette régression indiquent une relation positive entre les composés phénoliques et les activités anti-oxydantes des différents extraits de thé vert, la pomme et la tomate. Il est à noter que les meilleures activités antioxydantes sont présentées par le thé vert peuvent être justifiées par les teneurs importantes en composés phénoliques totaux et des flavonoïdes totaux.

Selon (Bhat *et al.*, 2012) ; (Naczk et Shahidi, 2006), la récupération des polyphénols et d'autres composés antioxydants de la matière végétale dépendent, considérablement, de la solubilité de ces composés dans un solvant donné, de la polarité des solvants et de la viscosité.

Ainsi, les solvants tels que le méthanol ou l'acétone peuvent atteindre facilement les endroits intracellulaires, afin de lixivier au maximum les constituants actifs. Parmi les différents facteurs qui ont contribué aux divers résultats obtenus réside donc dans la nature chimique des composés, les solvants d'extraction utilisés, et la méthode d'analyse utilisée.

4. Caractérisation de la viande hachée ovine

Les résultats obtenus sont dans le tableau suivant :

Tableau04 : les analyses physico-chimiques et biochimiques de la viande hachée ovine :

pH	6
Matière sèche	31.64 g
Teneur en eau	68.36 g
Matière minérale	0.94 g
Matière organique	29.7 g
Lipides totaux	4.75 g

D'après nos résultats nous avons noté que la viande ovine hachée a une valeur de pH estimée à 6, ce qui est conforme aux normes entre 5,8 et 6,3, une teneur en matière sèche, en matière minérale et en matière organique estimées à (31.64g, 0.94g et 29.7g) respectivement. Les valeurs des lipides totaux (4.75g). Ainsi que la teneur en eau (68.36g).

5. Détermination de la teneur de TBARS

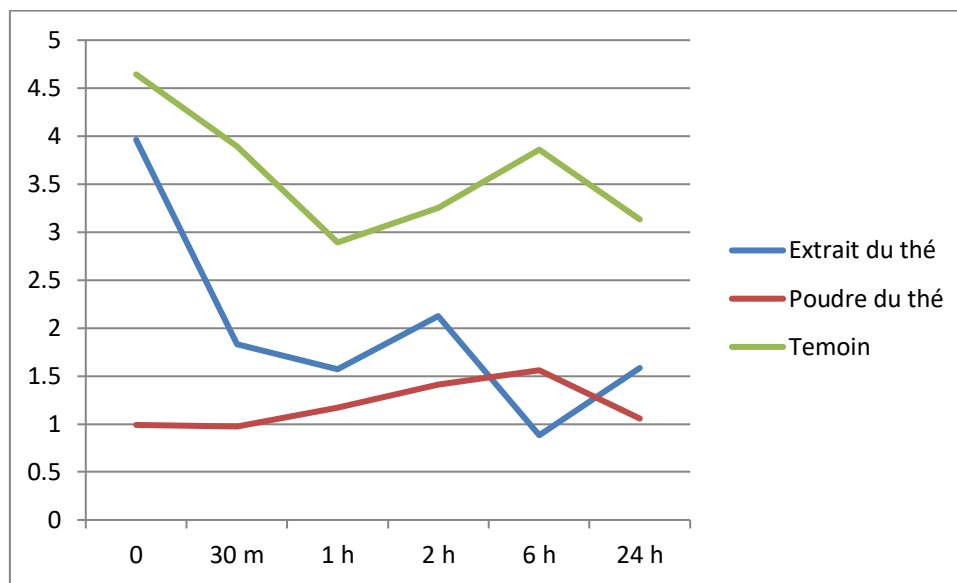


Figure12: Indice TBARS dans la viande hachée ovine

Les résultats de l'étude ont montré une différence significative entre les degrés d'oxydation des viandes témoins par rapport aux viandes traitées par l'extrait et la poudre du thé.

Les concentrations en MDA de viandes traitées sont significativement inférieures à T0 par rapport aux viandes témoins (4.6mg equi vs 0.9mg equi).

Nous avons remarqué une augmentation dans les valeurs du témoin par rapport au MDA échantillons de thé vert traitées après plusieurs heures de réfrigération, la viande qui n'ont pas traité aux thés verts, elle a une valeur importante de MDA par rapport au celle des viandes traitées par la poudre et l'extrait de thé vert.

Selon nos résultats, les teneurs en MDA des viandes traitées aux différents pourcentages d'extraits de thé vert et conservées pendant 2 heures sont inférieures par rapport aux valeurs en MDA de l'échantillon témoin réfrigéré pendant 2 heures (2.12 mg vs 3.254 mg) respectivement. Nos résultats révèlent des différences significatives ($p < 0.05$). Est supérieure par rapport la poudre de thé vert (1.41mg vs 3.254 mg).

L'analyse statistique des résultats révèle des différences significatives ($p < 0,05$) entre l'échantillon de viandes traitées aux différents pourcentages d'extraits de thé vert et la poudre de thé vert, conservé pendant 2 heures (2,12mg et 1,41mg) respectivement. Il est important de signaler que les teneurs en MDA sa fonction des concentrations d'extraits et que le rapport de différence est estimé à 20% entre les deux échantillons (extrait et poudre).

Nous avons observé une augmentation dans les valeurs du MDA des échantillons de thé vert traitées après 24 heures de réfrigération avec les solutions (1,58mg et 1,05mg) respectivement. On constate des différences significatives ($p < 0,05$) entre les valeurs. Soit un rapport de différence des teneurs en MDA estimé à 32%.

D'après nos résultats, nous avons constaté, les viandes traitées aux extraits de thé vert et conservé pendant deux heures présentent des teneurs en MDA plus importantes par rapport aux teneurs de MDA des viandes traitées aux extraits de thé vert après 24 heures de réfrigération (2,12mg, vs. 1,58mg) respectivement avec un rapport de différence estimé à (20% vs 32%) respectivement. Est le contraire avec la poudre de thé vert, les teneurs des premières heures moins importantes par rapport aux teneurs de MDA des viandes traitées aux poudres de thé vert après 24 heures de réfrigération (0,99mg vs 1,05mg).

