

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE VÉTÉRINAIRE

Mémoire de Master

En vue de l'obtention du

Diplôme de Master complémentaire en sciences vétérinaires

Principaux modes de conservation des viandes rouges

Présenté par : D^r KADRI Boutheyna

Soutenu le : 07-01-2020

Devant le jury composé de:

Président :	GOUCEM R.	Maître assistant classe A
Promoteur :	BOUHAMED R.	Maître de conférences classe B
Examineur 1 :	HAMDI T.M.	Professeur
Examineur 2 :	BOUAYAD L.	Maître de conférences classe A

Année universitaire : 2018-2019

Remerciements

Louange à Dieu le tout Puissant pour m'avoir donné courage, volonté et force pour mener à terme ce travail.

Au terme de ce travail, je tiens à remercier,

Dr GOUCEM R., qui m'a fait l'insigne honneur d'accepter la présidence de mon jury de mémoire de master, votre qualité d'homme de science, votre modestie et votre rigueur dans le travail bien fait ont forcé mon admiration envers vous. Hommages respectueux.

Dr BOUHAMED R., qui m'a encadrée, grâce à votre orientation, votre richesse intellectuelle, votre rigueur scientifique et souci constant du travail bien fait, votre inestimable disponibilité ainsi que votre patience, cette modeste investigation a pu voir le jour, puissiez-vous trouver dans ce travail le témoignage de ma profonde gratitude.

Pro HAMDI T.M. et Dr BOUAYAD L., d'avoir acceptés en toute modestie d'examiner mon travail. Vous trouverez ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

Dr. Boutheyna kadri

Liste des abréviations

AA : Acide aminée

AAI: Acide aminée indispensable

AFNOR: Association Française de Normalisation

AG : Acide gras

ANC : Apports Nutritionnels Conseillés

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

ARM: Agriculture and Resource Management

A_w: Activité de l'eau

Ca : Calcium

CMFT: Comité Français des Techniques de la Viande

DLC: Date limite de consommation

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations

G: Gramme

H: Heure

H : Hydrogène

HR : Hygrométrie

K : Potassium

Kg: Kilogramme

Mg: Milligramme

Na : Sodium

O : Oxygène

OIE : Office International des épizooties

OMS : Organisation mondiale de la santé

pH: Potentiel Hydrogène

SANCO: South African National Civic Organization

S: Souffre

Liste des Figures

Figure 01 : Période de temps conseillés avant le transport pour le repos, l'abreuvement et l'alimentation des bovins rassemblés dans différentes conditions.....	04
Figure 02 : Etourdissement de l'animal par l'électricité.....	07
Figure 03 : Etourdissement de l'animal par un coup de pistolet.....	07
Figure 04 : Diagramme de production général.....	08
Figure 05 : Technique familiale de salaison.....	25

Liste des Tableaux

Tableau 01 : Durée de transport chez les différentes espèces.....	05
Tableau 02 : Composition en nutriments de trois muscles.....	11
Tableau 03 : Germes d'altération de la viande.....	17
Tableau 04 : Germes pathogènes de la viande	18
Tableau 05 : Différents types de germes rencontrés lors de la congélation de la viande.....	22

TABLE DES MATIÈRE

Introduction.....	01
--------------------------	-----------

Chapitre 01 : De l'animal sur pied à la viande

I. Types de viande et parcours de l'animal	03
II. Transport des animaux.....	03
II. 1. Chargement à la ferme.....	04
II. 2. Transport proprement dit	05
II. 3. Déchargement et conditions de stabilisation.....	06
III. Conditions physiques de l'animal.....	06
IV. Abattoir et abattage	07
IV. 1. Etourdissement.....	07
IV. 2. Abattage	07

Chapitre 02 : Qualités de la viande

I. Qualité nutritionnelle.....	09
I. 1. Composants tissulaires majeurs.....	09
I. 2. Protéines et acides aminés.....	09
I. 3. Micronutriments minéraux.....	10
I. 4. Micronutriments vitaminiques du groupe B.....	10
I. 5. Lipides et leur composition en acides gras.....	11
II. Qualité sensorielle	12
II. 1. Couleur	12
II. 2. Tendreté.....	12
II. 3. Jutosité.....	13
II. 4. Flaveur.....	13
III. Qualité hygiénique	14

Chapitre 03: Qualités microbiologiques et principales espèces bactériologiques de la viande

I. Caractéristiques microbiologiques	15
II. Principales espèces bactériennes.....	15

Chapitre 04 : Méthodes de conservation

I. Objectifs de la conservation	19
--	-----------

II.	Réfrigération.....	19
II.	1. Objectifs.....	19
II.	2. Incidences microbiologiques du stockage de la viande	20
II.	3. Techniques de réfrigération.....	20
III.	Congélation.....	21
III.	1. Influence de la congélation sur les microorganismes.....	21
IV.	Traitement thermique ou Fumage.....	23
IV.	1. Application de la fumée.....	23
IV.	2. Rôle de la fumigation.....	23
V.	Salaison.....	24
V.	1. Action du sel.....	26
V.	2. Pénétration de sel dans la viande.....	26
VI.	Additifs alimentaires.....	27
VII.	Autres méthodes.....	27
VII.	1. Fermentation	27
VII.	2. Conservation par acidification lactique.....	28
VII.	3. Irradiation.....	28
	Conclusion.....	29
	Références Bibliographiques.....	30

INTRODUCTION

Introduction

La viande occupe une place de choix dans notre alimentation en raison de son niveau de consommation qui reste très important. En effet, ce dernier représente 88 kg/an/habitant dont 26,2 kg de viande de bovin adulte et 4,2 kg de viande de veau (**Guesdon, 2008**).

La viande des ruminants présente de nombreux atouts. Elle apporte des protéines, des lipides, des vitamines du groupe B ainsi que des minéraux tels que le fer, le zinc et le sélénium, au point de pouvoir faire l'objet d'allégations nutritionnelles pour certains d'entre eux (**Bauchart et Gandemier, 2010**).

La couleur de la viande est liée à la notion de fraîcheur dans l'esprit du consommateur. Deux aspects sont pris en compte : le niveau de coloration de cette viande fraîche et la façon dont cette couleur persiste au fil du temps, soit sa plus ou moins grande rapidité d'altération en cours de conservation (**Normand et al., 2005**).

En plus des germes d'altération, cette denrée alimentaire permet la transmission de plusieurs dangers tels que les bactéries, les virus, les parasites et les champignons (**AFNOR, 2016**).

La viande fait l'objet de critiques récurrentes fondées sur des études épidémiologiques établissant une corrélation entre le niveau de consommation de viande, sa technique de conservation et la prévalence de certaines maladies principalement le cancer du côlon (**Norat et al., 2005**).

La protection de cette viande s'opère contre les facteurs d'agression physico-chimiques (température, oxygène, etc.), mais aussi et surtout contre les altérations microbiennes (bactéries, levures et moisissures) (**Bauchart et Picard, 2010**).

Afin d'éviter ou de limiter ces dangers, plusieurs méthodes de conservation ont été mises au point. En effet, avec le développement des sciences physiques, biologiques et médicales, d'une part, et l'amélioration du niveau de vie, d'autre part, l'être humain a inventé de nouvelles méthodes de conservation basées sur des principes scientifiques tels que la fermentation, la réfrigération et la congélation (**Bauchart et Picard, 2010**). Il convient de noter que la conservation de la viande a toujours constitué une garantie contre la famine mais a acquis une dimension politique et économique supplémentaire par l'accroissement de la population

Introduction

humaine. Pour les pays les moins avancés, l'absence de techniques de conservation de la viande présente un grave obstacle au développement viable de la production de viande par les petits éleveurs de bétail en milieu rural (FAO, 1990).

Notre étude bibliographique a pour objectifs de décrire les principaux modes de conservation des viandes. Pour ce faire, nous avons divisé ce présent travail en quatre chapitres :

- Le chapitre 1 décrit le parcours de l'animal de la ferme jusqu'à l'abattoir.
- Le chapitre 2 définit les qualités nutritionnelle, sensorielle et hygiénique de la viande.
- Le chapitre 3 expose les différentes caractéristiques microbiologiques de la viande.
- Le chapitre 4 comprend les méthodes de conservation de la viande.

Enfin, nous clôturerons cette recherche bibliographique par une conclusion.

CHAPITRE 01
DE L'ANIMAL SUR PIED À LA
VIANDE

I. Types de la viande et parcours de l'animal

A l'heure actuelle, il existe différents types de viandes. Par définition, la viande correspond à toutes les parties de la carcasse des animaux domestiques propres à la consommation humaine tels que les bovins, les ovins, les caprins et les équidés (**Belitz *et al.*, 2004**).

