

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITÉ AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA  
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE  
DÉPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Réf : ...../UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGRO/2019

## MEMOIRE

### EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME MASTER

Domaine : SNV      Filière : Sciences Alimentaire  
Spécialité : Agroalimentaire et Contrôle de Qualité

Présenté par :

*Alili Naouel*

*Thème*

*Etude de l'effet de la ficine de Ficus carica L. sur la  
qualité microbiologique et organoléptique de la viande  
bovine*

Soutenu le : 21 / 09 / 2019

Devant le jury composé de :

*Nom et Prénom*

*Grade*

*Bochibane .M*

*MAA*

*FSNVST/Univ. de Bouira*

*Président*

*Doumandji .W*

*MAA*

*FSNVST/Univ. de Bouira*

*Examinatrice*

*Mazri. Ch*

*MCB*

*FSNVST/Univ. de Bouira*

*Promotrice*

*Année Universitaire : 2018/2019*

# *Remerciements*

Avant tout nous tenons à remercier le bon Dieu, le tout puissant pour la volonté, la santé, le courage et la patience qu'il nous a donné pour la réalisation de ce modeste travail.

Notre premier mot de remerciements, va naturellement vers notre promotrice Madame Mazri, enseignante à l'université de Bouira, d'avoir acceptée de diriger ce travail, qu'elle trouve ici l'expression de notre profonde reconnaissance pour ses orientations et ses suggestions.

Nous adressons notre remerciement à Bochibane .M. Enseignant à l'université de Bouira pour l'honneur qu'il ma fait en acceptant de présider le jury de mon mémoire.

Nous adressons également notre remerciement à Doumandji, W. Enseignante à l'université de Bouira d'avoir acceptés d'examiner ce travail.

Mes vifs remerciements vont Madame Noria de Laboratoire de contrôle de qualité Sour El Ghozlen, Madame Dr. Ayit Yahia Fatima, Inspecteur vétérinaire à la DSA de la wilaya de Bejaia pour son aide en me facilitant l'accès au l'abattoir SNC LARBI sis à Ait R'Zine, et Monsieur Abdelghani de l'Université de Constantine pour son aide dans l'extraction de la ficine.

Je tiens aussi à remercier Messieurs Alili Arezki, Arifi Abdenoure et Alili Idriss, des Ingénieurs, pour leur aide afin de mener a terme ce travail.

A ces remerciements, je tien à associer tous les enseignants de la faculté SNVST de l'Université de Bouira, pour leur soutien et leurs encouragements.

Je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



## DEDICACE

Dieu tout puissant merci d'être toujours au près de moi

Je dédie ce mémoire à :

**Ma mère**, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

**Mon père**, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

**Mes chères sœurs** : Ghania, Sakina, Rahima, Souhila, Wassila, Kahina, Chahrazed et Nassima Maria pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,

**Mes chers frères**, Idriss, Messoud, Abedlhaq Abde Lghani pour leur appui et leur encouragement,

**Aux petits anges** :

Marwane, mohamed yacine, Assia, Adam, Idriss, Ikram, Mariem, Yasten, Amire mastinasse, Adam, massil Toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,

## 2. Liste des tableaux et des figures

---

<b>Tableau 1 :</b> Composition chimique muscle .....	07
<b>Tableau 2 :</b> La production des figues en tonnes des principaux pays dans le monde....	20
<b>Tableau 3 :</b> le rendement de différentes variétés selon l'équation mentionné dans la partie matériel et méthode.....	38
<b>Tableau 4 :</b> les résultats des analyses microbiologique de la viande fraiche.....	39
<b>Tableau 5 :</b> les résultats des analyses microbiologique de l'échantillon de viande traité par la ficine de la variété « Adokkar ».....	40
<b>Tableau 6 :</b> les résultats des analyses microbiologique d'échantillon de viande traité par la ficine de la variété « Abakkor ».....	41
<b>Tableau 7 :</b> représente les résultats des analyses microbiologiques d'échantillon de viande traité par la ficine de la variété « Lakhrife ».....	42
<b>Figure 1 :</b> Organisation anatomique de muscle squelettique.....	06
<b>Figure 2 :</b> Evaluation de la tendreté de la viande au cours de la.....	12
<b>Figure 3 :</b> L'arbre de figuier.....	17
<b>Figure 4 :</b> Morphologie et nervation de la feuille du figuier.....	18
<b>Figure 5 :</b> Coupe transversale d'une figue.....	18
<b>Figure 6:</b> Sycones du caprifiguier.....	19
<b>Figure 7 :</b> Collecte du latex.....	27
<b>Figure 8 :</b> Conservation du latex.....	27
<b>Figure 9 :</b> Diagramme d'obtention de l'agent coagulant brute du latex.....	28
<b>Figure 10 :</b> Les unités d'un échantillon de viande.....	29
<b>Figure 11 :</b> Milieu de culture liquide (la série de trois tubes).....	31
<b>Figure 12 :</b> Tube de résultat négatif.....	31

## 2. Liste des tableaux et des figures

---

<b>Figure 13 :</b> Tubes représente des résultats positifs.....	31
<b>Figure 14 :</b> Repiquage sur milieu EC avant incubation.....	32
<b>Figure 15 :</b> Repiquage sur milieu EC après incubation (la production de gaz).....	32
<b>Figure 16 :</b> Milieu tryptone sans indole.....	32
<b>Figure 17 :</b> L'essai de lecture avec le réactif de Kovacs.....	32
<b>Figure 18 :</b> Milieux de culture solide.....	33
<b>Figure 19 :</b> Des germes aérobie.....	33
<b>Figure 20 :</b> le muscle (Jarret).....	34
<b>Figure 21 :</b> Les résultats statistiquesdes analyses sensorielles .....	43
<b>Figure 22 :</b> Viande sans ficine.....	45
<b>Figure 23 :</b> Viande avec ficine des unifère.....	45
<b>Figure 24 :</b> Viande avec ficine de variété Adokkar.....	45
<b>Figure 25 :</b> Viande avec ficine des bifères (Abakkor).....	45

## Sommaire

1. Résumé	
2. La liste des tableaux et figures	
3. Introduction .....	01
3.1. Généralités sur la viande.....	03
3.1.1. Définition de la viande.....	03
3.1.2. Définition du muscle.....	04
3.1.2.1. Types des muscles.....	04
3.1.2.2. Caractéristiques des muscles.....	05
3.1.2.3. Structure anatomique et fonctions de muscle squelettique.....	05
3.1.2.4. Composition chimique du muscle squelettique .....	06
3.1.2.5. Transformation du muscle en viande.....	06
3.2.3. Qualités de la viande .....	08
3.2.3.1. Définition .....	08
3.2.3.2. Qualité nutritionnelle.....	08
3.2.3.3. Qualité hygiénique.....	08
3.2.3.4. Qualités organoleptiques.....	08
3.2.4. Evolution de la tendreté de la viande.....	09
3.2.4.1. Définition de la tendreté.....	09
3.2.4.2. Caractéristiques de la tendreté.....	09
3.2.5. Méthodes d'évaluation.....	11
3.2.5.1. Techniques utilisées dans l'évaluation de la tendreté .....	13
3.2.5.2. Facteurs impliqués dans la tendreté.....	14

## Sommaire

---

3.2.5.3. Causes de variabilité de la tendreté.....	14
3.3. Généralités sur le figuier .....	16
3.3.1. Origine et répartition dans le monde .....	16
3.3.2. La place du figuier dans l’agriculture familiale de montagne dans l’Algérie	20
3.3.3. La production de figuier dans le monde et en Algérie.....	20
3.3.4. L’exploitation et les perspectives de la figuiéculture en Algérie.....	21
3.3.5. La composition phytochimiques de figuier.....	22
3.3.6. Système enzymatique de figuier.....	22
3.3.7. La ficine.....	23
3.3.7.1. Définition.....	23
3.3.7.2. Caractéristiques de la ficine.....	23
3.3.7.3. Mécanisme et spécificité de la ficine.....	24
3.3.7.4. L’intérêt industriel et thérapeutique des substances chimiques du figuier.....	24
4. Objectif .....	26
5. Matériel et méthode.....	27
5.1. Matières premières.....	27
5.1.1. Collecte du latex .....	27
5.1.2. Extraction de système enzymatique .....	27
5.2. L’application de la ficine sur la viande rouge .....	28
5.2.1. Préparation et conservation du muscle.....	28
5.2.2. Protocole expérimentale des analyses microbiologique.....	29
5.3. Les germes recherchés selon le journal officiel république Algérien N°39.....	30
5.3.1. Préparation des milieux de culture.....	30

## Sommaire

---

5.4. Protocole d'analyses sensorielle.....	34
5.5. Appréciation de la tendreté par analyse sensorielle.....	34
6. Résultats et discussion .....	38
6.1. Le volume de l'extrait brute obtenu .....	38
6.2. Le rendement de latex pour les différentes variétés .....	38
6.3. Les résultats de l'analyse microbiologique .....	39
6.4. Le profil de l'analyse sensorielle .....	42
7. Conclusion .....	46
8. Référence bibliographique .....	47
9. Annexe	

### 3. Introduction

---

La filière viande bovine algérienne est confrontée au problème de la mondialisation de l'économie et à l'ouverture progressive des frontières aux produits d'origine animale et leurs dérivés venant d'autres pays plus performants où les évolutions techniques et organisationnelles ont permis la mise à niveau de la filière viande et l'amélioration de la qualité des produits. Le modèle de consommation et les habitudes alimentaires algériennes entraînent l'existence de secteur artisanal de boucherie traditionnelle, considéré comme étant le circuit le plus développé qui couvre la plus grande part du pays pour la distribution de la viande. Dans le but de contribuer au développement de cette filière, il est indispensable de joindre l'outil à l'agréable en exploitant nos ressources phylogénétiques au service de l'industrie artisanale afin d'améliorer la qualité de nos produits carnicole pour le bien-être de la catégorie âgée de notre société.

La tendreté de la viande résulte des propriétés mécaniques de différentes structures du muscle mais également, des liens qui existent entre ces structures ; les fibres musculaires, les fibres du collagène et les fibres d'élastines. La mesure des propriétés spécifique à chaque une des principales structures est possible dans le cas de la viande crue, une telle approche est difficile à réaliser avec la viande cuite (GRAJALES *et al.*, 1996).

Au cours de la mastication, la viande est d'abord déstructurée mécaniquement par des actions de compression et de cisaillement des dents. Une baisse importante de l'efficacité masticatoire chez les personnes âgées s'accompagne d'une déglutition de morceau de viande moins déstructuré, ce qui se traduit par une faible utilisation des acides aminés absorbés pour la synthèse protéique postprandiale.

Les protéases détiennent la première place sur le marché mondial des enzymes, elles sont les catalyseurs les plus efficaces et les plus recherchés et jouent un rôle important en biotechnologie, particulièrement en industries alimentaires. Les enzymes protéolytiques (protéases ou protéinases) font partie de la classe des hydrolases. En effet, ce sont des enzymes qui catalysent l'hydrolyse des protéines dans des sites bien spécifiques en scindant la liaison peptidique (SIAR *et al.*, 2018), et sont produites par voie extracellulaire ou intracellulaire. Ces enzymes ont été utilisées dans des applications extrêmement variées telles que l'attendrissage de viande et la fabrication des fromages. Ces protéases ont plusieurs origines microbiennes, animales ou encore végétales tel que la ficine obtenue à partir de latex du figuier.

### 3. Introduction

---

Plusieurs travaux de recherche ont été, réalisés sur les enzymes végétales et exactement sur les protéases à cystéine « la ficine » du l'espèce *Ficus carica L*, parmi ces travaux en cite l'effet de la ficine sur les fibres musculaires et l'amélioration de la tendreté de la viande par voie enzymatique de CHRIS *et al.*, (2007) qui explique l'activité spécifique de la ficine sur la dégradation maximale des protéines myofibrillaire par apport à celle de collagène et l'élastine.

Pour démontrer l'effet de la ficine sur la viande rouge, le présent travail porte sur l'influence de la ficine de trois variétés de figuier algériennes ; unifère, bifère et caprifiguier sur la viande bovine pour vérifier son efficacité sur la digestion de ses protéines. Il comprend deux parties principales, la première est dédiée à tester l'activité de la ficine sur la flore microbienne de la viande bovine fraîche dans ses conditions de conservation et la deuxième partie est réservée à l'effet de la ficine sur les qualités organoléptiques de la viande cuite par le test de dégustation.

## 3 .Introduction

---

### 3.1. Généralités sur la viande bovine

La classification des bovins au sein des mammifères selon Linné 1758 :

**Classe :** Mammifère

**Sous-classe :** Thériens

**Infra-classe :** Euthériens

**Ordre :** Cetartiodactyles

**Sous-ordre :** Artiodactyles

**Famille :** Bovidae (Bovidés)

Les bovidés sont des mammifères ruminants et herbivores. Leur estomac à 4 poches, adapté à la rumination. Leur sabot à 2 doigts, ils portent deux cornes frontales persistantes et creuses. Absence d'incisives sur le maxillaire supérieur et absence des canines. Regroupe les caprinés, antilopes et bovins avec 135 espèces réparties en 45 genres.

**Sous-famille :** Bovinae (Bovinés ou Bovins)

**Genre :** *Bos* Regroupe les bovins sauvages et domestiques.

**Espèces :** *Bos primigenius* (Aurochs), *Bos taurus* (Vache domestique), *Bos indicus* (Zébu), *Bos frontalis* (Gaur et Gayal), *Bos vaincus* (Banteng), *Bos sauveli* (Kouprey), *Bos grunniens* (Yak) (GUILLEMIN, 2010).

#### 3.1.1. Définition de la viande

Selon le dictionnaire « Larousse », la viande désigne toutes les parties comestibles d'un animal en considérant dans ce contexte « tout mammifère ou oiseau » (TOUATI, 2017). Traditionnellement, la viande est la chair issue des types d'animaux suivants :

- Les animaux de boucherie : bovin, veau, porc, mouton, agneau, cheval, chevreau ;
- Les animaux de basse-cour : poulet, dinde, canard, pintade, oie, pigeon, lapin ;
- Le gibier : sanglier, chevreuil, lièvre...

Il existe aussi des viandes plus « exotiques » issues de muscles d'animaux comme l'autruche, le bison, le zébu ou encore le crocodile, le kangourou, etc. Chaque région du monde possède ses spécificités en la matière (CHRIKI, 2013).

## 3 .Introduction

---

D'après certains textes, c'est la partie comestible de tout mammifère, cela englobe les muscles mais aussi les produits tripiers. Par ailleurs, la viande issue des tissus musculaires n'est pas identique au muscle dont elle est issue. En effet, la maturation du muscle est nécessaire à la transformation du muscle en viande. Il ne faut donc pas confondre viande et muscle (EL RAMMOUZ, 2005).

Selon l'organisation mondiale de la santé animale, La viande est la chaire des animaux utilisée pour l'alimentation humaine. Elle est essentiellement constituée par les muscles striés après leur évolution post mortem, qui se mangent après cuisson (EL RAMMOUZ, 2005). Les viandes se caractérisent par une grande hétérogénéité ; Ce sont surtout les tissus conjonctifs, adipeux parfois les os et la peau. Les viandes sont classées selon la couleur en : Viandes rouges et viandes blanches et selon la richesse en graisse en : Viandes maigres et viandes plus ou moins riches en graisse (BENAÏSSA, 2011).

### 3.1.2. Définition du muscle

Le muscle est une structure anatomique faite de cellules spécialisées regroupées en faisceaux. En physiologie, il s'agit de loges, capables de contractions et de décontractions et génératrices de mouvements (TOUATI, 2017).

#### 3.1.2.1. Types des muscles

Il existe trois types de muscle à savoir :

**Le muscle intermédiaires (cardiaque) :** (myocard) muscle strié, commandé par le système nerveux autonome, fonctionne en permanence pour assurer la circulation du sang et l'apport continu des nutriments et de l'oxygène aux tissus (ZEGHILET, 2009).

