

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE & BIOCHIMIE

N°:



DOMAINE : SCINCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

FILIERE : SCIENCE BIOLOGIQUE

OPTION : MICROBIOLOGIE APPLIQUEE

Mémoire présenté pour l'obtention

Du diplôme de Master Académique

Par MECHEGUEG Chamkha.

NOUR Maroua

BRAkTA Sameh

Intitulé

Les bactéries Psychrophiles et altération des viandes

Soutenu devant le jury composé de :

Mme BOUBEKEUR H. MCB	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Président
Mme RABAH Noura. MAA	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Rapporteur
Mr SELOUM M. MAA	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Examineur

Année universitaire : 2023 /2024.

Dédicace

Nous , Mechegueg chamkha , Nour maroua , Brakta samah, les préparatrices de ce mémoire nous dédions ce mémoire à

Tout d'abord, nous rendons hommage à Dieu tout-puissant et le remercions vivement de nous avoir permis de réaliser cette thèse.

Remerciements et amour sincère à mes honorables parents

A mes chères sœurs, les façonneuses de mon cœur

À mes frères, mon soutien et ma fierté

À toute la famille, jeunes et vieux

A ceux qui m'ont accompagné dans mon voyage et mon travail avec sincérité

A ceux qui m'ont aimé sincèrement

A ceux qui m'ont soutenu fidèlement

A tous les camarades de la promotion 2023-2024

Merci à tous

Remerciement

Tout d'abord, **nous louons Dieu** tout-puissant et le remercions maintes fois de nous avoir permis de réaliser cette mémoire.

Un grand merci à notre encadrante de cette mémoire.

Mme . **RABAH Noura** pour son encadrement, sa patience et sa confiance tout au long de ce travail. Sa conseils et son soutien inébranlable ainsi que son aide inestimable qui grandement contribué à l'aboutissement de ce mémoire.

Merci à Mme. **BOUBEKEUR H** Présidente du jury et Mr. **SELOUM M** Examineur pour avoir accepté de faire partie du jury. Leurs remarques et suggestions ont été précieuses et nous a permis d'en améliorer la qualité de notre manuscrit. .

Nos remerciements également à l'ensemble des enseignants du département de **microbiologie et de biochimie** de l'Université **Med Boudiaf**, pour leur enseignement de qualité et les connaissances qu'ils nous ont transmises durant nos années d'études. Leur passion et leur dévouement pour la recherche nous ont inspirées et motivé à poursuivre nos propres questionnements scientifiques.

Enfin, nous remercions toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire. Que ce soit à travers des discussions enrichissantes, des conseils ou simplement par leur présence, leur contribution a été précieuse.

Sommaire

Dédicace

Remerciement

ملخص

Abstract

Résumé i

Liste des abréviations ii

Liste des figures iii

Liste des tableaux iv

Introduction 1

Chapitre I. Viandes 3

I.1. Définition 3

I.2. Types de viande 4

I.3. Structure et composition de viande 4

I.3.1. Structure 4

I.3.2. Transformation du muscle en viande 5

I.3.3. Composition de viande 7

I.4. Qualités de viande 10

I.4.1. Qualités sensorielles 10

I.4.2. Qualité nutritionnelle 12

I.4.3. Qualité sanitaire 12

I.5. Facteurs influençant la qualité de viande : 12

I.5.1. Dépôt adipeux 12

I.5.2. Age 12

I.5.3. Génétique 12

I.5.4. Alimentation 13

Chapitre II. Bactériologie des viandes	14
II.1. Flore bactérienne	14
II.1.1. Germes saprophytes	14
II.1.2. Germes pathogènes	14
II.2. Bactéries psychrophiles	14
II.2.1. Définition	14
II.2.2. Historique	15
II.2.3. Physiologie et biochimie des bactéries psychrophiles	16
II.2.3.1. Relation température-croissance	16
II.2.3.2. Courbe de croissance.....	17
II.2.3.3. Sensibilité à la chaleur.....	17
II.2.3.4. Autres caractéristiques importantes	17
II.2.3.5. Adaptation au froid.....	18
II.2.4. Principales bactéries psychrophiles.....	19
II.2.4.1. Agents de toxi-infections alimentaires.....	19
II.2.4.2. Agents d'altérations des aliments.....	20
II.2.5. Influence des bactéries psychrophiles sur la conservation des viandes	20
II.2.5.1. Protéolyse et lipolyse	20
II.2.5.2. Altérations des viandes.....	21
II.2.5.3. Bactéries psychrophiles pathogènes.....	22
II.2.5.4. La putréfaction de la viande et la toxicité	22
II.2.5.5. Altérations putréfaction superficielle à basse température	23
II.3. Origine de la contamination	23
II.3.1. Origine endogène	23
II.3.2. Origine exogène	24
II.3.2.1. Contamination à partir du personnel	24
II.3.2.2. Infrastructures et équipements	24
II.3.2.3. Eau.....	24

II.3.2.4.	Air.....	25
II.3.2.5.	Contamination au cours du stockage et de la commercialisation.....	25
II.3.2.6.	Contamination au cours du transport	25
II.3.2.7.	Contamination lors de la décongélation	25
II.3.2.8.	Contamination lors de la découpe	25
II.4.	Conditions de multiplication des microorganismes.....	25
II.4.1.	Activité de l'eau (A_w)	26
II.4.2.	Potentiel d'hydrogène (pH).....	26
II.4.3.	Température	26
II.4.4.	Potentiel d'oxydoréduction(RH).....	27
II.4.5.	Pression osmotique.....	28
II.4.6.	Facteurs nutritionnels	28
II.5.	Conséquences de la contamination.....	28
ChapitreIII.	Les moyens de conservation contre la contamination de viande par les psychrophiles.....	29
III.1.	Définition de la conservation	29
III.2.	objectifs de la conservation.....	29
III.3.	méthodes actuelles de conservation	29
III.4.	Techniques de conservation	30
III.4.1.	Traitement thermique	30
III.4.1.1.	Congélation	30
III.4.1.2.	Réfrigération.....	31
III.4.1.3.	pasteurisation.....	32
III.4.1.4.	stérilisation	32
III.4.1.5.	Mise en boîte de conserve	32
III.4.2.	Réduction de l'activité de l'eau (A_W).....	33
III.4.3.	Irradiation	34
III.4.4.	Produits chimiques	35
III.5.	Téchniques de prévention	36

III.5.1.	Hygiène.....	36
III.5.2.	Nettoyage.....	36
III.5.3.	Désinfection.....	36
Conclusion.....		38
Références bibliographique.....		39

ملخص

تعتبر اللحوم من أهم الأغذية فهي غنية جداً بـ (البروتينات، والفيتامينات، والمعادن، إلخ) مما يجعلها غذاءً كاملاً وبالتالي فهي تساعد على نمو الكائنات الدقيقة المسببة للأمراض. في الواقع، إن تلوث المنتج متنوع ومتعدد للغاية ويمكن أن يكون سببه أنواع مختلفة من الكائنات الحية الدقيقة، أي البكتيريا، والعوامل التي تشجع على تكاثرها وعواقبها على صحة المستهلك.

الهدف من هذه المذكرة هو جمع الحقائق ذات الصلة حول نمو البكتيريا المحبة للبرودة وتأثيرها على تحلل اللحم.

أولاً وقبل كل شيء تم وصف الغذاء أي صفات اللحم والجودة (الحسية والتغذية والصحية)، والكائنات الحية الدقيقة الموجودة وعواقب تطور البكتيريا المحبة للبرودة وتأثيرها على اللحم المبردة.

تم عرض دور (النشاط المائي ودرجة الحرارة والأكسجين والعوامل الغذائية ودرجة الحموضة) في تطور البكتيريا الأولية للحوم. تلف اللحم بسبب البكتيريا المحبة للبرودة والالتهابات السامة.

أخيراً. تم عرض وسائل الحفظ ضد البكتيريا المحبة للبرودة في اللحم وتحديد عوامل النشاط الداخلة في حياة الكائنات الدقيقة.

الكلمات المفتاحية : اللحم، الكائنات الحية الدقيقة، التلف، العدوى السامة، الحفظ، البكتيريا المحبة للبرودة .

Abstract

Meat is the most important food. It is very rich in (protein, vitamins, minerals, etc.) This makes it a complete food and therefore conducive to the growth of pathogenic microorganisms. In fact, product contamination is very diverse and numerous and can be caused by different types of microorganisms, namely bacteria, specially psychrophilic bacteria, the factors favoring their multiplication and their consequences for consumer health.

The aim of this dissertation is to gather relevant facts about the growth of psychrophilic microorganisms during the decomposition of meat.

First of all, the food has been described, meat and meat qualities (organoleptic, nutritional and hygienic quality), the microorganisms found and the consequences of the development of psychrophilic microflora and the influence on chilled meat.)

The characteristics of psychrophilic microflora were presented pathogens of meat and the main indicators and factors influencing meat contamination the involvement of (water activity, temperature, oxygen, nutritional factors and pH) in the development of the initial microflora of meat was presented. meat spoilage, and toxic infections

Finally. The means of conservation against psychrophiles were presented and activity factors involved in the life of microorganisms were identified .

Keywords : meat, microorganism, spoilage, toxin infection ,conservation, psychrophilic microflora.

Résumé

La viande est l'aliment le plus important dans notre nutrition. Elle est très riche en (protéine, vitamine, minéraux, ... etc.) Ce qui fait d'elle un aliment complet et donc propice à la croissance des microorganismes pathogènes. En effet, les contaminations des produits sont très diverses et nombreuses, elles peuvent être causées par différents types de microorganismes, à savoir des bactéries, plus précisément les bactéries psychrophiles, les facteurs favorisant leur multiplication et leurs conséquences sur la santé des consommateurs.

Le but de cette mémoire est de rassembler des faits pertinents sur la croissance de microorganismes psychrophiles lors de la décomposition des viandes.

Tout d'abord, la nourriture a été décrite, c'est-à-dire de la viande et ses qualités (Qualité organoleptique, nutritionnelle, hygiénique). Les microorganismes retrouvés et les conséquences issues du développement de la microflore psychrophile et l'influence sur la viande réfrigérée.

Les caractéristiques de la microflore psychrophile ont été présentées ainsi que les pathogènes de la viande et les principaux indicateurs et facteurs influençant la contamination de la viande. L'implication de (l'activité de l'eau, de la température, l'oxygène, les facteurs nutritionnels et du pH) dans le développement de la microflore initiale de la viande a été présentée. L'altération des viandes, les toxi-infections.

Enfin, les moyens de conservation contre les psychrophiles ont été présentés et des facteurs d'activité impliqués dans la vie des micro-organismes ont été identifiés.

Mots clés: viande, microorganisme, altération, toxi-infection, conservation, les psychrophiles.

Liste des abréviations

ADP	Adénosine Di Phosphate
AGM	Acides Gras Mono- insaturés
AGP	Acides Gras Polyinsaturés
AGS	Acides Gras Ssaturés
ATP	Adénosine Tri Phosphate
A_w	Activité de l'eau
MEC	Matrice Extracellulaire Collagène
OMS	Organisation Mondiale de la Sante
PC	Phospho Créatine
PH	Potentiel d'hydrogène
TIAC	Toxi-infections alimentaires collectives

Liste des figures

Figure 1: Différents types de viandes	3
Figure 2: Différentes phases de la transformation du muscle en viande comprenant la phase de mort cellulaire programmée	5
Figure 3: Schéma d'acidification du muscle après abattage	7
Figure 4: Variation de la couleur de la viande.	11
Figure 5: Mécanisme d'adaptation physiologiques au froid rencontrés chez les psychrophiles (LPS=lipo-polysaccharides)	19
Figure 6: Schéma de l'incubation de de <i>L. plantarum</i> et <i>S. xylosus</i> pour l'amélioration de la saveur des saucisses sèches	21

Liste des tableaux

Tableau 1: Composition chimique moyen de viande rouge	8
Tableau 2: Catégorie de protéines de viande	9
Tableau 3: Durée maximale de conservation au congélateur, -18°C à -30°C, emballé sous -vide	31
Tableau 4: Durées maximales de conservation au réfrigérateur, maximum 5°C, emballé sous -vide	32

Introduction

Introduction

La valeur nutritionnelle des viandes réside dans leur contenu en protéines digestes, riches en acides aminés essentiels. C'est aussi une excellente source de fer et de vitamine hydrosolubles. (**Zamora et al., 1996**).

La structure des muscles myofibrillaires est profondément altérée, principalement en fonction des propriétés enzymatiques et physicochimiques des fibres. Ces dernières consistent principalement à réduire le pH, la température et la capacité de rétention d'eau. La viande est un aliment très fragile, avec une activité de l'eau élevée (**A_w de 0,97**) encourage la prolifération de la majorité des micro-organismes.

Les bactéries, grâce à leurs activités protéolytiques et lipolytiques, dégradent la viande, ce qui entraîne une altération des qualités organoleptiques de celle-ci. Les bactéries aérobies sont les principaux micro-organismes responsables de la putréfaction superficielle des viandes.

Les viandes sont toujours infectées par ces bactéries dès le moment de l'abattage. L'action de ses propres enzymes favorise la croissance et l'activité de ces bactéries sur la viande crue. Le développement des germes est influencé par les caractéristiques physiques (surface exposée à l'air, découpage) et chimiques (pH, taux d'eau) et conditions extérieures telles que l'aération et la température. (**Benaissa et al., 2014**). Les germes psychrophiles (*Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium* et *Enterobacteriaceae*) sont observés dans les conditions d'entreposage à basse température, ainsi qu'une prolifération lente de moisissures à la surface de la viande (*Aspergillus*, *Cladosporium*, *Thamnidium*, *Geotrichum*, *Penicillium*, *Mucor*) qui participent aux réactions d'hydrolyse et d'oxydation des lipides. Ces organismes psychrophiles seront les principaux responsables de la dégradation des viandes. (**Fernandes, 2009**).

Depuis longtemps, l'homme a tenté d'utiliser des techniques de conservation qui reposent sur l'inhibition de la croissance des microorganismes pathogènes, en agissant sur les divers facteurs qui influencent leur développement, tels que les températures de réfrigération et de congélation, le salage, la fumaison ou l'ajout d'agents conservateurs pour prolonger la durée de vie. de sa consommation et éviter toutes éventuelles intoxications alimentaires.

Le présent travail est basé sur trois axes fondamentaux, après avoir réalisé une synthèse bibliographique dans laquelle des informations sur la viande ont été collectées.

Le premier axe contribue à l'étude de la structure et la composition de la viande, ainsi sa qualité et les facteurs qui l'influence .

Le second axe est une étude microbiologique de la viande basé sur les bactéries psychrophiles et les différents conditions de multiplication de ces microorganismes .

Le troisième axe contient les différents moyens de conservation de la viande contre les psychrophiles .

Partie bibliographique

Chapitre I: Les viandes

Chapitre I. Viandes

I.1. Définition

La viande est la chaire des animaux utilisée pour l'alimentation humaine. Elle est essentiellement constituée par les muscles striés squelettiques après leur évolution post mortem, qui se mangent après cuisson., Elle comporte aussi d'autres tissus (tissus conjonctifs, adipeux parfois les os et la peau) en quantité très variable selon les espèces, les races, les âges, le sexe, les régimes alimentaires et la région anatomique concernée (El Rammouz, 2008). (figure 1)

Les viandes, à un *pH de 5,5*, renferment une grande quantité d'azote non protéique, de peptides et de protéines, mais elles renferment de faibles quantités de glucides.

Les viandes possèdent une valeur nutritionnelle elle est très élevée car elles sont constituées de protéines digestes, bien équilibrées et très riches en acides aminés indispensables.

La viande est considérée comme une bonne source des protéines, avec un taux de 19.6% (Kilgour ,1986) C'est aussi une bonne source de fer et de vitamine hydrosolubles

La viande est un aliment très fragile, avec une activité de l'eau élevée (*Aw de 0,97*) qui encourage la prolifération de la majorité des micro-organismes. L'intérieur de la carcasse est stérile pour la viande. Toutefois, il est possible qu'elle soit facilement contaminée lors de l'abattage, de la manipulation pendant le traitement ou d'un stockage inapproprié. Les viandes fraîches d'animaux renferment de nombreuses bactéries d'altération telles que *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Moraxella*, *Shewanella*, *Alcaligenes*, *Aeromonas*, *Escherichia coli*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Hafnia*, *Proteus*, *Brochothrix*, *Micrococcus*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc* *Carnobacterium* et *Clostridium*, ainsi que des levures et des moisissures .

Le niveau d'oxygène disponible, la température de stockage, le pH, la durée de conservation du produit, ainsi que le temps sont nécessaire pour la croissance de micro-organismes.



Figure 1: Les différents types de viandes (Staron, 1982).

