



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université de Larbi Tébessi –Tébessa-

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

Département : Biologie Appliquée

MEMOIRE DE MASTER

Domaine: Science de la nature et de la vie

Filière: Sciences Biologiques

Option: Sécurité Alimentaire et Assurance Qualité

Thème :

« Effet de régime alimentaire riche en plantes aromatiques et médicinales sur la qualité technologique et organoleptique de la viande des petits ruminants dans les régions arides »

Présenté par:

- Hattabi Bouthaina
- Aoun Bouthaina

Devant le jury:

Président	Menaceur Fouad	MCA	Université de Tébessa
Rapporteur	Zouaoui Nassim	MCB	Université de Tébessa
Examinatrice	Ferhi Selma	MCB	Université de Tébessa

Date de soutenance: 27-05-2021

Note :..... Mention :.....

REMERCIEMENT

En premier, je remercie le **BON DIEU** le Tous Puissant de m'avoir donné la vie, la santé et le courage pour mener à terme de ce travail et de m'avoir fait vivre ce moment tant rêvé.

Je tiens à remercier particulièrement sincèrement notre promoteur **Mr ZOUAOUI NASSIM** Docteur au département de Biologie appliquée d'avoir accepté de nous encadrer et de proposer ce sujet de recherche d'avoir veillé à sa réalisation , qui a, toujours, montré disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'ils ont bien voulu nous consacrer, et sans eux, ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.

Je remercie également très sincèrement les membres du jury , le président **Mr MENACEUR FOUAD** et l'examinatrice **Mme FERHI SELMA** , pour avoir bien voulu accepté d'évaluer et d'examiner notre travail

Nos remerciements s'adressent également à tous **NOS CHERS PROFESSEURS** pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles. . Nos profonds remerciements vont également à toutes les personnes qui nous ont aidés et soutenue de près ou de loin.

Merci





Dédicace

AU NOM DU DIEU CLÉMENT ET MISÉRICORDIEUX

Nous dédions cet humble travail à :

Ma très chère mère qui a donné un sens à mon existence, et qui m'offrir une éducation digne de confiance, que dieu prise le tout puissant la gardé

A mon père, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et me protéger

*À mes chers sœurs ... **KHAWLA** , **ABIR** , **HADIL***

*et Mon beau frangin **TAMIM***

Aucune dédicace ne serait suffisante pour vous exprimer ce que je ressente envers vous. Je vous dire juste merci pour vos conseils et vos encouragements, et que je vous souhaite une vie pleine de succès et de prospérité.

*A mon partenaire sur la route **BOUTHAINA** et **MES CHERS AMIS**,*

À tous mes enseignants, Pour leur bienveillance et pour leur contribution à notre solide formation

HATTABI BOUTHAINA



Dédicace

Merci à Dieu pour tout passé, présent et future.

*Aux plus chères personnes du monde, **MES PARENTS**, à qui je dois mon éducation et ma réussite. De tout temps, leur affection a été ma plus grande joie qui me rappelle que je dois travailler. Je leur devrai de les aimer encore plus, quoi que rien ne puisse égaler leur amour, leur tendresse et leur encouragement.*

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien-être.

*_ A l'absente toujours présente dans mon esprit, **MA DEUXIÈME MAMAN** que dieu repose son ame, j'aurais aimé que tu sois ici aujourd'hui pour être fière de moi...*

*_ A mes frères **AHMED , AYOUB** et mes sœurs **HASSIBA , HADIL***

*_ - A mon partenaire sur la route **BOUTHAINA** qui m'a encouragé et soutenu dans mes moments les plus difficile*

*_ A mes très chères amis **HOUYAM , ROUMAÏSSA, ABIR, DONIA, RAYEN, , NOUR , MARWA, RANIA, MAÏSSA, OUMAIMA, TAKWA, RAWEN...***

*_ A tous mes enseignants et mon **ENCADREUR***

AOUN BOUTHAINA

Sommaire

	page
Dédicace	-
Table de matière	-
Liste des abréviations	-
Liste des figures	-
Liste des tableaux	-
Résumé	-
Abstract	-
التلخيص	-
Introduction	01
Chapitre I : « Généralités, élevage des petits ruminants en Algérie et caractérisation et facteurs de variation de la qualité de la viande »	
I.1. Généralités	03
I.2. Race des espèces des petits ruminants	03
I.2.1. Race des espèces des petits ruminants en Algérie	03
I.2.1.1. Race ovine	03
I.2.1.2. Race caprine en Algérie	08
I.2.2. Principaux race des espèces des petits ruminants au monde	11
I.2.2.1. Race ovines dans le monde	11
I.2.2.2. Race caprines dans le monde	12
I.3. Elevage et de pâturage des petits ruminants dans les zones arides	16
I.4. Caractérisation de la qualité de la viande	16
I.4.1. Qualité de viande	16
I.4.1.1. Qualité organoleptique de la viande	17
I.4.1.2. Qualité technologique de la viande	19
I.4.2. Facteurs de variation de qualité de viande	19
I.5 Importance de viande des petits ruminants	20

Chapitre II : « Généralité, caractéristiques et utilisation des plantes aromatiques et médicinales des zones arides »

II.1. Généralités sur les plantes aromatiques et médicinales	22
II.1.1. Historique	22
II.1.2. Définition des plantes aromatiques et médicinales	23
II. 2. Plantes aromatiques et médicinales des zones arides en Algérie	24
II. 2. 1. Description de zone aride en Algérie	24
II. 2. 2. Plantes aromatique et médicinales des zones arides en Algérie	24
II. 2. 3. Principales espèces des plantes aromatique et médicinales utilisées en Algérie	25
II. 3. Adaptation des plantes aromatiques aux conditions climatiques de la zone aride	27
II. 4. Influence du climat aride sur la teneur des plantes en métabolites secondaire	28
II. 4. 1. Définition de métabolites secondaire	28
II. 4. 2. Classification des métabolites secondaires	29
II. 4. 2.1. Terpènes et trapénoïdes	29
II. 4. 2. 2. Composés phénoliques	31
II. 4. 2. 3. Alcaloïdes	33
II. 4. 3. Biosynthèse des métabolites secondaires	34
II. 4. 4. Influence de climat aride sur la teneur des métabolites secondaires en plantes	37
II. 5. Utilisation des plantes aromatiques et médicinales dans le domaine Agro-alimentaire	38
II. 5.1. Additifs alimentaires	38
II. 5.2. Emballage actif	40

**Chapitre III : « Impact de régime riche en plantes aromatique et médicinales
sur la qualité technologique et organoleptique de la viande»**

Introduction	42
III. 1. Effets de l'alimentation sur les caractéristiques de la viande	42
III. 2. Effet de régime riche en plantes aromatiques et médicinales sur la qualité technologique de la viande	44
III. 3. Effet de régime riche en plantes aromatiques et médicinales sur la qualité organoleptique de la viande	44
III. 3. 1. Flaveur	45
III. 3. 2. Couleur	46
III. 3. 3. Tendreté	46
III. 4. Composés volatils et qualité sensorielle de la viande	47
III. 5. Effet des antioxydants sur la stabilité oxydative de la viande	50
III. 6. Métabolites secondaires et amélioration de la stabilité oxydative de la viande	51
Conclusion	53
Références bibliographiques	55

LISTE DES ABREVIATIONS

PRs	Petits ruminants
PAM	Plantes aromatiques et médicinales
CPs	Composés phénoliques
HEs	Huiles essentiels
MMb	Metmyoglobine
AG	Acide gras
AGPI	Acides gras polyinsaturé
COV	Les composés organiques volatils
PG	Le gallate de propyle
TBHQ	Le tert-bu-tylhydroquinone
BHA)	Le hydroxyanisolebutylé
BHT	Le butylatedhydroxytoluène
OMS	Organisation mondiale de santé
UV	Ultra violet
AMV	L'acide mévalonique
PME	Le phosphate de méthylérythritol
LOX	La lipoxigénase
DMAPP	3-deoxy-D-arabinoheptulosonate-7 phosphate;
DAHP	Diméthylallyl pyrophosphate; E4P, érythrose 4-phosphate
MS	Métabolites secondaires
PM	<i>Post mortem</i>

LISTE DES FIGURES

N°	Titre	page
Figure 01 .	Localisation des races ovines en Algérie en 2003	04
Figure 02 .	(A) Bélier <i>Ouled-Djellal</i> à Biskra et (B) Bélier <i>Ouled-Djellal</i> à Sétif	05
Figure 03 .	(A) Hamra à Mechria (Nâama) et (B) Bélier Hamra à Saïda	06
Figure 04 .	(A) Bélier <i>Sidaou</i> à Djanet (Illizi) et (B) Brebis <i>Sidaou</i> à Laghouat	06
Figure 05 .	(A) Brebis <i>Rembi</i> à Djanet(Illizi) et (B) Bélier <i>Rembi</i> à El-Kala	07
Figure 06 .	(A) Antenaises <i>D'man</i> à Adrar et (B) Brebis <i>D'man</i> à Adrar	08
Figure 07 .	Chèvre de race <i>Arbia</i>	09
Figure 08 .	Bouc de race <i>Makatia</i>	10
Figure 09 .	Chèvre de race <i>M'zab</i>	10
Figure 10 .	Chèvre de race <i>Kabyle</i>	11
Figure 11 .	Exemple de chèvre race <i>Alpine</i>	13
Figure 12 .	Exemple de chèvre de race <i>Saanen</i>	14
Figure 13 .	Exemple de chèvre de race <i>Poitevine</i>	15
Figure 14 .	Exemple de chèvre de race <i>Angora</i>	15
Figure 15 .	Classes de couleurs de viande	18
Figure 16 .	Aperçu des voies de biosynthèse menant à l'émission de composés organiques volatils (COV) des végétaux	35
Figure 17 .	Schéma de biosynthèse des métabolites secondaires des plantes	36

LISTE DES TABLEAUX

N°	Titre	page
Tableau 01 .	Effectif des races ovines en Algérie	04
Tableau 02 .	Liste des familles des plantes aromatiques et médicinales de la région de Biskra	26
Tableau 03 .	Classification des terpènes en fonction du nombre d'unités d'isoprène	31

Résumé

La région aride se caractérise par sa richesse et sa grande diversité en plantes aromatiques et médicinales. Ces dernières possèdent un grand potentiel quantitatif et qualitatif des molécules bioactives naturelles avec des propriétés antioxydantes et des propriétés aromatisantes notamment les composés phénoliques et les composés volatils. En effet, ce qui la favorise à être une excellente région de pâturage des petits ruminants et avoir un impact sur l'amélioration de la qualité technologique et organoleptique de la viande. La viande des petits ruminants issue de régime du pâturage a une meilleure stabilité oxydative des lipides et a une saveur et une composition en acides gras différentes par rapport à la viande petits ruminants issue de régime concentré, en raison d'une concentration plus élevée d'antioxydants naturels. Et par conséquent, augmenté la stabilité et la durée de conservation de la viande. Bien qu'il existe de nombreux composés antioxydants synthétiques pour prévenir le processus oxydatif, mais les consommateurs préfèrent les antioxydants naturels en raison de préoccupations concernant les effets toxicologiques des antioxydants synthétiques.

Mots clé : *aride ; aromatiques ; médicinales ; petits ruminants ; viande ; organoleptique .*

Abstract

The arid region is characterized by its richness and great diversity of aromatic and medicinal plants. The latter possess a great quantitative and qualitative potential of natural bioactive molecules with antioxidant properties and flavouring properties including phenolic compounds and volatile compounds. Indeed, what it promotes is to be an excellent grazing area for small ruminants and to have an impact on the improvement of the technological and organoleptic quality of the meat. The meat of small ruminants from pasture diets has a better oxidative stability of lipids and has a different flavour and fatty acid composition compared to small ruminant meat from concentrated diets, due to higher levels of natural antioxidants. And therefore, increased the stability and shelf life of the meat. Although there are many synthetic antioxidant compounds to prevent the oxidative process, consumers prefer natural antioxidants due to concerns about the toxicological effects of synthetic antioxidants.

Keywords : arid ; aromatic ; medicinal ; small ruminants ; meat ; organoleptic

ملخص

تتميز المناطق الجافة بغناها وتنوعها الكبير من النباتات العطرية والطبية. وتمتلك هذه الأخيرة إمكانات كمية ونوعية كبيرة للجزيئات الطبيعية النشطة حيويًا ذات الخصائص المضادة للأكسدة وخصائص النكهة بما في ذلك المركبات الفينولية والمركبات المتطايرة. بل إنها تشجع على أن تكون منطقة رعي ممتازة للحيوانات المجترة الصغيرة حيث يكون لها تأثير على تحسين الجودة التكنولوجية و الحسية للحوم . تتمتع لحوم المجترات الصغيرة التي تأتي من نظام المراعي باستقرار تأكسدي أفضل للدهون ولها نكهة مختلفة وكذا تركيبة أحماض دهنية مختلفة مقارنة بلحوم المجترات الصغيرة التي تأتي من النظام الغذائي المركز ، وذلك بسبب التركيز العالي لمضادات الأكسدة الطبيعية. ونتيجة لذلك ، تزيد من استقرار وصلاحية اللحم. على الرغم من وجود العديد من المركبات الاصطناعية المضادة للأكسدة لمنع عملية الأكسدة ، إلا أن المستهلكين يفضلون مضادات الأكسدة الطبيعية بسبب مخاوف بشأن التأثيرات السمية لمضادات الأكسدة الاصطناعية.

الكلمات الرئيسية : الجافة ؛ العطريات. ؛ طبي ؛ المجترات الصغيرة ؛ لحم؛ الحسية.

Introduction

Introduction

Les petits ruminants sont élevés pour le lait et la viande depuis des milliers d'années. Elles constituent des ressources naturelles renouvelables, très diversifiées en termes de potentiel génétique, de distribution, de fonction et de productivité (Lombardi, 2005).

Les petits ruminants sont les transformateurs les plus efficaces du fourrage de faible qualité en produits animaux de haute qualité avec une composition chimique et des caractéristiques organoleptiques distinctes. Il existe un large éventail de systèmes d'élevage ovin et caprin, de très extensifs, basés sur des prairies naturelles ou des parcours, à des systèmes très intensifs, basés sur le pâturage naturel et l'alimentation complémentaire. Habituellement, les systèmes qui sont comparés sont ceux basés principalement sur les pâturages par rapport aux systèmes intérieurs car l'utilisation de céréales dans les régimes alimentaires des animaux crée un conflit concurrentiel avec la nutrition humaine, et l'utilisation du soja est coûteuse. Un défi intéressant pour les scientifiques dans le domaine de l'alimentation animale est l'introduction d'aliments alternatifs qui pourraient surmonter les problèmes de rigueur environnementale et les coûts de production. Dans le même temps, la préservation de la santé animale, du rendement de la production et de la qualité des produits est essentielle (Vasta *et al.*, 2008 ; Zervas et Tsiplakou, 2011).

De nombreuses études scientifiques ont démontré l'importance de plantes aromatiques et médicinales dans l'alimentation des animaux. Dans le cas des petits ruminants, les ovins et les caprins s'adaptent facilement aux milieux aride et qu'ils consomment les plantes aromatiques et médicinales comme l'armoise, carthame, romain, harmel, *etc.* de plus, les systèmes de pâturage des ovins et des caprins, étant souvent les seules entreprises possibles dans les zones arides, offrent un certain nombre d'avantages environnementaux, socio-économiques et nutritionnels (Tipu *et al.*, 2006 ; Baumont *et al.*, 2000)

Les régions arides du monde occupent des zones très étendues des masses continentales et constituent près de la moitié de la surface terrestre de la Terre. Plusieurs étude spécifique démontré l'importance sur les plantes aromatiques et médicinales de ces régions dû de son adaptation avec climat sec et présenter un intérêt considérable; outre sa valeur scientifique, il peut fournir des indications précieuses sur les orientations de la recherche sur les plantes aromatiques et médicinales

et sur les possibilités pratiques d'utilisation de ces plantes dans l'économie actuelle (Kaky et Gilbert, 2016).

La consommation de ces plantes aromatiques et médicinales par les animaux affecte la qualité organoleptique et technologique de la viande. Plusieurs études ont montré que l'exploitation de ces plantes peut être utilisée avec succès comme supplément dans le régime des animaux (Vasta *et al.*, 2008).

Ces stratégies d'alimentation semblent prometteuses car les consommateurs exigent des aliments plus sains, appréciés du point de vue hédoniste et obtenus avec systèmes agricoles durables et sans médicaments (Font *et al.*, 2011).

Cependant, certaines de ces ressources alimentaires de remplacement contiennent des métabolites secondaires très importants. De plus, certains composés de ces dernières comme les terpènes, les composés phénoliques, *etc.*, dérivés des pâturages et transférés dans la viande, peuvent être utilisés comme traceurs des préférences alimentaires des ovins et des caprins ou bien donner une idée sur l'origine géographique de pâturage (Viallon *et al.*, 2000).

C'est pour cela nous avons inscrit à cet étude qui porte des recherches bibliographiques présentent l'impact de régime riche en plantes aromatiques et médicinales, qui contiennent de nombreuses molécules bioactives naturelles aux propriétés antioxydantes très importantes, sur la qualité technologiques et organoleptiques et la stabilité oxydative des viandes des petits ruminants dans les régions arides.

Cette présente étude comporte une introduction, conclusion générale et trois chapitres : le premier chapitre nous donne des généralités, l'élevage et les races les plus abondantes des espèces des petits ruminants en Algérie et caractérisation et facteurs de variation de qualité de viande, le deuxième chapitre nous informe sur des généralités, caractéristiques et utilisation des plantes aromatiques et médicinales des zones arides et le troisième chapitre comporte l'impact de régime riche en plantes aromatiques et médicinales sur la qualité technologique et organoleptique des viandes et ainsi sur la stabilité oxydative des viandes des petits ruminants dans les régions arides.

Chapitre I :

*« Généralités, élevage des petits
ruminants en Algérie et caractérisation
et facteurs de variation de la qualité de
la viande »*

I.1. Généralité

Les petits ruminants sont une ressource importante mais négligée dans les pays en développement. Elles sont étroitement liées aux populations les plus pauvres dans les systèmes pastoraux et les systèmes complexes de culture et d'élevage (El Aich et Waterhouse, 1999).

Traditionnellement, elles ont été liées au pâturage, ce qui a accru l'utilité des terres agricoles impropres à la culture, comme les régions montagneuses, arides ou les régions semi-désertiques ((Zervas *et al.*, 1996 ; Degen, 2007).

Cependant, les systèmes de pâturage des ovins et des caprins, étant souvent les seules entreprises possibles dans les zones défavorisées, offrent un certain nombre d'avantages environnementaux, socio-économiques et nutritionnels (Zervas et Tsiplakou, 2011).

I. 2. Races des espèces des petits ruminants

I. 2. 1. Races des espèces des petits ruminants en Algérie

Avec une superficie de 2381741 km², l'Algérie est considérée comme le plus vaste pays africain. Elle est caractérisée par une grande diversité de ses conditions pédoclimatiques et ressources génétiques, végétales et animales. L'Algérie abrite une diversité d'animaux de production très diversifiée allant des poules aux dromadaires, en passant par les caprins, les bovins et les ovins (Moula, 2018).

I. 2. 1.1. Races ovines

En Algérie, les ovins constituent une véritable richesse nationale pouvant être appréciée à travers son effectif élevé par rapport aux autres spéculations animales et particulièrement par leur diversité (Dekhili, 2010).

Actuellement, ce cheptel est constitué de plusieurs races la plus importantes sont « *Ouled-Djellal, Rembi, Hamra, Berbère, Barbarine, D'men, Sidaou, Tâadmit, Tazegzawt* » (tableau 01). Ces dernières présentent diverses caractéristiques de résistance, de prolificité, de productivité de viande, de lait et de laine ainsi qu'une bonne adaptabilité en milieu aride, steppique et saharien (Djaout *et al.*, 2017).

Tableau 01. Effectif des races ovines en Algérie (Feliachi, 2015)

Races	Effectifs (tête)
<i>Ouled-Djelal</i>	11.340.000
<i>Rembi</i>	2.000.000
<i>Hamra</i>	55.800
<i>Bérbère</i>	4.50.000
<i>Barbarine</i>	70.000
<i>D'men</i>	34.000
<i>Taadmite</i>	2200
<i>Sidaou</i>	23.400

Les ovins sont répartis sur toute la partie nord du pays, avec 80% de l'effectif total concentré sur la steppe et les hautes plaines semi arides céréalières. Les populations du Sahara, exploitent les ressources des oasis et des parcours désertiques.

La distribution spatiale des races ovines est illustrée dans la figure suivante :



Figure 01. Localisation des races ovines en Algérie en 2003 (Deghnouche, 2011).