Traditionnellement, ces viandes sont classées par rapport à la couleur de leur chair (**Belitz *et al.*, 2004**) :

- Viandes blanches (veau, agneau de lait, chevreau).
- Viandes rouges (bœuf, mouton).
- Viandes noires (cheval).

Le parcours menant de la bête à la ferme au morceau de viande en boucherie comprend (**Belitz *et al.*, 2004**) :

- Le transport de l'animal vers le lieu de l'abattage.
- La stabulation.
- L'abattage de l'animal suivi de la saignée et des autres étapes de transformation.
- L'inspection post-mortem par les services vétérinaires.
- L'installation de la rigidité cadavérique (maintenue environ 20 h), puis sa résolution obtenue par entreposage dans un local frais et ventilé pendant une semaine.
- La découpe et le conditionnement effectués en ateliers de découpe ou dans les boucheries de détail.

II. Transport des animaux

Trois phases distinctes sont mises en évidence durant le transport des animaux:

- Le chargement à la ferme.
- Le transport proprement dit (durée, arrêts, repos, qualité de conduite).
- Le déchargement et les conditions de stabulation et de manipulation en bouverie avant abattage.

Quel que soit son mode, le transport constitue une phase difficile pour les animaux. Les modifications d'environnement qui interviennent (température, humidité, bruit, nouveaux

Chapitre 01 : De l'animal sur pied à la viande

congénères, *etc.*) conduisent à un stress plus ou moins important, avec des conséquences sur la qualité de la viande (SANCO, 2015).

II. 1. Chargement à la ferme

Pour être réalisé de façon optimale, il convient que le chargement à la ferme respecte au maximum l'état de tranquillité naturelle des animaux. Le chargement de nuit est pour cela préférable, car l'obscurité permet de masquer la majorité des modifications du milieu extérieur (forme du camion, rampe de chargement). Par ailleurs, l'animal devrait être amené du local de stabulation jusqu'au camion sans le forcer. De plus, une amenée par petits lots serait préférable (**figure 01**) (FAO/OMS, 2004).

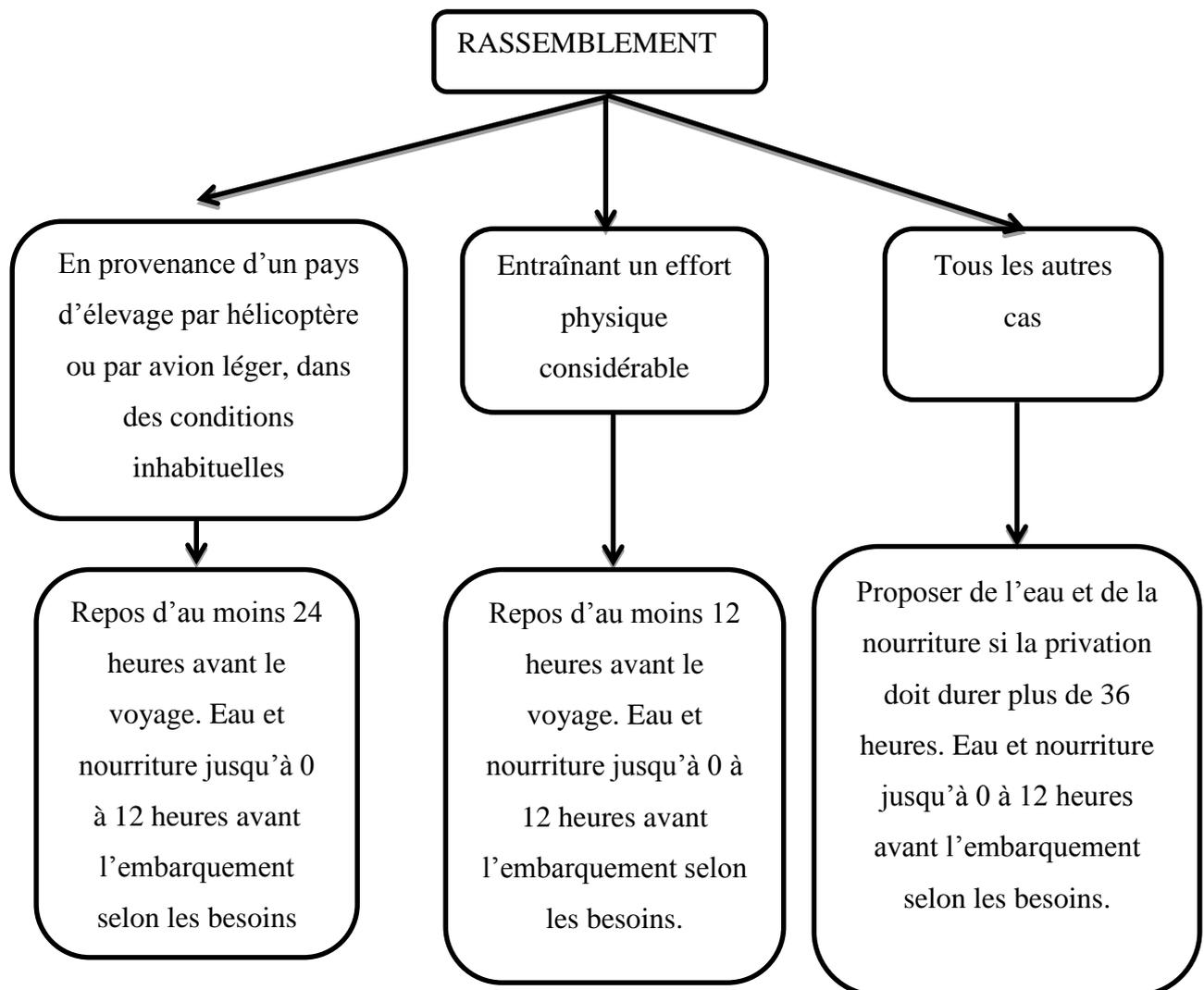


Figure 01 : Périodes de temps conseillées avant le transport pour le repos, l'abreuvement et l'alimentation des bovins rassemblés dans différentes conditions (ARM, 1999).

II. 2. Transport proprement dit

Pendant le transport, l'animal passe par 3 phases, à savoir une phase de stress violent, une phase d'adaptation et une phase de stress lié à la fatigue.

Le transport proprement dit requiert, quant à lui, le respect de plusieurs règles (SANCO, 2015) :

- Vérifier que toutes les portes de la zone de chargement sont fermées lorsque le camion est en mouvement.
- Vérifier que le camion permet de protéger les animaux contre le vent, soleil et la pluie.
- Conduire calmement et sans à coup pour éviter toutes blessures ou souffrance des animaux.
- Eviter les embouteillages, les incidents sur la route et les retards pendant le transport (temps du voyage de 1h30 à 2h).
- Faire une vérification générale du camion et des animaux à chaque arrêt.
- Manipuler les animaux correctement (espace suffisant, plancher non glissant, *etc.*).
- Maintenir une température (10 à 20°C) et une ventilation adéquates (système de ventilation).
- Assurer une alimentation et un abreuvement corrects et suffisants à chaque arrêt.

Les durées maximales de transport pour chaque espèce animale sont rapportées dans **le tableau 01**.

Tableau 01 : Durée de transport chez les différentes espèces (SANCO, 2015).

Espèces	Durée maximum du transport
Bovins	Adultes : 14 heures + 1 repos + 14 heures Veaux non sevrés : 9 heures + 1 repos + 9 heures
Volailles	Pas de durée maximale
Equins	Adultes : 24 heures Poulains (< 6 mois, avec la jument) : 9 heures + 1 repos + 9 heures
Ovins	Adultes : 14 heures + 1 repos + 14 heures Agneaux non sevrés : 9 heures + 1 repos + 9 heures

II. 3. Déchargement et conditions de stabulation

Afin de réduire le stress dû au transport et au changement d'environnement, le déchargement doit intervenir le plus rapidement possible dès l'arrivée du camion tel que décrit dans les points suivants (**Grandin, 1993**):

- Garer votre camion près de la zone de déchargement en le protégeant si possible des conditions climatiques extrêmes.
- Faire attention aux circuits «sales» et «propres» et vérifier la propreté de la zone de déchargement.
- Désinfecter et vérifier que les équipements liés au déchargement sont bien positionnés et ajustés pour limiter les blessures.
- Au déchargement, vérifier le nombre d'animaux par case, la densité et la ventilation.
- Manipuler les animaux calmement, sans précipitation. Prendre immédiatement en charge les animaux blessés et agir en conséquence.

- Conditions à respecter :

Afin d'obtenir des conditions de stabulation idéales, il est nécessaire de (**SANCO, 2015**) :

- Séparer les animaux par espèce et par taille.
- Limiter leur nombre pour qu'ils puissent se coucher.
- Régler la température entre 10°C et 20°C.
- Aérer suffisamment les locaux.