D'après nos résultats, nous avons constaté, qu'après 24 heures de réfrigération les valeurs en MDA des viandes traitées avec l'extrait thé vert sont supérieures par rapport aux valeurs en MDA des viandes traitées avec la poudre de thé vert (1,58 mg vs 1,05 mg) respectivement. Nos résultats révèlent des différences significatives ($p < 0,050$). Avec un rapport de différence des teneurs en MDA estimé à (44% vs 62%) respectivement.

D'après (**Das et al.**, 2016) les antioxydants naturels des fruits et légumes peuvent également contribuer à la stabilité de l'oxydation de la viande ovine. Et d'autres travaux similaires (**Andrés et al.**, 2017), ont montré que l'ajout des extraites en poudre de certains fruits et légumes sur la viande ovine a un effet protecteur pendant 15 jours de réfrigération avec un taux d'inhibition de 40% par rapport au traitement témoin. Et Pourrait aussi influencer les caractéristiques de la viande ovine en fonction de leurs contenus phénoliques.

Dans cette partie on constate que l'inhibition de l'oxydation lipidique de la viande traitée aux extraits de thé vert et la poudre de thé vert, après une courte durée de conservation (2 heures) et 24 heures de réfrigération, est due à leurs richesses en composés phénoliques.

Certainement les résultats obtenus ont démontré une relation positive entre l'activité antioxydante des extraits et l'inhibition de l'oxydation. En effet les viandes traitées aux extraits de thé vert révèlent une meilleure conservation par rapport à celles traitées à la poudre de thé vert et ça dues être à la teneur importante des composés phénoliques présents dans le thé vert. Cependant les variations remarquées entre les différentes doses utilisées peuvent être due à la mauvaise complexât entre les radicaux libres et les composés antioxydants.

Conclusion

Conclusion

L'étude sur la viande ovine visait à mettre en évidence l'effet conservateur des composés phénoliques extraits de thé vert ajoutés à la viande à l'état frais et réfrigérée à différentes doses/temporalités (50mg/100ml, 30%, 10% / t0, t30min, t60min, t120min, t360min, t1440min).

Le trempage de l'ovine dans de l'eau distillée ajoutée à des extraits phénoliques de thé vert a entraîné une augmentation de la durée de conservation par rapport aux résultats d'oxydation des lipides.

De nos résultats, nous concluons :

La viande ovine est une excellente source de nutriments, c'est-à-dire de lipides, de protéines et de minéraux, et les effets antioxydants des composés phénoliques sont confirmés dans les résultats (3,962mg MDA/kg T0 extrait, 0,993mg MDA/kg T0 poudre).

Le thé vert avait un meilleur rendement en composé phénolique comparé à la pomme et la tomate (2,672% vs 1,298% et 1,213%).

L'utilisation de polyphénols permet de réduire les taux de MDA dans la viande, par exemple : de 1,41 mg MDA/kg (dans le témoin de deux heures) à 2,122mg MDA/kg (50 mg dans la viande traitée à l'extrait de thé vert / 100 ml après deux heures).

Les résultats de cette étude révèlent la possibilité de conserver la viande d'ovine en combinant deux techniques, l'une physique (réfrigérée) et l'autre chimique (composés phénoliques), tout en préservant leurs qualités nutritionnelles et organoleptiques.

Ces résultats nécessitent des recherches complémentaires pour approfondir les effets de ces composés sur les qualités sensorielles et organoleptiques de la viande ainsi que sur la flore microbienne, et enfin pour tester l'efficacité de ces modes de conservation à l'échelle industrielle.

Références

Références

A

- AFNOR (Association Française de Normalisation) (1985).** Aliments des animaux, méthodes d'analyses françaises et communautaires. 2ème édition, 200 p.
- APRIA (2020).** : Association pour la promotion Industrie Agriculture. Utilisation des déchets végétaux. 53031/082, 180-186p.
- Aissa (2020).** .Aissa KH, AbdElatif K, 2020. La valeur nutritive d'un déchet de tomate à l'état sec, mémoire de fin d'étude, indititud'agronomie , option : zootechnie, centre universitaire d'El-Tarf, 52-60p.
- Aminzare *et al.*, (2016).** Aminzare M, Hashemi M, Hassanzad Azar H, Hejazi J (2016). The Use of Herbal Extracts and Essential Oils as a Potential Antimicrobial in Meat and Meat Products; A review. *J. Human Environ. Health Pro.* 1:63-74. <https://doi.org/10.29252/jhehp.1.2.63>
- Al-Wandawi Rahman *et al.*, (2020).** Abdul-Rahman, M., & Al-Shaikhly, K. Tomatoprocessingwastes as essential rawmaterial sources. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 33, 804–807
- Ademe (2020).** Ademe, 2020. Comité national des coproduits. Fiche n°15- Ecarts de fruits et légumes et coproduits de conserverie. Pulpe de tomate, Institut de l'Élevage.
- Andrés, *et al.*, (2017),** Andrés, A. I., Petró, M. J., Adámez, J. D., López, M., & Timón, M. L. (2017). Food by-products as potential antioxidant and antimicrobial additives in chill stored raw lamb patties. *Meat Science*, 129, 62-70
- Alirezalu, *et al.*, (2019).** Alirezalu, K., Hesari, J., Nemati, Z., Munekata, P.E.S., Barba, F.J., & J.M. Lorenzo. 2019. Combined effect of natural antioxidants and antimicrobial compounds during refrigerated storage of nitrite-free frankfurter-type sausage. *Food Res. Int.* 120: 839–850. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.11.048>
- Aguiar, *et al.*, (2016).** Aguiar, T. Beta , SD Arntfield Une étude comparative sur les acides phénoliques identifiés et quantifiés dans les haricots secs par HPLC tels qu'affectés par différentes méthodes d'extraction et d'hydrolyse *Food Chem* , 113 (2009) , p. 336 - 344 , [10.1016/j.foodchem.2008.07.064](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.064)
- Aminzare, *et al.*, (2018.)** Aminzare, M., Tajik, H., Aliakbarlu, J., Hashemi, M., & M. Raeisi. 2018. Effect of cinnamon essential oil and grape seed extract as functional-natural additives in the production of cooked sausage-impact on microbiological, physicochemical, lipid oxidation and sensory aspects, and fate of inoculated *Clostridium perfringens*. *J. Food Saf.* 38: 1–10. <https://doi.org/10.1111/jfs.12459>