**Les muscles lisses :** composés de cellules mononuclées, présents dans les artères, les veines, l'utérus les viscères, avec des fonctions diverses, mais axées sur le maintien des structures et de l'élasticité. Ils sont sous le contrôle du système nerveux autonome (ZEGHILET, 2009).

**Muscles striés squelettiques (MSS) :** Ces muscles s'insèrent sur le squelette par des tendons et apparaissent striés à l'examen microscopique. La fonction principale de ces derniers est la production de force de mouvement par un mécanisme spécifique. Ils permettent donc la conversion d'énergie chimique (sous la forme d'adénosine triphosphate, ATP) en énergie mécanique (BALEH, 2018).

## 3 .Introduction

---

### 3.1.2.2. Caractéristiques des muscles

Les muscles sont faits de très longues cellules spécialisées appelées « fibres » ou « cellules » musculaires. Ces cellules, qui mesurent parfois plusieurs centimètres de long, contiennent du liquide ainsi que les protéines nécessaires à la contraction, c'est-à-dire l'actine et la myosine. Le coulisement de ces deux protéines l'une sur l'autre à l'intérieur des cellules permet la contraction et le relâchement des muscles. Chaque fibre musculaire est enveloppée d'une fine couche de collagène appelée « endomysium ». Les fibres musculaires sont regroupées par centaines, pour former des faisceaux, gainés eux aussi d'une couche de collagène appelée « pérимysium ». Les faisceaux sont regroupés entre eux pour former le muscle, qui est à son tour enveloppé d'une gaine de collagène appelée « épимysium ». Ces trois niveaux de collagène (l'endomysium, le pérимysium et l'épимysium) assurent l'attachement des muscles aux os et aux articulations, ainsi que leur mouvement. L'importance de cette trame de tissu conjonctif détermine en grande partie la tendreté, alors que la disposition et la taille des faisceaux musculaires déterminent le grain d'une pièce de viande (SGHAIER, 2013).

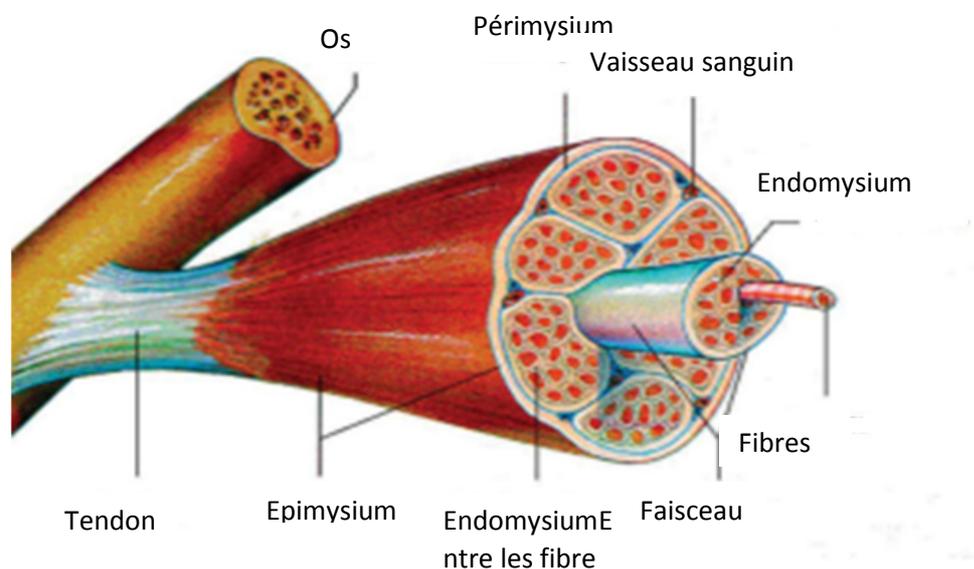
### 3.1.2.3. Structure anatomique et fonctions de muscle squelettique

Une carcasse de bovin est composée de 105 muscles différents. L'unité de base du tissu musculaire est la fibre musculaire, constituée de myofibrilles, du réticulum sarcoplasmique et du sarcoplasme. Chaque fibre est entourée par l'endomysium et chaque groupe ou faisceau de fibres musculaires est entouré par le pérимysium (GUILLEMINI, 2010).

Le muscle dans son ensemble est, quant à lui, enveloppé par l'épимysium qui, avec le pérимysium, attache le muscle à l'os par le tendon. Les fibres musculaires striées se distinguent en trois types de fibres pures en fonction de l'iso forme de myosine qu'elles contiennent et des caractéristiques morfo-fonctionnelles de celles-ci : les fibres de type I dites « fibres rouges à métabolisme oxydatif », car riches en myoglobine, de petit calibre et à contraction lente ; les fibres de type IIB dites « fibres blanches à métabolisme glycolytique », pauvres en myoglobine, de plus grand diamètre de section et à contraction rapide ; et les fibres de type IIA dites « intermédiaires » et possédant certaines caractéristiques des fibres du type I et d'autres de celles du type IIB. Ce sont des fibres à vitesse de contraction rapide ayant un métabolisme oxydatif et glycolytique. Une catégorie supplémentaire de fibres pures à vitesse de contraction rapide et à métabolisme oxydo-

### 3 .Introduction

glycolytique intermédiaire entre celui des fibres IIA et IIB a été identifiée plus tard chez certaines espèces (GUILLEMIN *et al.*, 2009).



**Figure 1 :** Organisation anatomique du muscle squelettique (SGHAIER, 2013).

#### 3.1.2.4. Composition chimique du muscle squelettique

La composition du muscle est variable entre les animaux, et chez un même animal, d'un muscle à l'autre. On peut tout de même retenir une composition moyenne selon le tableau suivant (COIBION, 2008).

**Tableau 1 :** composition chimique de muscle :

Composition de muscle	Le pourcentage %
Eau	75%
Protéines	18,5%
Lipides	3%
Substances azotées non protéiques	1,5%
Glucides et catabolites	1%
Composés minéraux...	1%

#### 3.1.2.5. Transformation du muscle en viande

Après l'abattage des animaux de boucherie, les muscles sont le siège de modifications, plus ou moins importantes qui contribuent à l'élaboration et à la définition des qualités organoleptiques de la viande, en particulier, la tendreté qui est un facteur limitant de

### 3 .Introduction

---

l'acceptabilité de la viande par le consommateur. La transformation du muscle en viande fait appel à un ensemble de processus très complexes, de nature à la fois enzymatique et physico-chimique, qui ne sont pas encore totalement compris (TALAOUANOU et SILI, 2013).

L'évolution de la viande se fait en trois phases :

**- phase de pantéance :**

La phase pantéance suit directement l'abattage. Malgré l'interruption du courant sanguin, on observe une succession de contractions et relaxations musculaires pendant une courte période de 20 à 30 minutes. Cet état correspond à la durée de survie du système nerveux ou le muscle dépense encore ses réserves en glycogène. L'accumulation d'acide lactique qui s'en suit provoque ainsi une baisse du pH qui passe, selon le muscle, de 7 à environ 5,5 (CHOUGUI, 2015).

**- phase de rigidité cadavérique :**

Ou rigormortis : après l'abattage, le muscle est souple, mais à mesure que le glycogène est dégradé, le taux d'ATP diminue. Lorsque ce taux devient trop faible, il y a alors liaison irréversible de l'actine et de la myosine. Les fibres musculaires se figent et le muscle devient rigide. C'est la rigidité cadavérique. Elle est à son maximum 24 heures après la mort (BALEH, 2018).

**- phase de maturation :**

Après le passage du rigor, la viande continue de s'attendrir. Il est bien connu que la viande des grands animaux d'élevage tels que le bœuf gagne en tendreté et en saveur lorsqu'elle est mûrie sous réfrigération, entre 1 et 4 °C (35 et 40 °F) pendant une période allant de 10 à 14 jours. Cette période, appelée « maturation », n'est pas requise pour les oiseaux d'élevage (volaille), ni pour le porc et les jeunes animaux tels que le veau et l'agneau, car les quelques jours qui s'écoulent normalement entre l'abattage et la mise en marché suffisent pour assurer l'attendrissement de la viande (BLAIS, 2011). Pendant la maturation, des enzymes appelées « protéases », naturellement présentes dans la viande, fragmentent les fibres musculaires, les rendant plus tendres. La saveur aussi est améliorée, grâce à la formation de molécules précurseurs d'arômes et de goût (TALAOUANOU et SILI, 2013).

Néanmoins, la dégradation du collagène au cours de la maturation, bien que faible, n'est pas négligeable. Elle devient significative après 10 jours de maturation (CHATIBI, 2011).

## 3 .Introduction

---

### 3.2.3. Qualités de la viande

#### 3.2.3.1. Définition

La notion de qualité de la viande est certes très étendue, et son acception varie selon les agents intervenant dans la filière. On distingue généralement des qualités nutritionnelles, hygiéniques, technologiques et organoleptiques (MONIN, 1991).

#### 3.2.3.2. Qualité nutritionnelle

La première fonction d'un aliment est de couvrir les besoins physiologiques d'un individu. Cette caractéristique est prouvée scientifiquement pour la viande et s'appuie sur les données relatives à sa composition (Protéines, glucides, lipides, oligo-éléments...) (BENAISSA, 2011).

#### 3.2.3.3. Qualité hygiénique

La viande doit garantir une totale innocuité et préserver la santé du consommateur. Elle ne doit contenir aucun résidu toxique (métaux lourds, toxines bactériennes), aucun parasite, ni être le siège de développement bactérien (COIBION, 2008).

#### 3.2.3.4. Qualités organoleptiques

Ce sont les qualités perçues par les sens du consommateur ;

**Flaveur :** La flaveur de la viande est déterminée par la composition chimique et les changements apportés à cette dernière par la cuisson. Des composés hydrosolubles aussi bien que liposolubles sont impliqués dans le développement de la flaveur au cours de la cuisson (MONIN, 1991).

**Couleur :** La couleur est une qualité très importante parce qu'elle détermine la décision d'achat de la viande par le consommateur, au même titre que la proportion de gras dans le morceau. Son importance croît encore avec le développement de la distribution de la viande en grandes et moyennes surfaces, où le consommateur est complètement maître de sa décision d'achat et dispose d'un choix important. L'intensité de la couleur augmente avec la teneur en myoglobine et dépend de la microstructure du muscle. La microstructure est elle-même fortement influencée par le pH : l'intensité de la couleur augmente avec le pH, et l'on obtient des viandes de couleur anormalement foncée, dite sa coupe sombre, lorsque celui-ci dépasse 6. La teinte varie en fonction de l'état d'oxygénation ou d'oxydation de la myoglobine : la myoglobine réduite non oxygénée est rouge pourpre, la myoglobine réduite

## 3 .Introduction

---

oxygénée est rouge vif, la myoglobine oxydée est rouge-brun, cette dernière couleur entraînant une réaction de rejet par le consommateur (TALAOUANOU et SILI, 2013).

**Jutosité :** La Jutosité dépend donc du pouvoir de rétention d'eau, de la quantité et peut-être de la nature des lipides de la viande. La Jutosité, appelée aussi succulence, caractérise la faculté d'exsudation de la viande au moment de la dégustation dont le facteur essentiel est le pouvoir de rétention d'eau du muscle (hydratation), qui est traduit par la faculté de la viande à conserver sa propre eau ou de l'eau ajoutée, ce qui est en relation avec la force de liaison de l'eau aux protéines de la fibre musculaire (CARTIER et MOEVI, 2007).

**Tendreté :** La tendreté mesure la facilité avec laquelle une viande se laisse mastiquer. Elle est considérée comme la qualité primordiale par la plupart des consommateurs. C'est seulement lorsqu'un seuil minimum de tendreté est respecté que le consommateur peut apprécier d'autres qualités comme la jutosité et la flaveur. La tendreté varie avec la quantité et les qualités du tissu conjonctif et avec le degré d'altération des protéines structurales au cours de la maturation (CHATIBI, 2011).

### 3.2.4. Evolution de la tendreté de la viande

#### 3 .2.4.1. Définition de la tendreté

C'est une qualité de première importance pour le consommateur car elle a un rôle de premier plan lors de la mastication. En effet, la tendreté correspond à la capacité d'une viande à être tranchée. Mais c'est une caractéristique qui présente la variabilité la plus importante et la moins maîtrisée, source d'insatisfaction des consommateurs. Elle va évoluer au cours de la phase de transformation du muscle en viande (GUILLEMIN, 2009).

#### 3.2.4.2. Caractéristiques de la tendreté

La tendreté est dépendante de plusieurs composantes : les fibres musculaires, le collagène, les lipides intramusculaires, et les systèmes protéasiques. Ces derniers interviennent lors de la transformation post-mortem du muscle en viande à l'abattoir et aussi sur les caractéristiques de la viande en bouche. L'importance de leur contribution à la tendreté n'est pas là même selon les muscles. Certains facteurs peuvent même être favorables à la tendreté dans un muscle et être défavorables dans un autre (KOOHMARAIE *et al.*, 2002).

#### A. Paramètres fondamentaux de la tendreté

Il existe deux types de paramètres fondamentaux caractérisant la tendreté d'une viande dont :

### 3 .Introduction

---

#### ➤ Paramètres structuraux

**Le collagène :** Le collagène, est un facteur déterminant de la tendreté de la viande. Etant peu affectée par l'action des protéases durant la maturation, la teneur en collagène définit la dureté de base de la viande crue ou peu cuite. En conséquence, les morceaux contenant beaucoup de collagène nécessitent une durée et une température de cuisson plus élevées afin de transformer le collagène en gélatine. Il en a été conclu que la concentration en collagène, mais également le nombre de liaisons pyrimidium, ont un effet additif négatif sur la tendreté. Le type de collagène joue aussi un rôle dans la tendreté. En particulier, le collagène de type III, sensible aux protéases, est relié à la tendreté (MONIN, 1991).

**Les lipides :** Les lipides sont présents sous la forme de triglycérides (esters de glycérol et d'acides gras pouvant être saturés, monoinsaturés et polyinsaturés) majoritaires et de phospholipides (lipides membranaires insaturés) (BAUCHART *et al.*, 1996). L'étude de TOURAILLE, (1994) montre un moindre impact sur la tendreté de la viande. Les résultats bibliographiques concernant la relation entre teneur en lipides et tendreté mesurées sur un même muscle sont contradictoires. Certains auteurs ne trouvent aucune corrélation sur viande crue et cuite (GEAY *et al.*, 2001). Au contraire, d'autres études françaises ont montré qu'il existe une corrélation positive entre la teneur en lipides et la tendreté, comme celle de PICARD (2007) ( $r = +0,23$ ) et RENAND (1997) ( $r = +0,19$ ). Enfin, on pourrait supposer que la couche lipidique des muscles prévient le phénomène de contracture au froid et donc serait favorable à la tendreté.

**Les systèmes protéolytiques :** La maturation de la viande est un processus très complexe affectant principalement la structure myofibrillaire et dépendant de plusieurs facteurs ante- et post mortem. C'est un processus essentiellement enzymatique (OUALI, 1992). Il résulte de l'action des protéases endogènes sur les protéines contractiles et sur les constituants du cytosquelette. Les systèmes protéolytiques identifiés dans le muscle comprennent les calpaïnes, les cathepsines, le protéasome, les métallopeptidases (Matrix Metallopeptidases ou MMP's) et les sérine peptidases (OUALI *et al.*, 2006). Certains résultats indiquent clairement que le taux d'inhibiteurs spécifiques de ces systèmes protéolytiques constitue un meilleur indicateur du processus d'attendrissage que le taux des enzymes elles-mêmes (OUALI et TALMANT, 1990). Récemment (OUALI *et al.*, 2006) ont proposé un nouveau concept impliquant des enzymes de la famille des caspases ayant également un rôle

### 3.Introduction

---

important dans les processus d'apoptose. Ces derniers pourraient constituer une première étape du phénomène de maturation.