III. Conditions physiques de l'animal

Des cas de fatigue et d'indigestion peuvent être à l'origine du stress de l'animal. Par conséquent, il est préférable que ce dernier soit à jeun et calme avant son déplacement. Parfois, des injections de tranquillisants et de glucose sont autorisées pour réduire le stress et compenser la perte de réserves énergétiques (**CMFT, 1979-1998**).

IV. Abattoir et abattage

Un abattoir est un établissement assurant l'abattage, le traitement et éventuellement, dans certains pays, la distribution d'animaux de boucherie pour vente en détail.

IV. 1. Etourdissement

Dans certains pays, les animaux doivent être étourdis avant l'abattage à l'aide d'une méthode appropriée et reconnue qui entraîne un état d'inconscience immédiat se prolongeant jusqu'à la leur mort. Ce traitement rend les animaux insensibles à la douleur au moment de l'abattage. Par ailleurs, toutes les méthodes d'étourdissement devraient, entre autres, sécuriser le personnel et minimiser le stress ainsi que l'hémorragie capillaire. Les procédés utilisés pour l'étourdissement des animaux sont représentés par l'électricité, le CO₂, les ondes électromagnétiques, le coup de massue ainsi que le pistolet (Buncic, 2006 ; OIE, 2019). En Algérie, selon la législation, l'étourdissement des animaux est interdit à l'abattoir.

Les figures 02 et 03 schématisent certaines méthodes employées pour l'étourdissement de l'animal.



Figure 02 : Etourdissement de l'animal par l'électricité (Choughi, 2015).

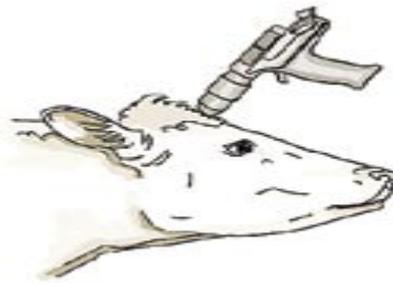


Figure 03 : Etourdissement de l'animal par un coup de pistolet (Choughi, 2015).

IV. 2. Abattage

L'abattage est réalisé dans des conditions minimales de stress, et ce, après un repos et une diète hydrique de 24 h, suivi par la saignée. Cette phase regroupe un ensemble d'étapes précises

Chapitre 01 : De l'animal sur pied à la viande

conduisant à l'obtention de carcasses, de muscles ou de pièces (abats) prêts à être commercialisés (OIE, 2019).

La figure 04 représente le diagramme de production général, et ce, dès l'arrivée de l'animal jusqu'à son expédition.

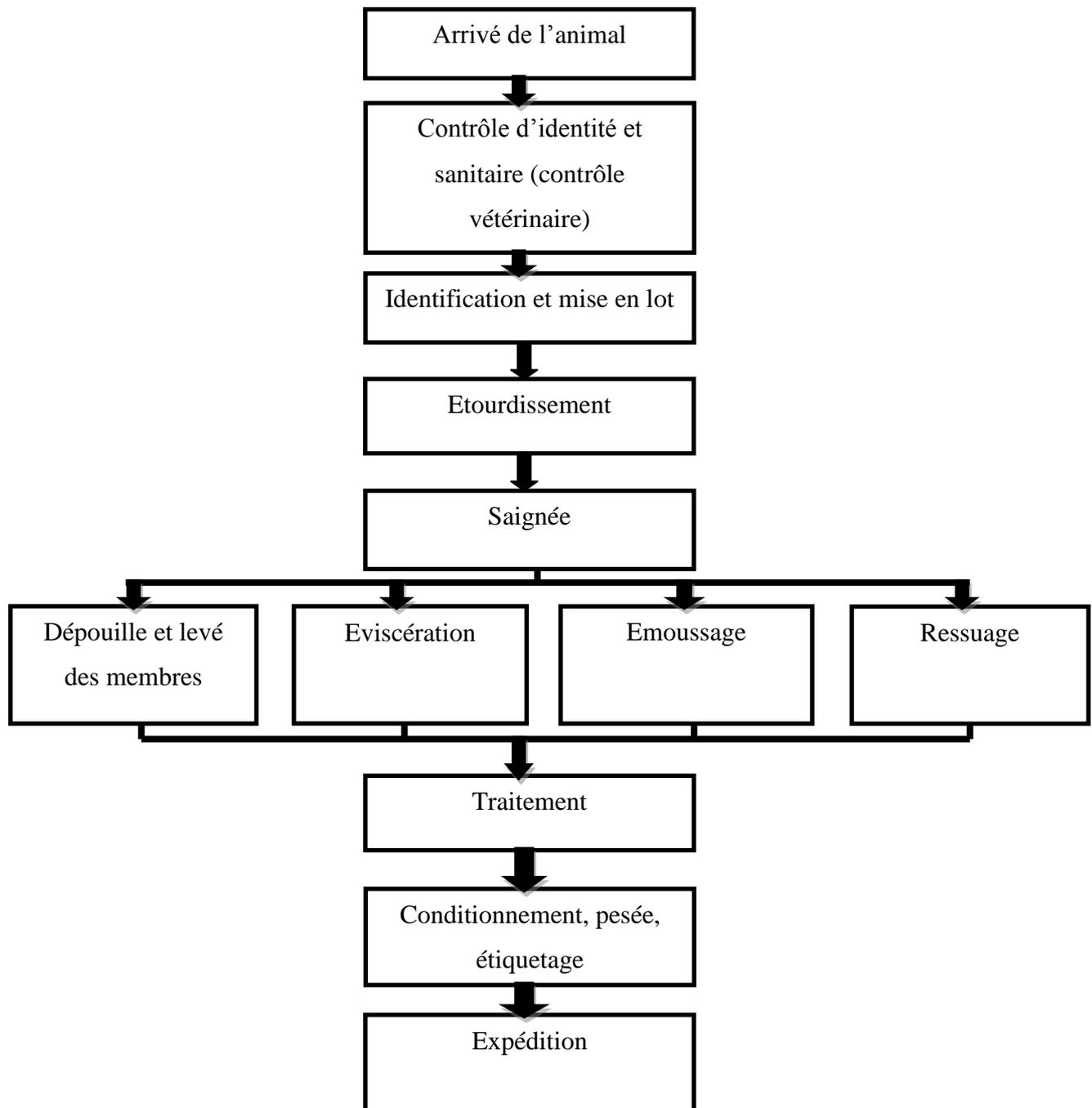


Figure 04 : Diagramme de production générale (Choughi, 2015).

CHAPITRE 02
QUALITÉS DE LA VIANDE

I. Qualité nutritionnelle

I. 1. Composants tissulaires majeurs

Les propriétés physiologiques, les pratiques d'élevage (type, âge, sexe et génotype des animaux, mode d'alimentation et caractéristiques des rations) et les pratiques de découpe des morceaux affectent la composition des muscles et des morceaux commercialisés (**Evrat-Georgel, 2005**).

Par ailleurs, la teneur en matière sèche des viandes varie selon les morceaux (de 25,6 à 29,9 g/100 g de tissu frais cru), laquelle est constituée majoritairement de protéines (19 à 23 g/100 g) et de lipides (phospholipides et triglycérides). En outre, les teneurs en matière sèche et en protéines sont très dépendantes de celle des lipides totaux. En effet, plus un morceau est riche en lipides, plus il est pauvre en eau et en protéines. Il convient de noter également que la teneur en lipides des morceaux est le paramètre le plus variable de la composition des viandes (2,3 à 8,7 g/100 g). Cependant, elle est peu influencée par la race (**Gandemier, 1995 ; Bauchart *et al.*, 2008**).

I. 2. Protéines et acides aminés

L'importance de la viande comme source de protéines est sans équivoque. En effet, avec en moyenne 20 g de protéines pour 100 g de tissu frais correspondant à près d'un tiers des apports nutritionnels quotidiens conseillés (ANC), la viande présente des quantités de protéines relativement élevées variant peu d'un morceau à un autre (**Geay *et al.*, 2002 ; Bauchart *et al.*, 2008**). Ces protéines sont riches en acides aminés essentiels (non synthétisés par l'organisme humain) comme la lysine et l'histidine. Globalement, la quasi-totalité des acides aminés apportés par les protéines de la viande est absorbée. De plus, lors de la digestion, des peptides bioactifs natifs tels que la carnosine et le glutathion ayant un rôle important dans la prévention des complications secondaires liées à différentes pathologies sont libérés. Une étude *in vivo* sur un animal modèle a montré que suite à l'ingestion de viande de bœuf, un nombre important de peptides contenant pour beaucoup des séquences d'acides aminés connus pour avoir une activité anti-hypertensive est libéré de manière reproductible. Enfin, la haute digestibilité des protéines de la viande est particulièrement adaptée à la nutrition des personnes âgées. Des stratégies

nutritionnelles sont aujourd'hui développées pour lutter contre la fonte musculaire (sarcopénie) liée à l'âge (**Rémond *et al.*, 2010**).