I.2. Types de viande

De manière traditionnelle, on distingue également les viandes en fonction de leur couleur en : viandes rouges et viandes blanches. D'après la teneur en graisse en :

viande maigre à viande plus ou moins grasse. (Staron ,1982)

- **viande rouge**

Toutes les parties de la carcasse des animaux domestiques destinées à la consommation humaine sont appelées viande rouge. L'OMS (2015) définit la viande rouge comme étant tous les types de viande provenant des tissus musculaires de mammifères tels que le bœuf, le veau, l'agneau, le mouton, le cheval et la chèvre.

La couleur rouge des viandes est principalement due à l'hémoglobine, qui représente 90 % des pigments totaux du muscle. La teneur en myoglobine diffère d'une espèce animale à l'autre, du type de muscle et de l'âge.

- **viande blanche**

La viande blanche regroupe toutes les parties comestibles des volailles et du lapin. La couleur de la chair permet également de les classer en volailles à chair blanche (poules et coqs) et volailles à chair rose (lapins d'élevage) (Chougui,2015) , et Selon la richesse en graisse on a viandes maigres et viandes plus ou moins riches en graisse (Staron, 1982)

- **viande de poisson**

Sont des vertébrés au même titre que les animaux producteurs de viande. Les principales espèces sont : sardines, morues, thons, maquereaux, poissons plats ,La couleur de leur chair varie selon plusieurs paramètres (la saison, le sexe, l'âge, etc.) allant du blanc au rouge (Staron, 1982).

I.3. Structure et composition de viande

I.3.1. Structure

La compréhension de la structure et de la biochimie du muscle est essentielle pour comprendre les processus qui suivent l'abattage et pour optimiser l'utilisation de la viande (Craplet,1966), Effectivement, le muscle est constitué d'un ensemble de fibres musculaires, une structure anatomique constituée de cellules spécialisées regroupées en faisceaux, capable de se contracter et de se décontracter, et produire des mouvements.

Le muscle est responsable de 40 % de la masse corporelle. Le mot "tissu musculaire" désigne toutes les cellules qui possèdent des compétences contractiles et qui sont regroupées dans des structures organisées appelées muscles (Ziane, 2007).

Ces muscles sont séparés les uns des autres par une trame de tissu conjonctif. (Buscaillon Et Monin ,1994), La distinction entre les muscles blancs et les muscles rouges est faite par les fibres musculaires. Selon (Buscaillon et Monin ,1994), les muscles rouges présentent une teinte plus vive, un pH et un pouvoir de rétention d'eau plus élevés. Les qualités organoleptiques de la viande sont grandement influencées par la trame de tissu conjonctif, qui constitue l'armature interne des muscles, en particulier la tendreté. La formation spécialisée du tissu conjonctif, qui se manifeste tardivement dans le développement de l'organisme lorsque les nutriments dépassent les besoins, donne naissance au tissu gras. Jusqu'à 90% du poids du tissu conjonctif peut être représenté par ce dernier..

I.3.2. Transformation du muscle en viande

Le muscle est le tissu d'un être vivant, qu'il soit animal ou humain, qui se caractérise par sa capacité à se contracter, tandis que la viande fait référence à tous les aliments d'origine animale fabriqués à partir des tissus musculaires et destinés à l'alimentation généralement humaine (Denoyelle, 2008),

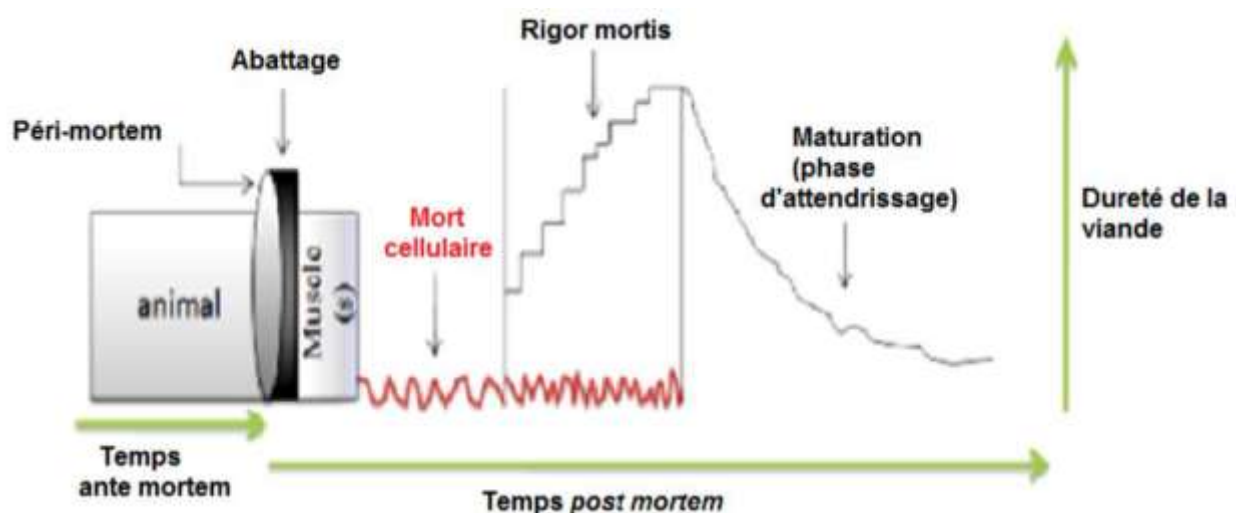


Figure 2: Différentes phases de la transformation du muscle en viande comprenant la phase de mort cellulaire programmée (Ouali *et al.*,2006).

- **Phase vivant**

A l'état vivant le muscle correspond à un terme anatomique définissant une partie précise d'un organisme. Il est composé de cellules hautement différenciées, son pH est voisin de 7 et plus la fibre musculaire contient de l'eau liée aux protéines plus elle est gonflée (Coibion,2008).

- **Phase de pantelance**

La pantelance est suivie immédiatement de l'abattage (20 à 30 minutes). Peu de temps après la mort de l'animal, le muscle est encore chaud, mais n'est plus capable de recevoir d'informations

du cou. La durée de survie du système nerveux est représentée par cette phase. Bien que le courant sanguin soit interrompu, on assiste à une série de contractions et de relaxations musculaires. Le muscle continue à utiliser ses réserves de glycogène. La formation d'acide lactique qui en découle entraîne donc une diminution du pH qui varie en fonction des muscles, passant de 7 à environ 5,5.

À ce moment, le muscle est toujours métabolique et sa couleur est plutôt foncée en raison de l'absence d'oxygénation causée par la saignée et l'arrêt de la circulation sanguine **(Dudouet, 2010)**.

- **Phase d'installation de la rigidité cadavérique**

Au cours de la phase de rigidité du corps, le muscle subit plusieurs changements qui le transforment en viande **(Ouali, 1991)**.

La rigidité du corps se met en place entre 2 et 4 heures après la mort et se maintient de 24 à 48 heures après l'abattage. Les muscles deviennent peu à peu raides et impossibles à détendre. Ce processus est causé par l'épuisement de l'adénosine triphosphate (ATP), qui maintient l'élasticité du muscle vivant et fournit l'énergie nécessaire au travail musculaire **(Ouali, 1991)**.

Au niveau biochimique, la transformation du muscle en viande est marquée par la dégradation des composés musculaires énergétiques, tels que l'ATP et la phosphocréatine (PC). La perte de l'ATP, accompagnée d'une diminution du pH musculaire, provoque une altération profonde des caractéristiques du tissu musculaire qui perd son endurance. Au cours de cette phase, l'ATP peut être obtenue soit du glycogène par phosphorylation de l'ADP, soit de la créatinine, qui, tant qu'elle est présente en quantité adéquate, maintient le niveau d'ATP constant. Lorsqu'elle est épuisée, elle est remplacée par la glycolyse anaérobie. La production de lactate et son accumulation entraînent une diminution du pH grâce à cette voie métabolique.

Les enzymes sont inactivées par la diminution du pH, ce qui entraîne l'arrêt de la glycolyse et l'épuisement des réserves d'ATP du muscle. Cette fatigue marque la phase de rigor mortis. Toute fois, étant donné que cet épuisement n'a pas lieu en même temps dans toutes les fibres, l'état de rigidité ne se produit pas à la même vitesse chez toutes les espèces animales, dans les muscles d'un même animal et dans les fibres d'un même muscle, d'où la persistance des contractions de certaines fibres. La rigidité se manifeste peu à peu, elle atteint son point culminant lorsque le pH atteint une valeur proche de 6,0 **(Jeacocke, 1984)**. **Figure 3**

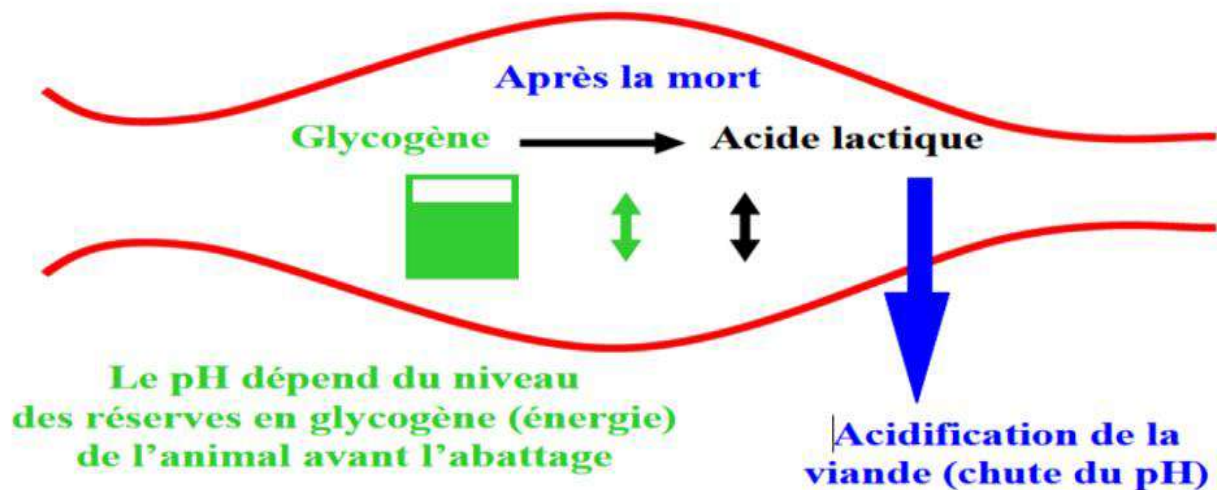


Figure 3:Schéma d'acidification du muscle après abattage (Roux, 2006).

- **Phase de maturation**

La maturation est la période de croissance post mortem qui suit l'établissement de la rigidité du corps. La maturation est un processus très complexe qui a un impact principal sur la structure des myofibrilles et qui est influencé par différents facteurs avant et après la mort (Sentandreu *et al.*, 2002). C'est au cours de la maturation du muscle que la viande commence à se développer, c'est le premier stade.

La maturation est le résultat d'enzymes qui dégradent partiellement (protéolyse ménagée) les éléments constitutifs des myofibrilles, ce qui fragilise leur structure. La dénaturation des protéines peut provoquer des modifications de conformation, notamment des changements de solubilité et une sensibilité accrue aux enzymes protéolytiques (Coibion, 2008). La cause principale de cette évolution réside dans la libération d'enzymes protéolytiques intracellulaires au niveau du complexe actino-myosine, qu'elles détruisent progressivement.

Plusieurs systèmes enzymatiques semblent être impliqués, au niveau du tissu musculaire, et qui contribuent tous ensemble à la maturation du corps. La température et la vitesse de diminution du pH ont un impact sur le fonctionnement de ces systèmes enzymatiques

.(Veiseth et Koohmaraie, 2005).

I.3.3. Composition de viande

Les viandes considérée comme une denrée alimentaire de haute qualité nutritionnelle (Higgs, 2000) pour trois raisons principales:

- son contenu en acides aminés essentiels,

- sa richesse en vitamines du groupe B et particulièrement la vitamine B12 dont les produits animaux sont la seule source alimentaire,
- sa richesse en fer héminique, mieux assimilé par l'organisme humain que le fer non-héminique présent dans les végétaux.

Le tableau se dessous présenté la composition chimique de la viande rouge :

Tableau 1:Composition chimique de la viande rouge (Coibion, 2008).

Composants	Pourcentage
Eau	75%
Protéines	15-20%
Lipides	3%
Substance azotées non protéiques	1,5%
Glucides	1%
Sels minéraux	1%
Vitamines	1%

- **Protéines**

Les protéines du tissu conjonctif, les protéines myofibrillaires et les protéines sarcoplasmiques sont des protéines musculaires. Une proportion de 20 à 30 % de protéines sarcoplasmiques (comme les enzymes et la myoglobine), Les protéines de myofibrilles sont composées à 50 % (54 % de myosine, 27 % d'actine) Les protéines du tissu conjonctif, comme le collagène et l'élastine, représentent environ (10-15 %). **(PIERRE, 1976)**.

Les viandes ont une grande quantité de protéines. C'est surtout dans les aliments frais (20-25% du produit frais). En moyenne, la viande constitue 25% des apports en protéines chez les adultes, selon **Hébel (2007)**. La viande rouge est un aliment riche en protéines. D'après **(Bourre, 2011)**, l'objectif principal de ces protéines est de répondre aux besoins en azote de l'organisme, tant sur le plan quantitatif que qualitatif, comme le renouvellement protéique des muscles. Selon **(Darmaun, 2008)**, la viande renferme tous les acides aminés essentiels pour l'humanité. Moyennement, elles représentent 18,5% du poids du muscle, ce qui en fait la fraction la plus importante après l'eau. **(TOME, 2008)**.

Les protéines musculaires se distribuent de la façon suivante :

Tableau 2: Catégorie de protéines de la viande (Viala,2005).

Groupes	Teneur /Caractéristiques	Exemples
Protéines de la chair musculaire	Env.60% des protéines de la viande font partie des protéines fibreuses	Myosine, Actine
Protéines du jus de viande	Elle constituent ce qu'on appelle le sarcoplasme. Leur part aux protéines est de 35% .Elle font partie des protéines globulaires et sont hydrosolubles	Enzymes, Myoglobine
Protéines du tissu conjonctif	Elle font partie des protéines fibreuses, insolubles dans l'eau. Leur part aux protéines de la viande est 5-6% selon le morceau	Collagène

- **Eau**

Le muscle peut contenir de 60 à 80 % d'eau dont 90 à 95 % sous forme libre et 5 à 10 % sous forme liée (**Coibion, 2008**)

- **Lipides**

La majorité des lipides intramusculaires se trouvent dans la viande :

Il est principalement constitué de triglycérides de réserve (85 % des lipides totaux), de lipides membranaires, de phospholipides (12 % des lipides totaux) et de cholestérol (3 % des lipides totaux). L'essentiel de ces lipides est constitué d'acides gras :

Acides gras saturés (AGS), acides gras mono-insaturés (AGMI) et acides gras polyinsaturés (AGPI) Toutes les viandes sont dominées par les AGS (**Bauchart et al., 2010**)

La composition de la graisse considérablement en fonction des lieux. En raison d'une forte teneur en gras insaturés dans les parties externes, la graisse externe est beaucoup plus douce que la graisse interne entourant les organes (**HEINZ et al., 2007**) .

- **Glucides**

La fraction glucidique ou le glycogène dans le muscle est d'environ 2%. Elle constitue la réserve énergétique pour la contraction du muscle.

La viande est pauvre en glucides. Le glycogène est transformé en acide lactique après la mort de l'animal (**Craplet .,1966**).

- **Vitamines**

La viande est peu riche en vitamines liposolubles (A, D, E et K), en vitamines hydrosolubles (Thiamine, Riboflavine, Nicotinamine, Pyridoxine, Acide pantothémique, Acide folique, Niacine, Cobalamine et Biotine) et en vitamine C.

La viande est une source importante de vitamine A. Pendant la cuisson, la plupart des vitamines présentes dans la viande sont relativement stables. La vitamine B1 (thiamine) et, dans une moindre mesure, la vitamine B6 ont une capacité à être détruites en partie lors de la cuisson.

. (HEINZ *et al.*, 2007).

- **Minéraux**

Le contenu minéral de la viande comprend le calcium, le phosphore, le sodium, le potassium, le chlore et le magnésium, avec plus de 0,1 % pour chaque substance minérale, ainsi que les oligoéléments tel que le fer, le cuivre, le zinc, etc. (Heinz *et al.*, 2007).

La viande est une source de fer exceptionnelle. La quantité de fer dans 100g de viande fraîche peut aller de 2,2 à 3,7mg, principalement sous forme hémique (65 à 75% du fer total). La concentration totale de fer varie en fonction du morceau (55 % de la variance totale) et très peu en fonction de la race (4 à 6 % de la variance). Les viandes sont les aliments qui contiennent le plus de sélénium. Les concentrations moyennes sont d'environ 9µg/100g. C'est une substance antioxydante qui préserve le corps des peroxydations. (Bauchart *et al.*, 2008).