#### ➤ Paramètres enzymatiques :

L'emploi des enzymes protéolytiques s'est développé aux Etats-Unis (utilisation de la bromeline et surtout de la papaïne). La plus grande partie est utilisée pour attendrir la viande. Mais il semble, d'après (DUMONT, 1952) ; que la papaïne, comme les autres enzymes d'ailleurs, soit d'un emploi délicat à l'usage domestique, en raison de son faible pouvoir de pénétration dans la viande, Les systèmes protéasiques interviennent lors de la phase d'attendrissage de la viande, qui constitue donc un processus essentiel dans l'amélioration progressive de la tendreté après la rigor mortis des muscles. La rigidité survient 24 à 48 heures après l'abattage. C'est ensuite que débute la phase de maturation, sur des carcasses correctement refroidies à une température inférieure ou égale à 7°C (OUALI, 1991). La maturation est un processus multifactoriel très complexe essentiellement enzymatique, résultant de l'action de protéases endogènes sur les protéines myofibrillaires, fragilisant la structure musculaire (OUALI, 1991). Le processus de maturation varie en vitesse et en intensité entre les muscles d'un même animal, en relation avec le type contractile et métabolique des muscles (OUALI, 1991). Les systèmes protéolytiques vont dégrader les protéines myofibrillaires et du cytosquelette. Ils vont ainsi briser les liens inter et intra myofibrilles, les liaisons myofibrille - sacrolème, et l'attachement des cellules musculaires à la lame basale. Il s'agit d'une protéolyse ménagée qui va détendre progressivement le muscle dont le but d'arrivé à une valeur de tendreté maximale (OUALI, 1991).

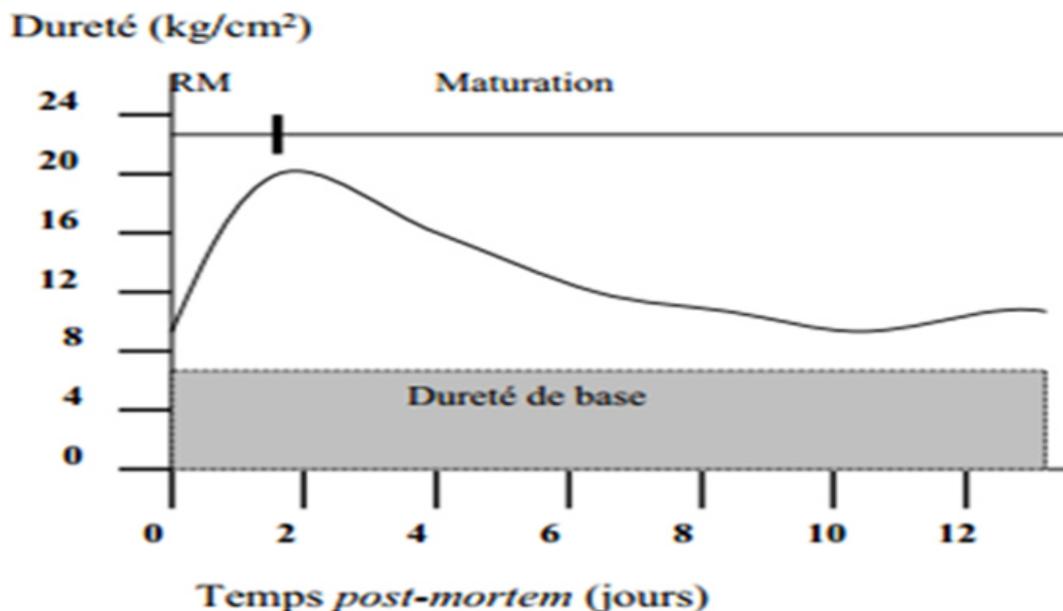
#### 3.2.5. Méthodes d'évaluation

En effet, les changements post-mortem dans le muscle qui se mettent en place après l'abattage de l'animal vont avoir une importance énorme dans l'évolution de la tendreté. Afin d'appréhender cette dernière, il est nécessaire de comprendre ces changements post-mortem. Pendant la période post-mortem, les cellules musculaires maintiennent leur homéostasie. Elles ont donc besoin de régénérer les molécules d'ATP. Mais l'arrêt de l'approvisionnement en oxygène et en nutriments les oblige à utiliser la voie anaérobie, la glycolyse. Le glycogène est alors métabolisé pour permettre la régénération des molécules d'ATP, aboutissant enfin de chaîne à la production de lactate. L'accumulation de ce produit acidifie progressivement le muscle, et le pH intracellulaire des cellules musculaires passe d'un pH de 7,2 à un pH ultime de 5,4 – 5,7. Ce pH ultime est important pour différentes qualités organoleptiques de la

### 3 .Introduction

---

viande. La nature de la relation entre pH et tendreté n'est pas complètement comprise. Un pH élevé (supérieur à 6) produit des viandes à coupe sombre, sèches et impropres à la consommation à cause du développement favorisé des microorganismes. Ce fort pH est dû à une réserve de glycogène faible, et donc à une glycolyse faible. Une chute trop forte et rapide du pH aboutit à un pH ultime trop faible (inférieur à 5), ce qui entraîne une couleur défavorable au consommateur et une perte d'eau importante. La chute de pH, plus précisément sa vitesse, dépend aussi de la température à laquelle est placée la carcasse (OUALI, 1991). En effet, cette chute de pH est la résultante d'actions enzymatiques inhibées à basse température. La baisse d'ATP inhibe les ATPases sarcoplasmiques, ce qui mène à la fuite des ions calcium  $Ca^{2+}$  dans le réticulum. Le relargage de ces ions du réticulum sarcoplasmique vers la fibre musculaire provoque la contraction de cette dernière. En temps normal, la myosine se détache de l'actine par hydrolyse de l'ATP. La cellule utilise cette molécule énergétique pour se détendre. Mais 24 heures après l'abattage, les réserves en ATP ne sont plus suffisantes pour assurer la décontraction. Les têtes de myosine ne se détachent plus des filaments d'actine et le muscle rentre en état de contraction permanente. C'est la rigidité cadavérique, ou rigor mortis. Celle-ci est plus prononcée au bout de 24 à 48 heures après l'abattage. La dureté de la viande est alors maximale (GUILLEMIN, 2010).



**Figure 2 :** Evolution de la tendreté de la viande au cours de la maturation (GUILLEMIN, 2010).

## 3 .Introduction

---

### 3.2.5.1. Techniques utilisées dans l'évaluation de la tendreté

Il n'existe pas une méthode capable de mesurer l'ensemble des sensations perçues lors de la mastication de la viande. Mais existent diverses méthodes qui permettent, à peu près de mesurer et classer la tendreté de la viande.

**-Les méthodes de terrains :** Les professionnels de la viande utilisent la méthode de la pression du pouce qui leur permet de trouver la délimitation entre les zones tendres et les zones dures des muscles, ce qui sert dans la pratique de l'affranchi. Une autre méthode, la seule véritablement fiable, est le jury de dégustation, qui donne une note de tendreté à la viande (HARKATI, 2007).

**-Les méthodes de laboratoire :** Dans un laboratoire, la mesure de la tendreté est l'évaluation objective de la texture des muscles. De plus l'analyse de la tendreté doit tenir compte de l'état de la viande : crue ou cuite, car l'analyse instrumentale sur une viande crue définit la tendreté potentielle de cette viande, et l'analyse d'une viande cuite définit sa tendreté instrumentale (GAZEAU, 1997).

La viande appartient au groupe des semi solides, dont le comportement de ses corps lors d'une déformation dépend de la vitesse de cette déformation. De plus il faut opérer dans la gamme de vitesse de la mastication de la viande et il se pose le problème de la structure de la viande, qui est hétérogène, et modifiée lors de la cuisson. Il faut donc connaître précisément le comportement rhéologique de la viande qui n'est pas encore bien maîtrisé (HARKATI, 2007).

**-Les appareils utilisés se classent en 2 groupes :**

1/- les appareils empiriques, avec lesquels on tente de caractériser le milieu, hors des conditions de mastication, tel l'appareil de WARNER et BRATZLET (1928-1932) ou le paramètre pris en compte est le maximum de force, qui n'est pas relié aux propriétés du milieu (DUMONT, 1952).

2/- les appareils imitatifs, qui tentent de reproduire l'action des dents, tel l'appareil de PROCTON qui est la reconstitution d'une cavité buccale complète, ou l'appareil de VOLODKEVITCH qui reproduit l'action d'une dent.

### 3 .Introduction

---

Mais il y a d'importantes variations, dans la signification des résultats, en fonction des caractéristiques de la viande. De plus ces appareils ne permettent de mesurer que la tendreté liée aux tissus conjonctifs, du fait de leurs résistances au cisaillement, alors qu'ils sont insuffisants pour celle liée aux myofibrilles. Le PETIT et BUFFIER (1995), en se basant sur la résistance de la structure myofibrillaire ont mis un protocole en utilisant une machine de traction compression où le taux de déformation est de 20% à la fréquence de 10 Hz ; ce qui permet d'étudier uniquement les propriétés mécaniques des fibres musculaires et non du collagène. En l'ADIV en collaboration avec l'ENITA de Clermont-Ferrand a réalisé un programme afin d'évaluer la spectroscopie de fluorescence frontale comme une méthode de mesure de la tendreté de la viande. Le principe de la méthode consiste à éclairer l'échantillon avec une lumière ultraviolette contenant des longueurs d'ondes spécifiques. Certaines protéines de la viande possèdent des propriétés de fluorescence naturel. Une nouvelle technique a été développée pour des analyses quantitatives de la texture de la viande, il s'agit de méthode ultrasonique en se basant sur la vitesse de propagation des ondes soniques dans la viande, sur un résonateur à haute résolution ultrasonique ; les résultats sont très corrélés à ceux d'un jury et à la force de cisaillement (CHRIKI, 2013).

#### **3.2.5.2. Facteurs impliqués dans la tendreté**

La tendreté de la viande dépend de plusieurs facteurs pour son installation, qui l'influencent au cours du temps post mortem de la viande, soit positivement ou négativement et donnent des différentes qualités à observer.

#### **3.2.5.3. Causes de variabilité de la tendreté**

La tendreté de la viande est un caractère dont la variabilité demeure importante, ce qui engendre une insatisfaction de la part des consommateurs. Une meilleure maîtrise de la tendreté est donc recherchée par les acteurs de la filière et il existe plusieurs exemples de facteurs affectant la tendreté de la viande. Certains de ces facteurs sont maîtrisables par l'Homme, d'autres sont liés à l'animal ou encore relatifs aux caractéristiques physico-chimiques du muscle (XAVIER *et al.*, 2009).

##### **A. Facteurs maîtrisés par l'Homme**

**Température :** La température à laquelle le muscle est entreposé en entrant en rigor influence la longueur des fibres du muscle. Une fibre ayant subi un raccourcissement présente une dureté supérieure à une fibre dont la longueur est augmentée (WEAVER *et al.*, 2008). La

### 3 .Introduction

---

durée de conservation pour l'obtention d'une tendreté optimale est fonction de la température de stockage. Elle est de 8 jours à 6°C, de 14 jours à 2°C et de 16 jours à 0°C (COIBION, 2008).

**Cuisson :** Lors de la cuisson, la température atteinte au cœur de la viande influe sur la tendreté de celle-ci, en la réduisant ou l'augmentant selon les morceaux (HARKATI, 2007). Donc la cuisson est un élément à prendre en compte pour la tendreté. En effet, une cuisson lente améliore la tendreté. La diffusion de la chaleur qui se fait de façon lente et de manière homogène, augmente ainsi la solubilisation du collagène et rend la viande plus facile à trancher (PENFIELD et MEYER, 1975).

**Régime alimentaire :** L'alimentation des animaux, est un facteur non négligeable de variabilité de la tendreté. Selon le type d'alimentations fournies, le développement et la croissance des animaux mais aussi, les caractéristiques musculaires seront modifiées (PICARD *et al.*, 1995). Des travaux portant sur l'alimentation des animaux ont montré que la quantité de protéines de la ration des animaux élevés en étable influençait également la tendreté, de meilleures conformations ont été obtenues avec des rations dont la teneur en protéines était plus importante (CLINQUART *et al.*, 2000).

#### **B. Facteurs liés à l'animale**

La tendreté est essentiellement fonction de la proportion et de la nature du tissu conjonctif contenu dans le muscle dont les facteurs de variation les plus importants sont :

**Comportement de l'animal :** Le tempérament des animaux constitue un facteur à prendre en compte dans le déterminisme de la tendreté. Il a été montré que les animaux ayant un comportement « excité » présentent une viande plus dure que des animaux présentant un comportement calme (VOISINET *et al.*, 1997 ; KING *et al.*, 2006).

**Sexe de l'animal :** Le sexe de l'animal influe non seulement sur la tendreté mais également sur la couleur de la viande. L'augmentation de la testostérone des males augmente le total du collagène. Celles-ci mettent en évidence un effet du sexe sur la couleur et sur la tendreté de la viande (BERIAIN *et al.*, 1999 ; MONIN, 1991). La viande des animaux femelles que ce soit adulte ou jeunes es plus tendre par rapport à ceux du sexe male (SOO KIM *et al.*, 2007).

**Age de l'animale :** La tendreté de la viande diminue avec l'âge de l'animal, par suite de la modification de la structure du collagène. L'augmentation de la vitesse de croissance

## 3 .Introduction

---

surtout après 12 mois provoque le même phénomène (BERIAIN *et al.*, 1999). Selon CLINQUART *et al.*, (2000), la dureté de la viande augmente avec l'âge de l'animal, en raison de la diminution de la solubilité du collagène. Ainsi que la couleur de la viande qui devient plus sombre avec l'âge, parce que la teneur en myoglobine augmente. Et l'augmentation de la teneur en graisse intramusculaire, va augmenter la flaveur de cette viande.

### C. Facteurs physico-chimiques et biologiques

**PH :** La diminution du pH est liée à l'accumulation d'acide lactique issu de la dégradation du glycogène contenu dans le muscle, cette diminution rapide du pH peut induire une dénaturation des protéines musculaires et par conséquent une viande moins tendre, moins juteuse avec une couleur moins intense (SOLOMON *et al.*, 1998).

**Pouvoir tampon :** Une source de variation de la tendreté de la viande est liée au pouvoir tampon de différents types de fibres. Les tampons sont majoritairement constitués de phosphates, des composés dérivés d'histidine, tels que : la carnosine et l'ansérine, qui sont en quantités plus importantes dans les muscles à fibres rapides que dans les muscles à fibres lentes (ABAZ et RAHMANI, 2013).

**Tissu conjonctif :** Le tissu conjonctif est un facteur potentiellement important de la tendreté de la viande. Il expliquerait jusqu'à 12,4% des variations constatées. Un des mécanismes pouvant survenir dans le phénomène, et lié au tissu conjonctif, est la rupture des liaisons covalentes qui se forment dans le collagène. Ainsi, la force du tissu conjonctif devient plus faible lorsque le pH diminue (PURSLOW, 1991).

### 3.3. Généralités sur le figuier

#### 3.3.1. Origine et répartition dans le monde

Le figuier est connu partout dans le monde et dont l'histoire commence depuis l'antiquité. Il est cité dans la "Sourat Attine" (Coran). L'origine de figuier reste un peu confuse. Il serait originaire du moyen orient, d'Asie occidentale, d'Afrique de nord ou des Canaries. Il est vraisemblablement issu de l'hybridation de plusieurs espèces sauvages. Le figuier serait originaire du bassin méditerranéen, et de moyen orient, plus exactement d'Afghanistan (SIAR, 2014). Son aire de répartition s'étend depuis les îles de canarie jusqu'en Inde et au Pakistan, sur les côtes de l'Océan Atlantique comme sur toutes celles de la méditerranée et dans le moyen orient (LEULMI, 2015).