I. 3. Micronutriments minéraux

Cent grammes de viande fraîche apportent de 2,04 à 3,77 mg de fer, essentiellement sous forme hémique (65% à 75% du fer total). La teneur en fer de la viande dépend du morceau de viande (55% de la variance totale) et très peu de la race. Par contre, ce paramètre reste très variable d'un individu à un autre. La teneur en fer est très dépendante du type métabolique des muscles qui composent le morceau. A titre d'exemple, les muscles glycolytiques (plat de côtes et faux-filet) sont les plus pauvres en fer (2,2 à 2,3 mg/100 g), alors que les muscles les plus oxydatifs (hampe, bavette et joue) sont les plus riches (3,2 à 3,7 mg/100 g). Concernant les muscles à métabolisme intermédiaire ainsi que les autres muscles (paleron, entrecôte et macreuse), ils apportent des quantités intermédiaire en fer (2,5 à 2,9 mg/100 g) (**Bouchart *et al.*, 2008**).

La relation entre teneur en fer et métabolisme énergétique des muscles s'explique par le fait que les muscles oxydatifs utilisent les lipides qu'ils oxydent pour leurs besoins énergétiques. De ce fait, ces muscles ont besoin d'oxygène apporté par la myoglobine contenant du fer et mettent en œuvre, pour oxyder les acides gras, des enzymes dont bon nombre contiennent du fer dans leur site actif (**Bouchart et Gandemier, 2010**).

Par ailleurs, il est à noter qu'une portion de 100 g de viande de bœuf couvre de 20% à 30% des apports nutritionnels conseillés (ANC) en fer, zinc et sélénium de l'homme et de la femme adultes (**ANSES, 2001**).

I. 4. Micronutriments vitaminiques du groupe B

La viande apporte de 3,7 à 5,8 mg/100 g de vitamine B3. Ce paramètre dépend à parts égales du morceau et de l'individu. Les morceaux composés de muscles glycolytiques tendent à être plus riches en vitamine B3 que ceux composés de muscles oxydatifs. De plus, la viande est une source de vitamine B6 ou pyridoxine dont les apports varient de 0,15 à 0,51 mg/100 g. Ce paramètre dépend du muscle et de l'individu même si les morceaux formés de muscles oxydatifs tendent à en contenir plus que ceux composés de muscles glycolytiques. En outre, la viande est riche en vitamine B12 avec des apports de 1,2 à 7,2 µg/100 g selon le morceau considéré. Ce

Chapitre 02 : Qualité de la viande

paramètre est étroitement lié au morceau (93% de la variabilité). En effet, les morceaux composés de muscles glycolytiques (faux-filet, tende de tranche, plat de côtes, entrecôte) en sont les plus pauvres (1 à 3 µg/100 g), alors que les muscles oxydatifs (joue, hampe et bavette) en sont plus riches (4,4 à 7,8 µg/100 g) (**Rogowski, 1980; Rock, 2002**).

I. 5. Lipides et leur composition en acides gras

La teneur en lipides des viandes est le paramètre le plus variable de par sa composition chimique (2,3 à 8,7 g/100 g tissu frais pour les races françaises). Par ailleurs, cette teneur varie principalement selon le morceau considéré (55% de variabilité) (**Geay et al., 2002 ; Bauchart et al., 2008**). En outre, la race, le système de production, l'âge, le sexe et l'état d'engraissement à l'abattage modifient également la teneur moyenne en lipides des muscles. Toutefois, l'avantage de la viande bovine représenté par l'élimination facile du gras visible par le consommateur dans son assiette et, de ce fait, la possibilité de diviser par un facteur 2 à 3 la quantité de lipides ingérés (**Lebret et al., 2015**).

Le **tableau 02** présente la composition en nutriments de trois morceaux de viande.

Tableau 02 : Composition en nutriments de trois muscles (**ANSES, 2001 ; Bauchart et al., 2008**).

	Tende de tranche	Bavette	Entrecôte
Energie (kcal/100 g)	113	133	162
Macronutriments			
- Protéines (g/100 g)	23	20,2	20,8
- Lipides (g/100 g)	2,3	5,7	8,7
Micronutriments			
- Minéraux			
- Fer (mg/100 g)	2,8	3,3	2,5
- Zinc (mg/100 g)	3,5	6,8	5,2
- Sélénium (µg/100 g)	10,1	11,1	10,1
- Vitamines			
- B3 (mg/100 g)	5,2	4,2	4,4
- B6 (mg/100 g)	0,5	0,3	0,3
- B12 (µg/100 g)	1,2	3,1	1,6

II. Qualité sensorielle

Les propriétés sensorielles d'un aliment sont représentées par les caractéristiques que le consommateur peut percevoir directement grâce à ses sens. Pour la viande, les principales caractéristiques sensorielles sont la couleur, la tendreté, la jutosité et la saveur.

Elles sont classées selon trois modalités (**Touraille, 1994**) :

- Qualitative, qui est la caractéristique de ce qui est perçu (goût salé, etc.).
- Quantitative, qui représente l'intensité de la sensation (peu intense à intense).
- Hédonique, qui caractérise le plaisir ressenti par le consommateur.

II. 1. Couleur

La couleur est la première caractéristique perçue par le consommateur. C'est souvent la seule dont il dispose pour choisir la viande au moment de l'achat, en particulier dans les circuits de distribution actuels. La couleur rouge de la viande lui est conférée par un pigment, la myoglobine, dont le rôle est de transporter l'oxygène dans le muscle comme l'hémoglobine dans le sang (**Rennerre, 1990**). Au sein du muscle, la myoglobine se trouve sous forme réduite, de couleur pourpre, en raison de l'absence d'oxygène. En surface, au contact de l'air, elle se trouve sous forme oxygénée, de couleur rouge vif, couleur appréciée lors de l'achat. Après une exposition prolongée à l'air, elle prend une couleur brunâtre, couleur désagréable à l'œil de l'acheteur (**Brouard-Jabet, 2001; Institut de l'élevage, 2006**). Par ailleurs, la couleur de la viande est aussi dépendante de la proportion de fibres musculaires de type oxydatif qui est supérieure à celle des viandes blanches (**Listrat *et al.*, 2015**).

II. 2. Tendreté

La tendreté peut être définie comme la facilité avec laquelle une viande se laisse trancher et mastiquer, au contraire d'une viande dure, difficile à mastiquer (**Touraille, 1994**). C'est la qualité sensorielle la plus déterminante pour le consommateur de viande (**Grunert *et al.*, 2004 ; Normand *et al.*, 2014**). C'est aussi le critère de qualité d'origine multifactorielle le plus variable, et donc le plus difficile à maîtriser ou à prédire (**Micol *et al.*, 2010**). Deux facteurs principaux jouent un rôle dans la tendreté de la viande. Nous avons d'une part, le tissu conjonctif, de par sa

Chapitre 02 : Qualité de la viande

quantité et sa nature et, d'autre part, la structure myofibrillaire, de par son état de contraction et son amplitude de maturation au-delà de l'abattage.

Par ailleurs, la tendreté est appréciée soit par des méthodes d'analyse sensorielle faisant appel à des jurys entraînés, soit par des méthodes instrumentales qui reposent sur les propriétés physiques ou rhéologiques de la viande (cisaillement, compression) (**Bouley *et al.*, 2004; Chazet *et al.*, 2009**).

II. 3. Jutosité

La jutosité représente un caractère plus ou moins sec de la viande au cours de la consommation. On distingue la jutosité initiale, celle qui est perçue au premier coup de dent de la jutosité soutenue. La première est surtout liée à la quantité d'eau présente et libérée lors de la mastication, la seconde est plutôt en relation avec la teneur en lipides de la viande. Le facteur essentiel qui va jouer sur la jutosité est la capacité de rétention d'eau du muscle. Le pH de la viande est déterminant pour la jutosité. Une viande à très bas pH a tendance à perdre son eau et à être sèche. Par contre, les viandes à haut pH ont une très bonne rétention d'eau et présentent une jutosité supérieure (**Touraille, 1994**).