I.4. Qualités de viande

Le terme "qualité" désigne toutes les caractéristiques d'un service ou d'un produit qui lui permettent de satisfaire des besoins exprimés ou implicites. En d'autres termes, la qualité implique de répondre aux attentes du client ou de l'utilisateur. Il est possible d'évaluer la qualité de la viande en se basant sur diverses propriétés. (Coibion, 2008).

I.4.1. Qualités sensorielles

Les principales caractéristiques sensorielles de la viande sont: la couleur, la tendreté, la jutosité et la saveur (Grunert *et al.*, 2004).

- **Couleur**

La perception du consommateur est influencée par la couleur. Fréquemment, c'est la seule possibilité qu'il a pour choisir la viande à l'achat. De plus, la décoloration présente pour les

consommateurs un signe de la nature et de la possible dégradation de la qualité du produit. Selon **Smith et al., (2000)**.

La couleur rouge de la viande est due à un pigment musculaire, la myoglobine, chargé de retenir l'oxygène transporté par l'hémoglobine sanguine et de le placer dans le muscle (**Monin, 1991**). La myoglobine dans le muscle est diminuée, de couleur pourpre, en l'absence d'oxygène, oxygénée (oxymyoglobine), rouge vif, après une exposition prolongée à l'air, le pigment s'oxyde en metmyoglobine, de couleur brunâtre .(**Geay et al., 2002**).

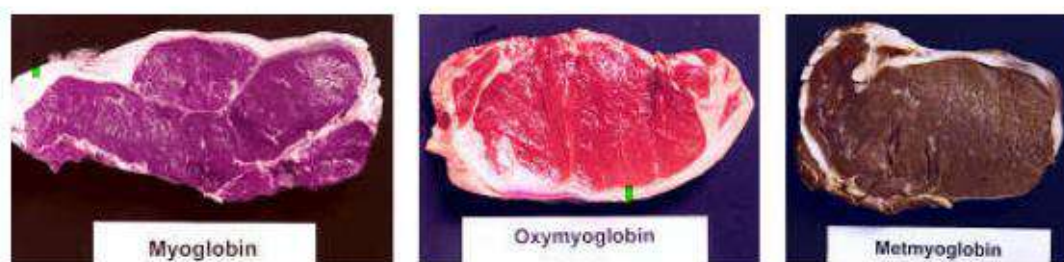


Figure 4: Variation de la couleur de la viande (Boles et Pegg,2002).

- **Flaveur**

Les substances chimiques de faible poids moléculaire sont responsables de l'odeur, tandis que les substances solubles dans l'eau et d'un poids moléculaire plus élevé sont responsables du goût. Le goût de la viande crue (**Micol et al., 2010**).

La saveur diffère grandement en fonction du type métabolique du muscle et du régime alimentaire, ce qui peut influencer considérablement la composition en acides gras de la viande et ainsi le rendre plus ou moins savoureux. (**Hocquette et al., 2005**).

- **Jutosité**

La jutosité ou succulence a deux formes :

la jutosité initiale, ressentie au premier coup de dent, est principalement due à la quantité d'eau présente et libérée lors de la mastication, la seconde à la teneur en lipides de la viande, entraînant une salivation plus ou moins importante. D'après **Micol et ses collègues**, Tout d'abord, la jutosité sera influencée par la capacité du muscle à retenir de l'eau.

La jutosité est également influencée par le pH, qui a un impact sur la structure musculaire. La perte d'eau et la sécheresse en bouche sont causées par un pH très bas, tandis que les viandes à pH élevé présentent une rétention d'eau très bonne et une jutosité plus élevée (**Coibion, 2008**).

I.4.2. Qualité nutritionnelle

D'après (Touraille,1994), l'objectif principal d'un aliment est de répondre aux besoins physiologiques d'une personne (protéines, glucides, lipides, oligoéléments...), L'alimentation équilibrée repose sur la viande, qui apporte des nutriments essentiels. C'est une très bonne source de protéines car elle contient 40 % d'acides aminés indispensables. Cette nourriture renferme également des minéraux (fer, principalement dans les viandes rouges), du zinc et des vitamines du groupe B. La viande est capable de fournir des acides gras polyinsaturés à longue durée .(Chougui,2015).

I.4.3. Qualité sanitaire

La sécurité de l'aliment est primordiale afin de préserver la santé du consommateur , De la même manière, il n'est pas nécessaire de contenir des substances toxiques, des parasites, ni de favoriser la prolifération bactérienne. La contamination est due à l'introduction de la plupart des germes lors de l'abattage et de la préparation des carcasses. Certains germes pathogènes, saprophytes du tube digestif, peuvent infecter les muscles, ce qui explique l'importance de l'éviscération précoce et des mesures visant à diminuer le stress d'abattage qui favorise ce passage. La prévention contre la contamination est assurée par la réduction de la contamination initiale, le respect rigoureux des règles d'hygiène et une application continue au froid (Vierling, 2003).

I.5. Facteurs influençant la qualité de viande :

I.5.1. Dépôt adipeux

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

I.5.2. Age

D'après les recherches de **Bauchart *et al.*, (2002)**, les étapes d'évolution des caractéristiques des carcasses en fonction de leur âge à l'abattage sont assez similaires, peu importe la race, tandis que la conformation et l'état d'engraissement demeurent relativement constants. Au cours du développement et du vieillissement, la structure et la composition des muscles évoluent en augmentant la dureté, l'intensité de la flaveur et de la couleur, qui diffèrent par muscle, par position anatomique et par état physiologique.

I.5.3. Génétique

Plusieurs études ont montré que la génétique était responsable de ce dépôt adipeux et des qualités organoleptiques qui en résultent. Il est possible de localiser les adipocytes visibles dans

les muscles et leurs proportions diffèrent non seulement entre les races, mais également au sein d'une race (**Gandemer, 1999**).

I.5.4. Alimentation

Les aliments varient d'un type d'élevage à un autre, voire d'une exploitation à une autre, en fonction de la disponibilité des ressources alimentaires, de la région et de la saison, et les animaux ont besoin de nourriture qui leur fournit les nutriments nécessaires à leurs fonctions vitales et à leur développement, tels que l'eau, les glucides, les protides, les lipides, les minéraux et les vitamines.

Partie bibliographique

Chapitre II: Bactériologie des

viandes

ChapitreII. Bactériologie des viandes

II.1. Flore bactérienne

II.1.1. Germes saprophytes

Constituent l'essentiel de la microflore de contamination des viandes et des produits à base de viande. Parmi les bactéries saprophytes isolées des viandes, citer par ordre d'importance d'abord *Pseudomonas*, *Acinetobacter* et *Micrococcus*; il y a ensuite, les *Entérobactéries* et *Flavo Bacterium* et enfin, *Bacillus mycobacterium*, *Lactobacillus*, *Alcaligenes*, *Serratia*, *Streptococcus*, *Aeromonas*, *Corynebacterium*, *Arthrobacter* et *Clostridium*. Les hygiénistes accordent également une grande importance à *Escherichia coli*, aux coliformes fécaux et entérocoques en général, parmi les bactéries saprophytes. On considère que ces bactéries proviennent directement du tube digestif. Toutefois, *E. coli* reste à l'heure actuelle le seul et le plus fiable des germes de test à utiliser en matière d'hygiène publique. (Fournaud, 1982).

II.1.2. Germes pathogènes

Les germes pathogènes qui contaminent les viandes et les viandes hachées, et responsables de toxi-infections alimentaires sont en général, *Streptococcus pneumoniae*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*. *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *Aeromonashy drophila*, *Shigella* et plus récemment *E.coli enterohémorragique* ou *E. Coli O157: H7c* (Heredia et al., 2001).

II.2. Bactéries psychrophiles

II.2.1. Définition

Les bactéries psychrophiles sont définies par leurs aptitude à se développer à des températures inférieures à +7°C Leurs présence peut entraîner des toxi-infections alimentaires ou altérer la qualité marchande des denrées, ce qui limite la conservation des produits réfrigérés. Améliorer les performances des moyens frigorifiques pour maîtriser ce type de flore, c'est-à-dire assurer une réfrigération des denrées entre 0°C et +2°C, et valider la durée de vie des produits alimentaires à partir d'études scientifiques appropriées. Les bactéries psychrophiles ont une résistance au froid relativement élevée. Les bactéries psychrophiles peuvent être divisées en deux catégories, selon leurs effets : les agents toxico-infections alimentaires et les agents de dégradation des aliments (Druesne, 1996).

II.2.2. Historique

Bien que toutes les définitions soient artificielles et que la nature puisse ignorer les règles que nous choisissons, il est néanmoins utile de fournir un cadre pour les idées sur ce qui constitue une bactérie adaptée au froid, et il semble en effet qu'il existe une classe de micro-organismes comprenant tous les principaux groupes (c'est-à-dire les bactéries, les levures, les algues et les champignons) qui sont capables de croître à zéro ou très près de zéro (c'est-à-dire 0 °c). Comme nous le montrerons ci-après, ces psychrophiles possèdent des adaptations spéciales de la séquence et du repliement des protéines, et présentent des caractéristiques de la composition lipidique de leur membrane qui leur permettent de fonctionner efficacement à des températures inférieures à celles des mésophiles et des thermophiles (**Russell, 1998**)

Après plus d'une décennie de débats sur ce qui constitue un psychrophile, (**Morita , 1975**) a proposé en 1975 que, outre la capacité de croître à zéro ou en dessous de zéro, les psychrophiles aient une température de croissance optimale inférieure à 15 °c et une température maximale inférieure à 20 °c. Il a ensuite distingué les psychrophiles des psychrotrophes (psychrotolérants) sur la base de leurs températures cardinales, en ce sens que ces derniers ont une température de croissance minimale qui est à zéro ou juste au-dessus de zéro, et des températures de croissance optimale et maximale supérieures à 20°C (**Morita , 1975**). Dans le cadre de cette étude, les deux groupes ne seront généralement pas différenciés et le terme unique de « psychrophile » sera généralement utilisé pour des raisons de commodité. (**Feller et al., 1996**) ont également souligné un point important : le taux de croissance peut ne pas être aussi pertinent que le rendement de la croissance, et certains psychrophiles produisent plus de biomasse à basse température, même si le taux de croissance est plus faible.

Peu différente de celle obtenue à des températures situées dans la moitié supérieure de la plage de température de croissance. Ce fait est particulièrement pertinent pour l'exploitation biotechnologique des psychrophiles, dans la mesure où il convient de sélectionner des souches qui ont une production optimale de biomasse à basse température (plutôt que des taux de croissance nécessairement rapides). En outre, le rendement des enzymes extracellulaires peut également être plus élevé à des températures plus basses ce qui reflète les caractéristiques thermiques du processus de sécrétion (**Guillou et al., 1995**). Des études récentes sur le *Pseudomonas fluorescens* psychrotolérant indiquent que la production de protéines cellulaires est biphasique par rapport à la température de croissance, avec un optimum correspondant à la jonction entre les domaines de haute et de basse température (**Guillou et Guespin-Michel , 1996**).

II.2.3. Physiologie et biochimie des bactéries psychrophiles

II.2.3.1. Relation température-croissance

- **Température minimale de croissance**

Des souches de *Pseudomonas* et d'*Achromobacter* se développent à -3° C (**Haines, et Moran, 1935**). Smart (**Smart, 1935**) a rapporté une croissance légère mais certaine d'un certain nombre de micro-organismes, y compris plusieurs cultures bactériennes à -8,89° C après 5 à 7 mois d'incubation. Sulzbacher (**Sulzbacher, 1950**) a isolé à partir d'agneaux congelés 8 cultures, principalement des souches de *Pseudomonas* qui se sont développées abondamment en 1 semaine à -6 C et légèrement en 3 à 4 semaines à -8 C dans un milieu d'infusion de veau.

Il apparaît donc que la température la plus basse pour la croissance bactérienne se situe aux alentours de -10°C. Dans cette zone de température, la multiplication est généralement très lente et des mois peuvent être nécessaires pour obtenir une croissance visible. En dessous d'environ -10°C, la croissance est empêchée .

- **Température de croissance optimale :**

Les psychrophiles ayant été le plus souvent définis sur la base de leur température optimale de croissance, cette dernière a pris une importance particulière dans ce domaine. Elle est généralement définie comme la température à laquelle le taux de croissance est le plus rapide et est généralement déterminée de manière approximative par une évaluation visuelle de la vitesse d'apparition et d'augmentation de la turbidité dans les cultures liquides ou de la vitesse d'apparition et d'agrandissement des colonies ou des masses de croissance sur les milieux solides. Dans cette limite, les données de la littérature, comme indiqué précédemment, indiquent que la température optimale pour la croissance de pratiquement tous les psychrophiles est proche ou, plus généralement, supérieure à 20°C. Par exemple, *Mlficrococcus cryophilus* se soit bien développé à 0 C, il s'est mieux développé à 23-24 °C (**Mclean et al .,1951**). Les souches de *Pseudomonas* de Sulzbacher (**Sulzbacher, 1950**), qui poussaient abondamment à -6°C, se développaient mieux à des températures supérieures à 20° C.

- **Température maximale de croissance**

Cette température varie dans une fourchette relativement large pour les bactéries psychrophiles et est peut-être plus élevée que ce à quoi on pourrait s'attendre pour des organismes qui se développent bien à 0°C. La température maximale de croissance est de 0,5°C. pour les organismes qui se développent bien à 0 °C.

Parmi les 36 bactéries psychrophiles isolées à partir de poulets avariés et de sol (**Ingraham, et Bailey, 1959**), aucune n'avait une température maximale de croissance inférieure à 30°C. Souvent, la température maximale de croissance n'est supérieure que de quelques degrés à la température optimale de croissance (**Bedford, 1933**) (**Buchanan et Fulmer, 1930**).

II.2.3.2. Courbe de croissance

Les bactéries mésophiles psychrophiles ont une courbe de croissance qui se distingue par une phase de latence prolongée, pouvant durer plusieurs semaines à des températures de réfrigération.

De nombreux jours, et avec une pente très faible pendant la phase de croissance exponentielle, ce qui indique une longueur significative du temps de génération. La multiplication est lente à mesure que la température se rapproche de la température limite inférieure de croissance.

Les différences de température très faibles peuvent avoir un impact significatif sur l'activité de la flore psychrophile. Donc, lorsque la température atteint +2°C a un effet inhibiteur. Très clairement, on peut observer une activité bactérienne très importante dès une température de +4°C. Il convient également de souligner que les diverses capacités métaboliques ne sont pas toutes soumises à une inhibition similaire. Par conséquent, à une température de +4°C, les *Pseudomonas* se développent lentement mais ont une activité de synthèse d'enzymes qui effectuent l'hydrolyse du substrat alimentaire (**Bourgeois et al., 1996**)

II.2.3.3. Sensibilité à la chaleur

Les bactéries psychrophiles sont particulièrement sensibles au stress « chaud », notamment si leur température maximale de croissance est inférieure à +45°C , et avec une température de mort inférieure à +50°C. La température limite de croissance pour *Acinetobacter* est de +35°C, pour *Alcaligenes* de +40°C, pour *Pseudomonas* de +43°C et pour *Listeria monocytogenes* de +45°C (**Larpent , 1995**).

II.2.3.4. Autres caractéristiques importantes

Quant à l'impact du pH, il est important de souligner que la majorité des bactéries psychrophiles sont neutrophiles. Seules les bactéries lactiques font exception à cette règle. *Listeria monocytogenes* sont capables de supporter des pH acides jusqu'à une valeur maximale de 5 (**Larpent , 1995**). *Pseudomonas* est un genre qui nécessite une grande quantité d'eau libre et ne se développe que lorsque les valeurs d'activité de l'eau (A_w) dépassent 0,98 (**Bourgeois et**

al ., 1996) . À l'inverse, *Listeria monocytogenes* peut survivre dans des conditions difficiles. La tolérance de chlorure de sodium peut atteindre 10 % (**Larpent , 1995**) et son Aw limite décroissance est de 0,86.

Enfin, il est important de souligner la production élevée de bactériocines par les *lactobacilles*, qui jouent un rôle dans les phénomènes de compétition bactérienne.

II.2.3.5. Adaptation au froid

D'après (**Druesne ,1996**), les micro-organismes sont confrontés à des troubles métaboliques et à des lésions cellulaires pouvant être considérables à des températures proches de 0°C. Ce « stress froid » physiologique est principalement le résultat d'une fragilisation des liaisons hydrophobes, provoquée par la réfrigération. Cela entraîne une diminution de la capacité des protéines enzymatiques, en modifiant leur structure dans l'espace. La structure quaternaire est profondément altérée, les complexes polymériques étant dissociés. L'inhibition de l'assemblage des ribosomes entraîne une réduction des synthèses protéiques. Selon (**Gounot ,1991**), la fluidité des membranes diminue, ce qui a un impact sur toutes les fonctions membranaires, comme le transport des ions ou des nutriments.