## 3 .Introduction

---

### a. Morphologie

#### ➤ Le figuier

Le figuier est un arbre volumineux, de dix à douze mètres de haut (figure 1). Il est généralement de grande longévité. La constitution végétative de l'arbre est semi-ligneuse. L'écorce est grise-argentée, légèrement rugueuse. Le tronc porte souvent de grosses tumeurs ganglionnaires (MESSADI et MOHELLEB, 2012). Les branches sont vigoureuses et souples, a leurs extrémités se trouvent des bourgeons apicaux de différentes formes et couleurs (BENETTAYEB, 2017). L'activité racinaire est l'une des points forts dans l'écologie du figuier ; Grâce à son fort système racinaire abondant qui lui permet une exploitation optimale de l'eau, explique sa résistance dans les situations très sèches (BAKHAI, 2016). Le figuier ne s'adapte pas au froid et il est déconseillé de faire des plantations dans les régions où la température descend en hiver au-dessous de 5°C. Les feuilles de figuier sont caduques, à bords ondulés, sont généralement à 5 lobes, mais peuvent avoir seulement 4 ou 3 lobes. Les feuilles sont ostensiblement à nervation palmée (figure 2).



**Figure 3 :** L'arbre de figuier (BAKHAI, 2016).

### 3 .Introduction

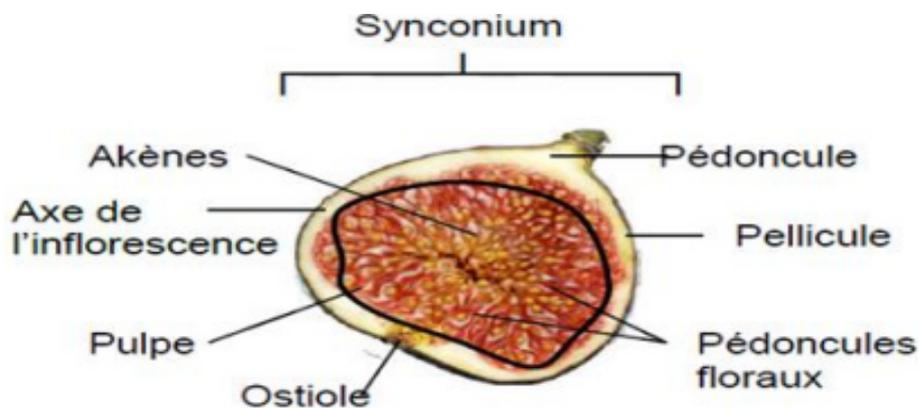
---



**Figure 4 :** Morphologie et nervation de la feuille du figuier (MESSADI et MOHELLEBI, 2012).

#### ➤ La figue : L'inflorescence

La figue n'est pas au sens botanique un vrai fruit ; il s'agit en fait d'un réceptacle charnu, le synconium, qui contient les fleurs, et qui a maturité est comestible (ZIANI, 2017). La figue selon la figure 3 ; est composée d'une pellicule (peau ou épiderme), une pulpe composée d'un réceptacle contenant les graines (akènes : le vrai fruit), un ostiole (œil ou opercule) et un pédoncule.



**Figure 5 :** Coupe transversale d'une figue (MADAOUUI et YAICHE, 2012).

#### **b. Classification botanique**

Le figuier dont le nom botanique *Ficus carica* à un qualificatif générique qui signifie verrue pour Ficus (le lait de figuier pour soigner la verrue) et carica signifie originaire de la carie Turquie actuellement (BRAHAMI et LERMIZI, 2017). C'est un arbre à feuilles caduques de la famille des Moraceae qui comprend environ 1500 espèces classées en 52

### 3 .Introduction

---

genres dont le genre ficus (LEULMI, 2015). Du point de vue systématique, la classification botanique du figuier comme décrite par BABY et RAJ, (2011) est la suivante :

**Règne :** Végétal

**Embranchement :**Phanérogames

**Sous embranchement :** Angiospermes

**Classe :** Dicotylédones

**Sous classe :**Hamamélidées

**Série :** Apétales unisexuées

**Ordre :** urticales

**Famille :** Moracées

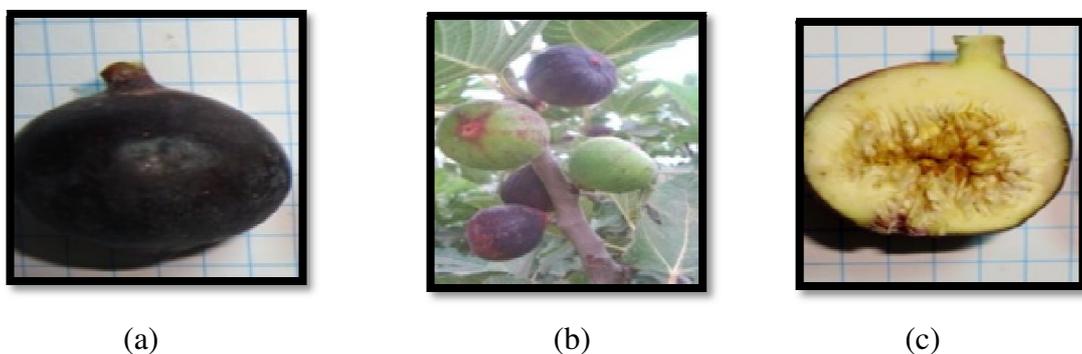
**Genre :** *Ficus*

**Espèce :** *Ficus carica* L

#### c. Les variétés

- **La forme spontanée (Caprifiguiier)**

Les caprifiguiers sont des figuiers mâles, appelés ‘Dokkars’ en Algérie. Les ‘Dokkars’ vivent plus longtemps que les figuiers cultivés. La pollinisation se produit naturellement lorsque l’arbres femelles et caprifiguiers sont présents dans le même verger ou lorsque des branches portant des fleurs de caprifiguiers sont placées près de figuiers femelles. Les ‘Dokkars’ forment des petits fruits non consommables comme représente la figure 4 ;



**Figure 6 :** Sycones du caprifiguiier :(a) Sur l’arbre ; (b) Vue de profil ; (c) Coupe longitudinale (BENETTAYEB, 2017).

## 3 .Introduction

---

- **Les formes domestiques (Cultivées)**

Les figuiers femelles peuvent produire une ou deux récoltes par année ; les unifères ne fructifient qu'une fois à la fin Août-début Septembre, les bifères produisent deux récoltes par a (BAKHAI, 2016) : les figues-fleurs dont la période dure environ deux semaines (MADAOUÏ et YAICHE, 2012), naissent au printemps, sur les rameaux de l'année précédente, ne nécessite pas la pollinisation et se fait d'une manière parthénocarpique (BENABDELKADER, 2011). Les arbres unifères produisent des figues qui apparaissent en été-automne et sont formées à l'aisselle de feuilles sur les rameaux de l'année en cours (BAKHAI, 2016).

### 3.3.2. La place du figuier dans l'agriculture familiale de montagne dans l'Algérie

*Ficus carica* est classé parmi les plantes utilisées traditionnellement par la population rurale Algérienne. La majorité des figueraies sont concentrées dans les régions kabyles (Wilayas de Tizi-Ouzou et Bejaïa) (BENSALAH et KORIB, 2013).

### 3.3.3. La production de figuier dans le monde et en Algérie

La production mondiale de figues s'élève à 1 million de tonnes, dont plus de 90% proviennent du bassin méditerranéen et du moyen orient. Dans ce secteur, la Turquie arrive en tête avec de 29 % de la production mondiale. Elle devance l'Egypte 16 % et L'Algérie 12 %. Parmi les autres producteurs significatifs on relève aussi les pays du Maghreb, l'Iran et la Syrie. Pour ce qui concerne la production en Amérique ce sont les USA et le Brésil qui assure l'essentiel de la production comme représente le tableau 1 ;

**Tableau 2** : La production des figues en tonnes des principaux pays dans le monde selon la FAO, (2016).

Payes	Production
Turquie	305450
Égypte	167622
Algérie	131722
Iran	70178
Maroc	59881
Syrie	43098
États-Unis	31600
Brésil	26310

### 3 .Introduction

---

Espagne	25224
Tunisie	22500

#### **Production nationale**

L'Algérie, est le 3eme pays producteur des figues dans le monde. Le centre de la production s'est installé à la région des kabyles. La plantation du figuier dans la wilaya de Bejaia occupe environ 10200 (ha). Les différentes communes de la wilaya de Bejaia produisent des quantités variables de figues fraîches selon la surface occupée, sa production est d'environ 16600 tonnes avec un rendement de 1,6tn/ha (DSA, 2017).

#### **3.3.4. L'exploitation et les perspectives de la figuiculture en Algérie**

En Algérie, la culture du figuier est ancestrale ; cette espèce fruitière s'accommode presque à tous les étages bioclimatiques algériens. Elle occupe ainsi une superficie de 46331 ha. La majorité de la production est fournie par les régions de montagne de Kabylie (Bejaia, Tizi-Ouzou et Sétif) qui détiennent respectivement : 34%, 23%, 13% de l'effectif total des arbres. L'Algérie détient environ 12% de la superficie mondiale et occupe la quatrième place. Bien que notre patrimoine figuicole recèle une grande diversité variétale. Cette espèce fruitière se trouve marginalisée à cause de la non valorisation des productions de la figueraie. Cette situation a engendré une régression des superficies figuicole. La préférence des agriculteurs est pour des cultures qui assurent des rendements élevés donc beaucoup plus rémunératrices (ZIANI, 2017).

Dans l'Algérie les figues sont quotidiennement présentes dans les préparations culinaires et dans l'industrie de transformation. Leurs propriétés diététiques et thérapeutiques sont bien connues dans la pharmacopée et suscitent un regain d'intérêt des professionnels du secteur agro-industriel et de la santé. Les industries agro-alimentaires cherchent en effet, à améliorer et à diversifier d'avantage les préparations à base de figues transformées afin de répondre aux exigences du marché. De leur côté, les laboratoires pharmacologiques sont toujours en quête de composés phytochimiques à base de figuier en vue d'élaborer des produits phytothérapeutiques et cosmétiques innovants et concurrentiels (KHERBOUCHE et RABAH, 2016).

## 3 .Introduction

---

### 3.3.5. La composition phytochimiques de figuier

Les figues contiennent des niveaux élevés des polyphénols, des flavonoïdes et des anthocyanes. Elles sont riches en minéraux et en sucres, principalement le fructose (56%) et le glucose (43%) (AZZI, 2012). Elles contiennent aussi des phytostérols (Sitostérol, campestérol, stigmastérol et fucostérol) et des acides gras (acide myristique C14 :0, acide palmitique C16 :0, acide stéarique C18 :0, acide oléique C18 :1(9), acide linoléique C18 :2 (9, 12) et acide linoléique C18 :3(9, 12, 15). Elles sont reconnues pour avoir de nombreux composés bioactifs tels que l'arabinose, les  $\beta$  amyrynes,  $\beta$ -carotènes,  $\beta$  sitostérols, xanthotoxol et des glucosides (AZZI, 2012). La figue est un aliment très nourrissant. Elle est riche en vitamines, éléments minéraux, l'eau, graisses et elle est l'une des sources végétales les plus riches en calcium et en fibres. Comparée aux autres fruits, la figue constitue une bonne source de vitamines (Vitamine C, B1, B2, B5, PP) et de sels minéraux (Calcium, potassium, phosphore et magnésium). Les fibres alimentaires sont très abondantes dans la figue, puisqu'elles atteignent 2,3g a 100 g dans la figue fraîche et de 8g a 100g pour la figue sèche. A l'état frais, la figue renferme en moyenne 80% d'eau et 13% de sucres, après séchage les sucres dépassent les 53% (El-KHALOUI, 2010). A noter que le séchage des fruits entraîne une perte sensible de vitamine C. Dans le cas de la figue, cela n'a guère d'importance, puisqu'il s'agit d'un fruit qui en renferme peu à l'état frais (AZZI, 2012).

### 3.3.6. Système enzymatique de figuier

#### ➤ Enzyme protéolytique

Les protéases ont été identifiées et étudiées chez plusieurs familles végétales, particulièrement chez les Moraceae (DOMSALLA, 2008). Les protéases d'origine végétale les plus connues sont la papaïne, la bromélaïne, la cardosine, la zingibain et la ficine. Ces protéases permettent d'obtenir des hydrolysats de bonne qualité mais leur production dépend de nombreux facteurs externes tels que : les conditions de culture, le cycle de croissance, les recommandations climatiques, ce qui peut susciter des problèmes de coût et d'approvisionnement. Ces enzymes ne sont pas spécifiques (DURAND, 1982). L'utilisation des enzymes extraites de végétaux pour obtenir des peptides actifs par hydrolyse des caséines bovines sont intensifiées considérablement ces dernières années. Des nouveaux peptides antimicrobiens sont obtenus à partir de l'hydrolyse de la caséine bovine par une nouvelle protéase extraite du latex. Les peptides sont séquencés et évalués pour leur potentiel antimicrobien, contre *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas*

## 3 .Introduction

---

*aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* et *Staphylococcus aureus* (ARRUDAM, 2012). Cependant, huit séquences peptidiques ayant des propriétés anti oxydantes sont identifiées. Ces peptides sont issus de l'hydrolyse de la caséine  $\beta$  bovine par l'extrait brut du latex de l'espèce *Ficus carica* (AZARKAN *et al.*, 2011).

Les études menées sur la plupart de ces extraits ont permis de classer les protéases selon leur mécanisme d'action. Cependant, plusieurs mécanismes d'action sont décrits pour les protéases végétales. Ce qui permet de les regrouper en fonction de la nature ou des acides aminés du site actif impliqués dans la catalyse. Six classes de protéases sont distinguées :

- Protéases à serine (EC 3.4.21)
- Protéases à thiol ou à cystéine (EC 3.4.22)
- Protéases à acide aspartique (EC 3.4.23)
- Métallo protéases (EC 3.4.24)
- Protéases à thréonine (EC 3.4.25)

La plupart des protéases végétales sont classées comme des protéases à serine ou des protéases à acide aspartique (BOULKARA et BRAHIMI, 2018).

### 3.3.7. La ficine

#### 3.3.7.1. Définition

La Ficine ou ficain est une cystéyl-protéase isolée à partir du latex (Robbins, B. H, 1930). Elle est présente dans plusieurs espèces de *Ficus*, comme *Ficus carica*. Une figue verte pesant 10-15 g contient environ 100 à 150 mg de protéases (BENKAHOUL, 2016). Le pH optimal de la ficine est de 5,0 à 8,0 et la température optimale est de 45 à 55°C (LEULMI, 2015). Actuellement, seulement trois fragments de ficine ont été étudiés : un fragment autour du site catalytique Cys, un fragment catalytique autour de His et le fragment N-terminal. La séquence d'acides aminés déterminée pour les résidus du site actif ressemble de près à la séquence correspondante dans la papaïne. Cette dernière est utilisée dans l'industrie alimentaire pour améliorer la tendresse dans la viande (BENKAHOUL, 2016).

#### 3.3.7.2. Caractéristiques de la ficine

*Ficus carica*, le figuier commun, est une source de protéases qui sont utilisés pour coaguler le lait (AZARKAN *et al.*, 2011), et en immunohématologie pour la recherche d'anticorps irrégulier (BRUNETON, 2009), son latex contient un agent protéolytique connu

### 3 .Introduction

---

comme la ficine. Plusieurs études sont menées sur la purification et la caractérisation biochimique de la ficine, isolée à partir du latex de *Ficus carica*. Cependant, très peu de références sont disponibles sur les aspects structurels de la ficine jusqu'à ce jour par rapport à la papaïne, ainsi que d'autres protéases à cystéine connexes. La ficine de *Ficus carica* est une chaîne polypeptidique unique ayant une masse moléculaire de 23,1 kDa. Elle appartient à la famille des protéases à cystéine (SIAR, 2014). Elle est composée de 210 résidus d'acides aminés. Son site actif est constitué de deux acides aminés qui sont la cystéine (Cys-25) et l'histidine (His-159) (LEULMI, 2015). L'enzyme est active à pH neutre et son inactivation complète se produit en dessous de pH 3,0 (DEVARAJ *et al.*, 2011). Ainsi, la dénaturation induite par le pH de la ficine, conduit à un état partiellement plié à un pH acide. La structure dépliée partielle de la ficine à faible pH a montré les caractéristiques de globule fondu comme état intermédiaire comme étudié par différentes techniques biophysiques (DEVARAJ *et al.*, 2009 et DEVARAJ *et al.*, 2011). La ficine nécessite une cystéine ou d'autres agents réducteurs pour l'activation. La ficine comme la papaïne sont inhibées par la cystéine de poulet. La ficine a également la température la plus basse de l'inactivation des trois protéases végétales primaires environ 70°C (CHRIS *et al.*, 2007).