II. 4. Flaveur

La flaveur de la viande est le résultat de la sollicitation de deux sens, le goût et l'odorat. C'est une perception olfacto-gustative. La perception de l'odeur est produite par des composés chimiques volatils de faible poids moléculaire qui stimulent les récepteurs de l'épithélium nasal. Le goût est généralement sollicité par des substances solubles dans l'eau et d'un poids moléculaire plus élevé que les composés volatils. La viande à l'état cru n'a que très peu de goût, à l'exception du goût de sang, et contient très peu de composés aromatiques. Ce n'est qu'au cours de la cuisson (mode, température, durée, *etc.*) que le goût développe. Les composés aromatiques responsables de la flaveur de la viande cuite sont issus de deux grands types de réaction induits par le chauffage. Il s'agit d'une part, de la réaction de Maillard qui se produit entre les acides aminés et les sucres et, d'autre part, de la dégradation des lipides (composés de triglycérides et de phospholipides). Cette dernière conduit à une large gamme de composés aromatiques. C'est ainsi que la quantité et la nature des lipides, modulables selon le type d'animal et sa conduite d'élevage, sont souvent en relation avec l'appréciation de la flaveur des viandes (**Dumond *et al.*, 1987**).

III. Qualité hygiénique

L'aliment doit préserver la santé du consommateur, donc il ne doit présenter aucun résidu toxique, ni être le siège d'un développement bactérien susceptible de produire des éléments nocifs. Cette exigence est bien évidemment reconnue par la législation, et ne peuvent être mis sur le marché que des aliments ne présentant aucun risque pour la santé (**Touraille, 1994**). Une contamination initiale aussi faible que possible, un respect rigoureux des règles d'hygiène et une application continue du froid assure une bonne consommation du point de vue sanitaire (**Vierling, 2003**). Notons qu'une contamination post-mortem résulte généralement du contact avec des mains, des vêtements, des matériels ou des installations sales (**FAO, 1994**).

CHAPITRE 03

**CARACTERISTIQUES
MICROBIOLOGIQUES ET
PRINCIPALES ESPECES
BACTERIOLOGIQUES DE LA
VIANDE**

Chapitre 03 : Caractéristiques microbiologiques et principales espèces bactériologiques de la viande

I. Caractéristiques microbiologiques

Plusieurs études mettent en évidence la présence effective de certaines espèces bactériennes pathogènes pour l'homme ou responsables de l'altération de la viande dans l'environnement des ateliers et des abattoirs ou dans les carcasses. Ainsi, **Borda et al. (2009)** ont pu détecter la présence de différentes espèces de clostridies sur des carcasses de mouton et dans les chaînes de fabrication associées. Des résultats similaires ont été observés pour des viandes bovines (**Moschonas et al., 2009**), et des variations saisonnières du taux de présence de ces espèces ont été observées. Par ailleurs, une contamination croisée, par contact entre animaux, a pu être mise en évidence pour des espèces telles que *E.coli* et *Pseudomonas fluorescens* (**Collis et al., 2004**). Il a de même été montré que certains microorganismes comme les salmonelles pouvaient persister dans les environnements des abattoirs ou sur les carcasses, même après des étapes de nettoyage et de désinfection poussées (**Small et al., 2006**).

Nous pouvons donc déduire que malgré l'application des règles d'hygiène, la viande sera contaminée par une grande variété d'espèces bactériennes, et ce, à un taux initial relativement faible. La nature de la matrice viande et les conditions de sa conservation conditionneront par la suite le développement de cet écosystème microbien (**Labadie, 1999**). Ainsi, ces microorganismes représentés par les bactéries potentiellement pathogènes pour l'homme ainsi que la flore d'altération peuvent conduire à des défauts d'hygiène, entraînant un risque sanitaire ou une perte économique. Toutefois, d'autres espèces bactériennes dites désirables, même en nombre élevé n'auront pas d'impact sur la qualité de la viande. Elle pourront même exercer un rôle positif en influençant l'écosystème bactérien de la viande au détriment d'espèces indésirables (**Moschonas et al., 2009**).

II. Principales espèces bactériennes

Selon **Sakala et al. (2002)** et **Mora et al. (2003)** et **Nastasijevic et al. (2009)**, de nombreuses études concernent l'analyse de la flore d'altération mais aucune ne rapporte une description exhaustive des différentes espèces présentes et de leur niveau de population.

De multiples raisons expliquent les données partielles disponibles :

Chapitre 03 : Caractéristiques microbiologiques et principales espèces bactériologiques de la viande

-La plupart des études utilisent des méthodes culturales qui consistent à isoler les espèces bactériennes sur des milieux de cultures adaptés. Ces méthodes permettent de dénombrer des espèces, des genres ou des groupes de bactéries connus, mais pas toujours de discerner précisément certaines espèces.

-La taxonomie bactérienne a été considérablement remodelée au cours des dernières années, ce qui a abouti à la reclassification de nombreuses espèces bactériennes. De même, de nouvelles espèces ont été décrites.

En revanche, la détection d'espèces pathogènes est relativement bien documentée, en particulier pour *E. coli* O157:H7 et *Listeria monocytogenes*. En effet, l'impact sur la santé de la présence d'espèces pathogènes et l'obligation réglementaire nécessitent des moyens de détection rapides et efficaces. Dans ces cas précis, la contamination, même à un faible niveau, doit pouvoir être mise en évidence.

Tel que susmentionné, trois grands types bactériens se partagent la niche viande (**Gamage et al., 1998 ; Janda et Abbott, 2006**) :

-Des espèces potentiellement pathogènes pour le consommateur, qui ne provoquent pas d'altération visible du produit, peuvent être dangereuses pour l'homme, même lorsqu'elles sont présentes en faible nombre. Pour certaines espèces, les règles européennes en vigueur imposent un taux maximal autorisé dans les viandes.

-Des espèces altérantes dont le développement excessif ou certaines propriétés métaboliques les rendent délétères pour la viande en provoquant des altérations du goût, de l'odeur, de la couleur ou de la texture. Ces espèces ne présentent en général pas de risque pour la santé du consommateur.

-Des bactéries inoffensives pour la santé et pour la viande, voire bénéfiques pour ce dernier, au point qu'on envisage pour certaines d'entre elles de les rajouter dans la viande pour en améliorer la conservation.

Il faut noter toutefois que la frontière entre les catégories n'est pas toujours très bien délimitée. Ainsi, des espèces considérées comme altérantes peuvent dans certains cas, selon les souches ou le niveau de population, s'avérer pathogènes ; on les qualifie alors de pathogènes opportunistes. Ainsi, *Hafnia alvei*, connue comme altérante de la viande, est également référencée comme une

Chapitre 03 : Caractéristiques microbiologiques et principales espèces bactériologiques de la viande

bactérie opportuniste pathogène (**Janda et abbott, 2006**). De même, des espèces peuvent être généralement considérées comme bénéfiques mais, dans le cas de certaines souches particulières ou d'un développement excessif, peuvent passer au statut d'altérantes. C'est le cas notamment des espèces du genre *Carnobacterium* qui peuvent être considérées comme des cultures protectrices dans certains cas, mais également comme des bactéries d'altération, notamment des viandes (**Leisner et al., 2007**).

Le tableau 03 présente les types d'altération ainsi que les mécanismes adoptés par les germes d'altération de la viande.

Tableau 03 : Germes d'altération de la viande (**Choughi, 2015**).

Types d'altération	Bactéries	Mécanisme
Putréfaction profonde	<i>Clostridium perfringens</i>	Protéolyse
Putréfaction superficielle	- <i>Pseudomonas</i> - <i>Acinetobacter</i>	Protéolyse
Production d'odeurs: acide fromage soufrée	-Bactérie lactiques - <i>Brochotrix thermosphacta</i> - <i>S. liquefaciens</i> / <i>Alteromonas</i>	Glucidolyse AG volatils AA soufrés
Altération de couleur verdissement	- <i>Pseudomonas</i> - <i>Brochotrix thermosphacta</i> -Lactobacilles	Production H ₂ S Production H ₂ O ₂

AA : Acide aminée ; AG : Acide gras ; H : Hydrogène ; O : Oxygène ; S : Souffre.

Le tableau 04 groupe les principales bactéries pathogènes transmissibles à l'homme suite à l'ingestion de viandes.

Chapitre 03 : Caractéristiques microbiologiques et principales espèces bactériologiques de la viande

Tableau 04 : Germes pathogènes de la viande (Choughi, 2015).

Bactéries	Intoxication/Symptômes
<i>Clostridium botulinum</i> A, B et E	-Dédoublment de la vision -Gorge sèche puis paralysie des muscles (respiratoires) -Mort en absence de traitement
<i>Staphylococcus aureus</i>	-Vomissements suivi quelques heures après de diarrhées -Guérison rapide mais risque d'hypotension parfois mortelle
<i>Salmonella</i>	-Gastro-entérite aigues, -Forte fièvre, -Vomissements -2j après longue Convalescence -Mort parfois
<i>Clostridium perfringens</i> <i>Bacillus cereus</i>	-Douleurs abdominales -Diarrhées, -Parfois vomissements - 14j après guérison rapide
<i>E. coli verotoxinogène</i>	-Coliques hémorragiques -Défaillance rénale aigue
<i>Listeria monocytogenes</i>	Si l'individu est immuno-déprimé : méningite (maux de tête), avortement
<i>Campylobacter</i>	-Fièvre -Nausée et vomissements -Douleurs abdominales -Diarrhée légère puis grave et sanglante

CHAPITRE 04
MÉTHODES DE CONSERVATION

I. Objectifs de la conservation

Les méthodes utilisées lors de la conservation des aliments ont pour objectif d'allonger la durée de vie de ces produits. Il existe plusieurs méthodes de conservation telle que le séchage, la salaison, la réfrigération et la congélation. Tous ces traitements ont pour objectif d'arrêter ou d'inhiber la croissance des microorganismes (**Bourgeois et Leveau, 1991**).