I. 2. 1.1. 1. Races à effectif élevé

❖ La race *Ouled-Djellal*

La race « *Ouled-Djellal* » (dite race arabe blanche) occupe la majeure partie des régions de Nord, au niveau de la Steppe et s'implante aussi au Nord du Sahara. Historiquement, cette race aurait été introduite par les Béni-Hilal venus en Algérie au XI^{ème} siècle, du Hidjaz (Arabie) en passant par la Haute Egypte sous le Khalifa des Fatimides. Il faut cependant remarquer que les races ovines du Moyen-Orient et d'Asie sont toutes des races à queue grasse (Figure 01). C'est pour cette raison, que d'après Trouette 1929, la race *Ouled-Djellal* à queue fine et laine fine aurait été introduite par les romains, grands amateurs de laine, au cinquième siècle venant de Tarente en Italie où ce type de mouton existe jusqu'à présent. Il est d'ailleurs représenté sur les stèles funéraires des ruines de Timgad (Batna) (Chellig, 1992).



Figure02. (A) Bélier *Ouled-Djellal* à Biskra et (B) Bélier *Ouled-Djellal* à Sétif (Djaout, 2015)

❖ La race *Hamra*

La race *Hamra* dite « *Deghma* » est autochtone d'Algérie, elle est dite « *Beni-Ighil* » au Maroc (haut atlas marocain) où elle est élevée par la tribu *Béni-Ighil* d'où elle tire son nom. Mais en Algérie cette race est connue sous le nom « *Deghma* » à cause de sa couleur rouge foncée (figure 02). Elle est très appréciée pour sa rusticité mais surtout pour la saveur et la finesse de sa chair. Son effectif était estimé à 3 millions 200 milles têtes au début des années 90 (Chellig, 1992) pour atteindre 500 milles en 2003 (Feliachi *et al.*, 2003), ce dernier a beaucoup diminué pendant ces dernières années. Cette diminution est due surtout à l'introduction massive, par les éleveurs, de la race *Ouled-Djellal* dans le berceau de cette race. Le berceau de la race *Hamra* était étendu du Chott Chergui à la frontière marocaine (Chellig, 1992). Actuellement, la race *Hamra*

est localisée surtout au niveau de la région Ouest de la steppe au niveau des Wilayas de Saïda, El-Bayed, Nâama et Tlemcen.



Figure 03. (A) *Hamra* à Mechria (Nâama) et (B) Béliers *Hamra* à Saïda (Chekal, 2013 ; Djaout et Rabhi, 2015)

❖ **La race *Sidaou***

Cette race s'appelle aussi « *Targuia* » parce qu'elle est élevée par les Touaregs qui vivent au Sahara entre le Fezzan en Lybie-Niger et le sud algérien au Hoggar-Tassili. Il semble que l'origine de la race *Targuia* soit le Soudan (le Sahel). Elle avait un effectif qui était estimé à plus de 1 million de têtes. Elle occupe la quasi-totalité du Sud Algérien et durant notre enquête on a trouvé quelques têtes de *Sidaou* dans la région de Laghouat. Le mouton *Sidaou* ressemble à une chèvre sauf qu'il a une queue longue et un bêlement de mouton (figure 04). Son corps est de couleur noire, paille clair, blanc ou présentant un mélange de deux couleurs, avec des variétés dans la répartition des taches. Les cornes chez le mâle sont soit absentes, soit se présentent sous forme courbée et de petite taille. La queue est mince, très longue presque au ras du sol, et elle présente une extrémité blanche (Djaout *et al.*, 2017).



Figure 04. (A) Béliers *Sidaou* à Djanet (Illizi) et (B) Brebis *Sidaou* à Laghouat (Djaout, 2013 ; Chekal, 2015)

I. 2. 1.1. 2. Races à effectif limité

❖ La race *Rembi*

La race *Rembi* est nommée « *Sagâa* » dans la région de Tiaret. Historiquement, la *Rembi* occupait presque toute la steppe de l'Est à l'Ouest de l'Algérie et présente une meilleure adaptation à la steppe et parcours de montagne par rapport à la race « *Ouled-Djellal* » grâce à sa grande rusticité. Ce mouton *Rembi* est particulièrement adapté aux régions de l'Ouarsenis et les monts de Tiaret (figure 05). La race « *Rembi* » occupe la zone intermédiaire entre la race « *Ouled-Djellal* » à l'Est et la race « *Hamra* » à l'Ouest. Elle est limitée à son aire d'extension puisqu'on ne la rencontre nulle part ailleurs (Chellig, 1992).

D'après l'enquête faite par Djaout et *al.*(2017), l'aire de répartition la race *Rembi* connaît un rétrécissement à cause de l'extension de la race *Ouled-Djellal*. En effet, son berceau est devenu limité à la région Centre Ouest de l'Algérie au niveau de la Wilaya de Tiaret et Aïn-Témouchent.



Figure 05. (A) Brebis *Rembi* à Djanet (Illizi) et (B) Bélier *Rembi* à El-Kala (El-Tarf) (Djaout, 2013 ; Chekal, 2015)

❖ La race *D'man*

C'est une race saharienne des oasis du Sud-Ouest Algérien et du Sud Marocain (Chellig, 1992). Ces régions ont des liens historiques très étroits entre elles ce qui explique en grande partie la présence de la race *D'man* dans les deux localités (Bouix et Kadiri, 1975). Ce qui n'est pas le cas ces dernières années vu l'isolement politique entre les deux pays, d'ailleurs l'étude moléculaire qui a été réalisée par Dr. Gaouar (2009) a prouvé une nette différence entre les deux populations. Une différence phénotypique existe aussi surtout concernant la répartition

des couleurs sur le corps (figure 05). La race *D'man* (localement le mot *D'man* veut dire croisé) a un effectif très réduit, actuellement, quelques troupeaux dans la région de Bechar, El-Menia (El-Goléa) et Adrar (Djaout *et al.*, 2017 ; Gaouar, 2009).



Figure 06. (A) Antenaises *D'man* à Adrar et (B) Brebis *D'man* à Adrar (Boubekeur, 2013 ; Boubekeur, 2015)

I. 2. 1.2. Races caprine

La population caprine d'Algérie est localisée dans les zones montagneuses (28,8%), la steppe (41,1%) et le sud (22,5%) (Khemici *et al.*, 1996).

Les populations existantes en Algérie sont classées en trois populations (Feliachi, 2003): la population des races locales, la population des races importées et la population des races croisées ou « races métissées »

I. 2. 1.2. 1. Population des races locales ou « races traditionnels »

La population locale en Algérie est de type traditionnel, le rameau Nord Africain aux poils noirs, gros et résistant se rapproche du type Kurde et Nubio-syrien. La population locale caprine est divisée en quatre sous populations (Guintard *et al.*, 2018 ; Feliachi, 2003) : la *Arabia*, la *M'zabit*, la *Mekatia* et la *naine de Kabylie*.

I. 2. 1.2. 1. 1. Sous populations « Arabia »

La plus important de ces population locales Algérienne est la chèvre « *arabe* » dite encore population « Arabo-maghrébine » ou « *Arbia* ». Elle se localise en zone steppique, semi-steppique et dans les hauts plateaux. Son phénotype offre des caractères assez homogènes : sa hauteur au garrot est faible (de 50 -70 cm en moyenne) et elle possède une tête dépourvue de

corne dans un tiers des cas environ, avec des oreilles longues, larges et pendantes. Sa robe est multi-couleurs (noir, grise, marron) à poils longs de 12 -15 cm. la robe noir prédomine, avec souvent des pattes blanches au dessus du genou, des raies blanches et fauves sur la face, des taches blanches à l'arrière des cuisses. Cet animal est parfaitement adapté aux contraintes des parcours et possède de bonnes aptitudes de reproduction (elle est saisonnée). Cette est principalement élevée pour la viande de chevreaux même si son lait, produit en faible quantité (1,5 litre par jour), représente un intérêt indéniable. L'aire d'extension de cette population s'étalerait du Nord jusqu'à la limite Sud de la steppe. Elle est localisée principalement dans la région de Laghouat. On distingue deux morphotype (Guintard *et al.*, 2018 ; Khemici *et al.*, 1995): le sédentaire et le transhumant :

- **Le type sédentaire** : sa taille moyenne est de 70 cm pour le male et de 63 cm pour la femelle, alors que leurs poids respectifs sont de 50 kg et 35 kg. Le corps est allongé avec un dessus rectiligne et un chanfrein droit. Le poil est long, de 10 à 17 cm, pie noir ou brun. La tête est soit d'une couleur unie soit avec une liste, elle porte des cornes moyennement longues et dirigées vers l'arrière, et des oreilles assez longues (17 cm), la production laitière est de 0,5 litre par jour.
- **Le type transhumant** : sa taille moyenne est de 74 cm pour le male et 64 cm poule la femelle, donc légèrement plus élancé que le type précédent et leurs poids respectifs sont de 60 kg et 42 kg. Le corps est allongé, le dessus droit et rectiligne, mais parfois convexe chez certains sujets. Les poils sont longs de 41 à 21 cm et la couleur pie noir domine. La tête porte des cornes assez longues dirigées vers l'arrière (surtout chez le male) dont les oreilles sont très larges. La production laitière et de 0,25 – 0,75 litre par jour.



Figure 07. Chèvre de race arbia (Gani, 2016)

I. 2. 1.2. 1. 2. Sous populations « *Mekatia* »

Cette appellation prend sa source dans le qualificatif attribué à la pierre lisse (*El-mekat*) utilisée comme pavé pour les rues des oasis (Khemici *et al.*, 1995). La race *Mekatia* qui se rencontre plus au Sud, au-delà de cette limite et resterait confinée aux oasis du désert (Khemici *et al.*, 1995). Elle est localisée dans les hauts plateaux et la région de Nord de l'Algérie. Elle est utilisée principalement pour la production de lait et de viande et spécialement pour la peau et le cuir. C'est race de grande taille et de couleur variée (Feliachi, 2003).



Figure 08. Bouc de race *Makatia* (Moula *et al.*, 2014)

I. 2. 1.2. 1. 3. Sous population « *M'zabit* »

C'est une chèvre principalement laitière, appelée également *Touggourt*, cette chèvre est originaire de M'tlili dans la région de Ghardaïa. Elle peut toutefois se trouver dans la partie septentrionale du Sahara. Elle est de taille moyenne (65 cm), son corps allongé, sa tête est fine et cornée, alors que sa robe présente trois couleurs : le chamois, le blanc et le noir (Feliachi, 2003).



Figure 09. Chèvre de race *M'zab* (Moula *et al.*, 2014)

I. 2. 1. 2. 1. 4. Sous population « naine de Kabylie »

La chèvre de Kabylie est petite taille. Elle peuple abondamment les massifs montagneux de la Kabylie, des Aurès et du Dahra. Son poil est long de couleur généralement brun foncé, parfois noir ; la tête de profil courbé, est surmontée de corne (Feliachi, 2003).



Figure 10. Chèvre de race *Kabyle* (Moula *et al.*, 2014)

I. 2. 1. 2. 2. Population des races importées

Elle est représentée principalement par la *Saanen* et à un moindre degré par l'*Alpine*, importées d'Europe et caractérisées par leur forte production laitière. La race *Saanen* est élevée principalement par les fabricants du fromage en Kabylie (Guintard *et al.*, 2018).

I. 2. 1.2. 3. Population des races croisées ou « races métissées »

Elle est issue de croisements contrôlés ou non des races locales avec les races *Maltaise*, *Damasquine*, *Murciana*, *Toggenburg*, *Alpine* et *Saanen*. L'objectif de ces croisements reste varié selon les régions et les éleveurs (Guintard *et al.*, 2018).

I. 2. 2. Principaux race des espèces des petits ruminants au monde

I. 2. 2. 1. Race ovines dans le monde

I. 2. 2. 1. 1. Race « Finnoise »

L'origine de cette race ne fait aucun doute : elle vient de ce pays nordique qu'est la Finlande. On aurait très bien pu l'appeler également race finlandaise. Il s'agit donc d'un mouton venu du nord de l'Europe.

Elle présente une petite tête sans cornage, mais avec des oreilles dressées relativement petites elles aussi. Les males se reconnaissent à leur tête plus large et plus courte. La race Finnoise est de format moyen avec des béliers qui présentent 80 à 90 kg. Des brebis de 60 à 70 kg. Le corps est particulièrement long et les membres assez courts, mais puissants avec de bons aplombs. La Toison est très épaisse et elle semble former une immense pelisse sue mouton. De couleur blanche, la l'aine n'est pas de bonne qualité : elle est même très grossière et les mèches sont longues. La Toison ne recouvre pas la tête, laisse apparente une bonne partie du cou et ne recouvre pas non plus les membres (Babo, 2000).

I. 2. 2. 1. 2. Race « *Tarasconnaise* »

La race *Tarasconnaise* porte le nom de Tarascon, une ville de l'Ariège car il s'agit en fait de Tarascon-sur-Ariège. Agglomération située à la rencontre des vallées de la rivière Ariège de son affluent le Vicdessos. On est en plein pays ariégeois, juste au sud de Foix, la préfecture. Cette race est donc originaire de cette partie de département.

Elle est de moyen format ; un bélier pèse de 70 à 80 kg, une brebis de 50 à 60 kg. La race respire une impression de puissance ; rien que la tête impressionne. Elle est grosse avec un chanfrein légèrement busqué, avec des oreilles moyennes bien horizontales. Gare aux coups de tête car la race est cornée, cornes de belle taille chez le bélier, nettement plus fines et plus petites chez le brebis. Me corps est lui aussi imposant avec un cou long et fin, une pointure développée, un dos bien plat et un rien large. Les membres sont très puissants, et une queue longue et fine complète le portrait. La toison est belle, fine, serrée, sans jarre, mais faite de mèches relativement longue, et à la tonte on est surpris de son faible poids : 1,5 kg pour le bélier, 1 kg pour brebis. Il est vrai que la laine blanche recouvre peu la bête, elle est absente de la tête, de la nuque, de la pointure, du dessous du ventre et de la totalité des membres (Babo, 2000).

I. 2. 2. 2. Race caprine dans le monde

La race Texel est originaire des Pays-Bas. Sa sélection s'opère différemment selon les pays. En Belgique, les éleveurs ont sélectionné une souche avec un développement musculaire très important. La race Texel belge est considérée de type culard (double muscle) due à l'effet d'un gène majeur *MH* responsable de l'hypertrophie des muscles. Elle se caractérise principalement par sa conformation exceptionnelle, son rendement élevé à l'abattage. La viande du *Texel* est une viande maigre avec une proportion élevée de morceaux nobles.

I. 2. 2. 2.1. Race européenne

I. 2. 2. 2.1.1. Race « *Alpine* »

Originnaire, comme son nom l'indique, du massif français et suisse, le berceau de la race se situe en Savoie, région que celle-ci occupe depuis des siècles. Elle a commencé à s'étendre à partir de 1950, pour rapidement s'imposer. Elle s'adapte aussi bien à la pâture en liberté qu'à l'élevage en stabulation. C'est une chèvre de taille moyenne. La ligne du dos est rectiligne, la croupe est large et peu inclinée. Les membres sont solides, les articulations sont sèches. L'encolure, dégagée et fine, se prolonge par une tête au profil concave et au front et au museau large. Elle peut être avec ou sans corne, avec ou sans pampilles (excroissance de peau en arrière de gorge) et avec une barbiche. Les oreilles sont portées dressées vers l'avant. La mamelle est souple et volumineuse, bien attachée en avant comme arrière. Le poil est ras. Toutes les couleurs de robe existent, les plus répandues étant fauve (chamoisé) ou marron, avec les pattes et en raie dorsale noire. Il peut avoir des taches blanches. Elle est très bonne productrice de lait, ont des trayons bien développés (Fournier, 2006). La chèvre Alpine est souvent décrite comme étant assez rustique (Vanwarbeck, 2008).



Figure 11. Exemple de chèvre race *Alpine* (Capgènes., 2013)

I. 2. 2. 2.1.2. Race « *Saanen* »

Elle est originaire de la ville de la Saane, dans le canton de Berne, en Suisse. Elle a commencé à s'étendre hors de son berceau dans les années 1950. C'est une chèvre de taille moyenne et dotée d'une bonne charpente osseuse. Sa poitrine est profonde et ses membres sont solides. Sa tête, au front et au museau large, présente un profil presque droit. Elle est souvent sans cornes, avec ou sans pampilles, et avec parfois une barbiche. Les oreilles sont portées à

l'horizontale. La mamelle, très large, et globuleuse. Le poil est court, la robe est uniformément blanche. Comme l'alpine, c'est une grande laitière (Fournier, 2006). Les chèvres *Saanen* sont reconnues comme étant des animaux ayant un caractère assez calme qui s'adaptent bien à des régimes intensifs (Vanwarbeck, 2008), et préfère les climats tempérés (Zarrouk *et al.*, 2001).



Figure 12. Exemple de chèvre de race *Saanen* (Capgènes., 2013)

I. 2. 2. 2.1.3. Race « *Poitevine* »

Comme pour *l'Alpine*, le nom de la race indique sans ambiguïté son origine. Il s'agit du Poitou, entité prise dans le sens de l'ancienne province du même nom. Mais peut être plus précis, la race *Poitevine* est originaire d'une zone plus restreinte, celle qui entoure les sources de la Sèvre Niortaise. La race *Poitevine* est de format moyen. C'est une race à poil long de robe brun foncé ou noir, les deux sont admises. La robe des boucs est plus sombre. Certaines bêtes ont du blanc ou une couleur claire sur le ventre, sur les pattes et sur la gorge. La tête, cornée ou pas, avec ou sans pampilles, avec ou sans barbiche, est de forme triangulaire, le chanfrein portant une liste. En général, le front et le chignon sont droits. La race porte fièrement la tête au bout d'un cou long et souple. Le dos est lui aussi droit et les membres sont bien d'aplomb. La mamelle est allongée et bien attachée avec une peau très souple ce qui aide pour la traite mécanique. La *Poitevine* est une race rustique qui met en valeur les pâturages et les fourrages grossiers des régions de plaine. Elle peut aussi bien vivre en plain aire qu'en stabulation. La *Poitevine* est également une très bonne laitière. En fin c'est une race résistante et facile à élever (Babo, 2000). La *Poitevine* est une race rustique, qui semble être bien adaptée au pâturage, qui souvent appréciée pour la qualité fromagère de son lait (Vanwarbeck, 2008).



Figure 13. Exemple de chèvre de race poitevine (Capgènes., 2013)

I. 2. 2. 2.2. Race d'Asie

I. 2. 2. 2.2. 1. Race « Angora »

Le nom *d'Angora* a pour origine le nom d'une province turque : l'Angora, province située en Anatolie qui est aujourd'hui la région d'Ankara. Mais en réalité cette province du centre de la Turquie n'est qu'une étape importante sur la longue route historique de la race. L'Angora est race caprine de petit format. Les cornes des males se recourbent en une spirale extérieure. La tête est petite et les oreilles sont pendant vers l'avant, le tronc est volumineux, les membres sont puissants et ont de bons aplombs. La laine est blanche, mais la toison bouclée ne doit pas comporter de poils de couleur ; de plus elle doit être sans jarre et bien répartie sur tout le corps. Plus la toison est lustrée et brillante, plus elle est recherchée. La race Angora est élevée pour sa laine car elle est peu compétitive dans les domaines du lait et de la viande (Babo, 2000).



Figure 14. Exemple de chèvre de race *Angora* (Capgènes, 2013)

I. 2. 2. 2. 2. Race « Naine »

Ses origines sont doubles, certaines viennent de Tibet, d'autre du Sénégal. Cette race demande peu de soin et est parfaitement adaptée à de petites surfaces d'herbues. C'est une chèvre de petite taille, au corps trapu, à la poitrine profonde et large et aux pattes courtes et musclées. La tête est surmontée d'une paire de cornes tournées vers l'extérieur. Le bouc porte une barbiche. Le poil est ras. La race *Naine* est exclusivement un animal de compagnie (Fournier, 2006). Même s'il s'agit d'une race très populaire, la chèvre naine est une chèvre d'agrément (Vanwarbeck, 2008).

I.3. Elevage et pâturage des petits ruminants dans les zones arides

Depuis l'ère de l'élevage nomade, qui a longtemps valorisé les ressources pastorales de la région par ses déplacements perpétuels, plusieurs facteurs ont œuvré pour modifier considérablement le mode de vie humain dans la région. Selon le développement des technique et sociale que la région a connu, a conduit à une diversification des modes de conduite en fonction des moyens de production disponibles régissant dans chaque zone. Les changements de moyens et de ressources ont différencié le secteur pour faire apparaître de nouveaux modes d'élevage, dérivés du nomadisme et adaptés aux nouvelles conditions de production de chaque troupeau. Actuellement, on observe une gamme de modes de conduite qui varient de l'intensif jusqu'au l'extensif selon la région de pâturage. Entre ces "bornes extrêmes", on passe par des degrés d'intensification de la conduite, en fonction des ressources et les contraintes naturelles de chaque troupeau (Najari *et al.*, 2011).