Les bactéries psychrophiles ont une résistance relativement élevée au "stress froid", ce qui implique des mécanismes tels que la production d'enzymes compétentes pour fonctionner à basse température, l'adaptation de la composition des membranes en acides gras insaturés et la production de protéines "de choc thermique" (**Druesne,1996**). Lors de stress thermique, leur production est très encouragée : la quantité de protéines de choc thermique peut représenter 10 % du total des protéines présentes dans une cellule stressée. Ces molécules jouent principalement le rôle de « chaperon » : elles se fixent sur les protéines dénaturées, couvrant les sites hydrophobes et les aidants à retrouver une structure tertiaire normale. Quelques-unes possèdent également une activité protéasique (**Pierre et Veit, 1996**).

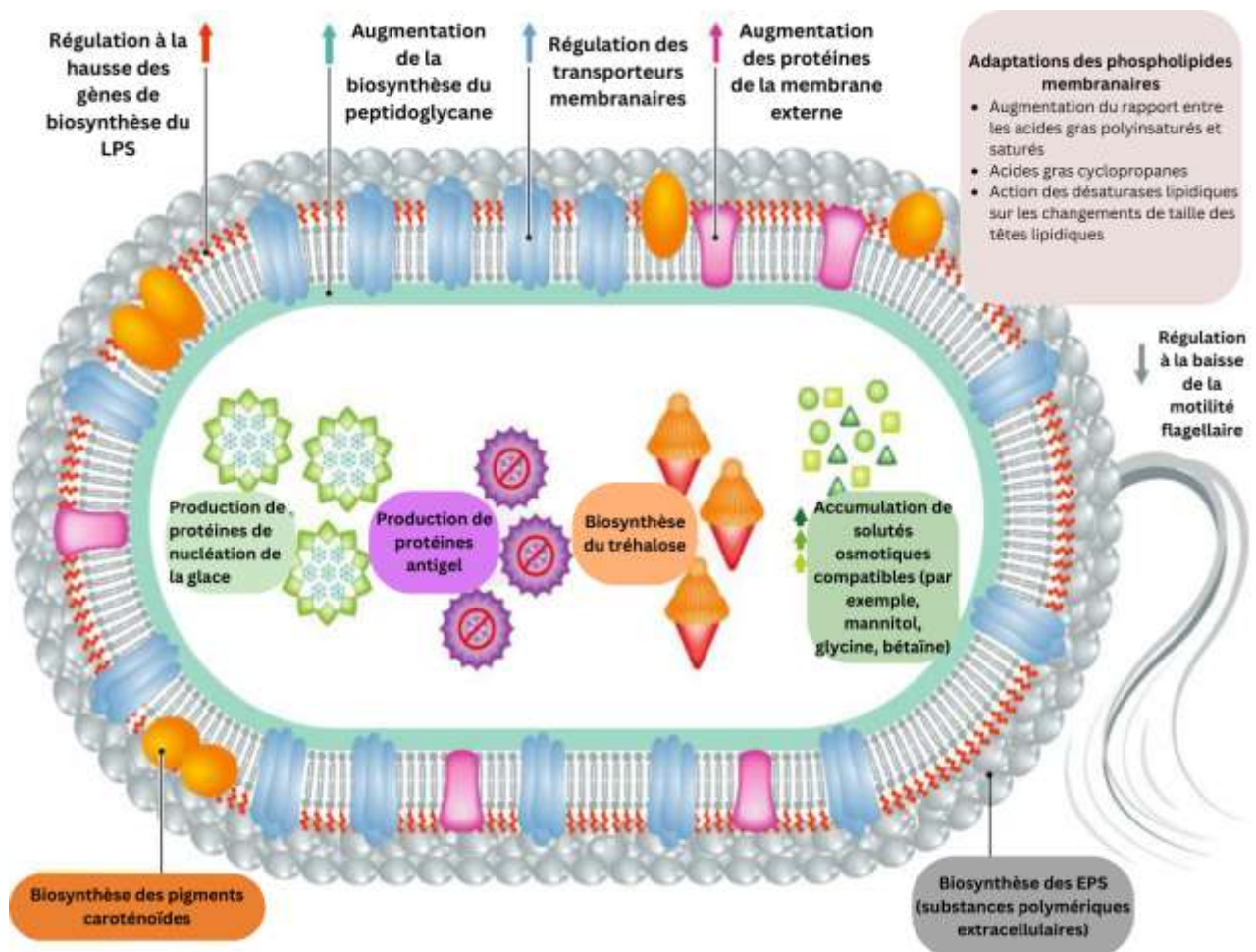


Figure 5: Mécanismes d'adaptations physiologiques au froid rencontrés chez les psychrophiles (LPS=lipo-polysaccharides) (Maayer et al., 2014).

II.2.4. Principales bactéries psychrophiles

Il est possible de classer les bactéries psychrophiles en groupes, en fonction de leurs effets : les agents de toxi-infections alimentaires et les agents d'altérations des aliments.

II.2.4.1. Agents de toxi-infections alimentaires

Selon les données statistiques actuelles sur la fréquence de la contamination des produits alimentaires, il est important de souligner que *Listeria monocytogenes* est la principale bactérie psychrophile pathogène pour l'Homme, en plus des autres bactéries psychrophiles. Il existe différentes espèces telles que *Yersinia enterocolitica*, *Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum* de type E, *Clostridium perfringens*, *Pseudomonas*, ainsi que certaines souches de *Salmonella* et d'*Escherichia coli*. (Ait Abdelouahab ,2001) .

II.2.4.2. Agents d'altérations des aliments

Les bactéries psychrophiles qui causent des altérations alimentaires sont bien plus nombreuses et diversifiées, mais la famille des *Pseudomonadaceae* est généralement la plus répandue, ainsi que les espèces des genres tels qu'*Alteromonas*, *Flavobacterium*, *Acinetobacter* et certaines Staphylocoques... (Ait Abdelouahab , 2001).

Le genre *Pseudomonas* possède la meilleure capacité de développement au froid et présente une activité significative jusqu'à une température de +2°C (Gill et Newton, 1977).

On retrouve également les genres *Shewanella*, *Alcaligenes*, *Acinetobacter*, *Alteromonas* et *Flavobacterium* dans les aliments. Les genres *Enterobacter*, *Serratia* et *Hafnia* sont les principaux représentants des entérobactéries psychrophiles. Il s'agit de bacilles à Gram négatif, qui peuvent être aéro-anaérobies. *Enterobacter cloacae*, *Serratia marcescens*, *Serratia liquefaciens* et *Hafnia alvei* sont des espèces. Quelques souches ont une température de croissance minimale inférieure à 0°C. (Catteau, 1999).

Les bactéries lactiques sont largement représentées au sein du groupe des psychrophiles. Ce sont des bacilles ou des cocci à Gram positif, non sporulés, dépourvus de catalase, produisant de l'acide lactique selon un métabolisme homo ou hétérofermentaire (Garry et Guern, 1999)

On observe une activité des lactobacilles jusqu'à une température de +2°C. Des bactéries des genres *Carnobacterium*, *Leuconostoc*, *Streptococcus* et *Pediococcus* sont également observées (Garry et Guern, 1999).

Les genres *Micrococcus* et *Staphylococcus*, certains *Bacillus* et *Clostridium*, ainsi que les bactéries corynéformes, notamment *Brochothrix thermosphacta*, sont d'autres bactéries psychrophiles d'intérêt dans le domaine alimentaire (Bornert, 2000).

II.2.5. Influence des bactéries psychrophiles sur la conservation des viandes

De nombreux types d'altérations des denrées dues à l'action de bactéries psychrophiles ont été décrits. Ils sont le résultat de l'activité d'enzymes microbiennes exocellulaires et affectent, selon les cas, la consistance, la couleur, l'aspect, l'odeur et la saveur du produit.

II.2.5.1. Protéolyse et lipolyse

La dégradation des protéines entraîne la création d'acides aminés libres, puis de produits de leur décarboxylation ou de leur désamination. Les composés volatils tels que les amines et l'ammoniac sont responsables d'odeurs et de saveurs désagréables, ainsi que parfois d'une toxicité de l'aliment. On observe principalement ce genre de métabolisme chez les bactéries des genres *Pseudomonas*, *Shewanella*, *Alcaligenes*, *Acinetobacter* et *Flavobacterium*, ainsi que des

Lactobacillus, *Micrococcus*, *Bacillus* et des entérobactéries. Outre les *lactobacilles*, ces diverses bactéries se distinguent également par une forte activité lipolytique. Les acides gras libres sont libérés lors de la lipolyse. Elle modifie les propriétés technologiques et gustatives des graisses sont modifiées, avec l'apparition du goût de rance, et l'oxydation des acides gras insaturés en méthylcétones est favorisée.

Si de nombreuses bactéries psychrophiles sont très facilement détruites lors d'un traitement par la chaleur, les lipases et surtout les protéases sont pour la plupart beaucoup plus thermorésistantes. Certaines résistent quelques dizaines de secondes à des températures de +140 à +150°C et ne seront donc pas détruites, par exemple, lors de la stérilisation du lait (Mahieu, 1984)

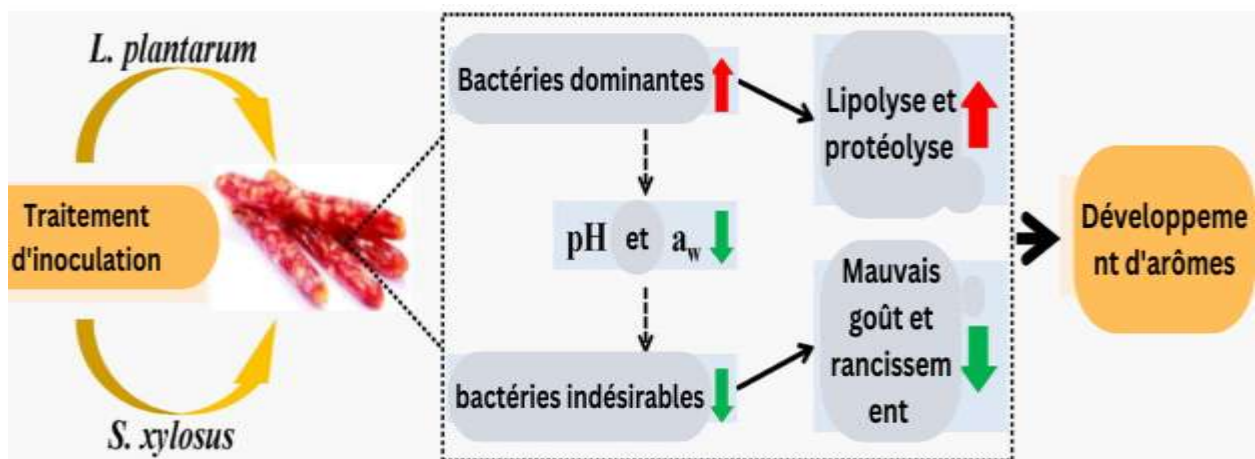


Figure 6: Schéma de l'inoculation de de *L. plantarum* et *S. xylosus* pour l'amélioration de la saveur des saucisses sèches (Xiao *et al.*, 2020).

II.2.5.2. Altérations des viandes

Pour les viandes de boucherie, une partie primaire de la découpe conservée à une température inférieure à +7°C en atmosphère sèche présente une déshydratation superficielle, ou croûtage, qui ne permet que le développement de micro-organismes psychrophiles. Les altérations microbiennes se manifestent tardivement et sont causées par des micromycètes tels que *Cladosporium*, *Sporotrichum* ou *Thamnidium*, plutôt que par des bactéries. (Rosset, 1974).

Alors qu'en cas d'entreposage de ces mêmes viandes en atmosphère humide, le développement des bactéries du genre *Pseudomonas* ou de la famille des *Enterobacteriaceae* est favorisé (Salvat *et al.*, 1995).

Si la réfrigération est correcte, les principales altérations sont causées par le genre *Pseudomonas*, qui a une activité protéolytique et lipolytique, notamment les phénomènes de poissage et de limonage, ainsi que les odeurs de « torchon sale ». (Salvat *et al.*, 1995). Le groupe d'*Alteromonas*, *Acinetobacter* et *Flavobacterium* peut également être responsable de ce genre de perturbations. On observe un développement fongique. (Salvat *et al.*, 1995)

Exposé à une rupture de la chaîne du froid, ce produit subit un autre type d'altération, la putréfaction verte, liée à une reprise d'activité de flores non psychrophiles. Ce sont alors les entérobactéries, en particulier le genre *Proteus*, qui deviennent la flore dominante au détriment des *Pseudomonadaceae* (Salvat *et al.*, 1995).

Les technologies utilisées, en particulier le mode de conditionnement de la denrée, peuvent également avoir une influence considérable sur la vitesse d'apparition et le type des altérations, ce qui permet de contrôler l'activité de la flore psychrophile. (Salvat *et al.*, 1995).

II.2.5.3. Bactéries psychrophiles pathogènes

L'inhibition de certaines populations microbiennes est assurée par une conservation prolongée au froid et constitue un danger en créant une « niche écologique » libre pour les flores psychrophiles. Seules des températures très inférieures à 0°C sont autorisées d'éliminer efficacement les agents pathogènes. (De Valk *et al.*, 2000)

II.2.5.4. La putréfaction de la viande et la toxicité

La putréfaction est le résultat de la détérioration progressive du muscle par des bactéries et certaines levures qui entrent en contact avec les protéines musculaires. L'aspect et l'odeur des viandes altérées sont influencés par les composés provenant du développement bactérien.

Les premières manifestations de ce phénomène sont discrètes : odeur dite de relent et modification de l'aspect de la viande qui devient poisseuse. Par la suite, lorsque le phénomène s'intensifie, des modifications plus importantes se développent : odeur putride, noircissement et ramollissement des produits en surface.

Le retrait de ces produits de la consommation humaine est causé par ces phénomènes, car toutes les protéines présentes dans la viande sont dégradées, ce qui entraîne la formation d'acides biogènes.

Plusieurs types d'altérations sont susceptibles d'atteindre la viande selon la température de conservation. Il s'agit des altérations à basse, et à forte température.

II.2.5.5. Altérations putréfaction superficielle à basse température

Selon la nature de l'atmosphère, deux types d'altérations sont susceptibles d'apparaître sur les viandes conservées à la chambre froide :

- **En atmosphère sèche**

La croissance des bactéries est ralentie. À la surface de la viande, en revanche, on observe une croissance lente de moisissures (*Aspergillus*, *Cladosporium*, *Thamnidium*, *Rotrichum*, *Penicillium*, *Mucor*) qui participent aux processus d'hydrolyse et d'oxydation des lipides. On a également découvert des levures (*Candida*, *Monilia*, *Torula*), mais elles nécessitent une certaine concentration. Sensiblement moins que les moisissures. (Fernandes, 2009).

- **En atmosphère humide**

En quelques jours, les viandes sont infectées par des bacilles Gram négatif. Les principales espèces sont *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium* et *Enterobacteriaceae*. La chair devient d'un brun grisâtre, avec une odeur de putréfaction.

La majorité des bactéries responsables sont des *Pseudomonas* et des *Achromobacter*. Si la viande est emballée de manière à ce que l'oxygène puisse se diffuser facilement, les deux souches bactériennes sont présentes. Si l'emballage ne contient pas d'oxygène, seule la souche *Pseudomonas* est éliminée. (Ndiaye, 2002). La viande s'altère généralement lorsque le nombre de bactéries *Pseudomonas spp* atteint une valeur moyenne des 10⁷/cm² (Mead, 2007).

II.3. Origine de contamination

Il existe différentes sources de contamination microbienne de la viande, avec une importance variable. Plusieurs éléments sont responsables de cette contamination. En fonction de la source de contamination, les microorganismes peuvent être à l'intérieur ou à l'extérieur. (Goudiaby, 2005). Pour la contamination superficielle, les germes sont apportés soit au cours de l'abattage (contamination agonique) ou au cours de la préparation des carcasses (contamination post mortem) (Rosset, 1982) .

II.3.1. Origine endogène

Les microorganismes qui contaminent l'aliment sont issus de l'animale. Les microorganismes se trouvent dans l' appareil digestif et respiratoire ainsi que dans le cuir des animaux. (Cartier, 2004).

- **Flore du tube digestif**

La majorité des germes de contamination endogène proviennent de l'intestin. Ce sont des bactéries anaérobies (*Clostridium*, *Bactériodes*), aéro-anaérobie (*Entérobactéries*: *E. coli*, *Salmonella*, *Shigella*, *Proteus*...) ou des microorganismes aérophiles (*Entérocoques*). Le muscle est infecté par ces germes lors de l'éviscération et de la découpe de la carcasse. (**Leyral et Vierling., 1997**).