Références

Alamm, (2015). Alam MN, Bristi NJ, Rafiquzzaman M. 2015. Review on in vivo and in vitro methods evaluation of antioxidant activity. Saudi Pharmaceutical Journal 21(2):143-152.

Amalou *et al.*, (2013). Amalou D., Air Ammour M., Ahishaykiye B., AmmoucheA , 2013 .valorisation des sous-produits de conserveris : cans des graines de tomates.

Alyafi, (2007). Alyafi A.G (2007) Determination of chemical composition of prangos and the possibility to use in the applied field, damascus University .54.

B

Boukhalfa (2020). Boukhalfa H. Valorisation des sous-produits de la filière tomate transformée : optimisation de la production de la protéase par aspergillus sur un milieu à base de déchets de tomates.

Bortolini, Benvenuti *et al.*, (2020). DG Bortolini , L. Benvenuti , MI Demiate , A. Nogueira , A. Alberti , AA Ferreira Zielinski Une nouvelle approche de l'utilisation du marc de pomme en cidrerie pour la valorisation des composés phénoliques Lwt-Food Science and Technology , 126 (2020).

Baldi, *et al.*, (2019). Baldi Gautier H, Bourgaud F, Grasselly D, Navez B, Caris-Veyrat C, Weiss M, Genard M, (2009). Journal of Agricultural and Food Chemistry 57(10): 4112-4123.

Bhat, *et al.*, (2012). Bhat R, Liong M-T, Abdorreza 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.

Bizuayehu, *et al.*, (2016) Bizuayehu D, Atlabachew M, Ali MT. 2016. Determination of some selected secondary metabolites and their invitro antioxidant activity in commercially available Ethiopian tea (*Camellia sinensis*). SpringerPlus 5(1):412.

Brand- Williams, *et al.*1995. Use a free radical method to evaluate antioxidant activity,lwt foodscience,d technology.28-30.

C

Cotte. (2020). Cotte G.S. Vieira, R.N. Cavalcanti, M.A.A. Meireles, M.D. Hubinger Chemical and economic evaluation of natural antioxidant extracts obtained by ultrasound-assisted and agitated bed extraction from jussara pulp (*Euterpe edulis*) J Food Eng, 119 (2013), pp. 196-204, 10.1016/j.jfoodeng.2013.05.030

Références

Cousin, Le Guellec *et al.*, (2017). F.J. Cousin, R. Le Guellec, M. Schlüsselhuber, M. Dalmasso, J.M. Laplace, M. Cretenet Microorganisms in fermented apple beverages: Current knowledge and future directions *Microorganisms*, 5 (3) (2017)

Chan, *et al.*, (2010). Chan EWC, Wong SK. 2015. Herbs and herbal teas with antioxidant properties comparable to or superior than those of *Camellia sinensis*. *International Journal of Pharmacognosy* 2:33-37.

Cheurfa, *et al.*, (2016). Cheurfa M, Allem R. 2016. Évaluation de l'activité antioxydante de différents extraits des feuilles d'*Aloysia triphylla*. *Phytothérapie* 14(3):181-187.

D

Denek et Can, (2020). Denek N., Can A., 2006. Feeding value of wettomatopomaceensiledwithwheatstraw and wheat grain for Awassisheep. *Small Ruminant Res.*, 65 ; 260-265

Delgoda, *et al.*, (2017). Delgoda et Murray J.E. Chapter 7 - Evolutionary Perspectives on the Role of Plant Secondary Metabolites [Revue] // *Pharmacognosy*. - 2017

Das, *et al.*, (2016). Das, A. K., Rajkumar, V., Nanda, P. K., Chauhan, P., Pradhan, S. R., & Biswas, S. **Antioxidant efficacy of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) pericarp**

Djeridane, *et al.*, (2006). Djeridane.A et al.2006.Antioxydant activity of somealgianmedicinal plants extractscontainingphenolic compound, *food chemistry*.97 : 654-660

Daels, (1999). Daels Rakotoarison D .1999. Extraits phénoliques d'aubépine, de cola et d'églentier .théqz de doctorat, université de lille-II, France.

DONZO, (2016). DONZO Artagnan., (bovine, caprine, porcine) Commercialisation des viandes à Kikwit: analyse comparative de la rentabilité financière. Obtention d'un Kikwit, 2 p master en Agroéconomie.

E

Elgailani, (2015). Elgailani IEH. 2015. Spectrophotometric and Tea 167-171. *Phytochemical Analysis of Black (Camellia sinensis Leaves)*. *Journal of Applied and Industrial Sciences*: 2015. Polyphenols totaux, activités antioxydante et antimicrobienne des extraits des feuilles de *Marrubium deserti* de Noé. *Phytothérapie* 13(2):118-129.

Références

F

Fosse, (2020). Fousse V, Miralles C, Cerezo M, Gonzales-Bosch C, Garcia-Agustin P. "Effect of a novel chemical mixture on senescence processes and plant-fungus interaction in solanaceae plants." *J. Agric. Food Chem.* 49: 2569-2575.

Fletcher, (2020). Fletcher V, Miralles C, Cerezo M, Gonzales-Bosch C, Garcia-Agustin P. "Effect of a novel chemical mixture on senescence processes and plant-fungus interaction in solanaceae plants." *J. Agric. Food Chem.* 49: 2569-2575.