Selon Aissaoui *et al.* (2018), les systèmes d'élevage sont strictement pastoraux et extensifs quel que soit la région et la taille des troupeaux, qui varient selon les disponibilités en ressources sylvo-pastorales.

I.4. Caractérisation de la qualité de la viande

I. 4.1. Qualité de viande

En général, le terme qualité d'un aliment regroupe : la qualité organoleptique ou sensorielle, la qualité nutritionnelle ou diététique, la qualité technologique, la qualité hygiénique ou sécurité sanitaire. La viande est le produit de transformation du muscle après la mort de l'animal. Ce muscle correspond à un terme anatomique définissant une partie précise d'un

organisme ; en aucun cas ce terme n'est utilisé pour définir un aliment, c'est le terme viande qui est alors employé (Ann *et al.*, 2013).

I. 4.1.1. Qualité organoleptique de la viande

La qualité organoleptique de la viande est déterminée par plusieurs critères à savoir : la couleur, la flaveur, la jutosité et la tendreté (Ann *et al.*, 2013).

❖ Couleur

La couleur de la viande est la première caractéristique qualitative de la viande perçue à l'achat. Elle est considérée comme un critère de fraîcheur du produit lors de l'achat par le consommateur (Coibion, 2008). Elle est la résultante de quatre composantes dont les deux premières expliquent la couleur du produit frais et les deux dernières, son évolution lors de sa conservation (Ann *et al.*, 2013) :

- **la composante structurelle** de la couleur est liée à la structure physique du muscle et en particulier à son degré d'acidification (pH) qui modifie la luminosité du produit (rouge plus ou moins clair) ;
- **la composante quantitative**, c'est-à-dire la quantité de pigment rouge dans le muscle, qui détermine la saturation de la couleur (rouge vif ou terne, grisâtre). La myoglobine est le principal pigment responsable de la couleur de la viande ;
- **la composante qualitative**, relative à la forme chimique du pigment musculaire, qui évolue au cours du temps. La myoglobine réduite (Mb, Fe⁺⁺) correspond au pigment en profondeur du muscle. Lors d'exposition à l'air, le pigment se combine à l'oxygène pour former l'oxymyoglobine (MbO₂, Fe⁺⁺) de couleur rouge vif. La formation de MbO₂ est d'autant plus importante que la pression partielle en oxygène est élevée, ce qui explique que la couleur rouge vive apparaît en surface d'une viande conservée à l'air atmosphérique ou sous oxygène.
- **la composante bactériologique**, liée au développement de bactéries en surface de la viande et à de possibles interactions avec le pigment.

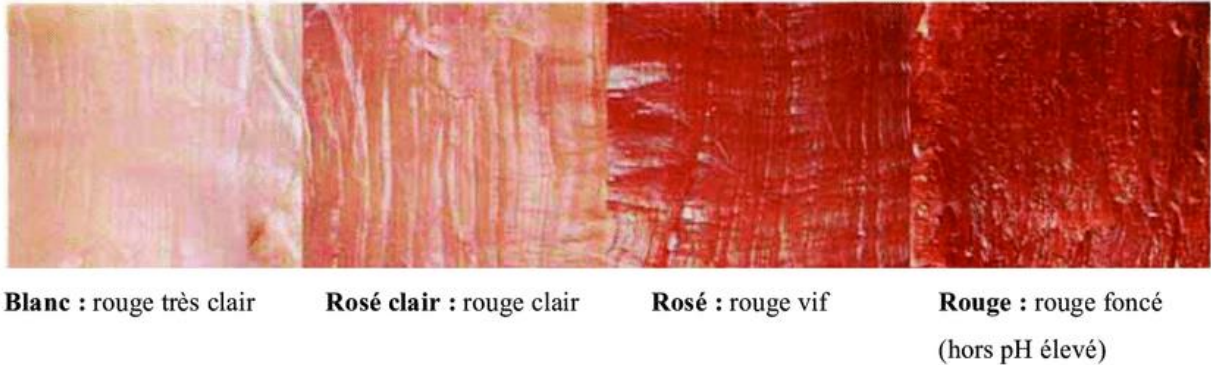


Figure 15. Classes de couleurs de viande (Moëvi, 2006).

❖ Tendreté

La tendreté est le critère essentiel de qualité de la viande ou le consommateur a aperçu lors de sa consommation (Listrat *et al.*, 2015). Elle mesure la facilité avec laquelle la structure de la viande peut être désorganisée au cours de la mastication (Ouali *et al.*, 2006). D'après Evrat-Georgel (2008), il existe trois types de paramètres fondamentaux qui caractérisent la tendreté d'une viande :

- **Paramètre structurel**, les composantes de la tendreté : le tissu conjonctif et les fibres musculaires ;
- **Paramètre temporel**, évolution de la tendreté au cours du temps ;
- **Paramètre enzymatique ou physico-chimique**, protéine intramusculaire ainsi que l'activité des différents systèmes protéolytiques impliqués dans la maturation *post mortem* de la viande.

❖ Flaveur

La flaveur de la viande correspond à « l'ensemble des impressions olfactives et gustatives » que l'on éprouve au moment de la dégustation (Lameloise *et al.*, 1984).

L'appréciation de la flaveur d'une viande se fait soit par l'analyse sensorielle c'est-à-dire dégustation par un groupe de personnes plus ou moins qualifiées selon les objectifs recherchés ou bien par des mesures de nature chimique et physico-chimique : teneur et composition en matières grasses de la viande et/ou du gras intermusculaire, stabilité oxydative des acides gras, proportion des différents types de fibres musculaires (Ann *et al.*, 2013).

❖ Jutosité

La jutosité, encore appelée succulence est la faculté qu'a une viande d'exsuder du jus lors de la mastication (Lame-loise *et al.*, 1984). On distingue généralement deux composantes : la jutosité initiale qui est associée à la quantité de jus qui s'écoule dans la bouche pendant les premières mastications et la jutosité finale ou seconde jutosité qui est liée à la sécrétion salivaire engendrée par le gras du morceau après la mastication (Lawrie, 1991). La jutosité est influencée par les caractéristiques musculaires comme les lipides intramusculaires et la capacité de rétention d'eau du muscle (Hocquette *et al.*, 2005).

I. 4. 1. 2. Qualité technologique de la viande

La qualité technologique de la viande correspond à son aptitude à être transformée en produits cuits ou crus, entiers ou divisés. Les indicateurs de qualité technologique (vitesse et amplitude de chute du pH post-mortem (*p.m.*), perte en eau, couleur, déstructuration des viandes...) peuvent être affectés par les conditions d'élevage des animaux qui influencent les propriétés musculaires, en particulier le niveau des réserves énergétiques (glycogène notamment) et le métabolisme péri- et *p.m.* (Lebret *et al.*, 2015).

I. 4.2. Facteurs de variation de qualité de viande

Plusieurs facteurs exercent une influence sur la qualité sensorielle de la viande de ruminants. Ces facteurs peuvent être divisés en deux catégories (Muir *et al.*, 1998 ; Guerrero *et al.*, 2013) : des facteurs intrinsèques (race, âge, sexe, Âge et poids à l'abattage) et des facteurs extrinsèques (régime, climat, procédure d'abattage).

❖ Les facteurs intrinsèques

- **Espèces** : la qualité et les caractéristiques de la viande diffèrent selon les espèces animales, même au sein de groupes plus semblables ou homogènes tels que les petits ruminants.
- **Race ou croisement** : la race est une source évidente de variation de la morphologie de la carcasse en fonction de la quantité de graisse ou de la qualité de la viande.
- **Sexe** : l'effet du sexe des ruminants (mâle, femelle, castré) est principalement lié à la quantité de graisse déposée, au site de dépôt, au taux de croissance et au rendement de la carcasse. Les attributs de la carcasse sont plus touchés par le sexe; de même, les femelles sont plus touchées que les mâles en raison de leur précocité plus élevée.

○ **Âge et poids à l'abattage** : l'âge et le poids à l'abattage sont analysés ensemble car, en prenant la même base génétique, un poids plus important implique un âge plus élevé, sauf lorsque les aliments sont manipulés ou que l'animal a des périodes de fortes restrictions alimentaires.

❖ **Les facteurs externes**

○ **Régime alimentaire** : l'alimentation joue un rôle important dans la détermination de la qualité de la viande. Cependant, les effets spécifiques des constituants du régime alimentaire sur la qualité de la viande sont difficiles à évaluer. Le régime alimentaire (en particulier herbe vs concentré) peut en effet avoir une influence sur la vitesse de croissance de l'animal et il est difficile de déterminer si les caractéristiques de la viande sont dues aux composants du régime alimentaire pour leurs propriétés intrinsèques ou plutôt à la différence de vitesse de croissance et de composition corporelle induites par ces régimes.

○ **Climat** : le changement climatique pourrait affecter la qualité de la viande de deux façons. Il pourrait y avoir un effet en changeant l'agriculture ou l'abattoirs'adapter aux changements climatiques, et il pourrait y avoir un effet des conditions météorologiques changeantes sur les animaux (Grégory, 2010).

○ **Procédure d'abattage** : On sait depuis plusieurs décennies que les conditions d'abattage influencent les qualités des viandes. Les recherches se sont d'abord intéressées à la production de viandes à défaut majeur : les viandes à coupe sombre, ou DFD (« *Dark, Firm and Dry* »), et les viandes exsudatives, ou PSE (« *Pale, Soft and Exudative* ») (Berri, 2015). L'implication du stress avant l'abattage sur les défauts majeurs de qualité des viandes est bien connue. Le stress peut expliquer une part importante des variations des qualités technologiques et sensorielles des viandes, chez l'ensemble des espèces consommées (Terlouw *et al* 2015).

I. 5. Importance des petits ruminants

Les petits ruminants occupent une place importante dans le secteur de la production animale et l'ensemble de l'économie de nombreux pays en développement (Tchouamo *et al.*, 2005).

L'importance du bétail dans l'économie est reconnue depuis longtemps. L'élevage est une source importante de revenus et d'emplois pour la plupart des habitants des zones aride. (Panin *et al.*, 1997).

Les petits ruminants sont des éléments importants des moyens de subsistance des petits exploitants agricoles. En plus d'être une source importante de revenus en espèces, elles fournissent aussi de l'énergie de traction, du lait, de la viande, du fumier et des peaux. L'élevage joue ainsi un rôle important dans la sécurité alimentaire et la lutte contre la pauvreté (Ehui *et al.*, 2002). Les petits ruminants sont généralement considérés comme un atout clé pour les petits exploitants qui jouent un rôle économique et culturel important et qui sont élevés dans différents systèmes agro-écologiques (Wodajo *et al.*, 2020).

Les moutons et les chèvres sont élevés pour le lait, la viande et le bois depuis des milliers d'années et ont été traités avant les vaches. Elles constituent des ressources naturelles renouvelables, très diversifiées en termes de potentiel génétique, de distribution, de fonction et de productivité. Les petits ruminants sont les transformateurs les plus efficaces de fourrage de faible qualité en produits animaux de haute qualité avec une composition chimique et des caractéristiques organoleptiques distinguées, et avec le moins d'utilisation de combustibles fossiles (Lombardi, 2005).

Chapitre II :

« Généralité, caractéristiques

et utilisation des plantes aromatiques

et médicinales des zones arides »

II. 1. Généralité sur plantes aromatiques et médicinales

II. 1. 1. Historique

L'association de l'homme et de l'animal avec les plantes est évidemment née au début de la vie sur la terre, lorsque les plantes fournissaient une grande partie de l'abri, de l'oxygène, de la nourriture et des médicaments nécessaires à la vie des êtres humains. Avec le temps et avec les débuts des sociétés, l'homme a appris à reconnaître et à classer les matériaux végétaux adaptés pour répondre aux besoins de la vie. Parmi ces nécessités, l'utilisation d'herbes et d'extraits de plantes pour leurs pouvoirs de guérison peut être retracée à la première des mythes, des traditions et des écrits utilisés pour codifier les plantes qui peuvent soulager la douleur et traiter les maladie (Inoue *et al.*, 2017).

Les plantes aromatiques et médicinales ont été l'une des sources importantes de médicaments même depuis l'aube de la civilisation humaine. Malgré d'énormes développements dans le domaine de l'allopathie au cours du XXe siècle, les plantes demeurent l'une des principales sources de médicaments dans les systèmes médicaux modernes et traditionnels à travers le monde. Environ un tiers de tous les produits pharmaceutiques sont d'origine végétale, y compris les fongiques et les bactéries. Plus de 60% de tous les produits pharmaceutiques sont produits à base de plantes. (Farooqi *et al.*, 2004).

Les aromates et les épices ont été un élément remarquable dans de nombreuses cultures et pratiques de vie pendant des siècles (Turner, 2004) et leur rareté, et l'inaccessibilité, leur a souvent donné un statut noble ou mystique. Les aromates et les épices sont synonymes de richesse, d'exclusivité et de luxe, bien que les élites puissent justifier leur utilisation en raison de leur importance religieuse, funéraire, médicale et culinaire (Cobb, 2013). L'encens et la myrrhe sont des exemples bien connus de résine parfumée très demandée et appréciée par les habitants de l'Égypte antique, de la Mésopotamie, de la Grèce, de Rome, de la Chine et de l'Inde (Groom, 1981). L'utilisation séculaire des parfums était également importante, où ils étaient utilisés comme parfums personnels et pour parfumer les maisons des classes nobles ainsi que leurs propriétés curatives naturelles considérées (Lopez, 2018).

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (2014), environ 70 pour cent de la population mondiale dépend des plantes pour leurs soins de santé primaires et de 35 000 à 70 000 espèces ont été utilisées comme médicaments dans le monde entier.

II. 1. 2. Définition des plantes aromatiques et médicinales

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (2001), « plante médicinale » désigne toute plante qui, dans un ou plusieurs de ses organes, contient des substances pouvant être utilisées à des fins thérapeutiques ou qui sont des précurseurs pour la synthèse de médicaments utiles. Cette définition distingue les plantes dont les propriétés thérapeutiques et les constituants ont été établis scientifiquement et les plantes qui sont considérées comme. Le terme « médicament à base de plantes » détermine les parties d'une plante utilisées pour la préparation de médicaments (par exemple, feuilles, fleurs, graines, racines, écorces, tiges, etc.) (Okigbo *et al.*, 2009). De plus, l'OMS (2001) définit les plantes médicinales comme « des préparations à base de plantes produites en soumettant les matières végétales à l'extraction, au fractionnement, à la purification, à la concentration ou à d'autres procédés physiques ou biologiques qui peuvent être produits pour la consommation immédiate ou comme base de produits à base de plantes. »

Les plantes aromatiques peuvent être définies comme celles qui contiennent des huiles essentielles aromatiques extraites pour la parfumerie, les cosmétiques, les arômes et d'autres utilisations humaines (Heywood, 1997). Les plantes aromatiques ont une odeur parfumée agréable et caractéristique. Le parfum de ces plantes est porté dans la fraction d'huile essentielle. De nombreuses plantes aromatiques sont utilisées comme des épices (Chandarana *et al.*, 2005).

Les plantes aromatiques et médicinales (PAM) sont utilisées avant tout pour leurs propriétés aromatiques ou médicinales en pharmacie ou en parfumerie (Lubbe et Verpoorte, 2011). Les plantes aromatiques et médicinales possèdent des substances chimiques complexes biologiquement actives telles que saponines, tanins, huiles essentielles, flavonoïdes, alcaloïdes et autres composés chimiques (Sofowora, 1993), qui ont des propriétés curatives. Ces substances chimiques complexes de différentes compositions se trouvent sous forme de métabolites secondaires dans une ou plusieurs parties de ces plantes (Tyler, 1999).

II. 2. Plantes aromatiques et médicinales des zones arides en Algérie

II. 2. 1. Description de zone aride en Algérie

Les environnements arides sont extrêmement divers par leurs formes de terrain, leurs sols, leur faune, leur flore, leurs équilibres hydriques et les activités humaines qui s'y déroulent ; Du fait de cette diversité, on ne peut pas donner de définition pratique des environnements arides. Cependant, l'élément commun à toutes les régions arides est l'aridité (Lungu, 2012).

La zone aride se caractérise par la chaleur excessive et une précipitation faible et variable des saisons de pluies. Les régions arides à l'échelle nationale et internationale, durant la dernière décennie sont influencées par le changement climatique. Cette dernière provoque la sécheresse, érosion du sol et la dégradation du tapis végétale (Mavhura *et al.*, 2015).

En effet, en Algérie, les milieux arides offrent des opportunités exceptionnelles pour l'évaluation et la compréhension des mécanismes impliqués dans la diversification et l'adaptation des plantes en relation avec l'évolution de leur environnement (Amirouche et Misset, 2009).

II. 2. 2. Plantes aromatique et médicinales des zones arides en Algérie

L'Afrique est un véritable sanctuaire de ressources naturelles et génétiques parmi lesquelles une grande variété de plantes aromatiques et médicinales prospère dans les régions arides et semi-arides. L'Afrique du Nord, y compris l'Algérie, est reconnue pour sa grande diversité variétale en plantes aromatiques et médicinales, en particulier dans les régions semi-arides, arides et sahariennes. Depuis des millénaires, les plantes aromatiques et médicinales sont à la base de la médecine traditionnelle dans le monde entier (Zouaoui *et al.*, 2020).

Pendant des siècles, en Algérie comme dans tous les pays du Maghreb, les plantes aromatiques et médicinales sont utilisées principalement dans les zones rurales par les personnes âgées qui continuent de goûter à des recettes de tisanes. Par exemple, dans le Hoggar (Grand Désert, Algérie) et en l'absence de médecins dans certaines zones isolées, les Touareg peuvent être traités avec des plantes médicinales et aromatiques qu'ils connaissent le secret transmis de père en fils (Reguieg, 2011).

II. 2. 3. Principales espèces des plantes aromatique et médicinales utilisées en Algérie

Les plantes aromatiques et médicinales peuvent être spontanées ou cultivées. C'est la classification la plus simple et la plus utilisée bien que certaines espèces spontanées ont été domestiquées à des fins agricoles et sont devenues des espèces cultivées (Neffati et Sghaier, 2014)

Parmi les plantes utilisées en Algérie, on distingue deux principaux groupes (Reguieg, 2011) :

- **Groupe 1** : comporte des espèces spontanées (sauvages) très peu exigeantes et en croissance dans des régions de sols et de climats très variés allant de la zone subhumide non loin de la côte méditerranéenne (moutarde, camomille, lavande... ..) vers les zones arides et semi-arides de l'extrême Sud au climat chaud et sec.
- **Groupe 2** : ce groupe comprend des espèces demandant principalement de l'eau et de l'engrais et cultivées sur de petites et moyennes surfaces (menthe, verveine citronnée, romarin... ..). Ces installations nécessitent un entretien et sont utilisées à des fins commerciales spécifiques.

Qu'elles soient spontanées ou cultivées, la gamme des plantes exploitées dans l'Algérie est très large avec des plantes communes et d'autres spécifiques. Une large gamme de plantes appartient à cette catégorie dont les plus importantes sont le thym, le romarin, le caroubier, l'origan et les feuilles de laurier; le cèdre, l'armoise, le myrte, la menthe pouliot,*etc.* (Neffati et Sghaier, 2014).

Dans le tableau 02 ci-dessous nous présentés quelques espèces trouvés la région aride « Biskra » selon une enquête ethnobotanique faite par Radjah (2020).