#### 3.3.7.3. Mécanisme et spécificité de la ficine

Les protéases à cystéine ont un mécanisme catalytique qui implique un groupe de cystéine dans le site actif (DOMSALLA, 2008). Les protéases de *Ficus carica* ont montré une large spécificité vers les acides aminés basique et neutres : Glycine, Valine, Leucine, Alanine, Arginine, Histidine, Serine et Asparagine. La ficine intervient sur les protéines au niveau de résidus des acides aminés : Tyrosine, Phénylalanine et Valine.

#### 3.3.7.4. L'intérêt industriel et thérapeutique des substances chimiques du figuier

Le figuier *Ficus carica* est une plante utilisée dans toute les régions du monde, dont ces applications sont très vastes et touchent le domaine alimentaire et celui de la médecine traditionnelle. Le figuier se caractérise par la présence d'un lait blanc appelé latex. Le latex, séché et poudré, est utilisé pour :

L'isolation d'une enzyme digestive qui a été employée depuis les périodes antiques. On indique que le latex du figuier est utilisé pour la fabrication du fromage et comme un antihelminthique (NOUANI *et al.*, 2009).

### 3 .Introduction

---

Dans le secteur de la brasserie afin d'obtenir de bonnes propriétés colloïdales à de basses températures. Ou dans le domaine pharmaceutique. La ficine est aussi utilisée pour l'attendrissement de la viande. En Italie, la ficine est utilisée pour la fabrication d'un fromage traditionnel le Cacioricotta, la ficine peut remplacer avec succès la chymosine dans la fabrication de fromage Gaziantep. Traditionnellement, dans les montagnes d'Algérie, particulièrement la Kabylie, le latex de figuier (ficine brute) est utilisé comme agent coagulant pour la préparation d'un fromage connu sous le nom AGUGLI ou IGUISSI selon la région (SIAR, 2014).

Le latex, libéré lors de la cueillette des fruits, a été utilisé pour traiter les tumeurs de la peau et les verrues (AZZI, 2012).

En plus de son usage comme plante ornementale intérieure ou extérieure, certaines espèces du figuier sont cultivées pour la production de latex, qui sert à fabriquer du caoutchouc (LAHCEN, 2009).

En outre, une étude a mis en évidence que le latex de *Ficus carica* inhibe la synthèse d'ADN des cellules cancéreuses et il a un grand effet d'anti-prolifération en provoquant l'apoptose (MADAOUÏ et YAICHE, 2012). Le complexe 6-O-acyl-  $\beta$ -D-glucosyl- $\beta$ -sitostérols étant un agent cytotoxique fort a été isolé à partir du latex de la figue. In vitro, cet agent montre des effets inhibiteurs sur la prolifération des différentes cellules cancéreuses. En plus, il inhibe le 3H-benzo  $\alpha$ -pyrène qui est un produit chimique cancérigène (BABY et RAJ, 2011).

## 4. Objectif

---

L'objectif de ce travail est de tester l'idée d'application de substance naturelle qui est la ficine, enzyme protéase du figuier, dans le domaine agroalimentaire, en particulier l'attendrissage de la viande rouge. La stratégie proposée prétend à l'application de la ficine sur la viande bovine prélevée du muscle le plus dur de la carcasse animale. Après imbibition de cette dernière dans la ficine durant 12 heures, la viande est cuite dans l'eau pendant 30 min. et soumise à la dégustation par un panel composé de 20 dégustateurs préalablement préparés (une méthode sensorielle très adéquate pour confirmer l'effet de la ficine sur la tendreté de la viande cuite). Etant donné la différence de tendreté entre la viande fraîche et cuite, il est possible de mesurer ce critère sur la viande cuite en se servant de la composante humaine à défaut de la disponibilité des instruments de mesure par pénétromètre et rhéologique.

Durant cet étude, différentes étapes ont été réalisées jusqu' à arriver à l'objectif final de l'application de la ficine de figuier sur la viande pour améliorer sa tendreté :

1. Extraction de la ficine à partir du latex de trois variétés de figuier de la région d'Ath hamdoune de la wilaya de Bouira ;
2. Etude de l'effet de la ficine sur la viande bovine fraîche et la recherche de son effet sur les germes de contamination pathogènes (Aérobies et *E. coli*) ;
3. Etude de l'effet de la ficine sur la qualité organoleptique de la viande bovine cuite ;
4. Analyse sensorielle et détermination du profil sensoriel de viande bovine cuite après son traitement avec la ficine.

## 5. Matériel et Méthodes

### 5.1. Matières premières :

#### 5.1.1. Collecte du latex

La matière première végétale utilisée dans cette étude, est le latex du figuier (*Ficus carica* L.) Qui est le liquide blanc, visqueux, s'échappe des feuilles et des fruits quand ils sont arrachés.

Le latex est récupéré durant la période allant du 26 à 30 avril dans la région de Ath Hamdoune (Wilaya de Bouira), les variétés de figuier visées sont « Adokkar, Abakkor et Lakhrife ».

Le latex est récupéré dans des eppendorfs, propres et protégés, pour prévenir l'oxydation des constituants. Après que les fruits ou les feuilles sont arrachées, deux à trois gouttes de latex s'échappent, et sont directement récupérées dans un eppendorfs propre conservé au réfrigérateur (4 à 8°C) jusqu'à l'extraction de système enzymatique.

Le volume total de latex récupéré pour cette étude est environ de 226,5 ml (154,5 ml, 15ml et 57ml, pour Adokkar ; Abakkor et Lakhrife respectivement).



Photo originale

**Figure 7 :** Collecte du latex.



Photo originale

**Figure 8 :** Conservation du latex.

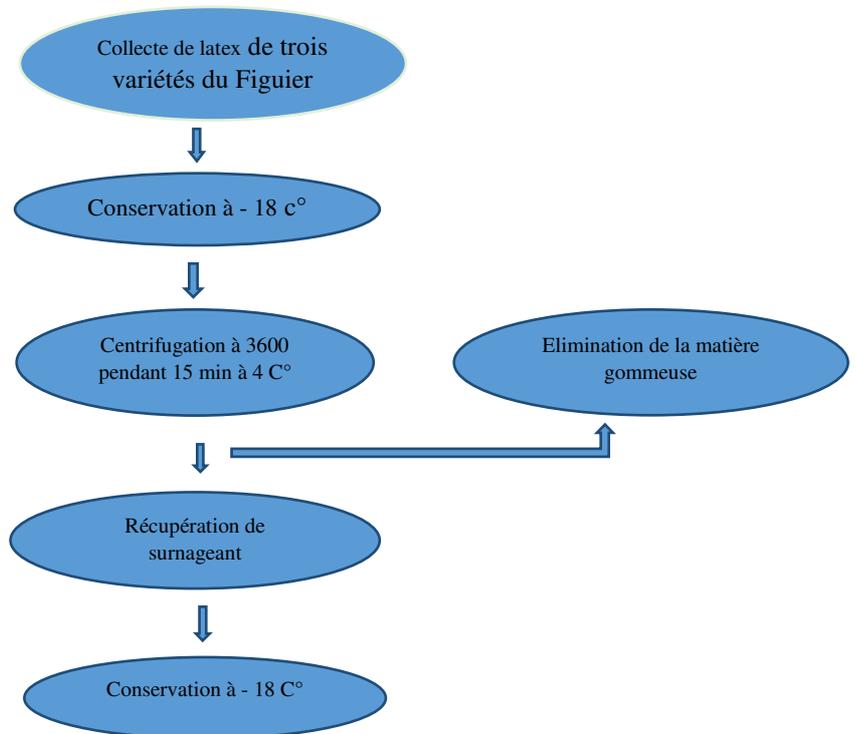
#### 5.1.2 Extraction de système enzymatique

L'opération est réalisée au sein de Laboratoire de Nutrition et Technologie Alimentaire de l'I.N.A.T.A.A. Le latex est soumis à une centrifugation de 3200 g pendant 15 min à une température de 4°C, pour l'élimination de la gomme (NOUANI *et al.*, 2009). Le surnageant, qui contient l'extrait brut de l'enzyme, est maintenu à -18° C jusqu'à son utilisation (SIAR, 2014).

❖ Les étapes d'extraction de l'enzyme sont présentées dans le diagramme ci-dessous :

## 5. Matériel et Méthodes

---



**Figure 9 :** Diagramme d'obtention de l'agent coagulant brute du latex (SIAR, 2014).

❖ Pour calculez le rendement on utilise l'équation suivante :

$$Rdt \% = \frac{l'extract\ brute \times 100}{Latex\ de\ figuier\ recupéré}$$

### 5.2. L'application de la ficine sur la viande rouge bovine

#### 5.2.1. Préparation et conservation du muscle

Les muscles ont été prélevés 24h post mortem, directement dans l'abattoir SNC LARAB SIS à Ait Rezine, afin de prélever des échantillons. Ces derniers ont été acheminés dans une glacière, jusqu'au laboratoire de contrôle de la qualité et la répression des fraudes de Soure El Ghezlen. Les échantillons de viande sont divisés en deux parties. La première partie pour l'analyse microbiologique, et la deuxième pour l'analyse de la tendreté, et l'évaluation organoleptique de la qualité de la viande (instrumentale et sensorielle). La viande est immédiatement congelée à (-18°C). La décongélation des tranches congelées est faite dans un réfrigérateur(3 ± 2°C) durant la nuit précédant le jour de l'analyse.

## 5. Matériel et Méthodes

---

### 5.2.2. Protocole expérimentale des analyses microbiologique

#### a. Locale

Les analyses microbiologiques ont été réalisées au sien du laboratoire de contrôle de qualité et la répression des fraudes de la Wilaya de Bouira.

#### b. Choix de viande

Le choix de la viande est porté sur la rouge de l'espèce bovine.

#### c. Préparation des échantillons

Dans des conditions stériles, on a prélevé quatre échantillons de la viande (le premier échantillon c'est un témoin, les analyses sont effectuées le jour après qui suit l'abattage. Pour les trois autres échantillons, on leur a rajouté 1ml de la ficine récoltée de chaqu'une des trois variétés de figuier. Ces derniers sont laissés 24h dans une chambre froide puis analysés. Chaque échantillon est divisé en cinq unités, d'environ 25 à 30 g dans des sacs stériles.

#### d. Préparation des dilutions

Les étapes de dilution des unités se résument comme suite.



Photo originale

**Figure 10 :** Les unités d'un échantillon de viande à analysé.

Nettoyer la pailleasse avec le désinfectant afin, de minimiser les risques de contamination extérieur lors de la manipulation.

Allumer le bec Bunsen afin de stériliser l'ambiance autour de la flamme et détruire ainsi, les organismes pouvant altérer les résultats. Toute la manipulation doit se faire dans un rayon de 20/25 cm autour de la flamme.

## 5. Matériel et Méthodes

---

### Préparation de la dilution $10^{-1}$ :

D'abord, à l'aide d'une balance analytique, on pèse 10g de la viande dans un sac. Ensuite, en utilisant une burette graduée de 100ml pour remplir les flacons par 90ml de la solution tryptone avec du sel. Puis, on verse la solution dans le sac qui contient de la viande. Enfin, on met le sac dans un broyeur pendant quelque minute. Après avoir, filtré le jus dans un flacon pour obtenir la dilution  $10^{-1}$ , (Figure 11, 12 et 13) voire l'annexe.

### Préparation de la dilution $10^{-2}$ :

A l'aide une pipette, prend 1ml de da la dilution  $10^{-1}$  dans un tube, qui contient 9ml de la solution tryptone avec du sel, pour obtenir la dilution  $10^{-2}$ . Ensuite met le tube dans un agitateur pendant quelque minute pour l'homogénéisation. Puis on sépare 1ml dans un autre tube pour l'obtention d'une dilution  $10^{-3}$ , on agit de la même manière jusqu'à  $10^{-5}$ , (Figure 14 et 15) voire l'annexe.

### 5.3. Les germes recherchés selon le journal officiel république Algérien N° 39 de 2015

#### 5.3.1. Préparation des milieux de culture

##### *a. Escherichia. Coli*

- Sur un milieu liquide :
- Préparer une série de trois tubes (trois essais pour chaque dilution).

#### Etape n° 01 :

A l'aide d'une pipette graduée on verse 1ml de la dilution  $10^{-1}$  dans 9ml de l'aurylsulfate dans un tube pour obtenir un milieu de culture de la dilution  $10^{-1}$  ; en suite, on ferme les tubes et on ressort le gaz dans les cloches. L'incubation se faite à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 24 à 48h. On suit les mêmes étapes pour obtenir la dilution  $10^{-2}$  et  $10^{-3}$ .

## 5. Matériel et Méthodes

---



Photo originale

**Figure 11** : Milieu de culture liquide (la série de trois tubes).



Photo originale

**Figure 12** : Tube de résultat négatif.

- ✓ Si les résultats sont négatifs on arrête ici.
- ✓ Si les résultats sont positifs (production de gaz et la formation d'un trouble bactérien) on fait des repiquages sur d'autres milieux.



Photo originale

**Figure 13** : Tube représente des résultats positifs.

### **Etape n°02 :**

Faire le repiquage sur le milieu EC, après avoir incubé à 44°C pendant 24 à 48 h.

## 5. Matériel et Méthodes



Photo originale

**Figure 14 :** Repiquage sur milieu EC avant incubation.



Photo originale

**Figure 15 :** Repiquage sur milieu EC après incubation (la production de gaz).

- ✓ Si les résultats sont positifs (production de gaz) on passe à l'étape suivante.

### Etape n°03 :

Faire le repiquage sur le milieu tryptone sans indole, après avoir incubé à 44°C pendant 48 h.



Photo originale

**Figure 16 :** Milieu tryptone sans indole.

- ❖ La lecture se fait à l'aide de réactif de Kovacs (Figure 22) voire l'annexe.
  - ✓ S'il y a l'apparition d'un anneau rouge ça veut dire que notre résultat est positif (la présence de *E. coli*)



Photo originale

**Figure 17 :** L'essai de lecture avec le réactif de Kovac.

## 5. Matériel et Méthodes

---

- ❖ La lecture des résultats se fait selon la norme ISO 7251, en appliquant la formule suivante :

$$N = \frac{Npp}{d} = Npp \times \frac{1}{d}$$

**N** : nombre des bactéries.

**Npp** : valeur d'échantillon exprimé par Npp/g.

**d** : dilution.

### b. Germe aérobie

- Sur un milieu solide

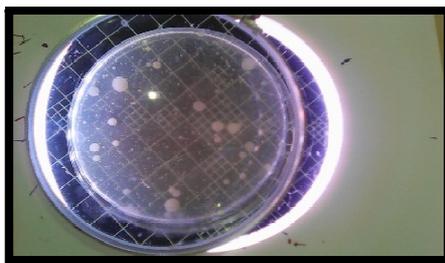
On verse 1ml de la dilution  $10^{-1}$  dans une boîte de pétrie. Contenant la gélose PCA. L'incubation se fait à 30 C° pendant 72h.



**Figure 18** : milieux de culture solide.

On refait les mêmes étapes pour les dilutions  $10^{-1}$  jusqu'à  $10^{-5}$ .

A l'aide de compteur des colonies on fait le comptage des bactéries (Figure 25) voire l'annexe.