FAO (2015). FAO STAT F. 2015. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division. Rome: FAO.

FAO (2017). << Viande >>, dans Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2017 2025, Éditions OCDE, Paris.

FAO (2019). <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC>

Franco, et al., (2018). Franco, D Lorenzo, J. M., Pateiro, M., Domínguez, R., Barba, F. J., Putnik, P., Kovačević, D. B., ... &. (2018). products: A review. *Food Research International*, 106, 1095-1104 Berries extracts as natural antioxidants in meat.

Fallah, et al., (2018). Falah S, Suzuki T, Katayama T. 2018. Chemical constituents from *Swietenia macrophylla* bark and their antioxidant activity. *Pak J Biol Sci* 11:2007-2012.

Fumiaki, et al., (2019). Fumiaki Ito, Yoko Sono and Tomoyuki Ito Measurement and Clinical Significance of Lipid Peroxidation as a Biomarker of Oxidative Stress: Oxidative Stress in Diabetes, Atherosclerosis, and Chronic Inflammation [Journal]. - Japan : MDPI, March 25, 2019. - pp. 1-2.

Fernandes et al., (2016). Fernandes, R.P.P., Trindade, M.A., Tonin, F.G., Lima, C.G., Pugine, S.M.P., Munekata, P.E.S., ... de Melo, M.P. (2016). Evaluation of antioxidant capacity of 13 plant extracts by three different methods: cluster analyses applied for selection of the natural extracts with higher antioxidant capacity to replace synthetic antioxidant in lamb burgers. *Journal of Food Science and Technology*, 53, 451-460.

G

Gea, (2018). Gea Roberto Berni, J. Armando Muñoz-Sanchez Production of Plant Secondary Metabolites: Examples, Tips and Suggestions for Biotechnologists. [Revue] // *Genes*. - 2018.

Références

Garrel *et al.*, (2017). Garrel. C, Bigard. X (2017). Stress oxydatif et micronutriments antioxydants. Nutrition du sportif. Elsevier Masson SAS.1 p

H

Howard, (2018). Howard Dr. Diana The International Dermal Institute [Online] = What Is A Free Radical? // Google Scholar. - 2018. - March 31, 2019. - http://www.dermalinstitute.com/uk/assets/articles/22_pdf_53e3b46e0c39a_What%20Is%20A%20Free%20Radical.pdf.

Hajji *et al.*, (2016). 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.

I

Igor, (2017). Igor RL Edwards , T. Lyon , SE Litwin , A. Rabovsky , JD Symons , T. Jalili La quercétine réduit la tension artérielle chez les sujets hypertendus *Le Journal de la nutrition* , 137 (2017) , pp. 2405 – 2411

J

James, (2018). James. Fleming Mécanismes moléculaires sous-jacents à l'activation d'eNOS *Pflügers Archiv - Revue européenne de physiologie* , 459 (6) , pp. 793 - 806

Jayawardana, *et al.*, (2019). Jayawardana, B.C., Warnasooriya, V.B., Thotawattage, G.H., Dharmasena, V.A.K.I., & R. Liyanage. 2019. Black and green tea (*Camellia sinensis* L.) extracts as natural antioxidants in uncured pork sausages. *J. Food Pr*

K

Kumar, R., et. Al. (2017) *Black Tea: The Plants, Processing / Manufacturing and Production, Tea,*

KERBOUCHE, Lamia (2017). KERBOUCHE, Lamia 2017, Composition chimique et activité biologique des huiles essentielles de quelques plantes des familles de labiacées et de cupressacées.

Références

Karolina, et al., (2015). Karolina [et al.] The influence of common free radicals and antioxidants on development of Alzheimer's Disease [Journal]. - Poland : ELSEVIER, December 18, 2015. - pp. 39-49.

Kumar K et al (2017) ‘ Kumar K., Yadav AN, Kumar V., Vyas P., Dhaliwal HS Déchets alimentaires : une bioressource potentielle pour l'extraction de nutraceutiques et de composés bioactifs. *Bioressource. Bioprocédé.* 2017 ; 4h18 . doi : 10.1186/s40643-017-0148-6.

L

Laaksonen et al., (2017). Laaksonen , R. Kuldjarv , T. Paalme , M. Virkki , B. Yang Impact du cultivar de pomme, du stade de maturation, du type de fermentation et de la souche de levure sur la composition phénolique des cidres de pomme *Chimie alimentaire* , 233 (2017) , pp. 29 - 37

Luca, et al., (2020). Luca L. Schwingshackl, G. Hoffmann, K. Iqbal, C. Schwedhelm, H. Boeing Food groups and intermediate disease markers: A systematic review and network meta-analysis of randomized trials *Am J Clin Nutr*, 108 (3), pp. 576-586, 10.1093/ajcn/nqy151

Laura, et al., (2019). Laura M. Dinu, G. Pagliai, A. Casini, F. Sofi Mediterranean diet and multiple health outcomes: An umbrella review of metaanalyses of observational studies and randomised trials *Eur J Clin Nutri*, 72 (1) (2019), pp. 30-43, 10.1038/ejcn.2017.58

Liguori, et al., (2018). Liguori [et al.] Oxidative stress, aging, and diseases [Journal]. - [s.l.] : Clin Interv Aging, April 26, 2018.

Lorenzo, et al., (2018) (Løvdal T et al 2019). . Løvdal T., Van Droogenbroeck B., Eroglu EC, Kaniszewski S., Agati G., Verheul M., Skipnes D. Valorization of Tomato Surplus and Waste Fractions: A Case Study Using Norway, Belgium, Poland, and Turkey as Exemples. *Nourriture.* 2019 ; 8 : 229. doi : 10.3390/aliments8070229.