Chapitre II : Généralité, caractéristiques et utilisation des plantes aromatiques et médicinales des zones arides

Tableau 02. Liste des familles des plantes aromatiques et médicinales de la région de Biskra

Famille	Espèces	Nom commun	Utilisation traditionnelle	Utilisations prouvées scientifiquement
Asteraceae	<i>Artemisia herba-alba</i> <i>Asso</i>	Armoise blanche	Antidiabétique, toux, troubles digestifs, anti-rhume, antigrippal.	Anti-inflammatoire, antioxydant, hypoglycémique.
	<i>Artemisiacampestris</i> L.	Armoise champetre	antiseptiques	Antioxydant, antibactérien
	<i>Launaea sedifolia</i> L.	Scorsonère à feuilles laciniées	Maladies digestives, antiseptiques, diurétiques.	Antibactérien, antifongique
	<i>Chamaemelumnobile</i> L.	Camomille	Troubles digestifs, antirhumatismal, antigrippal.	Troubles inflammatoires, antibactérien.
	<i>Artemisiaabsinthium</i> L.	Absinthe	Inflammation de la peau, piqûres d'insectes, douleurs abdominales.	Antidépresseur, antioxydant, anti inflammatoire
Lamiaceae	<i>Rosmarinusofficinalis</i> L.	Romarin	Troubles digestifs, intestinaux et gastriques, anti-cholestérol, sédatif, migraine.	Antimicrobien, antifongique, antioxydant
	<i>Teucriumpolium</i> L.	Pouliot de montagne	Antispasmodique, Douleur abdominale.	Antioxydant, antimicrobien, antiviral.
	<i>Ajugaiva</i> L.	Ivette musquée	Diabète, douleur abdominale, sédatif, carminatif.	Effet hypoglycémique, hypolipidémique
	<i>Thymus vulgaris</i> L.	Thym	Ulcères peptiques, cicatrisation, plaies cutanées.	Antioxydant, cytotoxique
	<i>Lavandulaantinea</i>	Lavande	Menstruations douloureuses, Migraine, antirhumatismal, problèmes nerveux.	Protection contre les dommages de l'ADN et anti-inflammatoires
	<i>Thymus algeriensis</i> L.	Thyme Algérienne	Diurétique, tuberculose, calculs rénaux, arôme (café).	Inhibe de la précipitation de carbonate de calcium
Fabaceae	<i>Retamaraetam</i>	R'tem	Antirhumatismal, plaies cutanées, piqûres de scorpion.	Anti inflammatoire, antioxydant
	<i>Astragalusarmatus</i> L.	Astragale vulnérant	Carminatif, douleur abdominale, antiseptique.	Antioxydant, anticholinestérase.
Cucurbitaceae	<i>Colocynthisvulgaris</i> L.	Coloquinte	Antidiabétique, antirhumatismal, bronchite, analgésique, plaies cutanées.	Antifongique, antidiabétique, analgésique.
Rhamnaceae	<i>Zizyphus lotus</i> L.	Jujubier	Analgésique, sédatif, troubles du tube digestif.	Antispasmodique, anti-inflammatoire
Tamaricaceae	<i>Tamarix gallica</i>	Tamarix	Anthelminthique, douleur abdominale.	Antioxydant, antitumoral, antibactérien
Zygopyllaceae	<i>Peganumharmala</i> L.	Harmel	Antidiabétique, antispasmodique, antirhumatismal, épilepsie.	Anti-inflammatoire, antidiabétique, antiviral et antibactérien
Capparidaceae	<i>Capparisspinosa</i> L.	Câprier épineux	Amincissant (pour le régime), appétitif, douleur abdominale.	Hépatoprotecteur, antioxydant
Cupressaceae	<i>Juniperusphoenicea</i> L.	Genévrier	Antidiabétique, antirhumatismal, arthrites, douleurs de l'estomac, menstruations douloureuses.	Hypoglycémique, antioxydant, antimicrobien, analgésique.
Euphorbiaceae	<i>Euphorbiaguyoniana</i>	Euphorbe de guyon	Douleurs abdominales, piqûres d'insectes, piqûres de scorpion.	Antibactérien

II. 3. Adaptation des plantes aromatiques aux conditions climatiques de la zone aride

Les plantes subissent un stress dû à la sécheresse lorsqu'il devient difficile pour les racines d'avoir accès à l'eau ou que la transpiration augmente (Pandey et Shukla, 2015).

Pour une croissance, un développement et une prolifération optimaux, les plantes ont besoin d'eau en quantité suffisante. Près des trois quarts des terres du monde sont situées dans des zones arides et semi-arides. La carence en eau peut être mortelle pour les plantes et peut diminuer la croissance et la production de plantes sauvages et cultivées de façon plus significative que tout autre facteur (Woodward *et al.*, 2014).

La sécheresse affecte la survie des plantes, la disponibilité des nutriments et la croissance des plantes (He et Dijkstra, 2014). Les espèces capables d'adaptations biochimiques peuvent mieux accroître le potentiel et la pertinence de l'environnement lorsqu'elles sont exposées à des changements climatiques à long et à court terme (Nicotra *et al.*, 2010). La résistance et l'adaptation à la sécheresse est un comportement complexe qui consiste en une fonction combinatoire des changements dans les caractéristiques biochimiques et moléculaires. Ces mécanismes reposent sur le stress hydrique et sur des systèmes qui adaptent l'adaptation des plantes au stress hydrique grâce à un réseau de régulation multifactorielle (Pandey et Shukla, 2015).

Pour s'adapter à la sécheresse, les plantes ont besoin de changements métaboliques qui incluent la production des osmolytes et autres métabolites spécialisés, par exemple pour prévenir l'accumulation d'espèces réactives à l'oxygène, les plantes ont développé un système complexe de défense antioxydant. Plusieurs stratégies de stress hydrique a évolué dans l'adaptation aux sols secs et aux conditions arides. Certaines plantes ont développé des voies de biosynthèse des métabolites osmotiques pour prévenir la perte d'eau et maintenir la pression de turgescence des tissus et des cellules (Bhargava et Sawant, 2013; Mundim et Pringle, 2018).

Le système antioxydant de défense comprend diverses molécules enzymatiques et non enzymatiques, produites pour contrer l'effet néfaste des contraintes environnementales. Un nombre considérable de ces molécules appartiennent à la catégorie des composés appelés métabolites spécialisés, « métabolite secondaire ». Les métabolites spécialisés des plantes sont des sources des médicaments, d'additifs, de saveurs, *etc.* (Zandalinas *et al.*, 2017).

Outre les changements dans les métabolites primaires tels que les saccharides, les acides nucléiques, les acides aminés et les composés apparentés (bétaine), les plantes stressées peuvent accumuler des protéines hydrophiles abondantes à l'embryogenèse tardive et des polyols (cyclitols comme le d-pinitol et le mannitol) (Chaves *et al.*, 2003) en plus d'accumuler des métabolites secondaire (phénoliques, flavonoïdes, composés azotés et terpènes). Cela comprend différentes molécules de signaux d'éliciteurs et améliore l'adaptation et la résistance des plantes aux pressions biotiques et abiotiques imposées par l'environnement et, dans ce cas précis, au stress dû à la sécheresse (Yang *et al.*, 2018).

L'adaptation à la sécheresse intervient après le développement de la résistance à la sécheresse et pour faire face à la sécheresse où s'y adapter, des groupes géniques spéciaux produisent des métabolites secondaires. Le mécanisme appliqué pour la résistance à la sécheresse dépend strictement de l'espèce végétale. La production de tous les métabolites secondaires n'est pas rentable pour les plantes et chaque plante choisit plusieurs voies métaboliques les plus rentables avec la plus grande efficacité en fonction de sa structure physiologique et de son génotype en réponse à des conditions sensibles telles que le stress dû à la sécheresse. En général, la sécheresse est un type de stress qui a des effets importants sur la quantité totale de métabolites secondaires des plantes (Zahedi *et al.*, 2019).

II. 4. Influence du climat aride sur la teneur des plantes en métabolites secondaire

II. 4. 1. Définition de métabolites secondaire

Les métabolites secondaires des végétaux sont de nombreux composés chimiques produits par la cellule végétale par des voies métaboliques dérivées. Le concept de métabolite secondaire a d'abord été défini par Albrecht Kossel, prix Nobel de physiologie ou de médecine en 1910 (Hussein, 2019). Dans le passé, ces métabolites secondaires ont été considérés comme des déchets résultant d'erreurs du métabolisme primaire, et donc de peu importance pour le métabolisme et la croissance des plantes (Bennett et Wallsgrave, 1994). Aussi, les métabolites secondaires se sont révélés posséder divers effets biologiques, qui fournissent la base scientifique pour l'utilisation des plantes dans la médecine traditionnelle. Ils ont été décrits comme antibiotiques, antifongiques et antiviraux et sont donc en mesure de protéger les plantes contre les pathogènes. En outre, ils constituent des

composés importants absorbant les UV, empêchant ainsi de graves dommages aux feuilles de la lumière (Hussein, 2019).

II. 4. 2. Classification des métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont divisés en trois catégories principales: terpènes et terpénoïdes, alcaloïdes et composés phénoliques (Kabera *et al.*, 2013).

II. 4. 2.1. Terpènes et terpénoïdes

II.4.2.1.1. Définition des terpènes et terpénoïdes

Les terpènes appartiennent à la plus grande classe de métabolites secondaires des végétaux. Les terpènes sont des hydrocarbures simples, tandis que les terpénoïdes sont une classe modifiée de terpènes avec différents groupes fonctionnels et le groupe méthyle oxydé déplacé ou enlevé à diverses positions (Perveen, 2018). Ils sont tous dérivés chimiquement d'unités d'isoprène à 5 carbones assemblées de différentes façons (Hoffmann, 2003). Les terpènes sont divisés en : monoterpènes, sesquiterpènes, diterpène, triterpène et polyterpène (Berli, 2010).

II.4.2.1.2. Classification des terpènes

Les terpènes sont classés selon le nombre d'unités d'isoprène dans la molécule; un préfixe dans le nom indique le nombre d'unités de terpène comme suit (tableau 03) (Hussein *et al.*, 2019):

- **Monoterpènes**

Les monoterpènes se composent de deux unités d'isoprène et ont la formule moléculaire $C_{10}H_{16}$. Ce sont des composants importants des huiles essentielles végétales. Les monoterpènes ont tendance à se produire chez les membres de certaines familles végétales. Les monoterpènes et autres terpènes volatils ont un certain nombre d'utilisations médicinales répandues. Des composés tels que le camphre et le menthol sont utilisés comme contre-irritants analgésiques et anti-démangeaisons. De nombreux monoterpènes ont été utilisés comme anthelminthiques (Yiz *et al.*, 2004).

- **Sesquiterpènes**

Les sesquiterpènes se composent de trois unités d'isoprène et ont la formule moléculaire $C_{15}H_{24}$. Basant sur l'origine biogénétique, il existe plus de 200 différents types structurels de

sesquiterpènes, et plusieurs milliers de tels composés sont connus. Ces composés peuvent être classés en trois groupes principaux selon leur structure : acyclique (par exemple, farnesol), monocyclique (par exemple, bisabolol) et bicyclique (par exemple, caryophyllène) (Seigler,1995). Plusieurs plantes aromatiques et médicinales apparentées sont également utilisées aux mêmes fins en raison de la présence de sesquiterpènes (Hikino,1985).

- **Diterpènes**

Ils sont composés de quatre unités d'isoprène et ont la formule moléculaire $C_{20}H_{32}$. Les diterpènes sont classés en composés acycliques et macrocycliques. De plus, les diterpènes macrocycliques sont classés en fonction du nombre de systèmes cycliques présents. Les diterpènes peuvent être des structures annelées à six chaînons ou des structures annelées à cinq ou sept chaînons. De plus, de nombreux diterpènes ont des systèmes annulaires supplémentaires. Celles-ci se produisent sous forme de substitutions latérales comme esters ou époxydes (Hoffmann, 2003).

- **Sesterterpènes**

Ces terpènes contenant 25 carbones et cinq unités d'isoprène sont rares par rapport aux autres tailles (le préfixe sester signifie de moitié à trois, c.-à-d. deux et demi) (Akihisa et *al.*, 1999) . Les sesquiterpènes sont la classe des métabolites secondaires composés de trois unités d'isoprène ($C_{15}H_{24}$) et trouvés dans les formes linéaires, cycliques, bicycliques et tricycliques. Les sesquiterpènes se trouvent également sous forme de cycle lactonique (Perven, 2018).

- **Triterpènes**

Une classe importante de métabolites secondaires est connue sous le nom de triterpènes et contient habituellement 30 atomes de carbone composés de 6 unités d'isoprène. Elle est dérivée de la voie biosynthétique du squalène. Les triterpènes ont de nombreux groupes méthyles et ils peuvent être oxydés en alcools, en aldéhydes et en acides carboxyliques, ce qui les rend complexes et les différencient biologiquement (Perven, 2018).

- **Tétraterpènes**

Les tétraterpènes/tétraterpénoïdes sont généralement des caroténoïdes C_{40} . Ils sont biosynthétisés par tous les organismes photosynthétiques tels que les plantes supérieures, les

cyanobactéries et les algues, et peu de procaryotes et de champignons non photosynthétiques. Les humains et la plupart des animaux ne synthétisent pas caroténoïdes; par conséquent, ils doivent être inclus dans l'alimentation pour les fonctions physiologiques (Vasconcelos *et al.*, 2020).

Tableau 03. Classification des terpènes en fonction du nombre d'unités d'isoprène (Aqil *et al.*, 2007)

Nombre d'unités d'isoprène	Classe
C10	Monoterpènes
C15	Sesquiterpènes
C20	Diterpènes
C25	Sesterterpènes
C30	Triterpènes
C40	Tetraterpènes

II. 4. 2.2. Composés phénoliques

II.4.2.2.1. Définition des composés phénoliques

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires, omniprésents dans les plantes et les aliments et boissons dérivés de plantes. Ils présentent une grande diversité de structures, y compris des molécules assez simples (par exemple, vanilline, acide gallique, acide caféique) et des polyphénols tels que les stilbènes, les flavonoïdes et les polymères dérivés de ces divers groupes. Par exemple, plus de 8000 molécules ont été signalées dans la seule famille des flavonoïdes et la liste continue de s'allonger (Andersen et Markham, 2006). Bien que le terme polyphénol soit souvent utilisé comme synonyme de composé phénolique, il devrait être limité aux molécules portant au moins deux cycles phénoliques (Quideau *et al.*, 2011).

II.4.2.2.1. Classification des composés phénoliques

Plus de 8000 structures phénoliques sont actuellement connues. Les structures des composés phénoliques s'étendent sur des molécules simples telles que les acides phénoliques aux composés fortement polymérisés comme les proanthocyanidines. Les composés phénoliques sont subdivisés en groupes selon le nombre de noyaux phénoliques et les éléments structurels qui relient ces cycles : les

acides phénoliques, les flavonoïdes, les stilbènes, les tanins, les lignanes et les lignines polymères (Zouaoui, 2011).

- **Acides phénoliques**

De façon générale, les acides phénoliques sont des dérivés des acides benzoïque et cinnamique. Il existe deux classes d'acides phénoliques : les acides hydroxybenzoïques et les acides hydroxycinnamiques (Dykes et Rooney, 2007).

Les acides phénoliques simples dans les plantes sont dérivés d'une oxygénation ortho et de la méthylation subséquente de l'acide cinnamique. Ils sont aussi les éléments de base importants de nombreux autres produits naturels et sont souvent trouvés comme esters et déshydro-dimères spécifiques. Les acides phénoliques peuvent être trouvés dans les plantes non seulement sous leur forme libre, mais aussi conjugués (principalement par estérification) à une variété de molécules, y compris les sucres simples, les acides organiques et les polymères végétaux (Russell, 2011).

- **Flavonoïdes**

Les flavonoïdes sont des composés avec un squelette en C6-C3-C6 constitué de deux cycles aromatiques reliés par une liaison à trois carbones (Yao *et al.*, 2004).

Les flavonoïdes se trouvent couramment dans les tiges, les écorces, les fleurs et les feuilles des plantes (Larson, 1988). Ils offrent une protection contre tout type de dommages causés par les agents pathogènes, les herbivores ou le rayonnement ultraviolet. En outre, les flavonoïdes sont responsables de la formation de couleur, en particulier dans les baies et les légumes. Près de 4000 flavonoïdes ont été découverts jusqu'à présent; cette diversité est due à la substitution de composés aux cycles A et B par l'oxygénation, l'alkylation, la glycosylation, l'acylation et la sulfonation, qui produiront davantage de composés (Balasundram *et al.*, 2006).

En plus des tanins et des acides phénoliques, les flavonoïdes sont considérés comme les principaux composés phénoliques présents dans les aliments. Ils sont ensuite divisés en groupes caractérisés par des différences structurelles dans leurs cycles phénoliques et leurs groupes latéraux, c'est-à-dire : les flavonols, les flavones, les flavanones, les flavanols, les isoflavones, les flavanonols et les anthocyanidines (Rice-Evans *et al.*, 1997 ; Balasundram *et al.*, 2006).

○ **Les tanins**

Les tanins sont un groupe de polyphénols hydrosolubles dont la masse moléculaire est comprise entre 500 et 3000 Kdaet qui sont subdivisés en tanins condensés et hydrolysables et que l'on trouve couramment complexés d'alcaloïdes, de polysaccharides et de protéines, en particulier ces derniers. Sur la base des caractéristiques structurales, il existe deux groupes, gallotannins et ellagitannins de tanins hydrolysables (Han *et al.*, 2007).

○ **Stilbènes**

Les stilbènes sont structurellement caractérisés par la présence d'un noyau de 1,2-diphénylène avec des hydroxyles substitués sur les cycles aromatiques, et existent sous forme de monomères ou d'oligomères. Le composé le plus connu est le trans-resvératrol, possédant un squelette de trihydroxystilbène (Han *et al.*, 2007).

○ **Lignanes**

Les lignanes sont produits par dimérisation oxydative de deux unités de phénylpropane ils sont principalement présents dans la nature sous forme libre, tandis que leurs dérivés glycosides ne sont qu'une forme mineure. Le lin représente la principale source alimentaire, contenant jusqu'à 3,7 g/kg poids sec de secoisolariciresinol (D'Archivio, 2007).

○ **Lignines polymères**

La lignine « à partir du mot latin lignum » signifie le bois. Les lignines sont des polymères aromatiques méthoxylés des phénylpropanoïdes reliés par à la fois des liaisons éther et carbone-carbone. Les lignines sont des polymères produits naturels à partir de trois principaux précurseurs (alcools p-coumarylique, coniférylique et sinapylique) résultant d'une polymérisation catalysée par l'enzyme déshydrogénant (Zouaoui, 2011).

II. 4. 2. 3. Alcaloïdes

II. 4. 2. 3. 1. Définitionetstructure chimique des alcaloïdes

Les alcaloïdes constituent un très grand groupe de composés pharmacologiquement actifs contenant de l'azote; en fait, plus de 12000 alcaloïdes ont été décrits. Ils sont définis comme des

composés de base synthétisés par des plantes qui contiennent un ou plusieurs atomes d'azote hétérocycliques; ils sont dérivés d'acides aminés, et quelques-uns d'entre eux à partir de bases terpéniques ou purines et pyrimidine (pseudo-alcaloïdes). Les alcaloïdes sont en fait bases organiques similaires aux alcalis (bases inorganiques). Des exemples d'alcaloïdes bien connus sont la strychnine, la cocaïne, la caféine, la nicotine, la α -solanine et la α -tomatine (Wink, 1998). Le grand groupe alcaloïde est divisé en un certain nombre de sous-groupes qui partagent des structures semblables, et les espèces végétales étroitement apparentées contiennent généralement des alcaloïdes ayant des structures chimiques apparentées. Les solanacées sont la famille la plus répandue d'espèces riches en alcaloïdes, notamment les alcaloïdes tropaniques, les glycoalkaloïdes, la pyrrolizidine et les alcaloïdes indoles, qui sont naturellement produits comme mécanisme de défense contre les insectes, les prédateurs et les maladies (Indhumathi, 2014).

II. 4. 3. Biosynthèse des métabolites secondaires

Les voies de biosynthèse les plus courantes sont le pentose pour les glycosides, les polysaccharides, l'acide shikimique pour les phénols, les tanins, les alcaloïdes aromatiques, l'acétate-malonate pour les phénols et les alcaloïdes et l'acide mévalonique pour les terpènes, les stéroïdes et les alcaloïdes (Dewick, 2002).

Un groupe relativement important de produits végétaux naturels se compose de composés organiques volatils (COV), de liquides lipophiles à faible poids moléculaire et à haute pression de vapeur à température ambiante. Les propriétés physiques de ces composés leur permettent de traverser librement les membranes cellulaires et d'être rejetées dans le milieu environnant (Pichersky *et al.*, 2006).

La biosynthèse des COV dépend de la disponibilité du carbone, de l'azote et du soufre ainsi que de l'énergie fournie par le métabolisme primaire. Par conséquent, la disponibilité de ces éléments de base a un impact majeur sur la concentration de tout métabolite secondaire, y compris les COV, démontrant le haut degré de connectivité entre le métabolisme primaire et secondaire. La biosynthèse de la vaste gamme de différents COV s'effectue à partir de quelques voies métaboliques primaires seulement (figure16). En fonction de leur origine biosynthétique, tous les COV sont divisés en plusieurs classes, y compris les terpénoïdes, phénylpropanoïdes/benzénoïdes, dérivés

d'acides gras et dérivés d'acides aminés en plus de quelques composés propres à certaines espèces/genres non représentés dans ces classes principales (Dudareva *et al.*, 2013).