- **Flore du cuir**

La carcasse elle-même est exposée à la contamination par le cuir, que ce soit par contact ou par le matériel de travail, ainsi que par l'air ambiant. Ces derniers se transforment ainsi en vecteurs à leur tour. Les cuirs renferment de nombreux micro-organismes tels que : *Escherichia coli* et les coliformes (*Aerobacter*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Klebsiella*) (**Cartier, 2007**) les moisissures telles que : *Aspergillus sp*, *Penicillium sp* (**Hadlock et Schipper., 1974**) et de levures telles que : *Rhodoturulla*, *Candida* et *Saccharomyces* (**Aboukheir et Kilbertus., 1974**).

- **Flore des voies respiratoires**

Parmi les sources de contamination superficielle, le système respiratoire, (cavité nasopharyngée) renferme essentiellement des *Staphylocoques* (**Morisetti, 1971**).

II.3.2. Origine exogène

II.3.2.1. Contamination à partir du personnel

La peau, les appareils respiratoire et digestif de l'homme sont des réservoirs de microorganismes variés et les régions de la bouche, du nez et de la gorge contiennent des *Staphylocoques*. Les personnes souffrant des maladies graves (tuberculose, brucellose, salmonellose...) sont très susceptibles de contaminer la viande (**Blood ,1969**).

II.3.2.2. Infrastructures et équipements

Les surfaces des espaces (sols, murs, plafonds), ainsi que les équipements tels que les treuils de soulèvement, les crochets et l'arrache-cuir. S'ils sont mal conçus, le matériel (couteaux, haches, bacs, seaux...) peut également être une source de contamination. (**Cartier, 2007**).

II.3.2.3. Eau

Dans les abattoirs, l'eau est largement employée, mais elle n'est pas sans conséquences néfastes, car elle peut être une source de prolifération de germes, en particulier dans les zones humides, non nettoyées régulièrement. (**Andjongo, 2006**).

II.3.2.4. Air

Les déplacements des animaux et du personnel, la manipulation du cuir lors de la dépouille et les viscères conservés dans le hall d'abattage polluent l'atmosphère des abattoirs. (**Fournaud, 1982**). Les microorganismes présents dans l'air peuvent causer des altérations, voire des maladies. Effectivement, il est possible que les surfaces de travail et les carcasses soient contaminées par les poussières et les particules transportées par l'air. Ces sources peuvent être le sol, les vêtements du personnel et les murs. (**Andjongo, 2006**).

II.3.2.5. Contamination au cours du stockage et de la commercialisation

Selon **Mescle et Zucca (1988)**, En cas de changement dans les conditions de stockage et de vente, les microorganismes contaminants seront envahis. Pendant la vente, il est toujours possible de contaminer l'air, les surfaces, les vendeurs et le personnel de service.

II.3.2.6. Contamination au cours du transport

B Le transport entraîne des modifications de l'atmosphère, qui peuvent entraîner des fluctuations de température et d'humidité relative ce qui contribue à la contamination de la viande. (**Lemaire, 1928**).

II.3.2.7. Contamination lors de la décongélation

la décongélation lente favorise la multiplication de la flore d'altération de surface. Après décongélation, le stockage de la viande de 2 à 5°C favorise la multiplication rapide des germes mésophiles en particulier les germes pathogènes (**Sylla, 1994**)

II.3.2.8. Contamination lors de la découpe

Selon **Sylla (1994)** les erreurs d'hygiène graves dans les conditions de travail telles que la température trop élevée dans les salles de découpe, Le manque de nettoyage du matériel et des vêtements des employés encouragent la prolifération des bactéries. D'après (**Fournaud, 1982**), le bois est à proscrire dans les ateliers de découpe, car il sert de réservoir aux bactéries.

II.4. Conditions de multiplication des microorganismes

En technologie de la viande, l'évolution des microorganismes est influencée par plusieurs paramètres, dont les plus cruciaux sont : l'activité de l'eau (A_w), le pH, la température, le potentiel d'oxydoréduction (rH), la pression osmotique et le facteur nutritionnel. (**Lawrie et Ledward, 2006**).

II.4.1. Activité de l'eau (A_w)

Le rapport des pressions de vapeur du milieu et de l'eau pure détermine l'activité de l'eau. En réalité, elle évalue la présence d'eau dans un produit. (Fournier, 2003).

D'une façon générale, plus l' a_w du milieu est élevé, c'est-à-dire proche de 1, plus la microflore se développe intensément. La viande fraîche présente une A_w d'environ 0,993, ce qui favorise la prolifération de toutes les espèces microbiennes. (James Et James, 2000).

Par contre de nombreuses moisissures et levures sont très sensibles à une diminution de l'activité de l'eau (Leyral Et Vierling, 1997).

II.4.2. Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH joue un rôle essentiel dans la préservation de la viande. En réduisant le pH, la prolifération d'une grande partie de la flore bactérienne qui contamine la viande est ralentie. (Cuq, 2007b) Le pH neutre est favorable à la prolifération de la majorité des bactéries. la viande à un pH élevé est propice à la multiplication rapide des bactéries, réduisant ainsi la durée de sa conservation (Leyral *et al.*, 2007)

À la suite de l'abattage, le pH du muscle passe d'un pH proche de 7,0 dans le muscle vivant à 5,5 à 5,7. Les bactéries sont très vulnérables aux changements de pH. La diminution de ce paramètre réduit leur vitesse de multiplication. La viande dont le pH dépasse 6,0 est plus vulnérable aux infections microbiennes, en particulier à la putréfaction. (Cartier, 2007).

Les viandes à pH élevé présentent une acidification post mortem insuffisante dans leurs carcasses. Ces viandes sont foncées, dures et difficiles à conserver. Le personnage : Les dépenses physiques liées au pH élevé sont causées par les mauvaises pratiques lors du transport et de l'attente en bouverie des animaux, que l'animal subit pendant la période de pré-abattage. (Cartier *et al.*, 2007) Le pH dépend du niveau de réserve de glycogène chez l'animal avant la mort. Le stock de glycogène dans le muscle est transformé en acide lactique, ce qui entraîne une diminution du pH de la viande. (Boudjellal *et al.*, 2008).

II.4.3. Température

La température joue un rôle crucial dans la régulation de la croissance des microbes. En général, à mesure que la température augmente, le taux de croissance des microorganismes augmente. De nombreux germes de la viande sont en mesure de se développer à toutes les températures, de -15°C à 65°C et même à 90°C. (Rozier *et al.*, 1985)

Les bactéries sont divisées en 4 groupes selon la température : psychrophiles, mésophiles et thermophiles. (Leyral et Vierling, 2007). On retrouve la microflore de surface des carcasses dès

l'abattage. Elle se compose principalement de *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Flavobacterium*, les *Enterobacteriaceae* et la flore aérobie mésophile, *E.coli*. Une variété de levures (type *Candida*) et de moisissures (types *Penicillium*, , *Rhizopus*) est également présente. (Benaissa, 2011).

Après la mort de l'animal, la carcasse atteint une température de 38 à 40°C à la fin de l'abattage, ce qui favorise la prolifération de la plupart des bactéries pathogènes telles que les *Escherichiae* et les *Staphylococcus*. (Leyral et Vierling, 2007) Les carcasses stockées à des températures de réfrigération ne sont plus contrôlées et leur température diminue pour atteindre des valeurs proches de 4°C, ce qui correspond à la température de stockage. Cette baisse de température aura pour conséquence de ralentir la prolifération des microbes. (Leyral et Vierling, 2007) .

La vitesse de refroidissement varie en fonction du type de muscle, de son position sur la carcasse et de sa composition en graisse, car le tissu adipeux joue un rôle d'isolant. (Harkati, 2007). Bien qu'une microflore initiale soit présente à la surface des carcasses, elle reste présente sur la viande pendant la réfrigération. Ces germes ne participent cependant pas à la dégradation de la viande, car ils ne peuvent pas se développer à des températures de réfrigération. En cas de rupture de la chaîne de froid, ils peuvent constituer un risque pour le consommateur en provoquant des toxiinfections alimentaires. (Ghafir et Daube, 2007).

On utilise principalement des microorganismes tels que la flore aérobie Mésophile, les *Pseudomonas*, les *Enterobacteriaceae* et *E. coli* pour évaluer le respect des bonnes pratiques d'hygiène dans le secteur de la viande. (Ghafir et Daube, 2007).

II.4.4. Potentiel d'oxydoréduction(RH)

La quantité d'oxygène nécessaire aux bactéries dépend de leur métabolisme. De ce fait il existe différents groupes bactériens à savoir :

Les bactéries aérobies strictes ou obligatoires, qui ne peuvent se développer qu'en présence d'oxygène. Les *Pseudomonas*, les *Micrococci* et certains *Acinetobacter* font partie de ces bactéries. Les bactéries micro aérophiles, qui se développent à des concentrations d'oxygène inférieures à celles de l'air, comme les *Lactobacillus* et les *Campylobacter*, sont particulièrement adaptées à cette croissance. Les bactéries anaérobies facultatives, capables de se développer normalement en présence ou en absence d'oxygène. Les *Aeromonas*, les *Vibrio*, le *staphylocoque* et les Coliformes, ainsi que les bactéries lactiques, sont des exemples. Les bactéries anaérobies strictes ou obligatoires, ne peuvent se développer qu'en l'absence totale d'Oxygène. Les *Lactobacillus* et les *Campylobacter* sont parmi ces bactéries. (Marchandin et Cuq, 2007a).

Juste après l'abattage, le muscle présente un potentiel d'oxydoréduction (rH) profond positif favorable à la prolifération des germes aérobies. Après 8 à 10 h post mortem, les réserves en O₂ du muscle ne sont pas renouvelées par le sang, le rH en profondeur de la viande devient négatif, favorisant ainsi la prolifération des germes anaérobies de la putréfaction. Alors que, la surface de la carcasse conserve un potentiel redox positif favorable à la multiplication des germes aérobies (**James et James, 2000**).

II.4.5. Pression osmotique

La plupart des bactéries sont capables de supporter les fluctuations des concentrations ioniques. Les espèces pathogènes comme les *staphylocoques* et le *Vibrio cholerae* sont osmotolérantes, elles peuvent supporter une forte concentration de salinité et sont des halotolérantes. Certaines espèces sont également tolérées des niveaux de NaCl qui dépassent 20 ou 30% (**Lyreal et Vierling, 2007**).

II.4.6. Facteurs nutritionnels

La viande est une source de nutriments essentielle pour la prolifération des microorganismes. Cet aliment contient des glucides simples, appelés acides aminés, qui sont largement exploités par une multitude de micro-organismes comme source de carbone et d'énergie. (**Lyreal et Vierling, 2007**).

Les microbes ont des besoins nutritifs très variés, allant des microbes très faibles aux microbes très riches. Les microbes sont extrêmement exigeants, tels que l'eau, l'oxygène, les gaz carboniques, les minéraux, l'azote simple et l'énergie. (**Marchandin, 2007**).

II.5. Conséquences de la contamination

Le TIAC et les maladies infectieuses d'origine alimentaire peuvent être causés par les microbes et d'autres agents non microbiens présents dans les aliments. On regroupe toutes ces manifestations sous le nom commun officiel de toxi-infection alimentaire collective (TIAC). (**Mfouapon njuoya, 2006**).

Néanmoins, il n'est pas inutile de mentionner la présence de certaines flore pathogènes comme *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Yersinia*, etc... Les intoxications alimentaires sont principalement causées par ces germes ; (TIAC). (**Cartier, 2007**) Selon les estimations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), environ 30% des personnes vivant dans les pays industrialisés sont touchées chaque année par une toxi-infection alimentaire. (**Bailly et al., 2012**) Toutes les situations peuvent être causées par la viande.

Partie bibliographique

**Chapitre III: les moyens de
conservation contre la
contamination de viande par
les psychrophiles**

Chapitre III. Les moyens de conservation contre la contamination de viande par les psychrophiles

III.1. Définition de la conservation

La conservation est définie comme une méthode utilisée pour préserver un état existant ou pour éviter une altération susceptible d'être provoquée par des facteurs : chimique (oxydation), physique (température, la lumière), biologique. Il consiste à stabiliser un aliment périssable en détruisant ou en inhibant les microorganismes et conserver les propriétés gustatives et nutritives et pour allonger la durée de vie des produits alimentaires . (Pal ,2014)

III.2. objectifs de la conservation

Il existe plusieurs objectifs pour la conservation des aliments.

- Lutter contre les infections et les intoxications d'origine alimentaire.
- Assurer la sécurité des aliments contre les microbes.
- Prévenir l'altération des aliments
- Prolonger la durée de conservation des aliments.
- Améliorer la qualité de conservation des aliments
- Réduire les pertes financières. (Pal ,2014)
- la conservation de la viande est devenue essentielle pour transporter la viande sur de longues distances sans altération de la texture, de la couleur et de la valeur nutritionnelle.
- La conservation traditionnelle de la viande, comme le séchage, le fumage, le saumurage, la fermentation, la réfrigération et la mise en conserve, a été remplacée par de nouvelles techniques de conservation, comme les techniques chimiques, bio-conservatrices et non thermiques.(Nychas *et al.*,2008).
- Les objectifs des méthodes de conservation sont d'inhiber l'altération microbienne et de minimiser l'oxydation et l'altération enzymatiques.

III.3. méthodes actuelles de conservation

Les méthodes actuelles de conservation de la viande sont, en gros, catégorisables en trois groupes :

- Contrôle de la température.
- Contrôle de l'activité de l'eau.
- Utilisation de conservateurs chimiques ou biologiques.(Zhou *et al.*,2010)

Une combinaison de ces techniques de conservation peut être utilisée pour diminuer le processus d'altération .(Bagamboula *et al.*,2004).

III.4. Techniques de conservation

III.4.1. Traitement thermique

III.4.1.1. Congélation

La méthode de congélation est parfaite pour préserver les propriétés originales de la viande fraîche. La masse de la viande est d'environ 50 à 75 % d'eau, selon l'espèce, et la congélation transforme la plupart de l'eau en glace.. Cela arrête la charge microbienne et retarde l'action des enzymes.

L'avantage le plus important de la congélation est la rétention de la plupart de la valeur nutritive de la viande pendant le stockage, avec une très faible perte de nutriments qui se produit dans l'égouttement pendant le processus de décongélation. Il est important d'envelopper la viande fraîche dans un film d'emballage approprié avant de la congeler, sinon la viande subit des brûlures de congélation. Les brûlures de congélation sont dues à la déshydratation progressive de la surface, qui entraîne la concentration des pigments de la viande à la surface

(Heinz et Hautzinger ,2007).

La qualité de la viande congelée est également influencée par la vitesse de congélation. Dans le cas d'une congélation lente, il y a formation de gros cristaux de glace qui peuvent causer des dommages physiques au tissu musculaire, lui donnant un aspect déformé, une fois congelé. Dans le cas d'une congélation rapide, de nombreux petits cristaux de glace se forment uniformément dans le tissu musculaire de la viande. Le taux de congélation augmente avec la diminution de la température : près de 98% de l'eau gèle à -20°C et la formation complète de cristaux est atteinte à -65°C .Ainsi, le problème du rétrécissement des fibres musculaires et de l'apparence déformée n'existe pas. Les pertes par égouttement pendant la décongélation sont très très faibles car l'eau gèle dans la fibre musculaire elle-même. De nombreux petits cristaux de glace à la surface de la viande surgelée rapidement sont également importants. Puisqu'ils donnent une couleur claire plus désirable à la couleur de la viande surgelée lentement. La croissance microbienne s'arrête à -12°C et l'inhibition totale du métabolisme cellulaire dans les tissus animaux se produit en dessous de -18°C **(Perez et Mateo,2004)** Cependant, les réactions enzymatiques, le rancissement oxydatif et la cristallisation de la glace joueront encore un rôle important dans l'altération de la viande . Pendant la congélation, environ 60 % de la la population microbienne viable meurt. Mais la population restante augmente progressivement une fois la viande congelée et pendant toute la durée du stockage congelé . **(Rahman ,1999).**

Le table se dessous présenté les durées maximales de conservation au congélateur , -18°C à -30°C ,emballé sous -vide

Tableau 3: Les durées maximales de conservation au congélateur, -18°C à -30°C, emballé sous vide (

T°C	-18°C	-24°C	-30°C
Viande d'agneau et de veau	4 à 8 mois	8 à 10 mois	12 mois
Viande de bœuf	10 à 12 mois	18 mois	24 mois
Volaille	10 à 12 mois	18 mois	24 mois

III.4.1.2. Réfrigération

C'est la technique la plus couramment employée pour le stockage à court terme de la viande. Elle ralentit ou restreint la vitesse à laquelle la viande se déforme. La croissance microbienne, les réactions enzymatiques et chimiques peuvent être inhibées par une température inférieure à la plage optimale. . (Pal , 2014)

Le stockage de la viande fraîche se fait à une température de réfrigération de 2 à 5°C. La réfrigération est critique pour l'hygiène, la sécurité, la durée de conservation, l'apparence et la qualité nutritionnelle de la viande .