**Figure 19** : Des germes aérobes.

## 5. Matériel et Méthodes

---

- ❖ La lecture des résultats se fait selon la norme ISO 4833/1 en appliquant la formule suivante :

$$N = \frac{\sum c}{v \times 1, 1 \times d}$$

**N** : Nombre des colonies.

**C** : Colonie bactérienne.

**V**:Volume.

**d**: Dilution

### 5.4. Protocole d'analyse sensorielle

L'analyse sensorielle a été réalisée au sein du laboratoire de la Faculté Science de la Nature et de la Vie et Science de la Terre département agronomie.

Le choix de muscle est porté sur le Jarret qui est un muscle droit antérieur, car il est considéré comme le plus dure pour tester notre substance naturelle pour l'amélioration de la tendreté de la viande cuit.



Photo originale

**Figure 20** :le muscle (Jarret).

### 5.5. Appréciation de la tendreté par analyse sensorielle

Nous avons donc mis en place sélectionné des jurys de dégustation, pour évaluer la tendreté de la viande, provenant de muscle sans et avec imbibition dans l'enzyme végétale (la ficine), des trois variétés de figuier qui se rapprocher ainsi du comportement du consommateur.

## 5. Matériel et Méthodes

---

Le test de notation avec échelle est choisi pour l'appréciation de plusieurs caractéristiques de viande. Mais d'après notre étude on s'intéresse plus à l'amélioration de la tendreté de la viande sous l'effet de la ficine de trios variétés de figuier. Ce test de notation permet de chiffrer l'amplitude des différences entre les échantillons de viande et ne demande pas un apprentissage important par le jury de dégustateurs. Les membres de jurés sont à nombre de 20 (étudiants post gradués, fin de cycle de graduation et personnel du laboratoire) initiés à l'analyse sensorielle de par leur formation et donc considérés comme qualifiés à ce genre d'analyse. L'heure à laquelle se déroule les essais se situe entre 10 h et 11 h 30 minutes du matin. Les morceaux de viande appariés à ceux ayant servi à la mesure instrumentale sont imbibés dans la ficine 1h pour chaque échantillon et on va préserver un autre témoin. Ensuite, la viande est cuite dans l'eau à 95°C. Ce mode de cuisson a été choisi afin d'assurer un régime thermique homogène à la surface et à l'intérieur de l'échantillon. Il permet également d'avoir une texture homogène en évitant la formation de croûte à la surface. On a gardé le même volume d'eau de 400 ml pour la cuisson pour tous les échantillons. Le temps de cuisson est de 30 minutes. La température atteinte au cœur du cube de viande est de 80°C. Les quatre cubes de viande étudiés analysés sont cuits séparément. Ensuite sont présentés aux dégustateurs. Le jury attribue une note à l'échantillon dans l'intervalle variant de 0 à 10 (voire l'annexe) (OUALI *et al.*, 2002).

## 6. Résultats et discussions

---

### 6.1. Le volume de l'extrait brut obtenu :

Après la centrifugation des quantités de latex récoltées de trois différentes variétés du figuier dans la zone de Ath Hamdoun, Bouira a (154,5 ml, 15ml et 57ml, pour Adokkar ; Abakkor et Lakhrife respectivement), on a éliminé la matière gommeuse et les impuretés. Le volume de la ficine brute qu'on a récupéré pour chaque variété et de :

- 125 ml pour la variété Adokkar.
- 13 ml pour la variété Abakkor.
- 40 ml pour la variété Lakhrife.

### 6. 2. Le rendement du latex pour les différentes variétés :

**Tableau 3 :** le rendement des différentes variétés selon l'équation mentionné dans la partie matériel et méthode.

Les variétés	Les figues males « Adokkar »	Les figues bifères « Abakkor »	Les figues unifères « Lakhrife »
Les rendements en %	80,9	86,6	70,1

Selon le tableau 3 on observe que le rendement en ficine est très élevé chez le Abakkor suivi d'Adokkar et Lakhrife avec respectivement 87%, 81% et 70%. Le taux élevé chez Abakkor est probablement dû à la monté de sève précoce pour alimenter la première production en figues fleurs, comme on peut expliquer le taux de rendement élevé pour la variété Adokkar à sa production de figue male pour la pollinisation des figues femelle. Concernant le rendement bas pour le type Lakhrife peut être est dû à sa production, qui est tardive.

## 6. Résultats et discussions

### 6. 3. Les résultats des analyses microbiologique

**Tableau 4** : les résultats des analyses microbiologique de la viande fraiche.

Les unités	U1	U2	U3	U4	U5	Les résultats [UFC/g]	Les normes [UFC/g]
Germe aérobie	$5,5 \times 10^2$	<10	$6,6 \times 10^5$	$5,4 \times 10^1$	$3,2 \times 10^4$	Acceptable	$5 \times 10^6$
<i>E. coli</i>	$4,3 \times 10^1$	$2,8 \times 10^1$	$4,6 \times 10^2$	$1,1 \times 10^1$	$4,6 \times 10^2$	Acceptable	$5 \times 10^2$
Les résultats finals	Echantillon de qualité micro biologique satisfaisante.						

Selon le journal officiel Algérien N° 39 de l'année 2015 : Les résultats des analyses microbiologiques de la viande fraiche obtenus sur deux types de germes recherchés : les germes aérobies, et *E. coli* sont représentés dans le tableau 4.

On a obtenu deux résultats distincts entre les germes aérobies et *E. coli* et, on remarque une oscillation entre les différentes unités de chaque type de germe aérobie par exemple : pour les germes aérobies on observe des valeurs plus élevés dans les unités trois et cinq  $6,6 \times 10^5$  UFC\g ;  $3,2 \times 10^4$  UFC\g respectivement, et des valeurs moyennes dans les unités une et quatre comme suit  $5,5 \times 10^2$  UFC\g ;  $5,4 \times 10^1$  UFC\g, ainsi une faible valeur dans l'unité deux < de 10UFC\g malgré tout ça le résultat final reste valable tant que le seuil de la norme n'est pas atteint ( $5 \times 10^6$ ) UFC\g. Pour ce qui concerne les résultats expérimentaux de *E. coli* sont presque acceptables par ce qu'ils ne dépassent les normes ( $5 \times 10^2$ ) UFC\g.

Le résultat final démontre que notre échantillon de viande fraiche est de qualité microbiologique satisfaisante par ce que ne dépassent pas les normes selon le journal officiel Algérien N° 39 de l'année 2015.

## 6. Résultats et discussions

**Tableau 5 :** les résultats des analyses microbiologique de l'échantillon de viande traité par la ficine de la variété « Adokkar ».

Les unités	U1	U2	U3	U4	U5	Les résultats [UFC/g]	Les normes
Germe aérobie	$2,8 \times 10^5$	$1,2 \times 10^4$	$2,4 \times 10^5$	$4,3 \times 10^4$	$N < 10$	Acceptable	$5 \times 10^6$
<i>E. coli</i>	$\infty$	$\infty$	$6,4 \times 10^1$	$\infty$	$1,1 \times 10^3$	Non acceptable	$5 \times 10^2$
Les résultats finals	<b>Notre échantillon est de qualité microbiologique non satisfaisante.</b>						

D'après le tableau ci-dessus, qui représente les résultats de l'échantillon de la viande traitée par la ficine de la variété Adokkar. On observe une acceptabilité pour ce qui concerne les résultats des germes aérobies par ce que l'ensemble des résultats des unités sont dans les normes et ne dépasse pas l'intervalle de valeur non satisfaisante qui est de  $5 \times 10^6$  UFC/g. On remarque une réduction de charge microbienne si, on la compare au témoin dans les unités trois et cinq à des valeurs  $2,4 \times 10^5$  UFC/g ;  $< 10$  UFC/g respectivement.

Pour *E. coli* on observe des résultats non acceptables par ce que la charge microbienne des unités dépassent les valeurs définies sont toutes presque indéfinies et aussi elles dépassent l'intervalle de la charge acceptable qui est de  $5 \times 10^2$  UFC/g, comme on observe une réduction d'un cycle logarithmique dans l'unité trois à une valeur de  $6,4 \times 10^1$  UFC/g par rapport au témoin.

Notre échantillon est de qualité microbiologique non satisfaisante, vu les mauvaises conditions hygiéniques de prélèvement des échantillons, malgré l'ajout de la ficine qui a un effet antibiotique. On remarque qu'il existe une certaine réduction de la charge microbienne mais faible par rapport aux résultats obtenus par BOULKARA et BRAHIMI, (2018), qui ont démontré par la méthode antibiogramme standard en milieu gélosé, l'effet de la ficine comme un antibiotique sur plusieurs espèces des bactéries *E. coli*, en utilisant des disques imbibés dans la ficine sur les colonies ensemencées dans des boîtes de pétries.

## 6. Résultats et discussions

**Tableau 6** : les résultats des analyses microbiologique d'échantillon de viande traité par la ficine de la variété « Abakkor ».

Les unités	U1	U2	U3	U4	U5	Les résultats[UFC/g]	Les normes [UFC/g]
Germe aérobie	$7,2 \times 10^5$	$2,6 \times 10^5$	$7,2 \times 10^3$	$9,6 \times 10^5$	$4,5 \times 10^3$	Acceptable	$5 \times 10^6$
<i>E. coli</i>	$4,6 \times 10^2$	$3,6 \times 10^{-1}$	$9,2 \times 10^{-1}$	$9,2 \times 10^{-1}$	$1,1 \times 10^3$	Non acceptable	$5 \times 10^2$
Les résultats finals	Notre échantillon est de qualité microbiologique non satisfaisante.						

Les résultats du tableau 6 montrent que notre échantillon de viande traité avec la ficine de la variété “Abakkor” est de qualité microbiologique non satisfaisante comme c’est le cas concernant la ficine de “Adokkar”. On observe que les germes aérobies ne dépassent pas la norme de  $5 \times 10^6$  UFC/g comme on remarque une réduction dans les unités trois et cinq avec deux et un cycle logarithmique respectivement par rapport au témoin  $6,6 \times 10^5$  ;  $3,2 \times 10^4$ . Il y a une réduction remarquable pour *E. coli* si, on la comparé à la charge de l'échantillon traité par la ficine de Adokkar dans les unités (1 ; 2 ; 4) qui sont indéfinies. L'absence d'effet antibiotique de la ficine est probablement lié à son inactivation par les conditions de travail en température de conservation de la viande (4 à 6°C) dans une chambre froide et un pH acide. Il est a signalé que les conditions optimales de l'activité de la ficine sont : une température de 75°C et un pH de 5 (MAZRI et al., 2018), pour que la ficine soit active ; DEVARAJ, (2011) a signalé une gamme de pH de 6,5 à 8,5 et NOUANI, (2009) a signalé une gamme température à partir de 45 à 82°C.

## 6. Résultats et discussions

**Tableau 7** : représente les résultats des analyses microbiologiques d'échantillon de viande traité par la ficine de la variété « Lakhrife ».

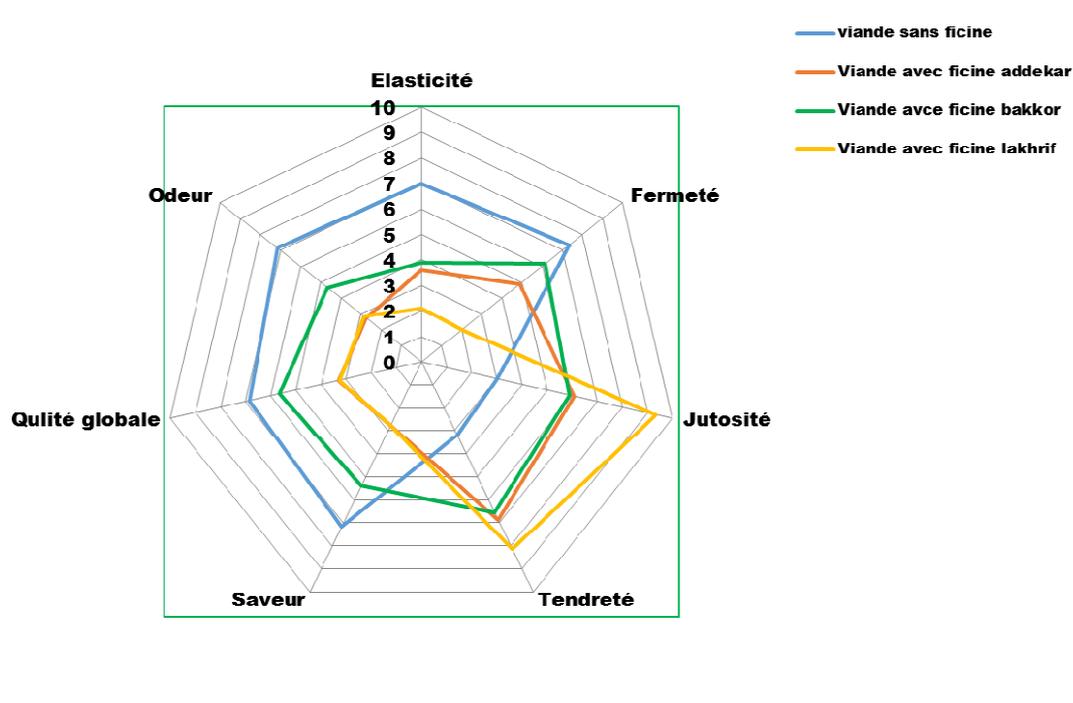
Les unités	U1	U2	U3	U4	U5	Les résultats[UFC/g]	Les normes [UFC/g]
Germe aérobie	$8,0 \times 10^5$	$3,0 \times 10^5$	$1,4 \times 10^6$	$1,0 \times 10^5$	$1,0 \times 10^6$	Acceptable	$5 \times 10^6$
<i>E. coli</i>	$\infty$	$\infty$	$1,1 \times 10^3$	$\infty$	$\infty$	Non acceptable	$5 \times 10^2$
Les résultats finals	Notre échantillon est de qualité microbiologique non satisfaisante.						

D'après les résultats consignés dans le tableau 7, on remarque que l'effet de la ficine de la variété Lakhrife n'a aucun effet sur les germes recherchés, si on les compare avec les autres échantillons traités avec la ficine des deux autres variétés de figuier (tableau 5 et 6) et avec ceux du témoin (tableau 4). Les analyse des différentes unités pour les deux types des germes montre que les germes aérobies sont toujours dans les normes ne dépassent pas ( $5 \times 10^6$ ) UFC/g. Par contre la charge microbienne est énorme pour *E. coli* et les résultats obtenus dépassent la norme de ( $5 \times 10^2$ ) UFC/g, probablement à cause de la contamination de la viande suite aux mauvaises conditions hygiéniques de prélèvement des échantillons de la viande dans l'abattoir.

### 6.4. Le profil de l'analyse sensorielle

Graphique (figure 32) représente le profil sensoriel de quatre échantillons de viande ; un sans ficine comme témoin et les trois autres sont traités avec ficine de trois variétés du figuier : Addoka, Abakkor et Lakhrif montre que pour les critères de fermeté, élasticité, odeur, saveur et qualité globale sont meilleurs chez la viande sans ficine selon l'évaluation du panel de dégustation formé par les étudiants de l'université de Bouira. Par contre la jutosité et tendreté de la viande se voient améliorées par l'application de la ficine dont l'effet de la ficine de Lakhrif est plus accentuée, ce qui démontre sa forte activité protéolytique par rapport aux ficine de Addoka et Abakkor.

## 6. Résultats et discussions



**Figure 21** : Le profil sensoriel de la viande bovine traitée avec la ficine du figuier ;  
— sans ficine — avec ficine de addoka — avec ficine de bakkor  
— avec ficine lakhrif.

Pour la tendreté des viandes traitées par l'extrait brute de la ficine, nous avons remarqué que les dégustateurs ont apprécié sa texture tendre qui se diffère de celle de témoin. Cette texture tendre, est due à la caractéristique enzymatique protéolytique de la ficine. L'étude de CHRIS *et al*, (2007) sur l'effet des protéases sur les protéines musculaires a démontré l'élastine se dégrade à une température inférieure de 20°C et à un pH de 5 à 5,5 ; le collagène et les protéines myofibrillaires se dégradent à une température inférieure à 40°C et un pH proche de 7.