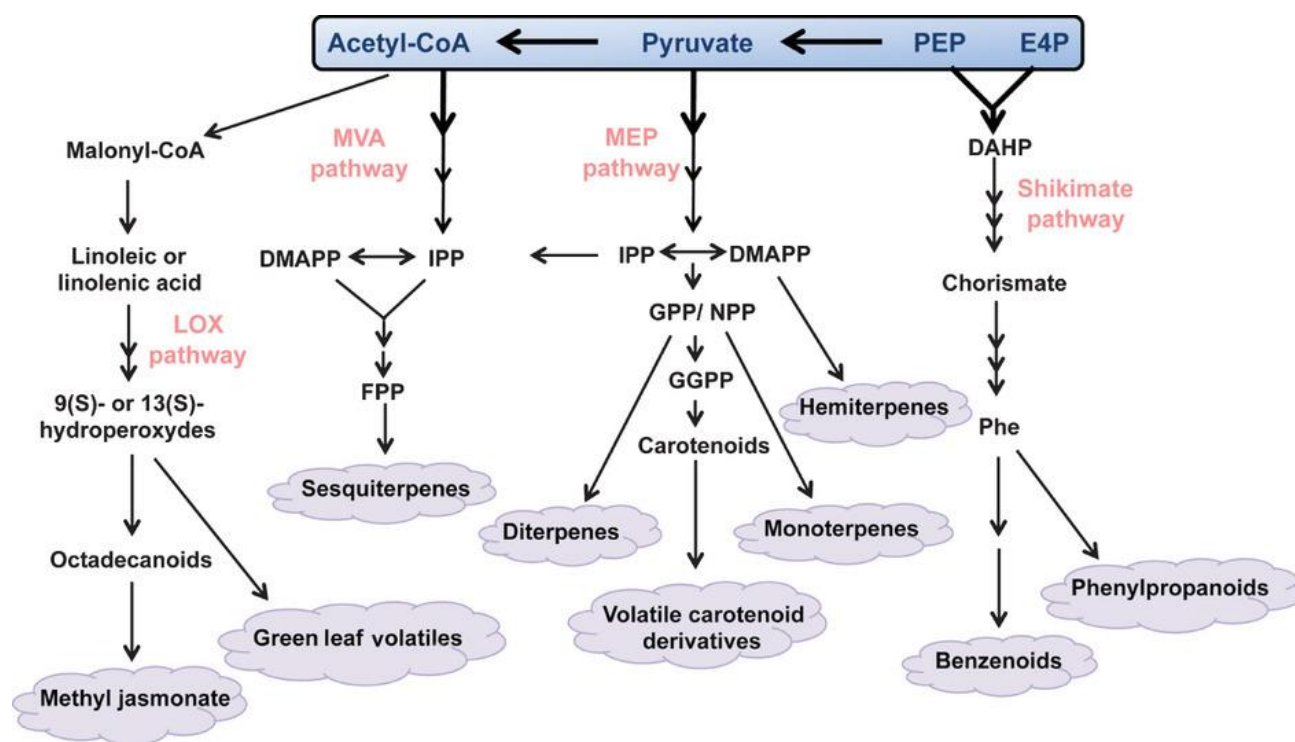


Figure 16. Aperçu des voies de biosynthèse menant à l'émission de composés organiques volatils (COV) des végétaux.

Les précurseurs des COV végétaux proviennent du métabolisme primaire (représenté dans la boîte bleue). Les quatre principales voies de biosynthèse des COV, à savoir le shikimate/phénylalanine, l'acide mévalonique (AMV), le phosphate de méthylérythritol (PME) et la lipoxygénase (LOX), entraînent l'émission de benzénoïdes/phénylpropanoïdes, de sesquiterpènes, de monoterpènes, d'hémiterpènes, de diterpènes, dérivés volatils des caroténoïdes et méthyljasmonate/volatiles des feuilles vertes. Les flèches empilées illustrent l'implication de multiples réactions enzymatiques. Les COV sont mis en évidence avec un nuage violet comme arrière-plan. Abréviations : DAHP, 3-deoxy-D-arabinoheptulosonate-7 phosphate; DMAPP, diméthylallyl pyrophosphate; E4P, érythrose 4-phosphate (Dudareva *et al.*, 2013)

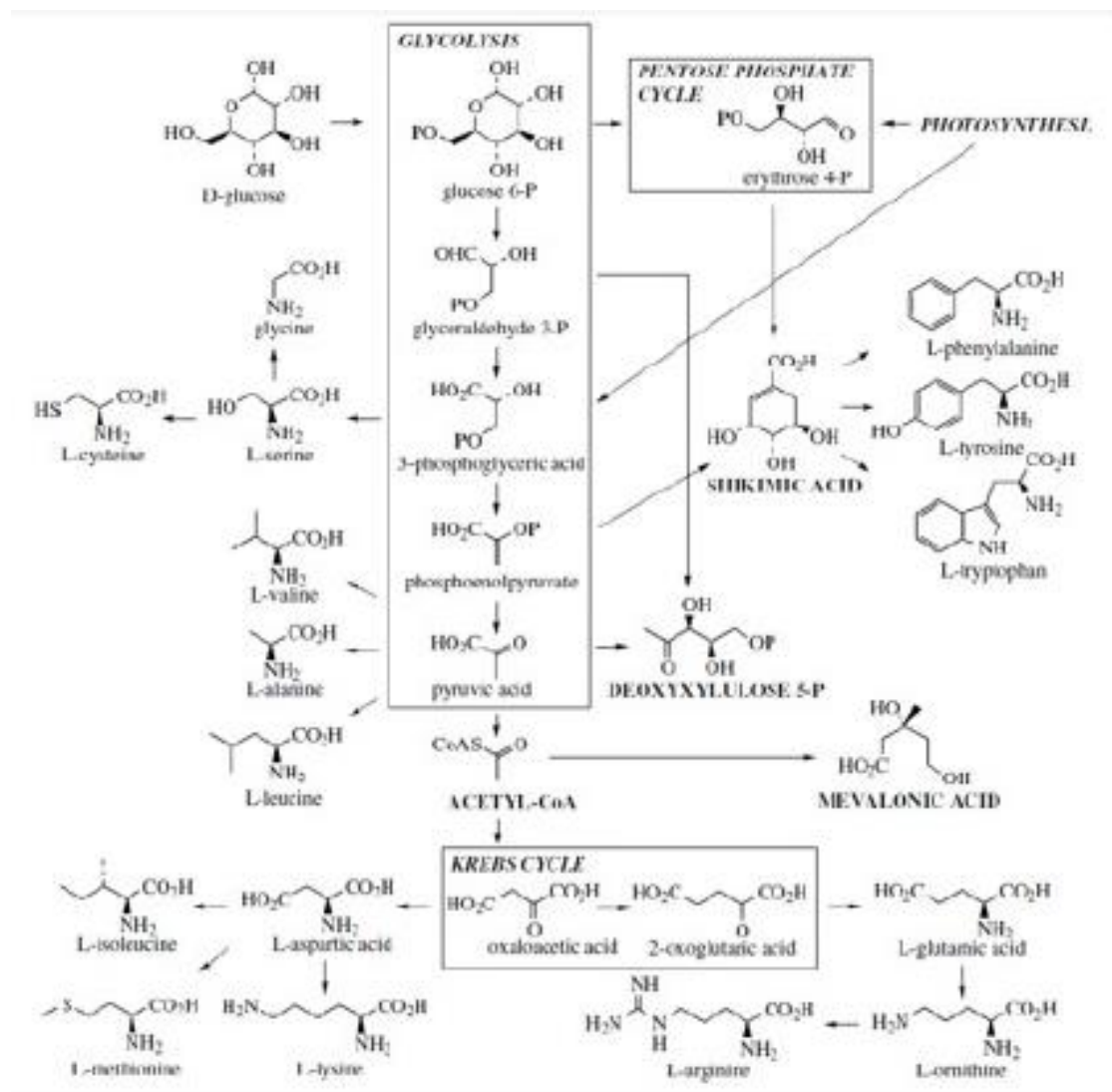


Figure 17. Schéma de biosynthèse des métabolites secondaires des plantes

Comme le montre la figure 17, le schéma décrit comment les métabolites du processus de photosynthèse, de glycolyse et de cycle de Krebs sont extraits du processus de génération d'énergie pour fournir des intermédiaires biosynthétiques. De loin, les éléments de base importants utilisés dans la biosynthèse des métabolites secondaires sont dérivés de l'acétyl-CoA (acétyl coenzyme A), de l'acide shikimique, de l'acide mévalonique et du 1-désoxylulose 5-phosphate (Giweli et al., 2013).

II. 4. 4. Influence de climat aride sur la teneur des plantes en métabolites secondaires

Les métabolites secondaires jouent un rôle majeur dans l'adaptation des plantes à l'environnement et dans la lutte contre les conditions de stress dans les zones arides. Les facteurs environnementaux tels que la température, l'humidité, l'intensité lumineuse, l'approvisionnement en eau, en minéraux et en CO₂ influent sur la croissance de la plante et la production de métabolites secondaires. La sécheresse, la salinité élevée et les températures glaciales sont des conditions environnementales qui ont des effets néfastes sur la croissance des plantes et la productivité des cultures. Les métabolites secondaires (MS) des plantes sont souvent appelés composés qui n'ont aucun rôle fondamental dans le maintien des processus de vie chez les plantes, mais ils sont importants pour la plante d'interagir avec son environnement pour l'adaptation et la défense. Cependant, nous commençons à comprendre le rôle crucial qu'ils jouent dans la croissance et le développement des plantes. Chez les plantes supérieures, une grande variété de métabolites secondaires sont synthétisés à partir de métabolites primaires (p. ex. glucides, lipides et acides aminés). Ils sont nécessaires pour la défense des plantes contre les herbivores et les agents pathogènes. L'accumulation de métabolites se produit souvent chez les plantes soumises à des contraintes, y compris l'ajout de diverses molécules d'éliciteurs ou de signaux (Akula *et al.*, 2011).

Les plantes ont une capacité presque illimitée de synthétiser ces métabolites. A la suite de stress biotique et abiotique, les plantes adoptent ces mécanismes de défense en créant une variation dans l'accumulation ou la biogenèse des métabolites secondaires (Pavarini *et al.*, 2012). Ces derniers sont caractérisés par une énorme diversité chimique où chaque plante possède son propre ensemble caractéristique de métabolites secondaires (Orhan, 2012).

Il est bien connu que les facteurs abiotiques ainsi que les facteurs biotiques influencent la composition chimique des plantes. Les facteurs abiotiques tels que les conditions de croissance, la température, la lumière, les nutriments, l'eau, *etc.* Ils ont été étudiés pour déterminer l'impact sur les MS, entraînant souvent une augmentation de la production considérée comme de meilleure qualité (Selmar et Kleinwachter, 2013). Les métabolites secondaires sont connus pour leurs utilisations protectrices et souvent bénéfiques pour les humains (tels que l'acide ascorbique et les composés phénoliques) et sont donc importants pour quantifier ces produits chimiques qui sont produits par les plantes pour protéger et prévenir les dommages aux tissus végétaux, et pour désaltérer les radicaux libres par des réactions enzymatiques et non enzymatiques (Yasheshwar *et al.*, 2017)

Divers facteurs climatiques, comme la disponibilité de l'eau (Sampaio *et al.*, 2016), température et rayonnement solaire (Borges *et al.*, 2017) sont décrits comme étant capables d'influencer la production de métabolite secondaire. Ainsi, les plantes soumises à des conditions de stress induites par l'environnement (par exemple : eau, sécheresse, températures élevées, gel, amplitude thermique élevée et niveaux élevés de rayonnement solaire) peuvent montrer des changements dans la production de différentes classes de métabolite secondaire. Les plantes modifient spécifiquement l'expression génétique d'une manière très différente, sous une condition de stress. Ces altérations de l'expression génétique conduisent à une régulation spécifique du métabolome, en fonction des espèces végétales et des conditions de stress spécifiques (Rizhsky *et al.*, 2002). Lorsqu'une plante est exposée à des agents de stress, plusieurs fois appelés éliciteurs, des voies enzymatiques sont induites, affectant le contenu des métabolites secondaire (Borges *et al.*, 2017). Ce facteur est déjà établi pour les composés bien connus pour leurs propriétés pharmacologiques, comme les terpénoïdes, les alcaloïdes et les composés phénoliques. (Kabera *et al.*, 2013).

II. 5. Utilisation des plantes aromatiques et médicinales dans le domaine Agro-alimentaire

Les PAM sont fréquemment utilisées par l'industrie alimentaire sous forme d'épices et de condiments, ainsi que d'herbes culinaires. L'importance des PAM dans les additifs alimentaires est également accrue par leurs propriétés antimicrobiennes (bactéricides et fongicides), grâce auxquelles elles produisent des agents de conservation très appréciés pour les préparations de légumes frais et de viande ainsi que pour les produits en conserve (Davidson *et al.*, 2005).

Différentes espèces aromatique et médicinales sont utilisées comme épices pour aromatiser et augmenter la durée de vie des aliments. En effet, ces espèces contiennent des huiles essentielles (HEs) dotées d'activités antimicrobiennes intéressantes et peuvent servir d'agents de conservation alimentaires (Mohammadi, 2006).

II. 5.1. Additifs alimentaires

Les additifs naturels des plantes peuvent être des composés, des groupes de composés ou des huiles essentielles. Plus récemment, l'intérêt de l'industrie alimentaire pour les composés naturels destinés à être ajoutés directement ou utilisés en synergie avec d'autres composés s'est accru (Carocho *et al.*, 2014).

❖ **Effet antimicrobien**

. L'activité antimicrobienne des plantes aromatiques et médicinales et de leurs dérivés bactériostatiques ou bactéricides contre les microorganismes pathogènes et de détérioration d'origine alimentaire a été documentée par plusieurs chercheurs (Franz et al., 2010). Principalement, il a été démontré que les huiles essentielles présentent des activités inhibitrices à large spectre contre les bactéries pathogènes Gram négatif (*Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, etc.) et Gram positif (*Bacillus subtilis*, *Clostridium coliformes*, etc.) (Martinez-Gracia et al., 2015).

Plusieurs études font état de l'ajout direct d'huiles essentielles et d'extraits de plantes aromatiques aux aliments pour exercer un effet antimicrobien ou antioxydant. Des huiles essentielles de laurier, de girofle, de cannelle et de thym ont été ajoutées aux fromages à pâte molle et se sont avérées être des inhibiteurs efficaces contre *Listeria monocytogenes* et *Salmonella enteritidis*, montrant que les huiles essentielles végétales peuvent être des antimicrobiens efficaces pour les produits laitiers (Christaki et al., 2020).

De plus, il a été signalé que les huiles essentielles et principalement l'huile d'origan sont de nouvelles substances bioactives puissantes contre les parasites intestinaux (Gaur et al., 2018). Par ailleurs, il a été établi que les pissenlits ont une activité antibactérienne efficace contre *Staphylococcus aureus* et *E. coli* chez la volaille (Qureshi et al., 2017).

❖ **Effet antioxydant et conservateur**

Plusieurs études font état de l'ajout direct d'huiles essentielles et d'extraits de plantes aromatiques aux aliments pour exercer un effet antioxydant. Les échantillons présentaient une réduction des niveaux de nitrite résiduel, une réduction de l'oxydation lipidique et une migration de flavonoïdes comme l'héspéridine et la narirutine (Viuda-Martos et al., 2010).

Par exemple, l'huile essentielle de romarin a été ajoutée aux saucisses de bologne donne des résultats prometteurs. Les extraits de romarin ajoutés aux boulettes de viande ont permis de réduire l'oxydation des lipides et de réduire légèrement le nombre de bactéries lactiques dans la viande (Fernandez, 2005).

Selon Goulas et Kontominas (2007), l'ajout d'huile essentielle d'origan à la daurade (*Spaurusaurata*) en différentes concentrations, combiné à un emballage sous atmosphère modifiée a

démonstré un effet conservateur, car il a réduit l'oxydation lipidique et le poisson était acceptable sur le plan sensoriel pendant une plus longue période, en comparaison avec les emballages sous atmosphère modifiée sans addition d'huile essentielle au poisson.

❖ **Effet aromatisant**

Les caractéristiques organoleptiques de l'aliment sont des attributs très importants qui influencent la préférence des consommateurs. Les herbes, les épices et ainsi leurs huiles essentielles jouent un rôle clé depuis l'antiquité dans la nutrition animale pour améliorer la saveur des aliments et ainsi améliorer la palatabilité (Christaki *et al.*, 2020)

Selon Upadhaya et Kim (2017), la supplémentation alimentaire d'un mélange d'huiles essentielles (basilic, caraway, laurier, citron, origan, sauge, thé et thym) a permis d'améliorer le gain de poids des animaux monogastriques, en raison de l'amélioration de la saveur et de la palatabilité de l'aliment.

En outre, l'utilisation des épices comme saveurs naturelles des aliments est très commun dans le monde entier. Différentes épices comme la cannelle, vanille, origan, poivre, romarin, thym, etc. utilisation comme arômes, est bien connu à des fins culinaires. Les arômes naturels procurent aux consommateurs l'expérience sensorielle, la consistance du goût et la sécurité (Christaki *et al.*, 2020).

II. 5.2. Emballage actif

Des huiles essentielles et des extraits de plantes aromatiques et médicinales ont été incorporés dans des matrices polymériques, afin d'obtenir un emballage actif avec des molécules naturelles. Plusieurs ouvrages ont été publiés à ce sujet, dont une récente étude sur les emballages actifs contenant des antioxydants naturels. Il est possible d'incorporer des antioxydants dans l'emballage des aliments, avec plusieurs avantages, dont le retard de l'oxydation des lipides et de la dénaturation des protéines (Sanches-Silva *et al.*, 2014).

L'huile essentielle de citronnelle a été incorporée dans un film de gélatine et a révélé des propriétés antioxydants et antimicrobiennes, augmentant ainsi la durée de conservation des poissons (Ahmad *et al.*, 2012). Des extraits de romarin ou d'origan ont été utilisés pour enrichir les pellicules comestibles de gélatine et ont permis de réduire la croissance microbienne et l'oxydation lipidique

des poissons fumés (Gomez,2007). L'extrait de menthe a été ajouté au chitosan et à l'alcool polyvinylique, à l'origine de films actifs aux propriétés antimicrobiennes et antioxydantes (Kanatt, 2012). Les pellicules comestibles produites à partir de protéines de lait enrichies en huile essentielle d'origan ont démontré une activité antioxydante et antimicrobienne au contact de la viande (Oussalah et *al.*, 2004). Les films produits à partir d'isolats de protéines de soja incorporés à des extraits d'origan mexicain présentaient des propriétés antioxydantes (Pruneda *et al.*, 2008).

Chapitre III :

*« Impact de régime riche en plantes
aromatique et médicinales sur la qualité
technologique et organoleptique de la
viande »*

Introduction

Les plantes aromatiques et médicinales sont utilisées depuis des siècles pour améliorer les caractéristiques sensorielles des aliments et prolonger leur durée de conservation. L'oxydation des lipides, qui est la principale cause de la détérioration de la qualité de la viande, est un déterminant important de la durée de conservation de la viande et des produits de viande. Les antioxydants sont des substances naturelles et/ou synthétiques utilisées pour prévenir l'oxydation des lipides. Plusieurs études ont évalué l'activité antioxydante de nombreuses herbes, épices et leurs extraits (Yesilbag *et al.*, 2011).

Au cours des dernières années, il y a une augmentation constante et inexorable des coûts de production du bétail, car les prix des céréales, du tourteau de soya et des aliments protéiques ont considérablement augmenté. La plupart des agriculteurs, en particulier ceux situés dans des zones marginales ou rurales, ne peuvent pas se permettre de telles dépenses. Cette difficulté est surtout évidente dans le cas des gros animaux élevés dans des systèmes intensifs (Vasta et Luciano, 2011).

L'utilisation d'antibiotiques pour l'alimentation animale a été largement interdite dans l'Union Européenne. En conséquence de cette interdiction, de nouveaux additifs commerciaux d'origine végétale sont apparus qui sont considérés comme des produits naturels et sont acceptés par les consommateurs. Les PAM ont fait l'objet d'une attention particulière en tant que substituts pour les promoteurs de la croissance des antibiotiques (Vasta et Luciano, 2011).

III. 1. Effets de l'alimentation sur les caractéristiques de la viande

L'effet de l'alimentation pourrait être considéré de deux points de vue principaux : le taux de croissance du niveau d'énergie imposé et les matières premières de la ration et leur état physique. En tout état de cause, presque toutes les études qui ont été publiées accordent plus d'attention à l'engraissement de la carcasse qu'à la viande. La disponibilité énergétique alimentaire est clairement liée à la quantité de matières grasses dans la carcasse, les régimes à haute densité énergétique produisant des carcasses plus grasses (Chestnutt, 1994).

Selon Picard *et al.* (1995), la composition de muscle et la qualité de viande est affecté par les types d'alimentation. Les variations du niveau énergétique de la ration, qui permettent de moduler la

vitesse de croissance des animaux, vont également modifier les caractéristiques contractiles et métaboliques des fibres musculaires.