La conservation de la viande consiste à maintenir sa qualité microbiologique en ralentissant la vitesse de prolifération des microorganismes et garder ses propriétés organoleptiques et nutritionnelles en éliminant les mécanismes d'altération intrinsèque et extrinsèque. La bonne conservation d'un aliment résulte d'une optimisation réussie entre différents paramètres tels que l'allongement de la date limite de consommation (DLC) des viandes fraîches selon des conditions de stockage et la qualité de l'aliment (**Durand et al., 2006**).

II. Réfrigération

La réfrigération consiste à entreposer les aliments à des températures basses proches du point de congélation de l'eau mais toujours positives. En général, cette température se situe aux alentours de 0°C à 4°C. La réfrigération doit donc être appliquée à un produit sain, intervenir rapidement et ne pas subir d'interruption depuis la récolte jusqu'à la consommation. La durée de conservation reste, en tout état de cause, limitée et variable d'un produit à un autre. (**Boumendjel et Taibi, 2015**).

II. 1. Objectifs

La réfrigération a pour buts de (**Boumendjel et Taibi, 2015**) :

- Conserver les aliments dans un état très voisin de leur état initial en ralentissant les réactions chimiques et enzymatiques et en retardant la multiplication des microorganismes.
- Retarder la prolifération microbienne en détruisant un nombre limité de germes.
- Freiner les mécanismes de dégradation de la matière, vivante ou non, et le métabolisme cellulaire des organes vivants (activité respiratoire, croissance et maturation).

Chapitre 04 : Méthodes de conservation

-Abaisser la température de la viande pour éviter la putréfaction qui se développe très rapidement (en moins d'un jour) sur des carcasses fraîchement abattues et conservées à température ambiante. Cet abaissement assure aussi une sécurité vis-à-vis des germes pathogènes responsables d'intoxications alimentaires.

II. 2. Incidences microbiologiques du stockage de la viande

- Germes d'altération

La croissance des germes psychrophiles aérobies à Gram négatif responsables d'altérations (*Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Serratia*, etc.) des viandes est en général ralentie entre 0°C et 4°C à des $A_w < 0,96$.

- Germes pathogènes

La réfrigération limite l'activité des germes susceptibles de provoquer des toxi-infections alimentaires. Leur multiplication s'effectue surtout au voisinage de 37°C.

II. 3. Techniques de réfrigération

- Grosses carcasses

La réfrigération des grosses carcasses est divisée en deux parties (**Bezahra et Foundou, 2019**) :

-Réfrigération lente : Procédé traditionnel de refroidissement à l'air ambiant à une température voisine de 15°C.

-Refroidissement rapide : Dans une chambre moderne de réfrigération avec circulation forcée d'air à des températures voisines de 5°C. C'est la technique la plus utilisée actuellement.

- Petites carcasses

La réfrigération des petites carcasses comprend 3 parties (**Bezahra et Foundou, 2019**) :

-Refroidissement par immersion : Les carcasses sont immergées dans un fluide d'eau continu à des températures 0-4°C pendant 45 min

-Refroidissement par air : Les carcasses sont placées dans un tunnel à circulation d'air à 0°C.

-Refroidissement par voie sèche : Passage de carcasses dans un congélateur à -35°C pendant 75 min.

III. Congélation

Une grande quantité d'eau contenue dans la viande fraîche est transformée en glace par le processus rapide de congélation (**Dave et Ghaly, 2011**). Le taux de congélation augmente avec la diminution de la température (**Rosmini *et al.*, 2004**). La vitesse de congélation (lente et rapide) affecte la qualité de la viande de manière significative. Pendant la congélation lente, la formation de gros cristaux de glace endommage les cellules et entraîne une dénaturation des protéines, c'est pourquoi la qualité de la viande congelée rapidement est meilleure (**Rahman, 1999**). Les caractéristiques de la viande fraîche sont conservées par cette méthode (**Dave et Ghaly, 2011**), la durée de conservation est prolongée, la croissance microbienne et les phénomènes chimiques sont inhibés (**Lawrie et Ledward, 2006**). En effet, le développement microbien s'arrête à -12°C, et l'inhibition totale du métabolisme cellulaire a lieu en dessous de -18°C (**Perez et Mateo, 2004**).

III. 1. Influence de la congélation sur la prolifération des microorganismes

- Action du procédé de congélation

La congélation empêche les microorganismes (bactéries, champignons microscopiques) de se multiplier.

La congélation agit sur la flore microbienne de plusieurs manières (**Lawrie et Ledward, 2006 ; Dave et Ghaly, 2011**) :

- Elle abaisse la température (réduit la vitesse de multiplication).
- Elle transforme l'eau en glace (réduit l' A_w).
- Elle altère la structure ou du métabolisme des germes (lésions des membranes et dénaturation des protéines par les cristaux d'eau).

- Action du stockage en congélation

La destruction des microorganismes est d'autant plus importante que le stockage est plus long. La destruction des germes est graduelle, touchant plus les cellules les plus sensibles. Les plus résistantes persistent et survivent à la congélation le long de la durée de stockage.

Chapitre 04 : Méthodes de conservation

- Sensibilité des microorganismes à la congélation

La sensibilité des microorganismes à la congélation varie selon (**Lawrie et Ledward, 2006 ; Dave et Ghaly, 2011**) :

- La nature de l'espèce.
- La phase de développement des microorganismes (les cellules sont plus sensibles en phase exponentielle qu'en phase de latence ou en phase stationnaire). L'activité métabolique est réduite donc moins influencée par l'abaissement de la température.
- Les facteurs physico-chimiques du milieu : pH (survie microbienne à pH neutre est plus importante).
- La vitesse et température de congélation.
- La température et la durée de stockage en congélation.

La multiplication des microorganismes à des températures inférieures à -12°C est rares. Cependant les enzymes produites auparavant par les germes et transférées à la viande sont encore actives à basse température, ce qui entraîne des modifications protéiques de la qualité au cours du stockage en congélation.

Les différents types de germes pouvant proliférer lors de la congélation de la viande sont rapportés dans le **tableau 05**

Tableau 05 : Différents types de germes rencontrés lors de la congélation de la viande (**Choughi, 2015**).

Catégories	Germes
Germes très sensibles	Levures et moisissures en phase de bourgeonnement, cellules végétatives de bactéries Gram négatif (<i>Coliformes, Pseudomonas, Salmonelles...</i>)
Germes moyennement résistants	Germes résistantes : cellules végétatives de bactéries Gram positif (<i>Staphylocoques, Microcoques, Entérocoques...</i>).
Germes résistants	formes végétatives de levures et de moisissures et les spores bactériennes (<i>Bacillus, Clostridium</i>)

IV. Traitement thermique ou Fumage

Le fumage ou fumaison consiste à soumettre la viande à l'action directe ou indirecte de la fumée issue de la combustion de certains végétaux ou bois. Ce procédé vise à donner un effet sec à la viande, un goût désirable, une odeur agréable et permettait de conserver la viande (**Kalilou et Zakhia, 1999**). Le fumage de la viande est un procédé utilisé comme méthode de conservation. Il permet en effet de prolonger sa durée de vie, grâce à la présence de certains composants antimicrobiens dans la fumée qui inhibent la croissance de nombreux microorganismes (**EssiaNgang et al., 2010**).

IV. 1. Application de la fumée

- Fumage à froid

Le fumage à froid est utilisé surtout pour les produits sensibles comme le poisson. Dans ce type de fumage, la température de la fumée est maintenue entre 20-25°C. Elle n'excède pas 28°C et est régulée par admission d'air et par passage de la fumée dans un échangeur. Le pourcentage d'humidité varie entre 20-28 % et la durée de fumage varie de quelques heures à quelques jours (**EssiaNgang et al., 2010**).

- Fumage à chaud

Suivant la température, le produit subit un début de cuisson véritable. Le fumage à chaud peut commencer à 30-35°C pour se terminer à 50-55°C voir à 75-80°C. Il est suivi d'un étuvage ou d'une cuisson. Par ailleurs, la durée de fumage peut aller jusqu'à 20 à 60 min (**EssiaNgang et al., 2010**).