M

Marie-Laure André (2021). Marie-Laure André diet and multiple health outcomes: An umbrella review of metaanalyses of observational studies and randomised trials *Eur J Clin Nutri*, 72 (1) (2018), pp. 30-43, 10.1038/ejcn.2017.58

Références

Macheix *et al.*, (2018). Macheix J J, Fleuriet A, Jay-Allemand C. Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Lausanne, Presses Polytechniques et Unuversitaires Romandes. 192.

Maslov Bandic *et al.*, (2019). L. Maslov Bandic, M.M. Zulj, G. Fruk, M.S. Babojelic, T. Jemric, A. Jeromel The profile of organic acids and polyphenols in apple wines fermented with different yeast strains Journal of Food Science and Technology, 56 (2) (2019), pp. 599-606

Morin, (2020). Morin M-P. 2015. Les polyphénols du thé vert: des molécules à double action contre la maladie parodontale: Université Laval.

MADR, (2017). Ministère de l'Agriculture, du développement rural 2017.

Moiena, *et al.*, (2016) Moeina M, Zarshenasc MM, Etemadfard H. 2016. Essential oil composition and total flavonoïde content of Aloysiya citriodora palau under different cultivation systems. International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences 4(1): 353-358.

N

(Naczk et Shahidi, (2006). Naczk. M., et Shahidi. F. (2014). Extraction and analysis of phenolics in food. : . journal of chromatography A., (1054):95-111.

NorQhairullzzreen et MohdFadzelly, (2016), Phytochemicals and antioxidant properties of different parts of Camellia sinensis leaves from Sabah Tea Plantation in Sabah, Malaysia. International Food Research Journal 20(1).

Nebie, (2015). Nebie RH. 2015. Teneur en phénols totaux et activité antioxydante des principales variétés d'oignons (*Allium cepa* L.) cultivées dans la extraits des trois région du Centre-Nord du Burkina Faso. International Journal of Biological and Chemical Sciences 9(1):281-291.

P

Prakash, (2017). Prakash D., Upadhyay G, Brahma N., and singh H B, (2007)

R

Reichmann, *et al.*, (2018). Reichmann Dana, Wilhelm Voth and Ursula Jakob Maintaining a Healthy Proteome during Oxidative Stress [Journal] // Molecular Cell. - January 18, 2018. - p. 204

Références

Ribérreau Gayon, et al., (1972). P.1972. Propriétés chimiques des phénols. Application aux produits naturels. In: "les composés phénoliques des végétaux ".Ed. DUNOD.p.28-57.

S

Silva et al., (2019). Silva, K. M. d., A. A. F. Zielinski, L. Benvenuti, D. G. Bortolini, D. M. Zardo, F. L. Beltrame, A. Nogueira and A. Alberti (2019). Effect of fruit ripening on bioactive compounds and antioxidant capacity of apple beverages. Food Science and Technology 39(2): 294-300.

Santos-Sánchez et al., (2019). Santos-Sánchez N.F, Salas-Coronado R, Villanueva-Canongo C et Hernández-Carlos B, 2019. Antioxidant Compounds and Their Antioxidant Mechanism.

Shinde, A., et al., (2018). Shinde, A., et al., 2018. Effect of Free Radicals & Antioxidants on Oxidative Stress: A Review. Journal of Dental and Allied Sciences. 1. 63. Disponible sur internet : 10.4103/2277-4696.159144.

Šilarová, et al., (2017). Šilarová. B.R. Albuquerque, S.A. Heleno, M.B.P.P. Oliveira, L. Barros, I.C.F.R. Ferreira Phenolic compounds: Current industrial applications, limitations and future challenges

Silva, et al., (2018). Silva, S.L.D., Amaral, J.T., Ribeiro, M., Sebastião, E.E., Vargas, C., Franzen, F.L., Schneider, G., Lorenzo, J.M., Fries, L.L.M., Cichoski, A.J., & P.C.B. Campagnol. 2018. Fat replacement by oleogel rich in oleic acid and its impact on the technological, nutritional, oxidative, and sensory properties of Bologna-type sausages. Meat sci. 149: 141-148. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.11.020>

Skrovankova, et al., (2018). Skrovankova, S., Sumczynski, D., Mlcek, J., Jurikova, T., & Sochor, J. (2015). Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries. International Journal of Molecular Sciences, 16, 24673-24706.

T

Trichine, (2010). Tirichine HS. 2010. Etude ethnobotanique, activité antioxydante et analyse phytochimique de quelques cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) du Sud-Est Algérien: Université Ahmed Ben Bella d'Oran1 Es Senia.

Références

U

USDA (2015). Food Safety Regulatory Essentials (FSRE) Shelf-Stable, Principles of preservation of shelf-stable dried meat products. United State department of Agriculture. Food Safety and Inspection Service.

V

Vora, et al., (2017). Vora Jyoti . et Pednekar Ms. Sneha R. Insight into the Biochemical Link between Biodiversity and Nutraceuticals [Revue] // IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology. - 2017

Vuorela, (2015). Vuorela-Moral, S., Cádiz-Gurrea, M. L., Rodríguez-Pérez, C., Segura-Carretero, A. Recent advances in extraction technologies of phytochemicals applied for the revaluation of agri-food by-products. In Functional and Preservative Properties of Phytochemicals. Prakash, B. (Ed.). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818593-3.00007-5>.

W

Wang, et al., (2019). Wang, X., Xu, M., Cheng, J., Zhang, W., Liu, X., & P. Zhou. 2019. Effect of *Flammulina velutipes* on the physicochemical and sensory characteristics of Cantonese sausages. *Meat Sci.* 154: 22–28. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.04.003>

WPTC 2021. World Processing Tomato Council (WPTC) Annuaire 2020 des tomates transformées. [(consulté le 30 juin 2021)] ; 2020 Disponible en ligne <http://www.tomatonews.com/pdf/yearbook/2020/index.html#48>

Y

Yu-Jing, et al., (2019). Yu-Jing Hang and Guang-Xian Nan Oxidative stress-induced angiogenesis [Journal] // Elsevier. - China : [s.n.], February 20, 2019.