La réfrigération de la viande commence par la réfrigération de la carcasse de l'animal et se poursuit tout au long des circuits de détention, de découpe, de transport, de vente au détail, d'exposition et même au domicile du client avant l'utilisation finale. L'humidité relative est généralement maintenue à 90% afin d'éviter un rétrécissement excessif dû à la perte d'humidité. La durée de conservation réfrigérée de la viande varie selon l'espèce animale, la charge microbienne initiale, l'emballage et la température, ainsi que les conditions d'humidité pendant le stockage.

La volaille commence avec une charge microbienne relativement élevée. Indépendamment de l'espèce animale, il convient de prendre le maximum de précautions lors de la manipulation de la viande afin d'éviter toute contamination microbienne supplémentaire. (Zhou *et al.*,2010) .

La température réfrigérée favorise le développement d'organismes psychrophiles qui provoquent la détérioration de la viande au fil du temps. En général, la viande fraîche reste en bon état pendant 2-8 jours si elle est maintenue à une température de 2 à 5°C.

Le raccourcissement et le durcissement dus au froid peuvent résulter de la réfrigération ultrarapide d'une viande. Il est souligné que la viande transformée doit être conservée dans des conditions réfrigérées jusqu'à sa consommation finale. (Ockerman *et Basu* ,2004).

Le tableau se dessous présenté les durées maximales de conservation au réfrigérateur, maximum 5°C, emballé sous –vide

Tableau 4: Durées maximales de conservation au réfrigérateur, maximum 5°C, emballé sous – vide (

Gross pièce ; rôti ;côte de bœuf	9 jours
Steak , côtelettes d’agneau	7 jours
Poulet entier	2 jours

III.4.1.3. pasteurisation

Cette méthode implique de chauffer la viande à une température modérée, allant de 58 à 75°C, ce qui correspond également à la température de cuisson de la plupart des viandes transformées. La durée de conservation de la viande est considérablement prolongée grâce à ce traitement thermique. Ces produits doivent également être conservés dans des conditions réfrigérées. (Pal ,2014)

III.4.1.4. stérilisation

Consiste à chauffer fortement la viande à des températures supérieures à 100°C, ce qui permet de tuer tous les microbes responsables de l’altération de la viande ou d’endommager leurs cellules microbiennes au- delà de toute réparation. Ce traitement thermique entraîne la stérilisation du produit commercial mais les spores bactériennes peuvent encore survivre. Cependant, l’exposition de la viande à des températures élevées confère des saveurs sulfhydriques aux boîtes de conserve et modifie également la texture.

La composition des produits carnés varie en fonction de leur taux d'eau, de graisse et de leur texture. Ils jouent un rôle essentiel dans le processus de traitement thermique. La chaleur humide, par exemple, est plus efficace pour éliminer les micro-organismes et les spores que la chaleur sèche. Ainsi, un produit carné contenant une grande quantité d'eau requiert une quantité de chaleur comparativement plus faible pour sa stérilisation.. (Pal ,2014)

III.4.1.5. Mise en boîte de conserve

Cette méthode de conservation consiste à stériliser thermiquement un produit qui est conservé dans des récipients hermétiquement fermés.. La mise en conserve préserve dans une large

mesure les attributs sensoriels tels que l'apparence, la saveur et la texture des produits carnés. En outre, les produits carnés en conserve ont une durée de conservation d'au moins deux ans à température ambiante. La mise en conserve implique plusieurs étapes, dont la préparation de la viande, la précuisson, le remplissage, l'aspiration, le sertissage, le traitement thermique, le refroidissement et le stockage .(**Pal ,2014**)

III.4.2. Réduction de l'activité de l'eau (AW)

- **Déshydratation**

L'élimination de l'eau de la viande concentre les nutriments dissous dans l'eau, les rendant indisponibles pour les microorganismes. Le degré d'indisponibilité de l'eau pour les cellules microbiennes est exprimé comme l'activité de l'eau La déshydratation réduit considérablement l'activité de l'eau pour empêcher la croissance des microbes responsables de l'altération.

- **Séchage au soleil**

Est un moyen de conservation était pratiqué dans les temps anciens mais la réhydratation de de viande était limitée.

Le processus de séchage mécanique implique le passage d'air chaud avec une humidité contrôlée mais là aussi, la réhydratation est difficile. (**Pal ,2014**)

- **Séchage par le gel (lyophilisation)**

Est un procédé satisfaisant de déshydratation et de conservation en raison des meilleures propriétés de reconstitution, de la qualité nutritive et de l'acceptabilité des produits carnés.

Le séchage par le gel implique de retirer l'eau d'un aliment par sublimation depuis l'état congelé vers l'état de vapeur en le maintenant sous vide et en lui appliquant un faible traitement thermique. Le séchage par le gel (lyophilisation) de la viande est effectuée en trois étapes : la pré-congélation, le séchage primaire et le séchage secondaire . La viande est d'abord congelée à -40°C, puis elle est séchée sous vide pendant 9 à 12 heures à basse température dans des échangeurs de chaleur à plaques à 11,5 mm de pression mercure. Les cristaux de glace sont sublimés en vapeur d'eau et il n'y a pas d'augmentation de la température. Dans la première phase de séchage, l'eau libre et immobilisée de la viande, qui est congelable et constitue environ 90 à 95 % de l'humidité totale, est éliminée. Le séchage secondaire est effectué à haute température pour éliminer les 4 à 8% d'eau liée restants. Les produits lyophilisés sont emballés sous vide et présentent une très bonne stabilité au stockage.

C'est une méthode très répandue pour la préparation de soupes à base de viande déshydratée (**Pal ,2014**).

- **Salage**

Le chlorure de sodium, le nitrite de sodium et le sucre sont les composants essentiels de la salaison. En Inde, il existe plusieurs techniques de séchage : salaison sèche, salaison au vinaigre, salaison par injection, salaison directe, etc. La viande est conservée par salage intensif depuis longtemps. Le chlorure de sodium suffisamment concentré est utilisé depuis longtemps pour la conservation des aliments (**Dave et Ghaly, 2011**). Son utilisation était généralisée car la réfrigération n'était techniquement pas disponible à l'époque. Plus tard, le salage au sel ordinaire et au nitrate de sodium a permis d'améliorer les résultats. Le chlorure de sodium inhibe la croissance microbienne en augmentant la pression osmotique et en diminuant l'activité de l'eau dans le microenvironnement.

Les sucres sont capables de se lier à l'humidité et de réduire l'activité de l'eau dans les aliments. Le dextrose, le saccharose, le sucre brun, le sirop de maïs, le lactose, le miel, la mélasse, les maltodextrines et les amidons sont généralement utilisés dans le processus de séchage de la viande, comme source de sucres ou d'hydrates de carbone pour rehausser la saveur, réduire l'âpreté du sel et diminuer l'activité de l'eau (**USD, 2005**).

Les nitrites utilisés dans l'industrie de la conservation de la viande sont toujours sous la forme de sels tels que le nitrite de sodium ou le nitrite de potassium. Les nitrites permettent de stabiliser la couleur de la viande rouge, la saveur de la viande séchée et de retarder le rancissement ; De plus, les sels de nitrite sont efficaces pour contrôler la couleur, la lipide oxydation et l'odeur en plus de contrôler les bactéries anaérobies. (**Roberts, 1975**).

III.4.3. Irradiation

Cette irradiation est aussi appelée « stérilisation à froid ». Il s'agit de la transmission et de la dispersion d'énergie dans la matière. Les ondes électromagnétiques se manifestent par des ondes continues. Les molécules peuvent être ionisées lors de leur passage. Ces radiations peuvent détruire les micro-organismes en fragmentant leurs molécules d'ADN et en provoquant une ionisation de l'eau au sein des micro-organismes. Il est pertinent de mentionner que la destruction microbienne des aliments a lieu sans que la température de l'aliment n'augmente de manière significative. Les rayonnements gamma ne produisent l'effet désiré que pendant l'irradiation des aliments et n'ont aucun effet après l'arrêt des rayonnements. Ils sont largement utilisés pour la conservation des aliments.

Les radiations UV, qui sont principalement bactéricides par nature, sont les radiations ionisantes les plus couramment utilisées. Cependant, elles ne sont pas très efficaces et ne sont utilisées que pour la stérilisation de surface des viandes. (**Pal, 2014**).

III.4.4. Produits chimiques

La congélation à haute intensité énergétique est la méthode la plus efficace pour préserver les carcasses, la viande et les produits carnés pendant une période longue. Elles inhibent la croissance bactérienne, mais pas celle des bactéries psychrophiles et des spores des bactéries. La plupart de ces derniers survivent à la congélation et se développent pendant la décongélation . (Neumeyer *et al.*, 1997).

Les méthodes traditionnelles de conservation de la viande par salage sont des procédures bien acceptées. D'autres produits chimiques ont été utilisés comme additifs alimentaires pour la conservation de la viande. Mais chaque pays a établi ses propres règles et fixé des limites afin de prévenir les effets nocifs sur la santé humaine. (Cassens,1994)

Le stockage congelé ne peut pas empêcher la détérioration par oxydation et l'altération microbienne/enzymatique (Jay *et al.*,2005).

L'utilisation des techniques de conservation chimique est extrêmement bénéfique en complément de la réfrigération pour améliorer la stabilité, la qualité du produit tout en préservant sa fraîcheur et sa valeur nutritionnelle (Cassens ,1994).

Les agents de conservation antimicrobiens sont des substances utilisées pour prolonger la durée de conservation de la viande en réduisant la prolifération microbienne pendant l'abattage, le transport, la transformation et le stockage .

La croissance des bactéries et l'altération de la viande dépendent des espèces de bactéries, de la disponibilité des nutriments, du pH, de la température, de l'humidité et de l'atmosphère gazeuse . (Cervený, 2009)

Les composés antimicrobiens ajoutés au cours de la transformation ne doivent pas être utilisés comme un substitut aux mauvaises conditions de transformation ou pour couvrir un produit déjà souillé (Ray, 2004).

Ils offrent une bonne protection de la viande en combinaison avec la réfrigération . Les composés antimicrobiens courants comprennent : les chlorures, les nitrites, les sulfures et les acides organiques (Chipley, 2005) .

Plusieurs acides organiques ont été généralement reconnus comme sûrs. L'acide benzoïque, l'acide citrique, l'acide propionique, l'acide sorbique et leurs sels sont des inhibiteurs de moisissures efficaces. L'acide acétique et l'acide lactique empêchent la croissance bactérienne tandis que le sorbate et l'acétate sont capables d'arrêter la croissance des levures dans les aliments. L'acide ascorbique (vitamine C), l'ascorbate de sodium et le disoascorbate (érythorbate) ont été utilisés comme conservateurs de viande. Leurs propriétés antioxydantes

peuvent oxyder les espèces réactives de l'oxygène produisant de l'eau. Il a été démontré que l'acide ascorbique renforce l'activité antimicrobienne des sulfites et des nitrites

(**Mirvish et al 1972**) .

Les activités renforcées comprennent à la fois les propriétés antioxydantes et le piégeage du fer. L'acide benzoïque et le benzoate de sodium sont également utilisés comme conservateurs dans l'industrie de la viande. La molécule non dissociée de l'acide benzoïque est responsable de son activité antibactérienne, L'acide benzoïque est généralement utilisé pour inhiber les levures et les champignons plutôt que les bactéries (**Feiner, 2006**) .

Il a été rapporté que les levures telles que *Saccharomyces* et *Zygosaccharomyces* ont la capacité intrinsèque de résister à l'acide benzoïque dans les limites toxicologiques tolérables. La combinaison du traitement à l'acide benzoïque et des conditions de privation d'azote est semblable à assurer une conservation efficace des aliments contre l'altération par les levures.

III.5. Techniques de prévention

III.5.1. Hygiène

Représente tous les principes et les pratiques, qu'elles soient personnelles ou collectives, visant à la conservation de la santé et au fonctionnement normal de l'organisme. (**Rouxel, 2015**)

III.5.2. Nettoyage

Action visant à enlever complètement les résidus et souillures des surfaces, les laissant visuellement propres et aptes à être désinfectées efficacement. Le nettoyage permet à la fois d'éliminer des salissures organiques (graisses, sang, sucre, amidon, protéines dont allergènes, ...) et inorganique (sels minéraux, rouille, résidus de carbonisation). Il permet également d'éliminer des corps étrangers. A lui seul, il n'est pas une garantie de décontamination. (**Namkoisse, 1990**)

III.5.3. Désinfection

Opération à résultat immédiat qui vise à tuer ou à éliminer les micro-organismes et/ou d'inactiver les virus indésirables portés sur des milieux inertes contaminés, en fonction des objectifs fixés. Le résultat de cette opération est limité aux micro-organismes présents au moment de l'opération. La désinfection ne peut être efficace qu'après un nettoyage.

A noter cependant que la désinfection n'empêche pas les contaminations ultérieures, c'est pourquoi elle doit être renouvelée régulièrement dans les zones sensibles

Cinq activités différentes sont regroupées sous le terme de désinfection :

- Bactéricide : produit qui tue les bactéries,
- Levuricide : produit qui tue les levures,

- Fongicide : produit qui tue les champignons (levures et moisissures),
- Sporicide : produit qui tue les spores bactériennes,
- Virucide : produit qui inactive les virus.
- Ainsi, un désinfectant peut n'être que bactéricide, alors qu'un autre sera à la fois bactéricide, fongicide et virucide.

Conclusion

conclusion

La viande joue un rôle essentiel dans une alimentation saine et équilibrée en raison de sa haute teneur en nutriments. La viande présente une composition qui favorise la croissance et la propagation des microbes d'altération ainsi que des agents pathogènes communs d'origine alimentaire. La croissance et le métabolisme microbiens dépendent de l'état des carcasses au moment de l'abattage, selon le type d'emballage et les conditions de conservation. L'altération microbienne se traduit par un goût aigre, des arômes indésirables, une décoloration, la production de gaz, un changement de pH, la formation de substances gluantes, la dégradation des composants structurels, des odeurs désagréables et un changement d'aspect.

La conservation garantit que la qualité, la valeur nutritive et l'assimilation de la viande restent intactes. Il convient de noter que les procédés modernes de conservation de la viande ne font pas appel à une unique technique de conservation.

L'industrie actuelle utilise principalement le stockage à basse température et les techniques chimiques pour contrôler l'altération enzymatique, oxydative et microbienne.

Il est essentiel de conserver la viande à une température inférieure à 4°C immédiatement après l'abattage et pendant le transport et le stockage, car cela est essentiel pour l'hygiène, la sécurité, la durée de conservation, l'apparence et la qualité de la viande. Il est donc impératif d'utiliser une combinaison de facteurs de conservation de manière équilibrée pour en tirer le maximum d'avantages. Une combinaison d'additifs chimiques tels que l'acide ascorbique peut être très efficace pour contrôler l'altération de la viande et des produits carnés.

Étant donné que la viande se dégrade rapidement sous l'influence des microbes, il est recommandé de la conserver de manière adéquate pour qu'elle puisse être utilisée ultérieurement. Il y a encore peu de recherches sur la création d'une méthode de conservation efficace, abordable et facile à mettre en œuvre dans les pays pauvres du monde, sans compromettre les qualités organoleptiques et nutritives des aliments.

Références bibliographie

Références bibliographiques

Aboukheir S. et Kilbertrus G.,(1974). Fréquence des levures dans les denrées alimentaires à base de viande. *Ann. Nutr. Aliment.* P28, 539-547.

Ait Abdelouahab N., (2001), *Microbiologie alimentaire* .Ed, office. Publications universitaires. Alger. p 147.

Andjongo K., (2006). Etude de la contamination des surfaces dans les industries de transformation des produits de la pêche au Sénégal : cas de la pirague bleue. Mémoire de magister en médecine vétérinaire. P 29-30.

Archer DL, (2002) Evidence that ingested nitrate and nitrite are beneficial to health. *J Food Protect* 65: 872-875.

Aspects Microbiologiques de la sécurité et de la qualité des aliments. Tome I .Editions

Bagamboula CF, Uyttendaele M, Debevere J, (2004) Inhibitory effect of thyme and basil essential oils, carvacrol, thymol, estragol, linalool and p-cymene towards *Shigella sonnei* and *S. flexneri*. *Food Microbiol* 21: 33-42

Bailly J D., Brugere H., Chadron H. (2012) : *Microorganismes et Parasites des Viandes: les Connaître pour les Maîtriser de l'Éleveur au Consommateur*. CIV, 150p.

Bauchart D., Chantelot F. et Gandemer G., (2008) : Nutritional quality of beef and bovine offal: Recent results for the main nutrients. *Cahiers de nutrition et de diététique*43 (Hors Série 1): 1S9-1S39.