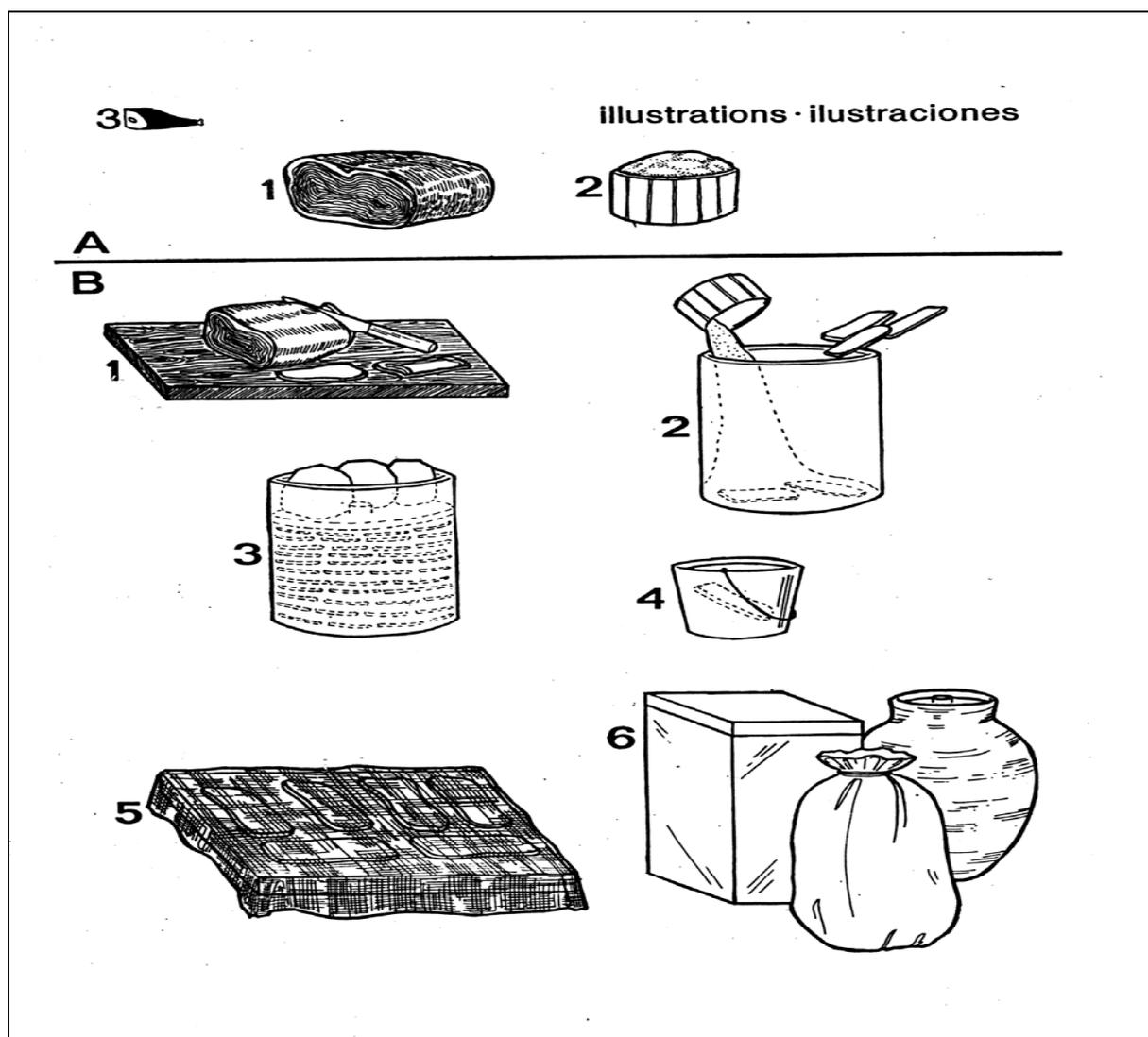
IV. 2. Rôles de fumage

Le fumage améliore la couleur (dû à la présence des carbonyles et amines), la flaveur (phénols) et procure des propriétés anti-oxydantes et anti-microbiennes au produit (dû à la présence des phénols et acides) (**Ismail et Swan, 2000**).

V. Salaison

Le sel exerce un contrôle sur la croissance de la plupart des microorganismes, en les empêchant de se développer complètement. Cependant, son action n'affecte pas certaines espèces de bactéries dont la présence est souhaitable ; celles-ci étant plus tolérantes à la présence de sel. Par ailleurs, le salage est utilisé isolément pour conserver certains poissons, des viandes ou des légumes. Protégé des altérations par le sel, l'aliment n'est pas consommable en l'état. De ce fait, il est nécessaire de le dessaler avant usage. Il est à noter que deux grandes variantes existent quant à l'utilisation du sel, soit le salage à sec, soit le saumurage. Certaines viandes se prêtent mieux que d'autres à un type de salage donné. C'est ainsi que pour un même animal, les muscles de couleur foncée seront traités au sel sec, pendant que les plus clairs seront saumurés (Boumendjel et Taibi, 2015).

La figure 05 regroupe les différentes techniques familiales de salaison.



A : Ce qu'il vous faut ; 1. Viande ; 2. Sel de qualité comestible ; B : Instructions ; 1. Mettre la viande sur une planche propre en bois dur (autre que du contreplaqué) et la couper en tranches d'environ 1 cm d'épaisseur et 5 cm de largeur ; 2. Répandre une couche de sel dans le fond d'une cuve ou d'un tonnelet propre. Recouvrir le sel d'une couche de viande en s'assurant que les morceaux ne touchent pas les bords du récipient si ce dernier n'est pas en bois, en terre ou en acier inoxydable ; 3. Continuer à alterner une couche de sel et une couche de viande jusqu'à ce que le récipient soit plein. Mettre le couvercle sur la cuve ou le tonnelet et y poser des pierres. Laisser la viande sécher pendant deux semaines ; 4. Enlever la viande et la mettre dans de l'eau potable froide pour éliminer l'excès de sel. La laisser dans l'eau pendant 2 à 3 heures. Changer l'eau deux ou trois fois ; 5. Disposer la viande sur des treillis métalliques et mettre ces treillis au soleil pour sécher la viande. Bien la protéger contre les mouches en la recouvrant d'une moustiquaire ou de tout autre écran jusqu'à ce que la surface soit sèche ; 6. Mettre la viande dans des récipients métalliques, des sacs en plastique ou des pots en terre étanches.

Figure 05 : Technique familiale de salaison (FAO, 2005).

V. 1. Action du sel

Le sel agit sur la viande par différentes actions (**Brigitte et al., 2005**) :

- Rôle bactériostatique :
 - A partir de 5 % : le sel inhibe la plupart des microorganismes notamment les *Pseudomonas* et ralentit la croissance des bactéries aérobies.
 - A 10 % : le sel inhibe la croissance de nombreux germes, ce qui constitue son pouvoir conservateur.
- Rôle d'agent de sapidité : apport de goût salé. La concentration de sel dans les aliments est passée de 7 à 8 % avec une date limite de consommation (DLC) assez longue à moins de 3 %. Ainsi, afin d'assurer une meilleure protection du consommateur, il est nécessaire de prévoir soit un maintien au froid positif, soit une solution mixte.
- Action sur l'activité de l'eau (A_w).
- Action sur les protéines : le sel augmente leur solubilité (protéines musculaires ou myofibrillaires), ce qui attendrit la viande.

V. 2. Pénétration du sel dans la viande

La pénétration du sel dans la viande est liée à l'établissement d'un équilibre entre les concentrations de sel à l'intérieur et l'extérieur de la viande. La vitesse de pénétration du sel est influencée par différents facteurs (**Boumendjel et Taibi, 2015**) :

- Facteurs externes

- Température : l'élévation de la température favorise la pénétration du sel.

- Concentration du sel : il existe une relation linéaire entre la concentration du sel et la vitesse de pénétration de celui-ci.

- Facteurs internes

- pH : plus le pH est élevé moins le sel pénètre facilement.

- Présence de gras freinerait la pénétration du sel.

VI. Additifs alimentaires

Les additifs alimentaires sont des composés qui ne sont généralement pas des produits d'origine alimentaire. Ils sont ajoutés dans le but d'améliorer le conditionnement, la fabrication, les propriétés de conservation, l'arôme, la couleur, la texture ainsi que l'apparence des aliments (**Corinne, 2006**).