Yang et al. (2016)

Z

Zhou, et al., (2015). Zhou GH, Xu XL, Liu Y (2015). Preservation technologies for fresh meat- A review. *Meat Sci* 86: 119-128.

Annexes

Annexes

Tableau 1, composition chimique du thé vert:

Polyphénols (simples)	25-35%
Cellulose, Lignine, Amidon etc.	20-30%
Protéine	10-20%
Lipides	3-9%
Minéraux	4-8%
Polysaccharides	4-7%
Acides Aminés	3-4%
Caféine	2-4%
Chlorophylle & Caroténoïdes	2-3%
Composés volatiles	Traces

Tableau2, métabolites secondaires du thé vert:

Catéchines	30-42%
Flavonols	5-10%
Caféine	3-5%
Théogalline	2-3%
Théobromine	0,1%
Acide quinique	2%
L-Théanine	4-6%
Chlorophylle et caroténoïdes	0,02%
Minéraux	6-8%

Annexes

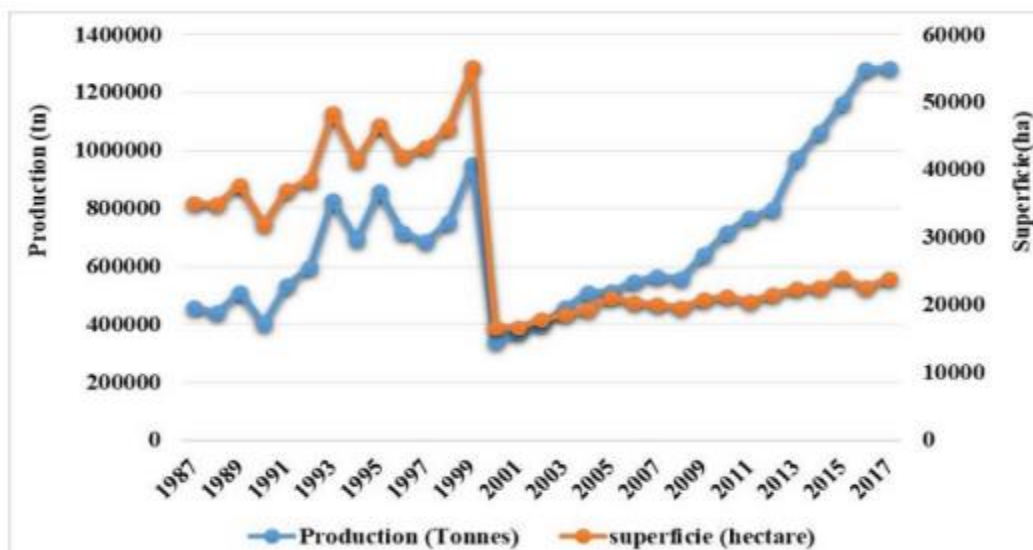


Figure 03: Evolution de la production et la superficie nationale de tomate (FAO, 2018).

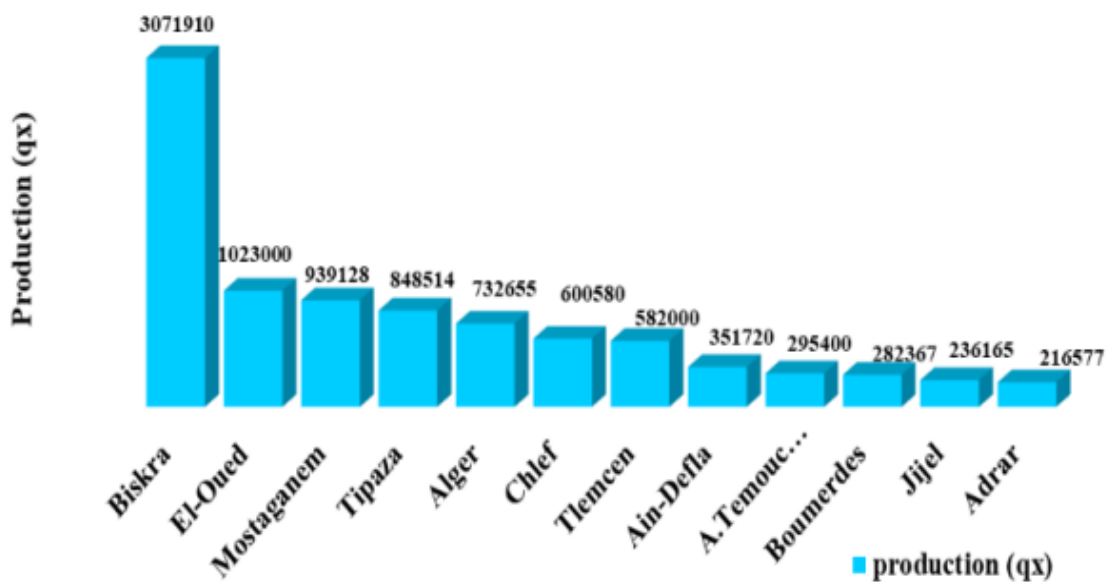


Figure 04 : La production de tomate par wilaya en 2016 (MADRP, 2019).