Bauchart, D., & Gandemer, G. (2010). Qualité nutritionnelle de la viande et des abats de bovin. In *Muscle et viande de ruminants (QUAE : Synthèse ed. Versailles : Bauchart, D. &Picard, B.*

Bauchart. D et Thomas. A., (2002). Facteurs d'élevage et valeur de santé des acides gras des viandes. *Edition Quae ;vol 10 : p131-142*

Beaubois, P. (2001) : Approche de la maîtrise du risque microbiologique dans l'univers des viandes crues et des viandes cuites 14 ème Congres A3P. *Service Qualité Socopa Entreprise*. p 7.

BEDFORD H., (1933) Marine bacteria of the northern Pacific Ocean. The temperature range for growth. *Contribs. Can. Biol. And Fisheries*, 7, 431-438.

Benaissa A., (2011) : Etude de la qualité microbiologique des viandes camelines et ovines conservées selon différents modes. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Magister en Biologie, Option Microbiologie Appliquée, Université Kasdi Merbah Ouargla, Faculté

des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers, Département des Sciences de la Nature et de la Vie, 61p.

Benaissa A., Ould el hadjKhellil A., Adamou A., et Babelhadj B., (2014) : Microbiological characterization of camel and sheep meat preserved by refrigeration and lactic acid. *Emir. J. Food Agric.* 26 (5): 465-471.

Berruex J.C., (1999) : La forme à votre portée. Ed FITLINE SEMINAIRE. Paris: 45p.bovine adaptation à la demande du consommateur. p 7-25.

Blood G.,(1969). Food hygiene. Food processing. In : Goudiaby 25, p37-40.

Boles J.A., Pegg R.B .(2002) Montana State University and Saskatchewan Food Product Innovation Program ,University of Saskatchewan.

Bonnet M.,Ouali A. et Kopp J. , (1992) : Beef muscloses pressure as assessed by differential scanningcalometry.(DSC) *int .J.food sci.* 27,399-408

Bornert G., (2000). Importance des bactéries psychrotrophes en hygiène des denrées alimentaires. *Revue Médecine. Vétérinaire*, vol 151(11), 1003-1010.

Boudjellal A., Becila S., Coulis G. Hernan Herrera-Mendez C. ,Aubry L., Lepetit J., Harhoura K. , Angel Sentandreu M. et Ouali A. (2008): Polyphasic character of post mortem pH drop in bovine and ovine muscles: consequences on meat texture and possible causes. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 3 (3), pp. 195-204.

Bourgeois C. M., Mescle J. F., Zucca J. (1996). *Microbiologie alimentaire : Aspects Microbiologiques de la sécurité et de la qualité des aliments. Tome I .Editions Lavoisier* , pp. 241-251.

BOURGEOIS C., MESCLE J.-F. et ZUCCA J. : *Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments*, 672 pages, Lavoisier Editeur, Paris, (1996).

Bourgeois C.M, Mescle J.F, Zucca J., (1996) : La microflore de la viande (336-345). In *Microbiologie Alimentaire: Aspect Microbiologique de la Sécurité et de la Qualité des Aliments. Lavoisier Tec et Doc: Paris; 672 p.*

Bourre J. M., (2011). Apports nutritifs des viandes bovines. Académie d'Agriculture de France. <http://www.academieagriculture.fr/mediatheque/seances/> bovine adaptation à la demande du consommateur. p 7-25.

BROWN, A. D. AND WEIDEMANN, J. F. (1958) The taxonomy of the psychrophilic meat spoilage bacteria: a reassessment. *J. Appl. Bacteriol.*, 21, 11-17.

BUCHANAN, R. E. AND FULMER, E. I. (1930) Effects of temperature upon microorganisms, Ch. VII. In *Physiology and biochemistry of bacteria*. The Williams & Wilkins Co., Baltimore.

- BUSCAILHON S. et MONIN G., (1994) : Evolution de la composition et des qualités sensorielles du jambon au cours de la fabrication VPC, 15(1) : 23-34.**
- Cambridge, Royaume-Unis,336pp. Lebret .B, Mourot.J(1998): caractéristiques et qualité des tissus adipeux chez le porc. Facteurs de variation non génétiques, INRA .production anim, volume11**
- Cartier P., (2004). Points de repères en matière de qualité microbiologique des viandes bovines : Institut de l’Elevage (I. MOËVI). P 175.**
- Cartier P., (2007). Le point sur la qualité des carcasses et des viandes de gros bovins : Département techniques d’élevage et Qualité. (Service Qualité des Viandes ; compte rendu final n° 17 05 32 022). P 12-58- 59**
- Cartier P., et Moëvi I., (2007) : Le point sur la qualité des carcasses et des viandes de gros bovins. Institut de l’Élevage : Paris, 72 p.**
- Cassens RG (1994) Meat Preservation, Preventing Losses and Assuring Safety.1st Edn., Food and Nutrition Press, Inc. Trumbull, Connecticut, USA, pp: 79-92.**
- Catteau M., (1999). Pathogènes rencontrés lors de la conservation par le froid. In : La microbiologie prévisionnelle appliquée à la conservation des aliments réfrigérés, 333 pages, Office des publications officielles des Communautés européennes Editeur, Luxembourg, (1999).**
- Cervený J, Meyer JD, Hall PA (2009) Microbiological Spoilage of Meat and Poultry Products. In: Compendium of the Microbiological Spoilage, of Foods and Beverages. Food Microbiology and Food Safety, WH Sperber and MP Doyle (Eds.). Springer Science and Business Media, NY. pp. 69-868.**
- Chipley JR (2005) Sodium benzoate and benzoic acid. In: Antimicrobials in Food, 3rd Edn, Davidson PM, Sofos JN and Branen AL (Eds.). CRC Press, FL. pp: 11-48.**
- Chougui N., (2015), Technologie et qualité des viandes.. Université Abderrahmane Mira, Département des Sciences Alimentaires, BEJAIA ,63P.**
- Coibion, L., (2008) : Acquisitaion des qualités organoleptiques de la viande bovine: Adaptation à la demande du consommateur. Université Paul-Sabatier de Toulouse - Ecole Nationale Vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, 97p.**
- Corry T.E.L., (2007): Spoilageorganisms of redmeat and poultry (101-122). In Microbiological Analysis of Red Meat, Poultry and Eggs, Mead GC (Ed). Woodhead publishing limited and CRC press LLC: Cambridge, England; 348p**

- Cortright R. N., Muoio D. M. and Dohm G. L., (1997): Skeletal muscle lipid metabolism: A frontier for new insights into fuel homeostasis. *Journal of Nutritional Biochemistry* 8 (5): 228-245.
- Craplet C., (1966) : La viande de bovins. Traité d'élevage moderne - De l'étable de l'éleveur à l'assiette du consommateur - Livre I. Vigot Frères Editeurs, France, 486p
- CUQ J .L . (2007). Microbiologie Alimentaire : Les relations microorganismes/ aliments / consommateurs, Département Sciences et Technologies des Industries Alimentaires 4ème année. Université Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc p .2 ,16 – 17
- Cuq J. L. (2007) : Microbiologie Alimentaire : Contrôle microbiologique des aliments, Département Sciences et Technologies des Industries Alimentaires 4ème année. Université Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc p 103, 104
- Darmaun, D. (2008). What is an essential amino acid in 2008? *Nutrition Clinique et Métabolisme* 22 (4), 142-150.
- Dave D, Ghaly AE (2011) Meat spoilage mechanisms and preservation techniques: A critical review. *Am J Agricultural Biological Sci* 6: 486-510.
- de Diététique, Vol 43, N°HS1 - mai 2008, pp. 40-45.
- Dennaï N, Kharrattib B, El YachiouimA. (2001). Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus. *Ann. Méd. Vét.*, 145: 270-274.
- Dennai N., Karrati B. et El Yachioui M., (2000). Bovins à l'abattoir : Une microbiologie fluctuante. *VPC*, 21 (6) : 191-196
- Denoyelle, C., (2008) : Les viandes, une question de définition. *Cahiers de nutrition et de diététique* 43 (Hors-série): 1S7-1S10.
- divers. Hygiène et technologie de la viande fraîche , P. 193-195.
- Drieux H., Ferrando R., Jacquot R., (1962): Caractéristiques alimentaires de la viande de boucherie. Vigot frères éditeurs, Paris VI. p9.
- Druesne A., 1996. Le stress bactérien ; conséquences sur l'efficacité des traitements thermiques. 1ère partie : Système d'adaptation des microorganismes. *Bull. Liaison CTSCCV*, 6, 1, p36
- Dudouet C., (2010) : La production des bovines allaitants. conduite, qualité, gestion. Ed FRANCE AGRICOLE. paris :62-63-64-65.
- Dumont R L., et Valin C., (1982), Bases biochimiques de l'hétérogénéité du tissu musculaire et des viandes. Ed INRA .Paris .p77.

- El Rammouz, R., (2005) : Thèse de Doctorat : Etude des changements biochimiques post mortem dans le muscle des volailles – contribution au déterminisme de l'amplitude de la diminution du pH : Institut National polytechnique de Toulouse. France. Thèse de doctorat
- El Rammouz., (2008). Etude des changements biochimiques post mortem dans le muscle des volailles .Contribution au déterminisme de l'amplitude de la diminution du pH. P3, 4.
- Elmore J.S., Warren H.E., Mottram D.S., Scollan N.D., Enser M., Richardson R.I., Wood J.D., (2004): A comparison of the aroma volatiles and fatty acid compositions of grilled beef muscle from Aberdeen Angus and Holstein-Friesian steers fed diets based on silage or concentrates. *Meat Sci.*68:27-33.
- en sciences agronomiques. Ecole doctorale : S.E.V.A.B. P 3.
- Feiner G (2006) *Meat Products Handbook: Practical Science and Technology*. CRC Press, Cambridge, England. pp. 73-74, 112-113.
- Feiner G., (2006): Definitions of terms used in meat science and technology (46-71). In *Meat Products Handbook Practical Science and Technology*. Wood head publish inglimited and CRC Press LLC: Cambridge, England; 629p.
- Feller G, Narinx E. Arpigny JL, Aittaleb M, Baise E, Genicot S, Gerday C (1996) *FEMS Microbiol Lett* 18:189
- Fernandes R., (2009): Chilled and frozen raw meat, poultry and their products (1-52). In *Microbiology Handbook Meat Products*. Leatherhead Publishing, Randalls Read, Leatherhead, surrey KT22 7RY, UK and Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Science Park Milton Road: Cambridge; 297p.
- Fosse. J.A.S., (2003). Les dangers pour l'homme liés à la consommation des viandes. Evaluation de l'utilisation des moyens de maitrise en abattoir. Thèse de l'Ecole nationale vétérinaire de NANTES. p24-46.
- Fournaud J., (1982). Type de germes rencontrés aux différents stades de la filière : In *hygiène et technologie de la viande fraiche*. Edition du C.N.R.S, pages :109-119. Of British beef carcasses sample dprior to chilling, *Meat Sci.*, 50, p 265-271.
- Fournaud J., Graffino G., Rosset R. et Jacque R., 1978. Contamination microbienne des carcasses à l'abattoir. *Industries Alimentaires et Agricoles*, 95 (4) :273-282.
- Fournaud, J. (1982) : Type de germes rencontrés aux différents stades de la filière : In *hygiène et technologie de la viande fraîche*. Edition du C.N.R.S, pages: 109 -119.
- FOURNIER V., (2003). La conservation des aliments. Cours de microbiologie générale,
- Gandemer G., (1999): Lipids and meat quality: biolysis, oxidation, Maillard reaction and flavour. *Science des Aliments*, 19, 439-458.

- Garry P. et Le Guern L., (1999). Les bactéries lactiques. *Bull. Liaison CTSCCV*, 1999, 9, 6, 423-429.
- Geay Y., Bauchart D., Hocquette J.F., Culioli J., (2002): Valeur diététique et qualités sensorielles des viandes des ruminants. Incidence de l'alimentation des animaux INRA *Prod. Anim*, 15, 37-52. gènes régulant la qualité des viandes de poulet .thèse de doctorat. Université français
- Ghafir Y., et Daube G., (2007) : Le point sur les méthodes de surveillance de la contamination microbienne des denrées alimentaires d'origine animale. *Ann. Méd. Vét.*, 151: 79-100.
- Gill C. et Newton K., (1977). The development of aerobic spoilage flora on meat stored at chill temperature. *J. Appl. Bacteriol.*, 1977, 43, 189-195.
- Goudiaby., (2005). Contribution à l'étude de la contamination superficielle des carcasses ovines. Aux abattoirs. Mémoire de diplôme d'études approfondies de productions animales. P5.
- Gounot A.-M., (1991). Bacterial life at low temperature ; physiological aspects and biotechnological implications. *J. Applied Bacteriol.*, (1991), 71, 386-397.
- GREENE, V. W. AND JEZESK, J. J. (1954) The influence of temperature on the development of several psychrophilic bacteria of dairy origin. *Appl. Microbiol.*, 2, 110-117.
- Grunert K.G., Bredahl L., Brunso K., (2004): Consumer perception of meat quality and implications for product development in the meat sector a review. *Meat Sci.* 66:259-272.
- Gugi B, Orange N, Hellio F, Burini JR, Hukllou C, Leriche F, Guespin-Michel JF (1991) *J Bacteriol* 173:3814
- Guillou C, Guespin-Michel JR (1996) *Appl Environ Microbio*162:3319
- Guillou C, Merieau A, Trebert B, Guespin-Michel JF (1995) *Biotechnol Lett* 17: 377
- Guiraud J-P., (1998) : Microbiologie alimentaire, microbiologie des principaux produits laitiers. Edition DUNOD, Paris. 65.
- Guiraud J-P. et J-P. Rose. (2003) : Pratiques des normes en microbiologie alimentaire. AFNOR. 300. .
- Hadlock. et Schipper., (1974). Schimmelpilze und Fleisch. In: Hygiène et technologie de la viande fraîche, Edition du CNRS. P105-108.
- HAINES, R. B. 1934 The minimum temperature of growth of some bacteria. *J. Hyg.*, 34, 277-282.

- Hébel P., (2007) : Comportements et consommations alimentaires en France Enquête CCAF(2007) ... Ouvrage de 102 p. 15.5x23.5 cm ... diététique - nutrition · Risque sanitaires ..
- Heinz G, Hautzinger P (2007) Meat Processing Technology. For Small-to Medium Scale Producers. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific.
- Heredia N., Garcia S., Rojas G. et Salazar L., 2001. Microbiological Condition of Ground Meat Retailed in Monterrey, Mexico. *J. Food Prot.*, 64 (8): 1249-1251.
- HEss, E. (1934) Effects of low temperatures on the growth of marine bacteria. *Contribs. Can. Biol. and Fisheries, Ser. C*, 8, 491-505.
- Higgs, J.D. (2000). The changing nature of red meat: 20 years of improving nutritional quality. *Trends in Food Science & Technology* 11, 85-95.
- Hinton M. H., Hudson W. R., MED G C. (1998). The bacteriological quality of British beef carcasses sampled prior to chilling. *Meat Sci* , 50:265.
- Hocquette J. F., Cassar-Malek I., Listrat A., Jurie C., Jailler R., et Picard B., (2005) : Évolution des recherches sur le muscle des bovins et la qualité sensorielle de leur viande i. Vers une meilleure connaissance de la biologie musculaire. *Cahiers Agricultures*14 (4): 365-372.
- Hocquette J. F., Ortigues-Marty I., Pethick D., Herpin P. and Fernandez X., (1998): Nutritional and hormonal regulation of energy metabolism in skeletal muscles of meat producing animals. *Livestock Production Science*56 (2): 115-143.
- HOROWITZ-WLASSOWA, L. M. AND GRINBERG, L. D. (1933) Zur Frage fiber psychrophile Mikroben. *Zentr. Bakteriologie. Parasitenk., Abt. II*, 89, 54-62.
- <https://meaty.ch/conservation-viande/>
- <https://www.nelinkia.com/blog/lexique/nettoyage-et-desinfection-en-agroalimentaire>
- In : hygiène et technologie de la viande fraîche. Edition du C.N.R.S , p. 109,119.
- In Muscle et viande de ruminants. Versailles: Bauchart, D. & Picard, B. (QUAE :Synthèse ed.,pp. 255-266).
- INGRM, J. L. (1958) Growth of psychrophilic bacteria. *J. Bacteriol.*, 76, 75-80.
- James S.J., James C., (2000): Microbiology of refrigerated meat (3-19). In *Meat Refrigeration*. Wood head publishing limited and CRC press LLC: Cambridge England; 347p.
- Jay J M, Loessner MJ, Golden DA (2005) *Modern Food Microbiology*, 7th Ed., Springer Science and Business Media. NY. pp: 63-101.