On remarque, juste une petite différence entre les degrés de la tendreté des viandes traitées par les différentes variétés de la ficine ; on observe, que la tendreté obtenue par la ficine de la variété Lakhri est plus grande par rapport à celle obtenue par la variété Adokkar ou bien Abakkor. Par contre, la viande témoin est caractérisée par une texture moins tendre par rapport à celle traitée avec la ficine par ce que le type de viande utilisée dans cette étude est dure, elle a été prélevée de muscle « le Jarret » afin de voir l'effet du traitement avec la ficine sur l'attendrissage.

Pour ce qui concerne la saveur et l'odeur des viandes traitées par la ficine des trois variétés de figuier, les dégustateurs ont constaté que celle de Adokkar et Lakhri ont une amertume très prononcée par rapport à celle traitée par la ficine de Abakkor qui présente juste

## 6. Résultats et discussions

---

un léger arrière-goût d'amertume qui est peu prononcé. Cette amertume peut être expliquée par l'activité protéolytique élevée de la ficine et la non spécificité de son action sur les protéines de muscle. Il a été signalé par MAZRI *et al.*, (2018) et SIAR, (2014) que la ficine a ce même goût amer sur les fromages à pâte molle et frais. Peut-être la diminution de la quantité de l'enzyme en augmentant le temps de l'imbibition, pourrait probablement palier au problème d'amertume rencontré.

Les dégustateurs ont jugé que l'élasticité des viandes traitées par la ficine de Lakhrife est moins élastique par rapport aux deux autres viandes traitées par la ficine d'Adokkar et d'Abakkor. Cette différence dans l'élasticité de la viande traitée par la ficine de trois différentes variétés est probablement due à la composition de muscle et l'action de l'enzyme sur les protéines myofibrillaires plus que le collagène et l'élastine selon les résultats de CHRIS *et al.*, (2007).

Les dégustateurs ont constaté que le degré de la fermeté de la viande traitée par la ficine varie en fonction de la variété de figuier d'origine. La viande traitée par la ficine de Lakhrife est plus ferme par rapport à celles traitées par la ficine d'Adokkar et d'Abakkor. Ces résultats, sont similaires à ceux trouvés par CHRIS *et al.*, (2007).

Selon l'évaluation du panel de dégustation ; la viande traitée par la ficine de la variété Lakhrife est la plus juteuse par rapport aux deux autres échantillons traités par la ficine d'Abakkor et Adokkar qui présentent le même niveau de jutosité. La jutosité de la viande traitée avec la ficine est due à l'exsudation provoquée par l'altération des membranes des cellules myofibrilles par cette enzyme étant donné que la cuisson n'a pas eu d'effet sur la jutosité du témoin sans ficine.

Les dégustateurs, ont classé les viandes dégustées selon le critère de qualité globale comme suit : viande sans ficine suivie de la viande avec ficine d'abakkor, celle avec ficine d'Adokkar en troisième degré et la viande traitée avec la ficine de Lakhrife est classée la dernière. Ce classement est justifié par le goût d'amertume ressentie lors de la dégustation ainsi que l'odeur de la ficine activée sous l'effet de la chaleur. Reste à signaler que l'avis général des dégustateurs tend à préférer la viande qui n'a subi aucun traitement pour des préférences sensorielles et dégustatives.

## 6. Résultats et discussions

---



Photo originale

**Figure 22 :**Viande sans ficine.



Photo originale

**Figure 23 :** Viande avec ficine des unifèr (Lakhrife).



Photo originale

**Figure 24 :** Viande avec ficine des bifères (Abakkor).



Photo originale

**Figure 25 :** Viande avec ficine de variété Adokkar.

L'analyse de la couleur des échantillons de viande traité par la ficine des trois variétés de figuier, montre une différence remarquable entre la couleur de l'échantillon témoin et les échantillons traités par la ficine ( Figure 28, 29, 30, et 31); On observe que la viande sans ficine est de couleur rouge attrayante et sans brillance ; Si, on la compare à la viande avec ficine qui présentent un aspect brillant.

Pour la viande traitée par la ficine des unifèr (Lakhrife) a une couleur marron et celle de viande avec ficine des bifères (Abakkor) est rose comme on observe une couleur entre le grenat et le mauve pour la viande avec ficine de variété (Adokkar).

On explique le changement de la couleur des viandes traitées par la ficine des trois variétés de figuier est due à l'activité de la ficine sur les fibres de la couleur de la viande.

## 7. Conclusion

---

A travers cette étude portée sur l'effet de la ficine comme protéase naturelle extraite du latex de trois variétés de figuier (le caprifiguier, le figuier ; bifère et unifère) sur la qualité microbiologique de la viande bovine fraîche et, organoléptique de la viande bovine cuite basée sur l'analyse sensorielle d'un panel de dégustateurs non professionnels mais formé pour cet objectif, nous déduisons d'après, les résultats obtenus que :

- Le rendement en ficine diffère en fonction de la variété d'origine du latex récolté ; la variété bifère se distingue par son rendement élevé de l'ordre de 87% par rapport aux deux autres variétés : unifère et caprifiguier.
- L'analyse de la qualité microbiologique des viandes traités par la ficine de figuier, a montré un effet antibiotique de l'extrait enzymatique sur les deux types de germes étudiés (les germe aérobies et *E. coli*) malgré, les conditions de conservation de la viande défavorables à l'activité de l'enzyme. L'activité de la ficine de la variété bifère est plus forte par rapport à celle de caprifiguier et unifère sur la charge bactérienne de la viande bovine fraîche.
- L'analyse de la qualité organoléptique et de la texture de la viande bovine cuite après son traitement avec l'extrait naturel du latex du figuier par le billet de l'analyse sensorielle a permet de discriminer les échantillons de la viande bovine traités avec la ficine par rapport à la viande sans ficine quant aux critères de : fermeté, élasticité, odeur, saveur, couleur et qualité globale. Par contre, cette étude préliminaire a permis de montrer une amélioration de la texture de la viande bovine traitée avec la ficine sur la plan tendreté et jutosité qui dépendent de la composition anatomique et le type de muscle.

Les résultats obtenus dans ce travail, permettent de valoriser les substances naturelles de figuier (*Ficus carica L*) présentes dans son latex en les utilisant dans les différents domaines agroalimentaires, en particulier dans l'amélioration de la qualité microbiologique et organoleptique de la viande rouge surtout pour les personnes âgées présentant une déficience masticatoire, car l'application de la ficine à la viande rouge avant la cuisson est un privilège pour optimiser la vitesse de la digestion des protéines.

On peut améliorer la qualité de la viande traitée par la ficine des trois variétés de figuier par l'ajout des additifs alimentaire (les stabilisants) et des aromes naturelle tell que la saveur de la cannelle, menthe ...etc, pour éliminer le gout amère ressentie lors de la dégustation ainsi que l'odeur de la ficine présenté dans la viande.

## 9. Annexe

---

### Analyse sensoriale de la viande rouge

#### Focus Group

On souhaite connaître les caractéristiques sensoriales, en particuliers les attributs de texture, de quatre types de viande dont le traitement varie dans l'origine d'enzyme végétale ajoutée.

1/ Qu'est ce que vous valoriser le plus d'une viande rouge ?

2/ Avez-vous une préférence pour un type de viande ? Laquelle ?

3/ Décrivez les caractéristiques de texture, saveur et autres sensations que vous produisent les échantillons suivants de la viande :

Viande A (sans ficine), B (avec ficine B), C (avec ficine U), D (avec ficine C):

Echelle

Elasticité :   
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Fermeté   
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Couleur rouge attractive   
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Jutosité   
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Tendreté   
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

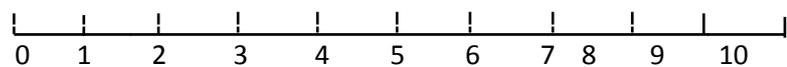
Saveur   
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

(Amère, sucré, acide, salé)

## 9. Annexe

---

Qualité globale



Odeur

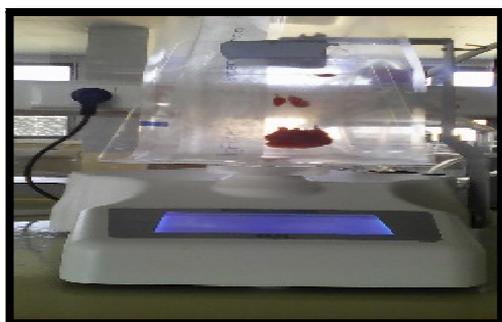
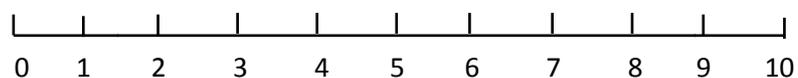


Photo originale

**Figure 11** : Balance analytique.



Photo originale

**Figure 12** : Le broyage de viande.



Photo originale

**Figure 13** : Le filtra de viande après broyage.

## 9. Annexe

---



Photo originale

**Figure 14** : Les dilutions.



Photo originale

**Figure 15** : Agitateur électrique.



Photo originale

**Figure 22** : Réactif de Kovac.



Photo originale

**Figure 25** : Le compteur de bactéries.

## 8. Références bibliographique

---

### A/

ABAZ, N., RAHMANI, S., 2013. Synthèse bibliographique sur les facteurs impliqués dans la tendreté de la viande. Mémoire de master. Université Kasdi Merbah, Ouargla, 55p.

ARRUDAM, S., SILVAF, O., EGITOA, S., SILVATM, S., LIMAJ, L., PORTOAL, F., 2012. New peptides obtained by hydrolysis of caseins from bovine milk by protease extracted from the latex *Jacaratia corumbensi*. -Food Science and Technology, 49 : 73-79.

AZARKAN, M., DIBIANI, R., BAULARD, C., BAEYENS-VOLANT, D., 2011. Effects of mechanical wounding on *Carica papaya* cysteine proteinases accumulation and activity. Int. J. Biological. Macromol, 38 : 216–224.

AZZI, R., 2012. Contribution à l'étude de plantes médicinales utilisées dans le traitement traditionnel du diabète sucré dans l'Ouest algérien : enquête ethno pharmacologique ; Analyse pharmaco-toxicologique de Figuier (*Ficus carica*) et de coloquinte (*Citrullus colocynthis*) chez le rat Wistar. Thèse de Doctorat en biologie. Université Abou Bekr Belkaid. Tlemcen, 214P.

AZARKAN M., MATAGN A., WATTIEZ R., BOLLE L., VANDENAMEELE J., BAEYENS-Volant D., 2011. Selective and reversible thiol-pegylation, an effective approach for purification, and characterization of five fully active ficin isoforms from *Ficus carica* latex. Phytochemistry 72, 1718–1731.

### B/

BALEH, A., 2018. Etude des effets de l'âge d'abattage, du morceau et du sexe de l'animal sur la qualité nutritionnelle de la viande du dromadaire. Université Abd El Hamid Ibn Badis. Mostaganem, 74p.

BAUCHART, D., CHANTELOT, F., GANDEMER, G., 1996. Qualités nutritionnelles de la viande et des abats chez le bovin : données récentes sur les principaux constituants d'intérêt nutritionnel. Cah. Nutrition. Diététique, 43 : HS1, 29-39.

BAKHAI, A., 2016. Etude des paramètres de croissance et suivi phénologique de 4 variétés de figuier (bifer, chetoui, azandjar, tamariouth) dans les conditions pédoclimatiques de la région de Mohammedia. Mémoire de master en agronomie. Université Abdelhamid Ibn Badis. Mostaganem, 85P.

## 8. Références bibliographique

---

- BABY J., RAJ J.S., 2011. Pharmacognostic and photochemical properties of *Ficus carica* Linn –An overview. Inter. J. of Pharmacognostic. Technology. Research, 3 (1): 08-12.
- BERIAIN, J., LIZASO, G., CHASCO, J., 1999. Microbiological and biochemical changes during ripening of salchichón, Spanish dry cured sausage. Food microbiology Volume 16, Issue 3, June 1999, P 219-228.
- BENETTAYEB, Z., 2017. Caractérisation moléculaire et morphologique figuier (*Ficus carica* L.) d'Algérie. Thèse de doctorat en sciences. Université Mouhamad Boudhyafe. Oran, 108p.
- BENAISSA, A., 2011. Etude de la qualité microbiologique des viandes cameline et ovine conservées selon différents modes. Mémoire de magister en biologie. Université kasdi Merbah. Ouargla, 65p.
- BENKAHOUL, M., 2016. Evaluation, Extraction et caractérisation de l'activité coagulante des protéases de deux chardons endémiques, *Galactites tomentosa* et *Onopordum acanthium*. Thèse doctorat en sciences. Université des Frères Mentouri. Constantine, 127p.
- BENABDELKADER, M., 2011. Recherche d'effets anti hyperglycémiant d'extrait de figues « *Ficus carica* » chez les rats "Wistar" normaux et rendus diabétiques par la streptozotocine. Mémoire de Master en Biochimie. Université Abou Bekr Belkaid. Tlemcen, 49p.
- BENSALAH, A., KORIB, H., 2013. Contribution à l'étude de quelques variétés de figuier dans la région de Tlemcen. Mémoire de Master en agronomie. Université Abou Bekr Belkaid. Tlemcen, 69p. Mémoire de master en agronomie.
- BLAIS, C., 2011. Structure et tendreté de la viande. Département de nutrition, Université de Montréal, 4p.
- BOULKARA, M., BRAHIMI, A., 2018. Extraction de la ficine de l'espèce *Ficus carica* et étude de ses caractéristiques biochimiques et de son effet antimicrobien sur quelques espèces bactériennes pathogènes. Mémoire de Master. Université des Frères Mentouri Constantine. Constantine, 62p.
- BRUNETON J. 2009. Pharmacognosie, photochimie, plantes médicinales. Éd Lavoisier, France. 1292p.
- BRAHAMI, W., LREMIZI, I., 2017. Evolution des caractéristiques physicochimiques et propriétés antioxydantes d'une préparation à base d'huile d'olive et de figue. Mémoire master. Université A. MIRA. Bejaia, 38P.

## 8. Références bibliographique

---

### C/

CARTIER, PH., MOEVI, I., 2007. Le point sur La qualité des carcasses et des viandes de gros bovins.

CHRIS R, C., PH, D., GARY, S., 2007. Adding Enzymes to Improve Beef Tenderness. Université of Nebraska.6p.

CHATIBI, S., 2011. La filière viande bovine au Maroc. Quelle place pour l'élevage traditionnel et quelles bases de qualification pour la viande locale. Thèse de doctorat. Université De Corse-Pascale Paoli. France 392p.

CHOUGUI, N., 2015. Technologie et qualité des viandes. Université Abderrahmane Mira. Bejaia, 63p.

CHRIKI, S., 2013. Méta-analyses des caractéristiques musculaires a fin de prédire la tendreté de la viande bovine. Thèse de doctorat en nutrition-science des aliments. Université Blaise Pascal. France, 164p.

CLINQUART, A., LEROY, B., DOTREPPE, O., HORNICK, J.L., DUFRASNE, I.L., ISTASSE, L., 2000. Les facteurs de production qui influencent la qualité de la viande des bovins Blanc, Bleu et belge. In : L'élevage du Blanc Bleu Belge, Journée du Centre d'Excellence du Secteur agricole et son Management (CESAM), Mons, p. 19.

COIBION, L., 2008. Acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine : adaptation à la demande du consommateur. Thèse de doctorat en science vétérinaire. Université Paul-Sabatier. Toulouse, 97p.

### D/

DEVARAJ K, B., PARIGI RAMESH, K., PRAKASH, V., 2011. Comparison of activity and conformational changes of ficin during denaturation by urea and guanidine hydrochloride. Process Biochemistry, 46: 458–464.