Annexes

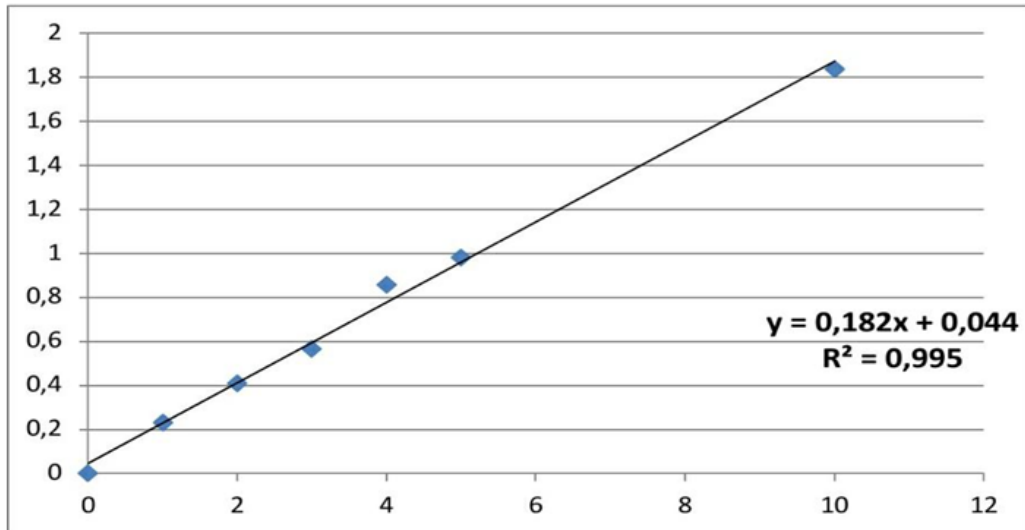


Figure06 : courbe d'étalonnage de l'acide gallique

Tableau 3 : tableau récapitulatif regroupant le rendement, la couleur, et l'odeur de thé vert, tomate et pomme:

	Couleur	Odeur	Rendement %
Thé	Vert	Aromatisé	2.672%
Tomate	Rouge	Aromatisé	1.298%
Pomme	Jaune	Aromatisé	1.213%

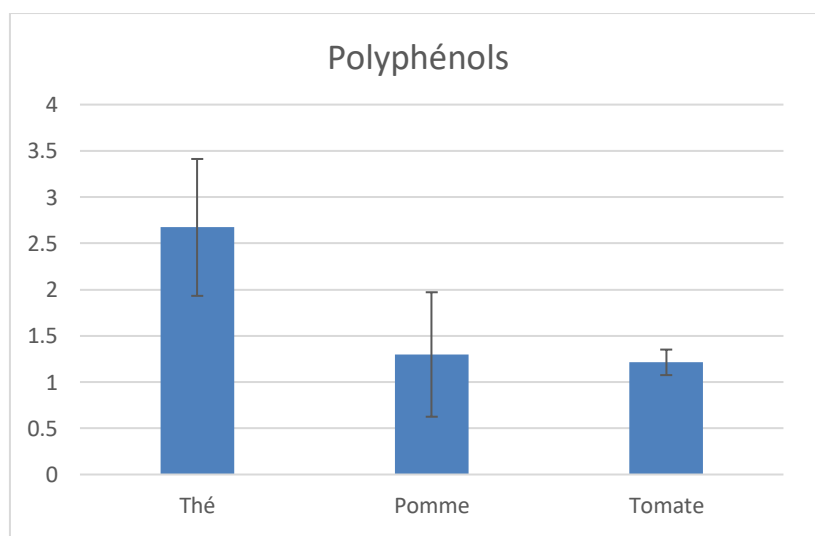


Figure07 : Rendement d'extraction des composés phénoliques de thé vert, la pomme et la tomate

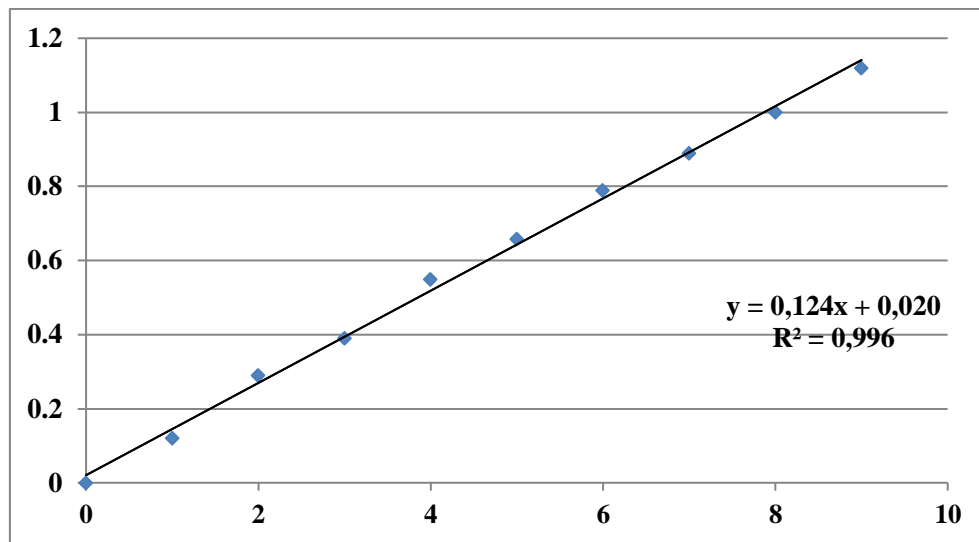


Figure08 : courbe d'étalonnage de quercétine

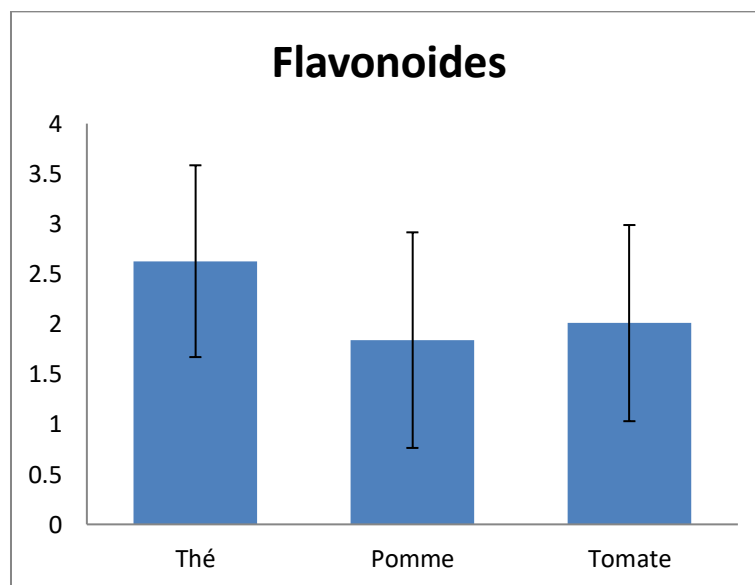


Figure09: Composition en flavonoïdes totaux de thé vert, la pomme et la tomate.