Lorsque les régimes alimentaires sont isoénergétiques, la teneur en protéines ne produit que de légères et souvent des modifications non significatives de l'engraissement, à moins que de l'azote non dégradable de rumen ne soit ajouté à l'alimentation en fourrage grossier (Jason et Mantecon, 1993)

L'effet du niveau d'énergie alimentaire sur la qualité de la viande n'est pas clair, car il est difficile de séparer le niveau d'engraissement, le type de régime alimentaire, l'âge ou le taux de croissance imposé. Les travaux de Devine *et al.* (1993) et de Speck *et al.* (1995) ont démontré que les régimes à haute teneur en énergie produisent plus de viande tendre avec un pH moins problématique que les régimes à faible teneur en énergie en raison de la teneur plus élevée en gras intramusculaire. D'autre part, la réduction de l'apport alimentaire entraîne une augmentation de la quantité et de l'efficacité de la production maigre et une diminution des dépôts de graisse (Murphy *et al.*, 1994).

La matière première de la ration peut affecter la qualité du produit obtenu en ce qui concerne sa composition chimique et sa densité énergétique, sa digestibilité, sa qualité gustative et la présence de substances spécifiques avec des actions très spécifiques. En général, la matière première en tant que telle ne s'est pas révélée être un facteur important de la qualité de la viande des ruminants, sauf en ce qui concerne l'odeur et la saveur (Vipond *et al.*, 1995). Il est possible que la saveur et l'odeur de la viande de mouton soient exacerbées par l'alimentation au pâturage et aussi avec l'âge, surtout à partir de 12 mois (Channon *et al.*, 1997).

Un certain nombre d'études ont démontré que les animaux élevés dans un système de pâturage sans aucune supplémentation présentaient un degré de gras légèrement inférieur, en raison de l'apport énergétique plus faible des pâturages, combiné avec la dépense d'énergie plus élevée des animaux de pâturage par rapport à ceux complétés par du concentré, puisque la quantité de dépôts de graisse de carcasse est liée positivement à la consommation d'énergie (Chestnutt, 1994).

III. 2. Effet de régime riche en plantes aromatiques et médicinales sur la qualité technologique de la viande

La viande est connue pour être une source importante de vitamines, d'acides aminés essentielles, de protéines et de minéraux, avec une faible quantité de glucides et de lipides. En revanche, les produits carnés fournissent une grande quantité de sel, des acides gras saturés et de cholestérol. La viande et les produits de viande sont sensibles à l'oxydation des lipides et des protéines et à la détérioration de la qualité au cours du temps de traitement et d'entreposage (Domínguez *et al.*, 2019; Fernandes *et al.*, 2017).

La viande et les produits à base de viande sont sensibles à une détérioration rapide de la qualité et de la durée de conservation en raison de leur riche composition nutritionnelle. La détérioration m/ans les produits de viande (Lorenzo *et al.*, 2018). Bien qu'il existe de nombreux composés antioxydants synthétiques pour prévenir le processus oxydatif, seuls quelques-uns sont utiles dans l'industrie de la viande comme le gallate de propyle (PG), le tert-butylhydroquinone (TBHQ), le hydroxyanisolebutylé (BHA) et le butylatedhydroxytoluène (BHT), mais les consommateurs préfèrent les antioxydants naturels en raison de préoccupations concernant les effets toxicologiques des antioxydants synthétiques (Hashemi *et al.*, 2017).

La viande de animaux nourris à l'herbe a une meilleure stabilité à l'oxydation par rapport à la viande de animaux nourris au concentré, en raison d'une concentration plus élevée d'antioxydants naturels (Zervas et Tsiplakou, 2011).

II. 3. Effet de régime riche en plantes aromatiques et médicinales sur la qualité organoleptique de la viande

La viande des animaux qui broutent de l'herbe par opposition aux animaux nourris de concentrés a une saveur, une couleur et une composition en acides gras différentes. Des études récentes ont démontré que la viande des animaux qui broutent de l'herbe a une composition en acides gras jugée plus bénéfique pour la santé humaine que celle des animaux nourris de concentrés. Des efforts ont été faits ces dernières années pour permettre de tracer l'alimentation en herbe directement dans les produits herbivores (Priolo *et al.*, 2004).

Le système d'alimentation affecte les caractéristiques organoleptiques à savoir la saveur, le goût, la tendreté et couleur de la viande (Zervas et Tsiplakou, 2011).

II. 3. 1. Flaveur

Concerne la flaveur de la viande, généralement plus forte chez les animaux élevés à l'herbe qu'en bergerie. Cette flaveur pastorale résulte des interactions entre les acides gras (AG) ramifiés à chaîne courte responsables de la flaveur caractéristique de la viande ovine, le scatole (composé malodorant issu de la dégradation ruminale du tryptophane) et des produits d'oxydation de l'acide linoléique. L'alimentation à l'herbe comparativement à une alimentation à base de céréales influence aussi la flaveur de la viande des animaux en modifiant la nature des AG tissulaires qui déterminent les composés volatils formés lors de la cuisson : les aldéhydes, cétones et terpènes sont ainsi plus abondants dans la viande des animaux élevés à l'herbe et associés à la flaveur « pastorale » (Lebret *et al.*, 2015).

La viande des animaux issues de pâturage naturel a une qualité nutritionnelle supérieure et un meilleur goût (Hajji *et al.*, 2016). Selon Luo *et al.* (2019), en ce qui concerne la qualité de la viande, les composés volatils jouent un rôle clé dans les attributs sensoriels de la viande donc la qualité de la viande est également affectée par le régime alimentaire.

L'alimentation des animaux avec des plantes contenant des composés antioxydants pourrait servir de voie pour faire passer les antioxydants dans le système circulatoire, distribués et retenus dans les tissus. Et en effet, elles améliorent la qualité de la viande (Qwele *et al.*, 2013).

En général, les consommateurs de viande rouge considèrent que la viande provenant d'animaux élevés au pâturage est différente de celle obtenue à partir d'animaux élevés sur des concentrés, en particulier en termes de saveurs (Priolo *et al.*, 2001).

Selon les travaux de Hajji *et al.* (2016) qui ont démontrés que les goûts résiduels de viande et des gras des animaux groupe pâturage plus persiste que dans le groupe nourri au concentré (65,14 contre 60,38 % et 21,10 contre 14,15 %, respectivement).

II. 3. 2. Couleur

La nature des fourrages ingérés par les animaux est un des facteurs de variation de la qualité sensorielle de la viande. Le système d'alimentation pourrait avoir un effet direct en modifiant la teneur en myoglobine du muscle, protéine responsable de la couleur de la viande. En revanche l'alimentation peut avoir un impact indirect sur la couleur de la viande via l'âge de l'animal, le poids et l'état d'engraissement de la carcasse, le taux de gras intramusculaire et le pH ultime de la viande, qui varient souvent selon le système d'alimentation. Ainsi, le pH ultime du muscle est fortement corrélé à la couleur de la viande, en particulier à sa luminosité. Certaines études montre que la viande des animaux au pâturage a tendance être plus sombre. Or l'alimentation à l'herbe, c'est-à-dire, pâturage naturel, conduit généralement à un pH ultime de la viande plus élevé que lorsque les animaux sont alimentés avec des concentrés, en raison d'un potentiel glycolytique inférieur et d'une aptitude supérieure à la baisse du taux de glycogène musculaire en réponse aux manipulations lors de l'abattage. Par ailleurs, les carcasses les plus grasses, obtenues en général avec des régimes à base de concentrés, permettent au muscle de se refroidir plus lentement, entraînant une baisse de pH plus rapide, ce qui peut conduire à des différences de couleur de la viande. Le pourcentage de gras intramusculaire pourrait aussi être en partie responsable des différences de luminosité de la viande d'animaux soumis à différents systèmes de production. Le gras est en effet moins coloré que le muscle et sa présence pourrait contribuer à augmenter la valeur de la luminosité (Coulon, 2008).

II. 3. 3. Tendreté

Selon Jacques *et al.* (2016), les régimes de finition du fourrage pouvaient influencer l'évaluation de la tendreté de la viande. La différence de tendreté des animaux entre les systèmes de finition fourragère et concentrée est souvent associée à une augmentation de la graisse de la carcasse de cette dernière, soit par un effet direct de la graisse dans la viande, soit par un effet indirect en réduisant le raccourcissement musculaire pendant le refroidissement de la carcasse.

La viande des animaux issue de pâturage est moins tendre que celle de viande issue des animaux finis avec des régimes riches en concentrés. La force de cisaillement de la viande était réduite lorsque des animaux initialement conduits au pâturage recevaient ensuite un régime riche en concentrés. L'amélioration de la tendreté de la viande de ces animaux peut être due à une plus forte teneur en lipides intramusculaires, qui réduisent la résistance à la mastication, mais aussi à un plus

faible risque de contraction au froid, et à un âge moins avancé à l'abattage. De plus, des carcasses riches en gras de couverture, typiques d'une alimentation riche en concentrés, peuvent aussi réduire le risque de contraction au froid en raison de l'effet protecteur des lipides contre un refroidissement rapide. Selon des études faites, où elles sont comparées la viande issue des animaux produits à l'herbe à celle des animaux alimentés avec des concentrés, ayant les mêmes vitesses décroissance et abattus au même âge et au même poids. Les animaux recevant une alimentation à base de concentrés ont présenté une viande plus tendre. Cette tendreté a été liée positivement à la teneur en lipides des carcasses, plus grasses que chez les agneaux produits à l'herbe (Coulon et Priolo, 2002).

La tendreté de la viande était positivement corrélée avec le gras de la carcasse et les carcasses des animaux nourris au concentré étaient plus grasses que les carcasses des animaux broutés (Martin *et al.*, 2005).

Par ailleurs, Priolo *et al.* (2002) ont élevé des agneaux au pâturage ou avec des concentrés aux mêmes taux de croissance et ont abattu ces animaux des deux systèmes d'élevage (mêmes âges et poids). La viande provenant d'animaux nourris au concentré est plus tendre (5.07 et 4.52 respectivement) et plus juteuse (3.43 et 3.79 respectivement) que celle la viande provenant d'animaux nourris à l'herbe ($P < 0,01$).

Selon Jacques *et al* (2016) Le système d'alimentation peut affecter le poids et l'âge à l'abattage, l'engraissement, la maturité sexuelle, le pH de la viande, la quantité et la composition des graisses intramusculaires, et potentiellement aussi la présence de composés organiques volatils dérivés de l'alimentation ou de la fermentation ruminale, qui peuvent tous influencer la saveur de la viande.

Des évaluations sensorielles ont montré que la viande de chèvre est acceptable au goût et souhaitable pour le consommateur, par comparaison à des viandes provenant des animaux d'âges similaires. Cependant, la viande de chèvre a tendance à être moins tendre et moins juteuse que celle du mouton (Webb *et al.*, 2005).

II. 4. Composés volatils et qualité sensorielle de la viande

L'apparition des composés volatils dans les produits des animaux a plusieurs origines : elles peuvent provenir d'un transfert direct des aliments ou être formés par le métabolisme animal

(synthèse endogène) ou bien par les microorganismes. Les composés volatils sont considérés comme des traceurs moléculaires de système d'alimentation des animaux et comme marqueurs de la zone géographique dans laquelle les animaux ont été broutés. Par ailleurs, plusieurs variables interviennent dans l'accumulation de composés volatils dans les tissus des animaux : l'emplacement géographique du pâturage, sa composition botanique ou le temps passé au pâturage par les animaux (Vasta et Priolo, 2006 ; Vasta *et al.*, 2013).

Les composés volatils dans la viande des animaux ont été largement étudiés pour leurs effets favorables ou indésirables sur la saveur de la viande, ou pour leur utilisation potentielle dans le traçage du système d'alimentation animale. À ce jour, les mécanismes chimiques provoquant l'apparition de composés volatils dans la viande ont été largement compris. Plusieurs variables interviennent dans l'accumulation de matières volatiles dans les tissus animaux et parmi elles, l'alimentation animale joue un rôle clé (Vasta et Priolo, 2006).

La nature et la quantité des constituants volatils présents dans les produits, tissus et fluides des ruminants sont fortement influencées par l'alimentation. Il s'agit de traceurs moléculaires qui peuvent être soit des constituants volatils de la ration, soit des produits volatils du métabolisme exprimés de manière différentielle en fonction du régime (Prache *et al.*, 2006).

Parmi les caractéristiques qualitatives de la viande, le profil des composés volatils et la composition en acides gras jouent un rôle clé dans les propriétés sensorielles de la viande (Wojtasik-Kalinowska *et al.*, 2016).

Parmi les caractéristiques de qualité de la viande, les composés organiques volatils (COV) et le profil de la composition en acides gras jouent un rôle essentiel sur sensorielle de la viande et des propriétés saines. Le profil de COV des produits d'origine animale est fortement influencé par l'alimentation des animaux. En plus de leur rôle sur la saveur, la teneur en COV de la viande ont été étudiés en ce qui concerne leur utilisation potentielle comme des traces de système d'alimentation des animaux et comme indicateurs de la viande stabilité à l'oxydation, comme l'apparition de certains COV - tels que plusieurs aldéhydes et cétones - dans la viande est induite par des réactions d'auto-oxydation des lipides (Vasta *et al.*, 2013).

Certaines études ont montrées l'impact des huiles essentielles et des plantes riches en terpénoïdes sur les attributs sensoriels des animaux. Elle a réduit l'odeur rance de la viande après 14 jours d'exposition comparativement à la viande des animaux ne recevant pas le supplément; il est probable que cet effet était dû à la présence des composés volatiles tel que les diterpènes qui agissent comme conservateurs puissants contre l'oxydation (Chaves *et al.*, 2008).

La composition et la qualité de la viande des animaux sont influencées généralement par le régime alimentaire. Ce dernier influencent la composition volatile de la viande, qui affecte les caractéristiques facilement perceptibles par l'odeur et que les consommateurs associent à la viande. Les composés de saveur et d'arôme présents dans la viande comprennent une large gamme de composés, y compris les hydrocarbures, les aldéhydes, les cétones, les alcools, les furanes, les thiophènes, pyrrols, pyrazines, des oxazoles, des thiazoles et des composés soufrés (Kang *et al.*, 2013).

Les biomarqueurs végétaux sont des composés qui ne sont pas synthétisés par les animaux et dont l'occurrence dans les produits ou tissus animaux est sans ambiguïté en raison de la nourriture qu'ils ont consommée. Les pigments caroténoïdes et les métabolites secondaires comme les terpènes sont des exemples de tels composés. Ces micronutriments sont stockés dans la graisse animale après absorption et se retrouvent ainsi dans la viande. Des composés végétaux, tels que les terpénoïdes, qui ont été trouvés dans le tissu adipeux pourraient également présenter un intérêt en tant que biomarqueurs du régime alimentaire. La flore naturelle des prairies fait partie du «terroir», et son profil terpénique ainsi que celui du produit animal correspondant peuvent donc être caractéristiques de l'aire géographique. Les terpènes des fourrages consommés par les animaux ont été trouvés dans la viande. Les terpènes ont été utilisés avec succès pour reconnaître le régime alimentaire des animaux et pour localiser l'origine géographique des animaux nourris au pâturage (Prache *et al.*, 2005).

Les terpènes étant synthétisés presque exclusivement dans le règne végétal, leur présence dans la viande des animaux pourrait être un indicateur des régimes à base de fourrage vert. Dans certaines études, la concentration de 1-phythène, 2-phythène, néophytadiène et β -caryophyllène dans le tissu adipeux des animaux était plus de dix fois plus élevée chez les animaux nourris avec des fourrages verts que chez les animaux nourris avec des concentrés, cependant, les niveaux de β -

gurjunène étaient plus élevés dans le tissu adipeux des animaux nourris avec un régime concentré. Au-delà de cela, bien que les terpènes permettent la discrimination de la viande produite dans les deux types de systèmes d'alimentation, l'impact qu'ils ont au niveau sensoriel n'est pas entièrement clair. L'intensité de la saveur de l'herbe détectée sensoriellement dans la viande des animaux a été corrélée statistiquement avec les concentrations de plusieurs terpènes. Bien que ces composés soient individuellement présents en faibles concentrations (par rapport à leurs seuils de détection), collectivement, ils pourraient contribuer avec quelques notes aromatiques à la viande. Et même, elle avait un arôme et une saveur différents («épicés»), principalement en raison de concentrations plus élevées de composés terpénoïdes tels que le β -phellandrene et l' α -pinene (Resconi *et al.*, 2013).

II. 5. Effet des antioxydants sur la stabilité oxydative de la viande

Parmi les facteurs affectant la qualité de la viande, il y a également l'oxydation des lipides, responsable de la perte de qualité par la formation d'une saveur rance. La stabilité à l'oxydation de la viande dépend d'un équilibre entre les substances antioxydantes et pro-oxydantes, y compris la concentration en acides gras polyinsaturé (AGPI) et la durée de stockage. La viande des animaux nourris à l'herbe a une meilleure stabilité à l'oxydation par rapport à la viande des animaux nourris au concentré, en raison d'une concentration plus élevée d'antioxydants naturels (Zervas et Tsiplakou, 2011).

La viande des animaux nourris à herbe a une teneur en lipides et un profil en acide gras (AG) appropriés plus élevés en ce qui concerne la santé humaine par rapport à la viande des animaux nourris au régime concentré, et ainsi qu'une meilleure stabilité oxydative (Popova, 2007).

D'après les travaux de Hajji *et al.* (2016), la proportion d'acides gras saturés était plus élevée pour le groupe des animaux nourris au concentré que pour le groupe des animaux de pâturage (50,63 contre 44,48 %, respectivement). Les acides gras C18:1 était plus élevé pour le groupe des animaux nourris au concentré, tandis que les acides gras C18:2, C18:3 et CLA étaient plus élevés pour le groupe des animaux de pâturage et le groupe des animaux nourris au concentré avait une oxydation lipidique plus élevée que celui de groupe des animaux de pâturage.

Parmi les principaux caractères de qualité de la viande, la couleur et la saveur jouent un rôle majeur, à savoir les propriétés sensorielles qui permettent d'évaluer facilement la qualité du produit

Il est bien connu que, dans les viandes rouges, la couleur et la saveur sont affectées négativement par les processus oxydatifs. Les produits d'oxydation des lipides sont responsables des arômes indésirables, tandis que l'oxydation de la myoglobine et l'accumulation subséquente de metmyoglobine (MMb) à la surface de la viande sont les principales causes de la décoloration de la viande (Liu *et al.*, 1995).

Les mécanismes biochimiques complexes derrière l'oxydation des lipides et de la myoglobine permettent de faire face au problème de la détérioration oxydative de la viande (Zhang *et al.*, 2010). L'oxydation des lipides est la réaction majeure qui détériore la saveur, la couleur, la texture et la valeur nutritive des aliments. Divers antioxydants synthétiques ont été utilisés pour prévenir la détérioration oxydative des aliments. Cependant, les antioxydants synthétiques ne sont pas complètement acceptés par les consommateurs en raison de problèmes de santé (Zhang *et al.*, 2010).

Par conséquent, certains ingrédients naturels, y compris les herbes et les épices, ont été étudiés en particulier dans les pays asiatiques comme antioxydants potentiels dans la viande et les produits de viande. Les composés des herbes et des épices contiennent de nombreux produits phytochimiques qui sont des sources potentielles d'antioxydants naturels, notamment des diterpènes phénoliques, des flavonoïdes, des tanins et des acides phénoliques (Dawidowicz *et al.*, 2006). Ces composés ont des activités antioxydantes très importantes.

L'administration alimentaire d'antioxydants naturels peut représenter une stratégie intéressante, car, par exemple, il a été largement démontré que le fait de compléter les régimes alimentaires des animaux avec de la vitamine E améliore efficacement la résistance de la viande à la détérioration oxydative (Faustman *et al.*, 1998).

II. 6. Métabolites secondaires et amélioration de la stabilité oxydative de la viande

Les plantes aromatiques et médicinales riches en métabolite secondaire (composés phénolique, ...) qui possèdent des propriétés antioxydantes très importantes et, par conséquent, leur utilisation comme antioxydants naturels dans l'alimentation animale pourrait être encouragée. De plus, plusieurs plantes jusqu'à présent négligées dans les environnements méditerranéens et tropicaux ainsi que de nombreux sous-produits agro-industriels représentant des déchets à éliminer,

étant riches en métabolite secondaire pourraient trouver de précieuses applications dans l'alimentation des petits ruminants (Balasundram *et al.*, 2006).

Certaines études ont été démontrées la contribution des composés phénoliques dans l'amélioration de la stabilité oxydative de la viande, ils retardaient la détérioration oxydative de la viande. Et en raison de leur distribution presque omniprésente dans le règne végétal, la contribution de ces composés à l'apport alimentaire d'antioxydants des petits ruminants est d'un grand intérêt (Hollman et Katan, 1998).