DEVARAJ K, B., GOWDA LALITHA, R..., PRAKASH, V., 2009. An unusual thermostable aspartic protease from the latex of *Ficus racemosa*(L.) Phytochemistry 69: 647–655.

## 8. Références bibliographique

---

DOMSALLA A, M., 2008. Occurrence and properties of proteases in plant lattices. *Planta Med*, 74 :699–711.

DSA, 2017. Direction des Services Agricole. Bejaïa.

DUMONT, B., 1952. La tendreté de la viande. Thèse de doctorat. Station de recherches sur l'Élevage, C. N. R. Z., Jouy-en-Josas. France, 95.

DURAND, P., 1982. "Etude de la fraction azotée soluble de l'anchois salé au cours de la maturation." *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, 4 : 271-281.

### **E/**

EL-KHALOUI, M., 2010. Valorisation de la figue au Maroc. Ecole nationale d'agriculture de Meknès. Bulletin mensuel d'information et de liaison n°186. Maroc, 4p.

EL RAMMOUZ, R., 2005. Etude des changements biochimiques post mortem dans le muscle des volailles – contribution au déterminisme de l'amplitude de la diminution du PH. Thèse de doctorat en science agronomique. L'institut national polytechnique de Toulouse. France, 153P.

EL SIAR, H., ZAAK, H., KORNECKI, J., ZIDOUNE, N M., Z, BARBOSA, O., FERNANDEZ-LAFUENTEA., R., 2017. Stabilization of ficin extract by immobilization on glyoxyl agarose. Preliminary characterization of the biocatalyst performance in hydrolysis of proteins. *Process Biochemistry*. P7.

### **F/**

FITZGERALD R, J., 2014. Antioxidant activity of bovine casein hydrolysates produced by *Ficus carica L.* derived proteinase. *Food Chemistry*, journal home page 7p.

FAO, 2016. Organisation des nations unis pour l'alimentation et l'Agriculture.

### **G/**

GAZEAUX, O., 1997. Rapport sur la tendreté de la viande. Breterch Yann, Grec 'hriou, romain, p 13.

GEAY, Y., BAUCHART, D., HOCQUETTE, J., CULIOLI, J., 2001. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscle in ruminants,

## 8. Références bibliographique

---

consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. *Reprod. Nutrition. Dev*, 41, 1-26. Erratum, 341-377.

GRAJALES A., LEPETIT J. CANISTRO J., 1996. Contraction au froid et chauffage de la viande. *VPC*, 17 :339- 341.

GUILLEMIN, N., 2010. Marqueurs protéiques de la tendreté de la viande bovine : étude prédictive et fonctionnelle. Thèse de doctorat spécialité physiologie et génétique moléculaires. Université Blaise Pascal. Paris, 200p.

GUILLEMINI, N., CASSAR-MALEK, I., HOCQUETTE, J., JURIE, C., MICOL, D., LISTRAT H. LEVEZIEL, A., RENAND, G., PICARD, B., 2009. La maîtrise de la tendreté de la viande bovine : identification de marqueurs biologiques. *INRA Production Animals.*, 22 (4), 331-344.

### **H/**

HARKATI, A., 2007. Etude des paramètres biologiques intervenant dans l'attendrissage naturel de la viande ovine et leurs relations au facteur type de muscle. Mémoire de magister en sciences alimentaires. Université Mentouri. Constantine, 100p.

### **K/**

KHERBOUCHE, Z., RABAH, S., 2016. Etude in vivo de l'effet anti-hyperlipidémie des extraits (feuilles, fibres et rameaux) de figuier *Ficus carica* L. Mémoire de master. Université A. MIRA. Bejaia, 78p.

KOOHMARAIE, M., KENT, M.P., SHACKELFORD, S.D., VEISETH, E., WHEELER, T.L., 2002. Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship? *Meat Science*, 62(3):345-352.

KING, D.A., SCHUHLE PFEIFFER, C.E., RANDEL, R.D., WELSH, J. T.H., OLIPHINT, R.A., BAIRD, B.E., CURLEY, JR. K.O., VANN, R.C., HALE, D.S. SAVELL, J.W., 2006. Influence of animal temperament and stress responsiveness on the carcass quality and beef tenderness of feedlot cattle. *Meat Science*, 74(3) :546-556.

### **L/**

## 8. Références bibliographique

---

LAHCEN, J., 2009. Valorisation des figes de Taounate. Le cadre d'ingénieur d'état. Direction provinciale d'agriculture de Taounate. Maroc, 29p.

LEPETIT, J., CULIOLI, J., 1994. Mechanical properties of meat. *Meat Science.*, 36, 203-237.

LEPETIT, J., SALE, P., 1985. Analyse du comportement rhéologique de la viande par une méthode de compression sinusoïdale. *Sciences des Aliments*, 5, 521-540.

LEPETIT J. et BUFFIERE C., 1995. Meat ageing measurement comparison between two mechanical methods. *Fleischwirtsch.* 75(10), 1120-1222.

LEULMI, I., 2015. Hydrolyse enzymatique des caséines bovines par la ficine et les cardosine en vue d'obtenir des peptides antimicrobiens. Mémoire magister. Institut de la nutrition, de l'alimentation et des technologies agro-alimentaires (I.N.A.T.A.A.). Constantine, 67p.

### M/

MADAOU, K., YAICHE, I., 2012. La fige : Substances bioactives et effets thérapeutiques. Mémoire du Diplôme d'Ingénieur d'Etat. Université Abderrahmane Mira. Bejaia, 33P.

MALTIN, A., ZARE H., MOOSAVI-MOVAHEDI A. A., SALAMI M., MORTEZA M., SABOURY A. A. et SHEIBANI N., 2013. Purification and autolysis of the ficin isoforms from fig (*Ficus carica* cv. Sabz) latex. *Phytochemistry* 87: 16–22.

MAZRI, C., HAMMER EL AIN, S., SIAR, H., 2018. Characterization and Application of Phytochemicals Substances of the Fig Tree: Biological and Sensory Characterization of Ficin and Cheeses "Fresh and Soft". *Asian Journal of Applied Science and Engineering*, 7 (2), 71-77.

MESSADI, F., MOHELLEBI, N., 2012. Caractéristique physicochimique de quelques variétés de figes sèche. Diplôme ingénieur d'état en contrôle de qualité et analyse. Université A. MIRA. Béjaïa, 63p.

MONIN, G., 1991. Facteurs biologiques des qualités de la viande bovine. Station de recherches sur la viande Saint-Genès-Campanelle. *INRA Production Animals.*, 4 (2), 151-160.

### N/

NOUANI, A., DAKO, E., MORSLI, A., BELHAMICHE, N., BELBRAOUE, S., BELLAL, M.M., DADIE, A., 2009. Characterization of the purified coagulant extracts derived from

## 8. Références bibliographique

---

artichoke flowers (*Cynara scolymus*) and from the fig tree latex (*Ficus carica*) in light of their use in the manufacture of traditional cheeses in Algeria. *J. Food Technology.*, 7: 20-29.

### **O/**

OUALI, A., 1992. Proteolytic and physicochemical mechanisms involved in meat texture development. *Biochimie* 74 (3): 251-265.

OUALI, A., TALMANT, A., 1990. Calpains and calpastatin distribution in bovine, porcine and ovine skeletal-muscles. *Meat Science* 28 (4) : 331-348.

OUALI, A., HAFID, K., GAGAOUA, M., BOUDJELLAL, A., AGLI, A., BECILA, S., 2002. Prédiction de la tendreté de la viande d'agneau par pénétrométrie.2.

OUALI, A., 1991. Conséquences des traitements technologiques sur la qualité de la viande. *INRA Productions Animales* 4 (3) : 195-208.

OUALI, A., HERERA-MANDEZ, C.H., COULIS, G., BECILA, S., BOUDJELLEL, A.G., ALUBRY L. et SENTRADREU M.A., 2006. Revising the conversion of muscle into meat and the underlying mechanisms. *Meat Science*, manuscript accepted, MESC 3881.

### **P/**

RENAND, G., HAVY, A., TURIN, F., 2002. Caractérisation des aptitudes bouchères et qualités de la viande de trois systèmes de production de viande bovine à partir des races rustiques françaises Salers, Aubrac et Gasconne. *Production. Animals*, 15, 171-183.

PENFIELD, M.P., MYEER, B.H., 1975. Changes in tenderness and collagen of beef semitendinosus heated at two rates. *Journal of Food Science*, 40(1):150-154.

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 zoo technology*, 44(4): 347-357.

PURSLOW P.P., 2005, Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. *Meat Science*, 70(3):435-447.

## 8. Références bibliographique

---

### R/

RAHMANI, L., REZAK, E., 2018. Essais de prolongation de la fraîcheur de la figue (*Ficus carica*) - variété « Tahayount » - et suivi de paramètres de maturation. Diplôme du master en sécurité alimentaire. Université A. MIRA. Bejaïa, 49p.

RAO, M.B., TANKSALEA, M., GHATGE M, S., DESHPANDEV, V., 1998. Molecular and biotechnological aspects of microbial proteases. *Microbiolmolecular.Biotechnological. Research.*, 62 : 597–635.

### S/

SGHAIER, C., 2013. Méta-analyses des caractéristiques musculaires a fin de prédire la tendreté de la viande bovine. Thèse de doctorat en nutrition-science des aliments. Université Blaise Pascal. France, 145p.

SIAR, H., 2014. Utilisation de la pepsine de poulet et de la ficine du figuier comme agents coagulants du lait. Mémoire magister. Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies Agro-alimentaires I.N.A.T.A.A. Constantine, 93p.

CLINQUART, A., SALIFOU, F., YOUSAO, K., AHOUNOU, S., TOUGAN, U., FAROUGOU, S., MENSAH, A., 2012. Critères d'appréciation et facteurs de variation des caractéristiques de la carcasse et de qualité de la viande bovine.157, 27-42.

SOO KIM, Y., ONG, A., BOBBILI, N., DUPONTE, M.W. FUKUMOTO, G.K., 2007. Evaluation of meat tenderness of forage-finished cattle produced in Hawaii, and factors affecting the tenderness. *Food Safety and Technology, FST-27*.

SOLOMON, P., VANDEN BOUT, P., WALTER, F., BEELEN, A., SCOVILLE, N.Z., YUN, M., EVANS, A.S., 1998. *Astrophsic. J.* 506 : L7-10.

### T/

TALAOUANOU, T., SILI, F., 2013. Etude de quelques paramètres physico-chimiques et biochimiques lors de la transformation de muscle de lapin en viande. Mémoire master en biochimie appliquée. Université Abderrahmane Mira. Bejaia, 50p.

## 8. Références bibliographique

---

TOUATI, S., 2017. Caractéristiques physicochimiques et sensorielles de la viande cameline : Aspect comparatif avec la viande bovine. Mémoire de master. Université Abou Bekr Belkaid. Tlemcen, 67p.

TOURAILLE, C., 1994. Incidence des caractéristiques musculaires sur les qualités organoleptiques des viandes. Ruminants, 1, 169-176.

### **V/**

VOISINET, B.D., GRANDIN, T., O'CONNOR, S.F., TATUM, J.D. DEESING, M.J., 1997. Bos indicus-cross feedlot cattle with excitable temperaments have tougher meat and a higher incidence of borderline dark cutters. Meat Science, 46(4):367-377.

### **W/**

WEAVER A, D., BOWKER, B.C., GERRARD, D.E., 2008. Sarcomere length influences postmortem proteolysis of excised bovine semitendinosus muscle. Journal of Animal. Science, 86(8) :1925-1.

### **X/**

XAVIER, B., 2009. Des gènes impliqués dans la variabilité de la tendreté des viandes bovines Etude structure-fonction de l'anti-protéase codée par le gène bovin SERPINA3-3 Thèse de Doctorante Discipline : Biologie, Sciences, Santé de l'université de Limoges, p11.

### **Z/**

ZEGHILET, N., 2009. Optimisation des paramètres de détection et de quantification des résidus d'antibiotiques dans la viande blanche par chromatographie liquide haute performance (HPLC). Magister en médecine vétérinaire. Université Mentouri. Constantine, 181p.

ZIANI, KH., 2017. Développement de stratégie de valorisation de figue sèche de basse catégorie : Cas de la production du vinaigre de figue. Mémoire de master. Université A. MIRA. Bejaia, 35p.

# 1. Résumé

## Résumé

Cette étude s'inscrit dans le cadre de l'amélioration de la qualité microbiologique et organoleptique de la viande bovine. Le muscle Jarret a fait objet des prélèvements des échantillons pour : l'analyse microbiologique afin de rechercher l'effet de la ficine de figuier sur les germes aérobies et *E. coli* sur la viande fraîche et l'analyse organoléptique pour tester l'effet de la ficine sur la viande cuite. La ficine de figuier (*Ficus carica L*) est récoltée sur trois variétés différentes ; unifère, bifère et caprifiguier dans Ath Hamdoune, wilaya de Bouira. Les résultats obtenus révèlent que la variété bifère est plus riche en ficine, avec un rendement de 87%, dont l'activité antimicrobienne est plus efficace par rapport à celle des deux autres variétés. Le profil de l'analyse sensorielle a démontré l'effet de la ficine sur l'amélioration de la tendreté de la viande cuite et sa jutosité. L'application de la ficine à la viande rouge avant la cuisson est un privilège pour optimiser la vitesse de la digestion des protéines chez les personnes âgées.

**Mots clés :** ficus carica, figuier, unifère, bifère, caprifiguier, ficine, viande, jarret, profil sensoriel, E.coli, germe aérobie, analyse microbiologique, Ath Hamdoune.

## Abstract

This study is part of the improvement of the microbiological and organoleptic quality of beef. The Jarret muscle was sampled for: microbiological analysis to investigate the effect of fig ficin on aerobic and *E. coli* germs on fresh meat and organoleptic analysis to test the effect of the ficine on the cooked meat. Ficin of fig (*Ficus carica L*) is harvested from three different varieties; female fig tree with single and double production and mal fig tree in Ath Hamdoune, wilaya of Bouira. The results show that the bifere variety is richer in ficin, with a yield of 87% and antimicrobial activity is more efficient compared to that of the two other varieties. The profile of the sensory analysis demonstrated the effect of ficin on the tenderness improvement of cooked meat and its juiciness. The application of ficin to red meat before cooking is a privilege to optimize the speed of protein digestion in the elderly.

**Key words :** ficus carica, fig tree, fig tree single, fig tree double production, mal fig tree, ficin, meat, jarret, sensory profil, E.coli, aerobic germs, microbiologic analysis, Ath Hamdoune.

## ملخص

هذه الدراسة جزء من تحسين الجودة الميكروبيولوجية والعضلية للحوم البقر. تم أخذ عينات من عضلات جاريت: التحليل على جراثيم الأيروبيك والشرائين القولونية على اللحوم الطازجة وتحليل ficin الميكروبيولوجي للتحقيق في تأثير التين من ثلاثة أنواع مختلفة ؛ واحد (*Ficus carica L*) الحواس لاختبار تأثير اللبخ على اللحم المطبوخ. يتم حصاد ورقة التين ، ficine أغنى في bifère ، بولاية البويرة. أظهرت النتائج أن الصنف Ath Hamdoune في caprifigier و bifère ، مع عائد 87 % ، الذي يكون نشاطه المضاد للميكروبات أكثر فعالية مقارنة بالأنواع الأخرين. أظهرت صورة التحليل الحسي تأثير الفايثين على تحسين حنان اللحم المطبوخ وعصاره. يعد استخدام مادة الفايثين على اللحوم الحمراء قبل الطهي ميزة جيدة لتحسين سرعة هضم البروتين لدى كبار السن

، اللحم ، العرقوب ، الصورة ficine ، caprifiguier ، bifer ، unifera الكلمات المفتاحية: اللبخ ، شجرة التين ، Ath Hamdoune ، جرثومة هوائية ، تحليل ميكروبيولوجي ، E.coli الحسية ،