Annexes

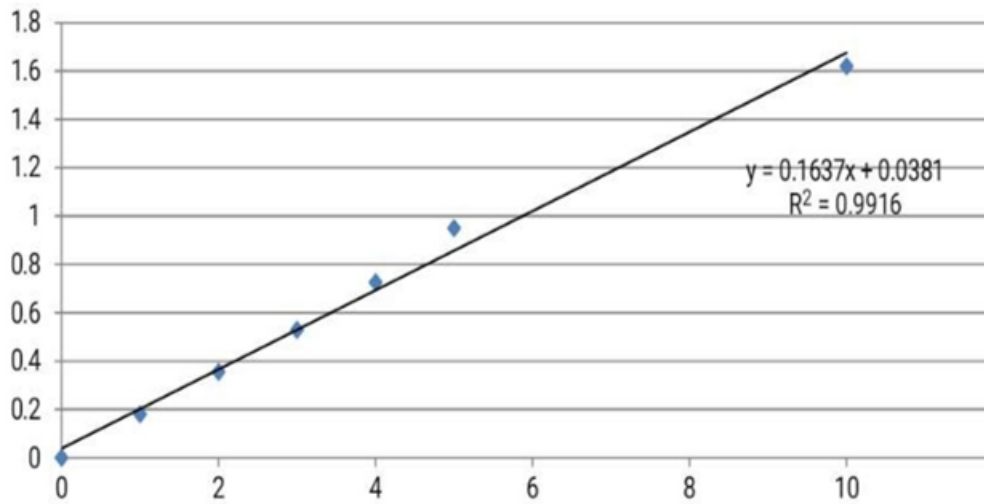


Figure10 : Courbe d'étalonnage de l'activité antioxydante de l'acide ascorbique.

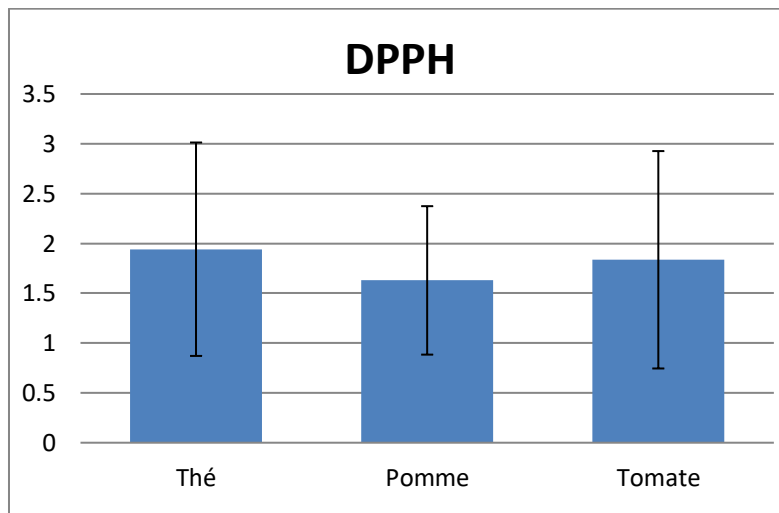


Figure11 : Évolution des taux d'inhibition de DPPH montrant que par les trois extraits.

Annexes

Tableau4 : Analyses physico-chimiques et biochimiques de la viande hachée ovine :

4. pH	6
Matière sèche g/5g	31.64
Teneur en eau g/5g	3.84
Matière minérale g/5g	0.94
Matière organique g/5g	38.16
Lipides totaux mg/5g	20.75

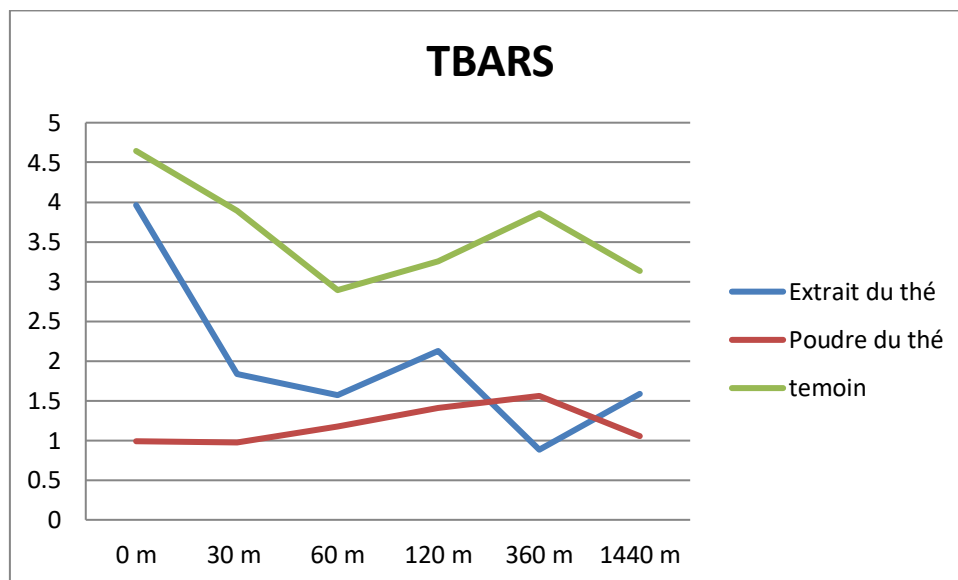


Figure12: Indice TBARS dans la viande hachée ovine