Le fait d'administrer aux animaux un régime à base de concentré contenant un extrait riche en polyphénols a retardé l'oxydation de la myoglobine et a prolongé la stabilité de la couleur de la viande entreposée dans une atmosphère modifiée à haute teneur en oxygène et dans des conditions aérobies (Luciano *et al.*, 2011).

Selon les travaux de Qwele *et al.*, (2018), l'ajout des plantes aromatique et médicinales comme les feuilles de moringa « *Moringaoleifera* » dans l'alimentation des animaux augmente la teneur en polyphénols ($10,62 \pm 0,27$ mg d'équivalent acide tannique E/g) et elle est montrée des activités antioxydantes très importantes (ABTs : $93.51 \pm 0.19\%$ et DPPH : $58.95 \pm 0.3 \%$ par rapport le régime sans supplément ce qui peut jouer un rôle dans l'amélioration de la qualité de la viande (composition chimique, couleur et stabilité lipidique).

Par exemple, l'ajout d'acide ellagique réduit l'oxydation des lipides. Ainsi que, les composés phénoliques alimentaires réduisent fortement l'oxydation des lipides de la viande au fil du temps d'entreposage (Hayes *et al.*, 2009).

Plusieurs études ont démontré l'efficacité de l'ajout direct des huiles essentielles à la viande et aux produits de viande pour améliorer leur durée de conservation. Toutefois, l'intérêt pour l'utilisation potentielle d'huiles essentielles comme antioxydants naturels dans l'alimentation des animaux est plutôt récent et des résultats prometteurs ont été fournis (Zhang *et al.*, 2010).

D'après les travaux de Simitzis *et al.* (2008), l'alimentation des animaux avec un régime à base de concentré complété par 1 ml/kg des huiles essentielles d'origan réduisait fortement l'oxydation lipidique de la viande lors de l'entreposage réfrigéré et congelé.

Conclusion

Conclusion

Cette étude bibliographique consiste d'avoir une appréciation de l'impact de régime alimentaire riche en plantes aromatiques et médicinales sur la qualité technologique et organoleptique de la viande des petits ruminants dans région arides.

Au cours de cette étude, les seules conclusions aux quelles nous avons pu aboutir sont les suivantes :

Les petits ruminants offrent un certain nombre d'avantages environnementaux, socio-économiques et nutritionnels pour les petits éleveurs des zones marginales, comme les zones arides.

L'Algérie contient vraiment une ressource importante non négligée des petits ruminants avec une grande diversité.

Il existe un large éventail de systèmes d'élevage ovin et caprin allant de systèmes très étendus qui varient de l'intensif jusqu'au l'extensif selon la région de pâturage. Dans les zones arides, les systèmes d'élevage sont strictement pastoraux et extensifset basés sur le pâturage naturel dans ces régions qui ont riches en plantes aromatiques et médicinales.

L'Algérie est reconnue pour sa grande diversité variétale en plantes aromatiques et médicinales surtout dans les régions arides. Ces plantes ont une capacité presque illimitée de synthétiser des métabolites secondaires oùelles sont considérées comme une source très importante de nombreuses molécules bioactives naturelles aux propriétés antioxydantes et aux propriétés aromatisantes comme les composés phénoliques, et les terpènes, *etc.*

Un système d'alimentation riche en plantes aromatiques et médicinales contenant des composés antioxydants pourrait servir de voie pour faire passer les antioxydants dans le système circulatoire, distribués et retenus dans les tissus. Et en effet, ce qui donne une viande avec une qualité nutritionnelle supérieure et améliorent la qualité technologique et organoleptique de la viande et ainsi, elles ont une meilleure stabilité oxydative.

En général, les consommateurs préfèrent la viande provenant d'animaux élevés au pâturage que celle d'animaux élevés sur des concentrés, en particulier en termes de saveurs.

Cette étude théorique ce n'est qu'un début, qui nous a permis de connaitre une prévision de l'impact de régime riche en plantes aromatique et médicinales sur la qualité technologique et

organoleptique de la viande ; nous espérons que d'autres études approfondies s'effectueraient sur :

- Réalisation de cette étude sur terrain ;
- Faire des analyses organoleptiques des viandes issues de pâturage;
- Faire des analyses protéomique qui peut être appliquée à la recherche de prédiction des la qualité sensorielle de viande ;
- Faire des analyses technologiques des viandes issues de pâturage ;
- Caractérisation des composés phénoliques et volatils des viandes issues de pâturage ;
- Caractérisation de profil gras des viandes issues de pâturage ;
- Etudier l'effet de régime riche en plantes aromatique et médicinales sur la qualité hygiéniques de la viande.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

- Ahmad, M., Benjakul, S., Sumpavapol, P., & Nirmal, N. P. (2012). Quality changes of sea bass slices wrapped with gelatin film incorporated with lemongrass essential oil. *International Journal of Food Microbiology*, 155(3), 171-178.
- Aissaoui, M., Deghnouche, K., Bedjaoui, H., & Boukhalfa, H. Caractérisation morphologique des caprins d'une région aride du Sud-Est de l'Algérie.
- Akihisa T, Koike K, Kimura Y, Sashida N, Matsumoto T, Ukiya M, Nikaido T. Acyclic and incompletely cyclized triterpene alcohols in the seed oils of theaceae and gramineae. *Lipids*. 1999;34(11):1151-1175
- Akula, R., & Ravishankar, G. A. (2011). Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. *Plant signaling & behavior*, 6(11). 1720p0
- Amirouche R. et Misset M.T., 2009. – Flore spontanée d'Algérie : différenciation écogéographique des espèces et polyploïdie. *Cah Agric.* 18 (6), 474-480p.
- Ann. Méd. Vét., 2013, 157, 27-42 .Critères d'appréciation et facteurs de variation des caractéristiques de la carcasse et de qualité de la viande bovine.
- Aqil, M., Ahad, A., Sultana, Y., & Ali, A. (2007). Status of terpenes as skin penetration enhancers. *Drug discovery today*, 12(23-24), 1061-1067.
- Babo, D. (2000). *Races ovines et caprines françaises*. France Agricole Editions.
- Balasundram, N., Sundram, K., Samman, S., 2006. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chem.* 99, 191–203. from lambs fed a tannin-containing diet. *Food Chem.* 124, 1036–1042.
- Baumont, R., Prache, S., Meuret, M., & Morand-Fehr, P. (2000). How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants: a review. *Livestock Production Science*, 64(1), 15-28

- Bennett, R. N., & Wallsgrove, R. M. (1994). Secondary metabolites in plant defence mechanisms. *New phytologist*, 127(4), 617-633.
- Berli, F.J., Moreno, D., Piccolo, P., Hespanhol-Viana, L., Silva, M.F., Bressan-Smith, R., Cavarnaro, J.B. and Bottini, R. (2010). Abscisic acid is involved in the response of grape (*Vitis vinifera* L.) cv. Malbec leaf Tissues to ultraviolet-B radiation by enhancing ultraviolet-absorbing compounds, antioxidant enzymes and membrane sterols. *Plant cell Environ.* 33(1):1-10
- Bey D., Laloui S., (2005) Les teneurs en cuivre dans les piols et l'alimentation des chèvres dans la région d'El-Kantra (Biskra). Thèse. Doc. Vét. (Batna), 60p.
- Bhargava S, Sawant K. 2013. Drought stress adaptation: metabolic adjustment and regulation of gene expression. *Plant Breed.* 132(1):21-32.
- Borges, C. V., Minatel, I. O., Gomez-Gomez, H. A., & Lima, G. P. P. (2017). Medicinal plants: Influence of environmental factors on the content of secondary metabolites. In *Medicinal Plants and Environmental Challenges* (pp. 259-277). Springer, Cham.
- Bouix J., et Kadiri M., 1975. Un des éléments majeurs de la mise en valeur des palmeraies : la race ovine D'man. *CIHEAM - Options Méditerranéennes*. No 26. P : 87-93.
- CAPGENES, page consultée le 25/03/2016 1
- Carocho, M., Barreiro, M. F., Morales, P., & Ferreira, I. C. (2014). Adding molecules to food, pros and cons: A review on synthetic and natural food additives. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 13(4), 377-399.
- Chandarana H, Baluja S, Chand SV (2005). Comparison of Antibacterial Activities of Selected Species of Zingiberaceae family and some synthetic compounds. *TurcJ.Biol.* 29: 83-97.
- Channon, H.A., Thatcher, L.P., Leury, B.J., 1997. Effect of age and nutrition on meat flavor of lean, heavy weight cryptorchid and weather lambs. In: 43rd International Conference, Banská Štiavnica, V., Marinova, P., Monin, G., Popova, T., Ignatova, M., 2005.

- Chaves MM, Maroco JP, Pereira JS. 2003. Understanding plant responses to drought—from genes to the whole plant. *Funct Plant Biol.* 30(3):239–264.
- Chellig, 1992. Les «races» ovines algériennes. Editions. Office des Publications Universitaires, Alger, 80p.
- Chestnutt, D.M., 1994. Effect of lamb growth rate and growth pattern on carcass fat levels. *J. Anim. Prod.* 58, 77–85.
- Christaki, E., Giannenas, I., Bonos, E., & Florou-Paneri, P. (2020). Innovative uses of aromatic plants as natural supplements in nutrition. In *Feed Additives* (pp. 19-34). Academic Press.
- Cobb, M.A. 2013. The reception and consumption of eastern goods in Roman society. *Greece and Rome* 60(1): 136–152.
- COIBION L. Acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine : adaptation à la demande du consommateur. (Mémoire pour l'obtention du grade de Docteur vétérinaire). Ecole nationale vétérinaire de Toulouse : Toulouse, 2008, 97 p.
- Coulon, J. B. (2008). Herbe et qualité des produits animaux. Prairies, herbivores, territoires: quels enjeux, 49-69.
- D Archivio, M., Filesi, C., Di Benedetto, R., Gargiulo, R., Giovannini, C., & Masella, R. (2007). Polyphenols, dietary sources and bioavailability. *Annali-Istituto Superiore di Sanita*, 43(4), 348.
- Dawidowicz, A. L., Wianowska, D., & Baraniak, B. (2006). The antioxidant properties of alcoholic extracts from *Sambucus nigra* L. (antioxidant properties of extracts). *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 39, 308–315.
- Dekhili m. 2010. Fertilité des élevages ovins type hodna menés en extensif dans la région de sétif. »agronomie numéro, 2010, 0, 7p.
- Dekkiche Y., 1987. Etudes des paramètres zootechniques d'une race caprine améliorée (Alpine) et deux populations locales (MAKATIA et ARBIA) en élevage intensif dans une zone steppique (Laghouat). Thèse. Ing. Agro ; INA. El Harrach.

- Del Lungo, A. (2012). Irrigation forestière durable dans les zones arides et semi-arides. *Unasyuva*, 239, 63-64.
- Devatkal, S. K., Thorat, P., & Manjunatha, M. (2014). Effect of vacuum packaging and pomegranate peel extract on quality aspects of ground goat meat and nuggets. *Journal of food science and technology*, 51(10), 2685-2691.
- Devine, C.E., Graafhuis, A.E., Muir, P.D., Chrystall, B.B., 1993. The effect of growth rate and ultimate pH on meat quality of lambs. *Meat Sci.* 35, 63–77.
- Dewick, P.M. 2002. *Medicinal Natural products*. New York: John Wiley & Sons Ltd, 495.
- Djaout et al, (2017) Etat de la biodiversité des «races» ovines algériennes, *Genetic and biodiversity journal*. Vol (1) 11-26.
- Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F. J., Zhang, W., & Lorenzo, J. M. (2019). A comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products. *Antioxidants*, 8, 429
- Dudareva, N., Klempien, A., Muhlemann, J. K., & Kaplan, I. (2013). Biosynthesis, function and metabolic engineering of plant volatile organic compounds. *New Phytologist*, 198(1), 16-32.
- Dykes, L., & Rooney, L. W. (2007). Phenolic compounds in cereal grains and their health benefits. *Cereal foods world*, 52(3), 105-111.
- El Aich, A., Waterhouse, A., 1999. Small ruminants in environmental conservation. *Small Rumin. Res.* 34, 271-287.
- EVRAT-GEORGEL C. Bibliographie critique des méthodes instrumentales de mesure de la tendreté de la viande bovine. Département technique d’Elevage et Santé, Service Qualité des Viandes : Paris, 2008, 156 p.
- Fantazi K., (2004). Contribution à l’étude du polymorphisme génétique des caprins d’Algérie. Cas de la vallée de Oued Righ (Touggourt). Thèse de Magister I.N.A. Alger, 145p.
- FAO. 1977. Utilisation en croisement des «races» méditerranéennes bovines et ovines. Rapport de la première consultation d'experts sur l'évaluation des «races» et des croisements. Production et santé animales, n°6, Rome 30 mars-1er Avril 1977.

- Farooqi, A. A., & Sreeramu, B. S. (2004). Cultivation of medicinal and aromatic crops. Universities Press.
- Faustman, C., Chan, W.K.M., Schaefer, D.M., Havens, A., 1998. Beef color update: the role for vitamin E. *J. Anim. Sci.* 76, 1019–1026.
- Feliachi K, Kerboua M, Abdelfettah M, Ouakli K, Selhab F, Boudjakdji A, Takoucht A, Benani Z, Zemour A, Belhadj N, Rahmani M, Khecha A, Haba A, Ghenim H. 2003. Commission Nationale AnGR : Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales: Algérie. Point focal algérien pour les ressources génétiques. Direction Générale de l'INRAA.
- Feliachi k., kerboua m., abdefettah m., ouakli k., selhab f., boudjakdji a., takoucht a., benani z., zemour a., belhadj n., rahmani m., khecha a., haba a. & ghenim h. 2003. commission nationale angr : rapport national sur les ressources génétiques animales: algérie. Point focal algérien pour les ressources génétiques. Direction générale de l'inraa. Ministère de l'agriculture et du développement rural (madr).
- Feliachi, K. (2003). Rapport national sur les ressources génétiques animales: Algérie. Commission nationale, point focal Algérien pour les ressources génétiques, Octobre, 1-4. Khemici, E., Lounis, A., Mamou, M., Sebâa-Abdelkader, M., & Takoucht, A. (1995).
- Fernandes, R. P. P., Trindade, M. A., Tonin, F. G., Pugine, S. M. P., Lima, C. G., Lorenzo, J.M., et al. (2017). Evaluation of oxidative stability of lamb burger with *Origanum vulgare* extract. *Food Chemistry*, 233, 101–109
- Fernandez-Lopez, J., Zhi, N., Aleson-Carbonell, L., Pérez-Alvarez, J. A., & Kuri, V. (2005). Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs. *Meat science*, 69(3), 371-380.
- Font i Furnols, M., Realini, C., Montossi, F., Sañudo, C., Campo, M.M., Oliver, M.A., Nute, G.R., Guerrero, L., 2011. Consumer's purchasing intention for lamb meat affected by country of origin, feeding system and meat price: a conjoint study in Spain, France and United Kingdom. *Food Qual. Pref.* 22, 443–451.
- Fournier, A. (2006). L'élevage des chèvres. Editions Artemis.

- Franz, C., Baser, K.H.C., Windisch, W., 2010. Essential oils and aromatic plants in animal feeding - a European perspective. A review. *Flavour Fragrance J.* 25, 327-340.
- Gaouar S.B.S., 2009. Etude de la biodiversité : Analyse de la variabilité génétique des «races» ovines algériennes et de leurs relations phylogénétiques par l'utilisation des microsatellites. Thèse de Doctorat, Université des sciences et de technologie d'Oran (USTO).
- Gaur, S., Kuhlenschmidt, T.B., Kuhlenschmidt, M.S., Andrade, J.E., 2018. Effect of oregano essential oil and carvacrol on *Cryptosporidium parvum* infectivity in HCT-8 cells. *Parasitol. Int.* 67, 170-175.
- Giweli, A. A., Džamić, A. M., Soković, M., Ristić, M., Janačković, P., and Marin, P. 2013. "The Chemical Composition, Antimicrobial and Antioxidant Activities of the Essential Oil of *Salvia fruticosa* Growing Wild in Libya." *Archives of Biological Sciences* 1 (65): 321-9.
- Gómez-Estaca, J., Montero, P., Giménez, B., & Gómez-Guillén, M. C. (2007). Effect of functional edible films and high pressure processing on microbial and oxidative spoilage in cold-smoked sardine (*Sardinapilchardus*). *Food chemistry*, 105(2), 511-520.
- Goulas, A. E., & Kontominas, M. G. (2007). Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of sea bream (*Sparusaurata*): Biochemical and sensory attributes. *Food chemistry*, 100(1), 287-296.
- Grégory, NG (2010). Comment les changements climatiques pourraient affecter la qualité de la viande. *Food Research International* , 43 (7), 1866-1873
- Groom, N. 1981. Frankincense and myrrh: A study of the Arabian incense trade. London: Longman.
- Guerrero, A., Velandia Valero, M., Campo, M. M., & Sañudo, C. (2013). Some factors that affect ruminant meat quality: from the farm to the fork. Review. *ActaScientiarum. Animal Sciences*, 35(4), 335-347.
- H.D. Wodajo, et al *Small Ruminant Research* 184 (2020) 106064
- Hajji, H., Joy, M., Ripoll, G., Smeti, S., Mekki, I., Gahete, F. M., Mahouachi, M. et 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.

Han, X., Shen, T., & Lou, H. (2007). Dietary polyphenols and their biological significance. *International Journal of Molecular Sciences*, 8(9), 950-988

Hashemi, S. M. B., Nikmaram, N., Esteghlal, S., Khaneghah, A. M., Niakousari, M., Barba, F. J., et al. (2017). Efficiency of ohmic assisted hydrodistillation for the extraction of essential oil from oregano (*Origanum vulgare* subsp. *viride*) spices. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 41, 172–178.

Hayes, J.E., Stepanyan, V., Allen, P., O’Grady, M.N., O’Brien, N.M., Kerry, J.P., 2009. The effect of lutein, sesamol, ellagic acid and olive leaf extract on lipid oxidation and oxymyoglobin oxidation in bovine and porcine muscle model systems. *Meat Sci.* 83, 201–208.

He M, Dijkstra FA. 2014. Drought effect on plant nitrogen and phosphorus: a meta-analysis. *New Phytol.* 204(4):924–931.

Heywood, V. (1997, November). Medicinal and aromatic plants as global resources. In II WOCMAP Congress Medicinal and Aromatic Plants, Part 1: Biological Resources, Sustainable Use, Conservation and Ethnobotany 500 (pp. 21-30).

Hikino H. Recent research on oriental medicinal plants. In: Wanger H, Hiniko H, Farnsworth NR, editors. *Economic and Medicinal Plant Research*. Vol. 1. London: Academic Press; 1985. pp. 53-85

HOCQUETTE J.F., CASSAR-MALEK I., LISTRAT A., JURIE C., JAILLER R., PICARD B. Evolution des recherches sur le muscle des bovins et la qualité sensorielle de leur viande. II : Influence des facteurs d’élevage sur les caractéristiques musculaires. *Cah. Agric.*, 2005, 14, 365-372.

Hoffmann D. *Medical Herbalism : The Science and Practice of Herbal Medicine*. Healing Arts Press One Park Street, Rochester, Vermont; 2003. ISBN: 978-089281749-8

Hussein, R. A., & El-Anssary, A. A. (2019). Plants secondary metabolites: the key drivers of the pharmacological actions of medicinal plants. *Herbal Medicine*, 1, 13.

- Indhumathi, T.; Mohandass, S.; Shibi, A. Acute toxicity study of ethanolic extract of Solanum in canum L. Fruit. *Asian J. Pharm. Clin. Res.* 2014, 7, 98–100.
- Indice de primarité et différenciation génétique des populations caprines de la steppe (Arabia) et du désert (Mekatia) d'Algérie. *Genetics Selection Evolution*, 27(6), 503.
- Inoue, M., Hayashi, S., & Craker, L. E. (2017). Culture, history, and applications of medicinal and aromatic plants in Japan. *Aromatic and Medicinal Plants-Back to Nature*; El-Shemy, HA, Ed, 95-110.
- Jacques, J., Chouinard, P. Y., Gariépy, C., & Cinq-Mars, D. (2016). Meat quality, organoleptic characteristics, and fatty acid composition of Dorset lambs fed different forage to concentrate ratios or fresh grass. *Canadian Journal of Animal Science*, 97(2), 290-301.
- Jason, G.R., Mantecon, A.R., 1993. The effects of dietary protein level during food restriction on carcass and non carcass components, digestibility and subsequent compensatory growth in lambs. *Anim. Prod.* 56, 93–100.
- Jores D'Arces P. 1947. L'élevage en Algérie : Amélioration et développement. 93p. éditions Guianchain, Alger,
- Kabera, J. N., Semana, E., Mussa, A. R., & He, X. (2014). Plant secondary metabolites: biosynthesis, classification, function and pharmacological properties. *J Pharm Pharmacol*, 2(7), 377-392.
- Kaky, E., & Gilbert, F. (2016). Using species distribution models to assess the importance of Egypt's protected areas for the conservation of medicinal plants. *Journal of Arid Environments*, 135, 140-146.
- Kanatt, S. R., Rao, M. S., Chawla, S. P., & Sharma, A. (2012). Active chitosan–polyvinyl alcohol films with natural extracts. *Food Hydrocolloids*, 29(2), 290-297.
- Kang, G., Cho, S., Seong, P., Park, B., Kim, S., Kim, D., ... & Park, K. (2013). Effects of high pressure processing on fatty acid composition and volatile compounds in Korean native black goat meat. *Meat science*, 94(4), 495-499.