- Jeacocke R.E., (1984): The kinetics of rigor onset in beef muscle fibres. *Meat Science*, 11(4):237-251.
- Karamichou E., Richardson R.I., Nute G.R., McLean K.A., Bishop S.C., (2005): Genetic Analyses of Carcass Composition, as Assessed by X-ray Computer Tomography, and Meat Quality Traits in Scottish Blackface Sheep.
- Kilgour, O. F. G., (1986): Mastering nutrition. London: Macmillan., Education Ltd pp. 299 à 305
- LAMELOISE P., ROUSSEL-CIQUARD N., ROSSET R., 1984. Evolution des qualités organoleptiques : les viandes : hygiène, technologie. *Inf. Tech. Serv. Vet.*, 88-91, 121-125.
- LARPENT J.-P. : *Listeria*, 140 pages, Lavoisier Editeur, Paris,(1995).
- Lawrie R.A., Ledward D.A., (2006): The spoilage of meat by infecting organism (157- 188). In *Lawrie's Meat Science (7th edition)*. Woodhead Publishing Limited, Abington Hall, Cambridge CB1 6AH: England, Abington; 442p
- Lawrie, R.A. (1998), *Lawrie's meat science*. 6th éd. Woodhead publishing limited,
- Layral G, Vierling E., (2007) : Physiologie du monde bactérien (37-66). In *Microbiologie et Toxicologie des Aliments : Hygiène et Sécurité Alimentaire. Sciences des Aliments*. Ed. Rueil-Malmaison Doin; Bordeaux CRDP d'Aquitaine; 290p
- Lemaire J-R., (1928). Les opérations de préparation des viandes. In : *Hyg. Et tech de la viande fraiche*, Paris : éd CNRS, pp 57-76.
- LEYERAL G et VIERLING E ., (2007) . *Microbiologie et toxicologie des aliments*. Editions Doin, p 54, 55, 81, 82.
- Leyral G. et Vierling E., (1997). *Microbiologie et toxicologie des aliments*. Editions Doin, p. 54, 55, 81, 82, 82.
- LoCHHEAD, A. G. (1926) The bacterial types occurring in frozen soil. *Soil Sci.*, 21, 225-231.
- MAHIEU H. : Modifications du lait après récolte. In : *Les laits, de la mamelle à la laiterie*, 397 pages, Lavoisier Editeur, Paris, (1984).
- Marchandin, H. (2007): *Physiologie bactérienne, Cours Bactériologie*. Faculté de Médecine Mont pellier – Nîmes p 1- 3.
- McLEAN, R. A., SULZBACHER, W. L., AND MUDD, S. (1951) *Micrococcus cryophilus*, spec. nov.; a large coccus especially suitable for cytologic study. *J. Bacteriol.*, 62, 723- 728.
- Mescle F. et Zucca J., (1988). L'origine des microorganismes dans les aliments. *Aspects microbiologiques de la sécurité et de la qualité alimentaire*. Paris, éd Tec et Doc. Lavoisier, pp 9-14.

- Mescle, J. F., et Zucca, J., (1988) :Comportement des microorganismes en milieu alimentaire. Microbiologie alimentaire. Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire.
- Mfouapon Njueya, (2006) : Etude de la contamination des surfaces dans la restauration collective, universitaires de Dakar devant la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto Stomatologie de Dakar pour obtenir le grade de docteur vétérinaire diplôme d'Etat. 100p.
- Micol D., Jurie C., and Hocquette J. F., (2010): Qualités sensorielles de la viande bovine. Impacts des facteurs d'élevage In: D. Bauchart and B. Picard (eds.) Muscle et viande de ruminant. p 163-172.
- MicrobetHyg. Ali, 14 (41): 19-30. microbienne des carcasses à l'abattoir. Industries Alimentaires et Agricoles , 273-282.
- Mirvish SS, Wallcave L, Eagen M, Shubik P (1972) Ascorbate-nitrite reaction: Possible means of blocking the formation of carcinogenic Nnitroso compounds. Sci 7: 65-68.
- Monin G., (1991) : Facteurs biologiques des qualités de la viande bovine. INRA Productions Animales4 (2): 151-160.
- Moran,T (1935) Post-mortem and refrigeration changes in meat. J. Soc. Chem. Ind. (London), 54, 149-151. 4ème année. Université Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc , p. 2, 16 - 17.
- Morisetti M., (1971). Public health aspect of food processing. In : Hygiène et technologie de la viande fraîche, Edition du CNRS. p 105-108.
- Morita RY (1975) Bacteriol Rev 29:144
- MULLER, M.(1903) tÜber das Wachstum und dieLebenstatigkeit von Bakterien, sowie den Ablauf fermentativer Prozesse bei nie-derer Temperatur unter spezieller Berucksichtigung des Fleisches als Nahrungsmittel. Arch. Hyg., 47, 127-193.
- Neumeyer K, Ross T, Homson G, McMeekin TA (1997) Validation of a model describing the effect of temperature and water activity on the growth of psychrotrophic pseudomonads. Int J Food Microbiol 38: 55-63.
- Nychas GJE, Skandamis PN, Tassou CC, Koutsoumanis KP (2008) Meat spoilage during distribution. Meat Sci 78: 77-89.
- Ockerman HW, Basu L (2004) Carcass chilling and boning. In: Encyclopedia of meat sciences, Jensen, WK (Ed.), Oxford: Elsevier. pp: 144-149.
- Ouali A., (1991) : Consequences des traitements technologiques sur la qualité de la viande. INRA Productions Animales4 (3): 195-208.

- Ouali A., (1992): Proteolytic and physicochemical mechanisms involved in meat texture development. *Biochimie*74 (3): 251-265.
- Ouali, A., Herrera-Mendez, C. H., Coulis, G., Becila, S., Boudjellal, A., Aubry, L.
- Pal M (2014) Preservation of various foods. Ph.D. Lecture Note, Addis Ababa University, College of Veterinary Medicine and Agriculture, Debre Zeit, Ethiopia. pp.1-11
- Pearson A.M. et Young R.B., (1989): Muscle and meat biochemistry. Food Science and Technology. A series of monographs. Academic Press, San Diego.
- Pearson, A.M., Gillet, T.A. (1999). Composition and Nutritive Value of Raw Materials and Processed Meats, Processed Meats, Third ed. Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg. 23-52.
- Perez-Chabela ML, Mateo-Oyague J (2004) Frozen meat: Quality and shelf life. In: Handbook of Frozen foods. Hui YH, P Cornillon, IG Legaretta, MH Lim, KD Murrell, Kit Nip W (Eds.), Marcel Dekker Inc. New York, USA.
- Pierre O. et Veit P., (1996), Plan de surveillance de la contamination par *Listeria monocytogenes* des aliments distribués. *Bulletin épidémiologique hebdomadaire*, 45,p195-197.
- PIERRE. D, Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments, volume 1, pp5, 6, 10, 204, 206.
- producers. FAO regional office for Asia and the Pacific Bangkok, (2007). ISBN: 978-974-7946-99-4.
- producers. FAO regional office for Asia and the Pacific Bangkok, 2007. ISBN: 978-974-7946-
- Rahman SF (1999a) Post harvest handling of foods of animal origin. In: Handbook of food preservation. Rahman SF (ed). Marcel Dekker, NY. pp: 47-54.
- Rahman SF (1999b) Food preservation by freezing. In: Handbook of Food Preservation. Rahman SF (Ed), Marcel Dekker, NY. pp: 259, 262, 268.
- Ray B (2004) Fundamental Food Microbiology (3rd Edition). CRC Press, FL. pp. 439-534.
- Refrigeration. Wood head publishing limited and CRC press LLC: Cambridge England. P 347.
- Rémond D., Peyron M. A., et Savary-Auzeloux, I. (2010). Viande et nutrition protéique.
- Roberts TA (1975) The microbial role of nitrite and nitrate. *J Sci Food Agri* 26: 1755-1760.
- Rosmini MR, Perez-Alvarez JA, Fernandez Lopez J (2004) Operational Processes for Frozen Red meat. In: Handbook of frozen foods. Hui YH, P Cornillon, IG Legaretta, MH Lim, KD Murrell and W Kit Nip, (Eds.) Marcel Dekker Inc. NY. pp: 177-179.

- Rosset R. (1974). Problèmes microbiologiques concernant le traitement des viandes par réfrigération et congélation. *Rev. Gén. Froid*, 1974, 65, 10, 1075-1082.
- Rosset R., (1982). Les méthodes de décontamination des viandes : traitement divers. *Hygiène et technologie de la viande fraîche*, P. 193-195
- Rosset R., Lameloise P., Dumont B., (1984) : Microbiologie de la viande (131-189). In *Les Viandes*. SOCOPA : Paris ; 645p.
- Roux M., (2006) : Structure, expression et polymorphisme du gène PRKAG3 bovin : implication dans le métabolisme musculaire et la qualité de la viande. Thèse de doctorat, Université de Limoges, Ecole Doctorale Sciences Technologie Santé. p 60.
- Rozier J., Carlier V., et Bolnot F., (1985) : Bases microbiologiques de l'hygiène des aliments. Paris, France, Sapaic, p. 230.
- RUBENTSCHIK, L. (1925) Über die Lebensfähigkeit der Urobakterien bei einer Temperatur unter 0°C. *Centr. Bakteriol. Parasitenk., Abt. II*, 64, 166-174.
- Russell, N. J. (1998). Molecular adaptations in psychrophilic bacteria: Potential for biotechnological applications. *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*, 1-21.
- Salvat G., Toquin M.T., Ermel G., (1995). Epidémiologie de *Listeria monocytogenes* dans la filière porcine. *Viandes Prod. Carnés*, 1997, 18, 6, 264-268
- Sentendreu M.A., Coulis G., Ouali A., (2002): Role of muscle endopeptidases and their inhibitors in meat tenderness. *Trends in Food Sci. Tech.* 13 (12):398-419.
- Sheridan J.J. , (1990): The ultra rapid shelling of lambs carcasses meat science. 28, 31-50.
- SMART, H. F. (1935) Growth and survival of microorganisms at subfreezing temperatures. *Science*, 82, 525.
- Smith T.P., Casas E., Rexroad C.E. III, Kappes S.M. and Keele J.W. (2000): Bovine CAPN1 maps to a region of BTA29 containing a quantitative trait locus for meat tenderness. *Journal of Animal Science*, 78(10):2589-2594.
- Staron T., (1982), *Viande et alimentation humaine* .Ed. Apria, Paris. P 110.
- SULZBACHER, W. L. 1950 Survival of microorganisms in frozen meat. *Food Technol.*, 4, 386-390.
- Sylla P., (1994). Contribution à l'étude de la qualité microbiologique et commerciale des merguez vendues sur le marché dakarais. Th : Mèd. Vèt., Dakar ; n° 13, 81 pages.
- TOME D., (2008). Qualité nutritionnelle des protéines de la viande. *Cahiers de Nutrition et*
- Totland G.K., Kryvi H. et Slinde E., (1988): Composition of muscle fibre types and connective tissue in bovine M. Semi tendinosus and its relation to tenderness. *Meat Science*. 23 (4), 303-315

- Touraille C., (1994): Effect of muscle characters on organoleptic traits in meat. *Rencontres Recherches Ruminants*, 1, 169-175. underlying mechanisms. *Meat Science* 74 (1): 44-58. Université Laval. P 12.
- USDA (2005) Food Safety Regulatory Essentials (FSRE) Shelf-Stable, Principles of preservation of shelf-stable dried meat products. United State Department of Agriculture. Food Safety and Inspection Service
- variability of ageing and toughness in beef M. Longissimus lumborum et thoracis, *Meat Science*, Vol.43, Nos 3-4, 321-333.
- Veiseth E., Koohmaraie M., (2005): Beef tenderness: significance of the calpain proteolytic system. In: J.F. Hocquette and S. Gigli (eds.), *Indicators of milk and beef quality*, EAAP Publ. 112, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, pp 111-126.
- VIALA A., BOTTA A., 2005. *Toxicologie*. 2e édit. Paris. No 571.95. VIA.
- Vierling E, (2003). *Les viandes dans l'aliment et boissons*. CRDP. France. 170 p.
- Vierling., (2008). *Aliments et boissons : filières et produits*. France : Editions Doin.
- Wilson r.T., (1984), *the camel*. London. Longman Groupe Ltd. p 153-172.
- Zamora F., Debiton E., Lepetit J., Lebert A., Dransfield E., et Ouali A., (1996): Predicting
- Zhou GH, Xu XL, Liu Y (2010) Preservation technologies for fresh meat A review. *Meat Sci* 86: 119-128.
- Ziane R.,(2007). *Physiologie*. Chapitre Le muscle et son fonctionnement, page, 4. 1ére
- ZoBELL, C. E. (1934) Microbiological activities at low temperatures with particular reference to marine bacteria. *Quart. Rev. Biol.*, 9, 460-466
- ZoBELL, C. E. AND CONN, J. E.(1940) Studies on the thermal sensitivity of marine bacteria. *J. Bacteriol.*, 40, 223-238.

ملخص

تعتبر اللحوم من أهم الأغذية فهي غنية جداً بـ (البروتينات، والفيتامينات، والمعادن، إلخ) مما يجعلها غذاءً كاملاً وبالتالي فهي تساعد على نمو الكائنات الدقيقة المسببة للأمراض. في الواقع، إن تلوث المنتج متنوع ومتعدد للغاية ويمكن أن يكون سببه أنواع مختلفة من الكائنات الحية الدقيقة، أي البكتيريا والعوامل التي تشجع على تكاثرها وعواقبها على صحة المستهلك. الهدف من هذه المذكرة هو جمع الحقائق ذات الصلة حول نمو البكتيريا المحبة للبرودة أثناء تحلل اللحوم. أولاً وقبل كل شيء، تم وصف الغذاء، أي صفات اللحوم والجودة (الحسية والتغذية والصحية)، والكائنات الحية الدقيقة الموجودة وعواقب تطور البكتيريا المحبة للبرودة وتأثيرها على اللحوم المبردة. تم عرض دور (النشاط المائي ودرجة الحرارة والأكسجين والعوامل الغذائية ودرجة الحموضة) في تطور البكتيريا الأولية للحوم. تلف اللحوم بسبب البكتيريا المحبة للبرودة والالتهابات السامة. أخيراً، تم عرض وسائل الحفظ ضد البكتيريا المحبة للبرودة في اللحوم وتحديد عوامل النشاط الداخلة في حياة الكائنات الدقيقة. الكلمات المفتاحية: اللحوم، الكائنات الحية الدقيقة، التلف، العدوى السامة، الحفظ، البكتيريا المحبة للبرودة.

Abstract

Meat is one of the most important foods It is very rich in (protein, vitamins, minerals, etc.) This makes it a complete food and therefore conducive to the growth of pathogenic microorganisms. In fact, product contamination is very diverse and numerous and can be caused by different types of microorganisms, namely bacteria, the factors favoring their multiplication and their consequences for consumer health. The aim of this this dissertation is to gather relevant facts about the growth of psychrophilic micro-organisms during the decomposition of meat. First of all, the food has been described, i.e. meat and meat qualities (organoleptic, nutritional and hygienic quality), the microorganisms found and the consequences of the development of psychrophilic microflora and the influence on chilled meat.) The characteristics of psychrophilic microflora were presented pathogens of meat and the main indicators and factors influencing meat contamination the involvement of (water activity, temperature, oxygen, nutritional factors and pH) in the development of the initial microflora of meat was presented. meat spoilage, and toxic infections Finally. The means of conservation against psychrophiles were presented and activity factors invuled in the life of microorganisms were identified .

Keywords : meat, microorganism, spoilage, toxin infection ,conservation. psychrophilic microflora.

Resume

La viande est des aliments les plus importants dans notre nutrition Elle est très riche en (protéine, vitamine, minéraux, ... etc.) Ce qui fait d'elle un aliment complet et donc propice à la croissance des microorganismes pathogènes. En effet, les contaminations des produits. sont très diverses et nombreuses elle peuvent être causées- par différents type des microorganismes, à savoir des bactéries, les facteurs favorisant leur multiplication et leurs conséquences sur la santé des consommateurs.

Le but de cet mémoire est de rassembler des faits pertinents sur la croissance de micro-organismes psychrophiles lors de la décomposition des viandes .

Tout d'abord , la nourriture a été décrite, c'est -à-dire de la viande et Qualités de la viande (Qualité organoleptique , nutritionnelle, hygiénique) Les microorganismes retrouvés Et les conséquences issues du développement de la microflore psychrophiles et Influence sur la viande réfrigérée. les caractéristiques les microflores psychrophiles ont été présentées pathogènes de la viande et Les principaux indicateurs et Facteurs influençant la contamination de la viande L'implication de(l'activité de l'eau, de la température, L'oxygène ,Facteurs nutritionnels et du pH) dans le développement de la microflore initiale de la viande a été présentée. L'altération des viandes, les toxi-infection

Enfin,. Ont a présentée les moyens de conservation contre les psychrophiles ont été présentées et des facteurs d'activité impliqués dans la vie des micro-organismes ont été identifiés.

Mots clés: viande, microorganisme, altération, toxi-infection, conservation, Les psychrophiles