- Khemici, E., Mamou, M., Lounis, A., Bounihi, D., Ouachem, D., Merad, T., & Boukhetala, K. (1996). Étude des ressources génétiques caprines de l'Algérie du Nord à l'aide des indices de primarité. *Animal Genetic Resources/Recursos genéticos animales*, 17, 61-71.
- LAMELOISE P., ROUSSEL-CIQUARD N., ROSSET R. Evolution des qualités organoleptiques : les viandes : hygiène, technologie. *Inf. Tech. Serv. Vet.*, 1984, 88-91, 121-125.
- Larson, R. A. (1988). The antioxidants of higher plants. *Phytochemistry*, 27, 969-978. Aherne, S. A., & O'Brien, N. M. (2002). Dietary Flavonols: Chemistry, Food Content, and Metabolism. *Nutrition*, 18, 75-81.
- LAWRIE R.A. The eating quality of meat. In :Lawrie R.A (Ed.), *Meat science*. 5th edition. Pergamon Press : Oxford, 1991, 184-224.
- Lebret, B., Prache, S., Berri, C., Lefèvre, F., Bauchart, D., Picard, B., ... & Alami-Durante, H. (2015). Qualités des viandes: influences des caractéristiques des animaux et de leurs conditions d'élevage. *INRA Productions animales*, 28(2), 151-168.
- Lebret, B., Prache, S., Berri, C., Lefèvre, F., Bauchart, D., Picard, B., ... & Alami-Durante, H. (2015). Qualités des viandes: influences des caractéristiques des animaux et de leurs conditions d'élevage. *INRA Productions animales*, 28(2), 151-168.
- Les Races URL www.capgenes.com/spip.php?rubrique11
- Listrat, A., Lebret, B., Louveau, I., Astruc, T., Bonnet, M., Lefaucheur, L., & Bugeon, J. (2015). Comment la structure et la composition du muscle déterminent la qualité des viandes ou chairs. *INRA Productions Animales*, 28(2), 125-136.
- Lombardi, G., 2005. Optimum management and quality pastures for sheep and goat in mountain areas. *Options Mediter*. A-67, 19-29.
- López-Sampson, A., & Page, T. (2018). History of use and trade of agarwood. *Economic botany*, 72(1), 107-129.

- Lorenzo, J. M., Pateiro, M., Domínguez, R., Barba, F. J., Putnik, P., Kovačević, D. B., et al. (2018). Berries extracts as natural antioxidants in meat products: A review. *Food Research International*, 106, 1095–1104
- Luciano, G., Vasta, V., Monahan, F.J., Lòpez-Andrés, P., Biondi, L., Lanza, M., Priolo, A., 2011. Antioxidant status, colour stability and myoglobin resistance to oxidation of Longissimusdorsi muscle Liu, Q., Lanari, M.C., Schaefer, D.M., 1995. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. *J. Anim. Sci.* 73, 3131–3140.
- Luo, Y., Wang, B., Liu, C., Su, R., Hou, Y., Yao, D., ... & Jin, Y. (2019). Meat quality, fatty acids, volatile compounds, and antioxidant properties of lambs fed pasture versus mixed diet. *Food Science & Nutrition*. 2019;7:2796–2805.
- Madani t.,yakhlef h. &abbache n., 2003.les races bovines, ovines, caprines et camelines. In: abdelguerfi a. (ed) et sa. Ramdane. Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante pour l'agriculture en algérie, alger.
- Martin, B., Priolo, A., Valvo, M. A., Micol, D., &Coulon, J. B. (2005).Effects of grass feeding on milk, cheese and meat sensory properties. *Options Méditerranéennes. Serie A, SeminairesMéditerranéens*, 67, 213-223.
- Martinez-Gracia, C., Gonzalez-Bermudez, C.A., Cabellero-Valcarcel, A.M., Santaella-Pascual, M., Frontela-Saseta, C., 2015. Use of herbs and spices for food preservation: advantages and limitations. *Curr.Opin. Food Sci.* 6, 38-43.
- Mavhura, E., Manatsa, D., &Mushore, T. (2015). Adaptation to drought in arid and semi-arid environments: Case of the Zambezi Valley, Zimbabwe. *Jàmbá: Journal of DisasterRiskStudies*, 7(1).
- Meradi S., Moustari A., Chekal F., Benguigua Z., Ziad M., Mansori F., etBelhamra M. Situation de la population ovine "la race El hamra"en Algérie". *Journal Algérien des Régions Arides.*, N° Spécial, CRSTRA -28 -38
- MOËVI I. Le point sur la couleur de la viande bovine. *Interbev* : Paris, 2006, 113 p.

- Mohammedi Z., 2006. Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et flavoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen. Thèse de doctorat, Faculté des sciences Tlemcen.
- Moula, N. (2018). Caractérisation de la race ovine algérienne Tazegzawth. *Tropicultura*, 36(1), 43-53.
- Moulla F., et El-Bouyahiaoui R. 2015. Populations ovines locales algériennes de la kabylie : Ressources génétiques animales méconnues et en danger d'extinction. In Workshop National: Valorisation des «races» locales ovines et caprines à faibles effectifs « Un réservoir de diversité génétique pour le développement local ».02-03 Mars 2015. INRAA. Alger.
- Muir P.D., Smith N.B., Wallace G.J., Cruickshank G.J., Smith D.R., 1998. The effect of short-term grain feeding on liveweight gain and beef quality. *New Zealand J. Agric. Res.*, 41, 517-526.
- Mundim FR, Pringle EG. 2018. Whole-plant metabolic allocation under water stress. *Front Plant Sci.* 9:852.
- Murphy, T.A., Loerch, S.C., McClure, K.E., Solomon, M.B., 1994. Effects of restricted feeding on growth performance and carcass composition of lambs subjected to different nutritional treatments. *J. Anim. Sci.* 72, 3131–3137.
- Najari, S., Gaddour, A., Abdennebi, M., Ben Hamouda, M., &Khaldy, G. (2011). Systèmes d'élevage des petits ruminants sur les parcours des régions arides tunisiennes. *Options Méditerranéennes A 97*)–Mutations des systèmes d'élevage des ovins et perspectives de leur durabilité: 61, 65.
- Neffati, M., &Sghaier, M. (2014). Développement et valorisation des plantes aromatiques et médicinales (PAM) au niveau des zones désertiques de la région MENA (Algérie, Egypte, Jordanie, Maroc et Tunisie).
- Nicotra AB, Atkin OK, Bonser SP, Davidson AM, Finnegan EJ, Mathesius U, Poot P, Purugganan MD, Richards CL, Valladares F, et al. 2010. Plant phenotypic plasticity in a changing climate. *Trends Plant Sci.* 15(12):684–692
- Okigbo, R. N., Anuagasi, C. L., &Amadi, J. E. (2009). Advances in selected medicinal and aromatic plants indigenous to Africa. *Journal of medicinal plants Research*, 3(2), 086-095.

- OMS (2001). Legal Status of Traditional Medicine and Complementary/Alternative medicine : A world wide review.
- OMS (2014).Resolution –Promotion and Development of Training and Research in Medicinal. And Aromatics plant de l’OMS.
- Orhan, I. E. (Ed.).(2012). Biotechnological production of plant secondary metabolites.Bentham science publishers.
- OUALI A., HERRERA-MENDEZ C.H., COULIS G., BECILA S., BOUDJELLAL A., AUBRY L., SENTANDREU M.A. Revisiting the conversion of muscle into meat and the underlying mechanisms. *MeatSci.*, 2006, 74, 44-58.
- Oussalah, M., Caillet, S., Salmiéri, S., Saucier, L., & Lacroix, M. (2004). Antimicrobial and antioxidant effects of milk protein-based film containing essential oils for the preservation of whole beef muscle. *Journal of agricultural and food chemistry*, 52(18), 5598-5605.
- Pandey V, Shukla A. 2015. Acclimation and tolerance strategies of rice under drought stress. *Rice Sci.* 22(4):147–161.
- Panin, A., &Mahabile, M. (1997).Profitability and household income contribution of small ruminants to small-scale farmers in Botswana. *Small Ruminant Research*, 25(1), 9-15
- Pavarini, D. P., Pavarini, S. P., Niehues, M., & Lopes, N. P. (2012). Exogenous influences on plant secondary metabolite levels. *Animal Feed Science and Technology*, 176(1-4), 5-16.
- Perveen, S., & Al-Taweel, A. (2018).Terpenes and Terpenoids.
- Picard B., Robelin J., Geay Y. (1995). Influence of castration and postnatal energy restriction on the contractile and metabolic characteristics of bovine muscle. *Annales de Zootechnie*, 44, 347-357.
- Pichersky E, Noel JP, Dudareva N. 2006. Biosynthesis of plant volatiles: nature’s diversity and ingenuity. *Science* 311: 808–811.
- Popova, T. (2007).Effect of the rearing system on the fatty acid composition and oxidative stability of the M. longissimuslumborum and M. semimembranosus in lambs. *Small Ruminant Research*, 71(1-3), 150-157.

- Prache, S., Cornu, A., Berdagué, J. L., & Priolo, A. (2005). Traceability of animal feeding diet in the meat and milk of small ruminants. *Small Ruminant Research*, 59(2-3), 157-168.
- Prache, S., Martin, B., Nozière, P., Engel, E., Besle, J. M., Ferlay, A., Micol, D., Cornu, A., Cassar-Malek, I. et Andueza, D. (2006). Traçabilité de l'alimentation des herbivores à partir de la composition de leurs produits et tissus. *Rencontres autour des recherches sur les ruminants*, 175-182.
- Priolo, A., Micol, D., & Agabriel, J. (2001). Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. A review. *Animal Research*, 50(3), 185-200.
- Priolo, A., Micol, D., Agabriel, J., Prache, S., & Dransfield, E. (2002). Effect of grass or concentrate feeding systems on lamb carcass and meat quality. *Meat science*, 62(2), 179-185.
- Pruneda, E., Peralta-Hernández, J. M., Esquivel, K., Lee, S. Y., Godínez, L. A., & Mendoza, S. (2008). Water vapor permeability, mechanical properties and antioxidant effect of mexican oregano–soy based edible films. *Journal of food science*, 73(6), C488-C493
- Quideau S, Deffieux D, Douat-Casassus C, Pouyse'gu L (2011) Plant polyphenols: chemical properties, biological activities, and synthesis. *AngewChemInt Ed* 50:586–621
- Qureshi, S., Adil, S., Abd El-Hack, M.E., Alagawany, M., Farag, M.R., 2017. Beneficial uses of dandelion herb (*Taraxacum officinale*) in poultry nutrition. *World's Poult. Sci. J.* 73, 591-602.
- Qwele, K., Hugo, A., Oyedemi, S. O., Moyo, B., Masika, P. J., & Muchenje, V. (2013). Chemical composition, fatty acid content and antioxidant potential of meat from goats supplemented with *Moringa (Moringa oleifera)* leaves, sunflower cake and grass hay. *Meat Science*, 93(3), 455-462.
- RADJAH, A. (2020). Valorisation et identification phytochimique des principes actifs de quelques plantes médicinales de la région de Biskra (Doctoral dissertation, sciences de la nature et de la vie).
- Reguieg, L. (2011). Using medicinal plants in Algeria. *Am J Food Nutr*, 1(3), 126-127.
- Resconi, V., Escudero, A., & Campo, M. (2013). The development of aromas in ruminant meat. *Molecules*, 18(6), 6748-6781.

- Rice-Evans, C. A., Miller, N. J., & Paganga, G. (1997). Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Science*, 2, 152-159.
- Rizhsky, L., Liang, H., & Mittler, R. (2002). The combined effect of drought stress and heat shock on gene expression in tobacco. *Plant physiology*, 130(3), 1143-1151.
- Russell, W., & Duthie, G. (2011). Plant secondary metabolites and gut health: the case for phenolic acids. *Proceedings of the Nutrition Society*, 70(3), 389-396.
- Sampaio, B. L., Edrada-Ebel, R., & Da Costa, F. B. (2016). Effect of the environment on the secondary metabolic profile of *Tithonia diversifolia*: a model for environmental metabolomics of plants. *Scientific reports*, 6(1), 1-11.
- Sanches-Silva, A., Costa, D., Albuquerque, T. G., Buonocore, G. G., Ramos, F., Castilho, M. C., ... & Costa, H. S. (2014). Trends in the use of natural antioxidants in active food packaging: a review. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 31(3), 374-395.
- Seigler, D. S. (1995). *Plant Secondary Metabolism*. New York: Springer Science: Business Media; 1995. ISBN: 978-1-4613-7228-8; ISBN: 978-1-4615-4913-0 (eBook). DOI: 10.1007/978-1-4615-4913-0
- Selmar, D., Kleinwachter, M. (2013) Influencing the product quality by deliberately applying drought stress during the cultivation of medicinal plants. *Ind Crops Prod* 42:558–566
- Simitzis, P.E., Deligeorgis, S.G., Bizelis, J.A., Dardamani, A., Theodosiou, I., Fegeros, K., 2008. Effect of dietary oregano oil supplementation on lamb meat characteristics. *Meat Sci.* 79, 217–223.
- Sofowora, A. E. (1993). *Medicinal Plants and Traditional Medicines in Africa*. 2nd edition. Spectrum Books, Ibadan, Nigeria. p. 289
- Speck, P.A., Davidson, R.B., Dobbie, P.M., Singh, K.K., Clarke, N.J., 1995. Nutritional status affects meat tenderness in growing lambs. 87th Annual Meeting Abstracts. *J. Anim. Sci.* 168.

- Tchouamo, I. R., Tchoumboue, J., & Thibault, L. (2005). Caractéristiques socio-économiques et techniques de l'élevage de petits ruminants dans la province de l'ouest du Cameroun. *Tropicultura*, 23(4), 201-211.
- Tipu, M. A., Akhtar, M. S., Anjum, M. I., & Raja, M. L. (2006). New dimension of medicinal plants as animal feed. *Pakistan Veterinary Journal*, 26(3), 144-148.
- Turner, J. 2004. *Spice: The history of a temptation*. New York: Vintage Books
- Tyler VE (1999). Pyhtomedicines: back to the future. *J. Nat. Prod.*, 62: 1589-1592
- Upadhaya, S.D., Kim, I.H., 2017. Efficacy of phytogenic feed additive on performance, production and health status of monogastric animals - a review. *Ann. Anim. Sci.* 17, 929-948.
- Vanwarbeck, O. (2008). Caractérisation technico-économique des élevages de chèvres laitières en région Wallonne. Haute École de la Province de Liège, Liège (Belgique) 12 p
- Vasconcelos da Silveira, M., de Oliveira, L. M. N., Nunes-Pinheiro, D. C. S., da Silva Mendes, F. R., de Sousa, F. D., de Siqueira Oliveira, L., ... & de Melo, D. F. (2020). Analysis of tetraterpenes and tetraterpenoids (carotenoids). In *Recent Advances in Natural Products Analysis* (pp. 427-456). Elsevier.
- Vasta, V., & Luciano, G. (2011). The effects of dietary consumption of plants secondary compounds on small ruminants' products quality. *Small Ruminant Research*, 101(1-3), 150-159.
- Vasta, V., Aouadi, D., Brogna, D. M., Scerra, M., Luciano, G., Priolo, A., & Salem, H. B. (2013). Effect of the dietary supplementation of essential oils from rosemary and artemisia on muscle fatty acids and volatile compound profiles in Barbarine lambs. *Meat science*, 95(2), 235-241.
- Vasta, V., Nudda, A., Cannas, A., Lanza, M., Priolo, A., 2008. Alternative feed resources and small ruminants meat and milk quality. A review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 147, 223–246.
- Viallon, C., Martin, B., Verdier-Metz, I., Pradel, P., Garel, J.P., Coulon, J.B., Bedague, J.L., 2000. Transfer of monoterpenes and sesquiterpenes from forages into milk fat. *Lait* 80, 635–641.
- Vipond, J.E., Marie, S., Hunter, E.A., 1995. Effects of clover and mil in the diet of grazed lambs on meat quality. *Anim. Sci.* 60, 231–238.

- Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J., & Pérez-Álvarez, J. A. (2010). Effect of adding citrus fibre washing water and rosemary essential oil on the quality characteristics of a bologna sausage. *LWT-Food Science and Technology*, 43(6), 958-963.
- Webb, E. C., Casey, N. H., & Simela, L. (2005). Goat meat quality. *Small ruminant research*, 60(1-2), 153-166.
- Wink, M.A short history of alkaloids. In *Alkaloids: Biochemistry, Ecology and Medicinal Applications*; Roberts, M.F., Wink, M., Eds.; Plenum: New York, NY, USA, 1998; pp. 11–44.
- Wojtasik-Kalinowska, I., Guzek, D., Górską-Horczyzak, E., Głąbska, D., Brodowska, M., Sun, D. W., & Wierzbicka, A. (2016). Volatile compounds and fatty acids profile in Longissimusdorsi muscle from pigs fed with feed containing bioactive components. *LWT-Food Science and Technology*, 67, 112-117.
- Woodward A, Smith KR, Campbell-Lendrum D, Chadee DD, Honda Y, Liu Q, Olwoch J, Revich B, Sauerborn R, Chafe Z, et al. 2014. Climate change and health: on the latest IPCC report. *Lancet* 383(9924):1185–1189.
- Yang L, Wen KS, Ruan X, Zhao YX, Wei F, Wang Q. 2018. Response of plant secondary metabolites to environmental factors—a review. *Molecules* 23(4):1–36.
- Yao, L.H., Jian, Y.M., Shi, J., Tomás- Barberán, F.A., Datta, N., Singanusong, R., and Chen, S.S. Flavonoids in food and their health benefits. *Plant Foods Hum.Nutr.* 59:113, 2004
- Yasheshwar, Umar S, Sharma MP, Khan W, Ahmad S (2017) Variation in ornamental traits, physiological responses of *Tagetes erecta* L. and *T. patula* L. in relation to antioxidant and metabolic profile under deficit irrigation strategies. *SciHortic (Amsterdam)* 214:200–208 .
- Yesilbag, D., Eren, M., Agel, H., Kovanlikaya, A., & Balci, F. (2011). Effects of dietary rosemary, rosemary volatile oil and vitamin E on broiler performance, meat quality and serum SOD activity. *British Poultry Science*, 52(4), 472-482.
- Yiz, Wang Z, Li H, Liu M. Inhibitory effect of tellimagrandin I on chemically induced differentiation of human leukemia K562 cells. *Toxicology Letters*. 2004;147(2):109-119

- Zahedi, S. M., Karimi, M., & Venditti, A. (2019). Plants adapted to arid areas: specialized metabolites. *Natural product research*, 1-18. 12p
- Zandalinas SI, Sales C, Beltrán J, Gómez-Cadenas A, Arbona V. 2017. Activation of secondary metabolism in citrus plants is associated to sensitivity to combined drought and high temperatures. *Front Plant Sci.* 7:1–17.
- Zarrouk, A., Souilem, O., Drion, P., & Beckers, J. F. (2001). Caractéristiques de la reproduction dans l'espèce caprine. In *Annales de médecine vétérinaire* (Vol. 145, pp. 98-105). Université de Liège.
- Zervas, G., & Tsiplakou, E. (2011). The effect of feeding systems on the characteristics of products from small ruminants. *Small Ruminant Research*, 101(1-3), 140-149.
- Zhang, W., Xiao, S., Samaraweera, H., Lee, E.J., Ahn, D.U., 2010. Improving functional value of meat products. *Meat Sci.* 86, 15–31.
- Zouaoui, N., & Barkat, M. (2011). Effet des polyphénols sur la résistance à l'infestation fongique dans le grain de blé dur.
- Zouaoui, N., Chenchouni, H., Bouguerra, A., Massouras, T., & Barkat, M. (2020). Characterization of volatile organic compounds from six aromatic and medicinal plant species growing wild in North African drylands. *NFS Journal*, 18, 19-28.