Les produits susceptibles d'être utilisés sont représentés par (**Corinne, 2006**) :

- Les produits ingérés par les animaux ou injectés avant l'abattage sont principalement les antibiotiques, les antioxydants et les tranquillisants.
- Les produits appliqués sur les carcasses dès l'abattage, à savoir les gaz (ozone, vapeur d'eau, *etc.*), les liquides ou les solutions telles que l'eau chaude au-dessus de 70°C, l'hypochlorique de sodium à 200-250 mg/l, les solutions diluées d'eau oxygénée, les solutions d'acides organiques, d'acide borique et de borates.
- Les auxiliaires de la conservation qui ne sont autres que les nitrates (NaNO_3 à 500 ppm), les nitrites (NaNO_2 à 200 ppm), les polyphosphates, les métabilsulfites (Na, K), les acides organiques (acétique, propionique, sorbique, benzoïque) et leurs sels (Na, K, Ca), les antibiotiques, les antifongiques, les épices et les condiments (poivres, oignon, clou de girofle, thym, moutarde, *etc.*)

VII. Autres méthodes

VII. 1. Fermentation

La fermentation est l'une des plus anciennes technologies utilisées pour la conservation des aliments. Quels que soient les produits, il se déroule une fermentation naturelle due au développement d'une flore microbienne qui est fonction de la contamination initiale et des conditions de préparation (**Vignolo et al., 2010**).

Toutefois, les viandes fermentées peuvent être classées en deux catégories selon leur degré de séchage et leur pH final (**Vignolo et al., 2010**) :

- Les viandes fermentées demi-séchées qui résultent d'une fermentation rapide avec une température relativement élevée, une hygrométrie (HR) d'environ 90 %, et un pH final de 4,7.

-Les viandes séchées, conséquence d'une fermentation lente de plusieurs jours à des températures relativement élevée. En outre, l'activité de l'eau (A_w) du produit passe initialement de 0,96 à 0,51 en fin du séchage (**Vignolo et al., 2010**).

VII. 2. Conservation par acidification lactique

Le pH est un paramètre très important dans la conservation de la viande car à des valeurs données, certaines bactéries peuvent voir leur croissance très ralentie voir même inhibée. La diminution du pH ralentit la multiplication d'une grande partie de la flore de contamination de la viande. Toutefois, les levures et les moisissures sont beaucoup plus tolérantes que les bactéries à des pH bas. La croissance optimale de ces dernières se situe entre 5 et 6. Cependant, certaines d'entre elles peuvent se multiplier à un pH égal à 3 et d'autres à un pH égal à 8 (**Fournier, 2003**).

VII. 3. Irradiation

La stérilisation des viandes par les radiations a été largement expérimentée. Les rayons ultraviolets, infrarouges, électroniques, de haute énergie, X et Y obtenus à partir d'isotopes radioactifs (Cobalt 60, Césium 137) ainsi que les micro-ondes ont été principalement testés. Par ailleurs, les traitements par les rayons infrarouges et les micro-ondes sont des traitements thermiques ; le premier est superficiel tandis que le second est à cœur. Quant aux radiations ionisantes (rayons X, Y et électrons de haute énergie), elles agissent en libérant à partir des constituants irradiés, des électrons, des protons et des radicaux libres qui désorganisent la matière et tuent les microorganismes. Aux doses stérilisantes, pourtant appliquées à de basses températures (-5°C à -40°C), les modifications chimiques sont détectables par l'apparition de la saveur, la variation de couleur, la diminution de la capacité de fixation de l'eau et la réduction des vitamines. De plus, afin que les viandes irradiées soient progressivement hydrolysées par les enzymes résiduelles, elles doivent être soit conservées au froid ou chauffées à 65-70°C, soit entreposées aux hautes températures positives (**Choughi, 2015**).

CONCLUSION

Conclusion

Le processus de transport des animaux fait partie des opérations nécessaires pour la transformation du muscle en viande. Cette étape est généralement appelée manipulation avant abattage ou manipulation ante-mortem. Elle consiste à transporter l'animal de la ferme à l'abattoir, et l'introduire dans la chaîne d'abattage sans précipitation ni bousculade afin d'obtenir une viande de bonne qualité organoleptique.

La viande est une source non négligeable de protéines bien équilibrées en acides aminés et très digestives chez l'homme. Elle est également riche en fer, en zinc et en vitamines B3 et B6. Elle constitue en outre une source majeure de sélénium et de vitamines B12. De plus, la viande est un aliment très attractif, en particulier grâce à ses qualités sensorielles de couleur, tendreté, flaveur et jutosité. Ces qualités sont le fruit de mécanismes biologiques complexes qui interviennent dans l'élaboration de leurs déterminants physico-chimiques et métaboliques.

La viande est un écosystème complexe regroupant des espèces bactériennes variées pouvant être représentées soit par des germes d'altération, pathogènes ou bénéfiques.

Différents modes de conservation de la viande tels que la fermentation sont mis au point afin de réduire sélectivement les bactéries indésirables pour le produit ou pour la santé du consommateur, tout en favorisant le développement des bactéries bénéfiques. Ces modes reposent sur les grands principes de la conservation qui permettent d'éviter l'altération de la viande grâce à des procédés tels que la réfrigération, la congélation, la salaison, le traitement thermique ou le fumage.

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- AFNOR, 2016** : Module de soutien ISO 22000, N°8 Identification des dangers dans l'HACCP.
- ANSES, 2001** : Apports nutritionnels conseillés pour la population française. 3ème édition. Tec & Doc Lavoisier. AFSSA Editions, Paris, France, P 605.
- ARM, 1999**: Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand. Australian model code of practice for the welfare of animals: land transport of cattle. Collingwood, Australie, CSIRO.
- Bauchart.D, Chantelot.F et Gandemer.G, 2008** : Qualités nutritionnelles de la viande et des abats chez le bovin : données récentes sur les principaux constituants d'intérêt nutritionnel. Cah. Nutr. Diét. 43 (HS1), 1S29-1S39.
- Bauchart.D et Picard.B, 2010** : Muscle et Viande de Ruminant. (Eds). Editions Quae, Versailles, France, P 133-142.
- Belitz.HD, Grosch.W, Schieberle.P, Burghagen.MM, 2004**: Food chemistry. Berlin : Springer, P 1070 . ISBN 3540408185.
- Benzahra.FZ et Foundou.R, 2019** : Aptitudes de l'extrait à l'hexane aqueux de Rosmarinus officinalis à la conservation de la viande ovine à 4°C, Master en sciences agronomique, contrôle de la qualité des aliments.
- Bouley.J, Meunier.B, Culioli.J et Picard.B, 2004** : Analyse protéomique du muscle de bovin appliquée à la recherche de marqueurs de la tendreté de la viande. In : 11 es Rencontres Recherches Ruminants, 8-9 décembre, Paris, P 87-89.
- Boumendjel.M et Taibi.F, 2015** : Conservation et stockage des denrées alimentaires. Editions universitaires européennes. Sarrebruck, Allemagne. P 104.
- Bourgeois.CM et Leveau JV, 1991** : Techniques d'analyses et contrôle dans les industries agro-alimentaire. 2ème édition Lavoisier. P 45.
- Brigitte.MVB, Brigiet .VDB et Corlien. H, 2005** : La conservation du poisson et de la viande © Fondation Agromisa, Wageningen. P 36-37.
- Broda.DM, Boerema.JA et Brightwell.G, 2009**: Sources of psychrophilic and psychrotolerant clostridia causing spoilage of vacuum-packed chilled meats, as determined by PCR amplification procedure. *Journal of Applied Microbiology*, 107(1), P 178-186.

Références bibliographiques

Brouard Jabet.S, 2001: Etude de la couleur des viandes de jeunes bovins abattus à l'entreprise Soviba. Institut de l'élevage, Paris, 2013204.

Buncic.S, 2006: Integrated food safety and veterinary public health. School of veterinary science, University of Bristol.

Chaze.T, Hocquette.JF, Meunier.B, Renand.G, Journaux.L, Capel.C et Picard.B, 2009 : Recherche de marqueurs de tendreté de la viande de jeunes bovins de races à viande par analyse protéomique. In : 1-es Rencontres Recherches Ruminants, 2-6 décembre, Paris, P 151-154.

Choughi.N, 2015 : Technologie et qualité des viandes, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie , Département des Sciences Alimentaires Bejai, Algérie. P 6, 23, 28.

CMFT, 1979-1998 : Comité français des techniques de la viande. Viandes et produits carnés. France : decombat, 1979-1998,P 84 . ISSN 02410389.

Collis.VJ, Reid.C-A, Hutchinson.ML, Davies.MH, Wheeler.KPA, Small.A et Buncic.S, 2004: Spread of maker bacteria from the hides of cattle in a simulated livestock market and at an abattoir. Journal of food Protection, 67(11), P 2397-2402.

Corinne.G, 2006: Additifs alimentaires, le guide indispensable pour ne plus vous emposonner, Eds. Chariot d'or.

Dave.D et Ghaly.AE, 2011 : Meat spoilage mechanisms and preservation techniques : A critical Review.Am. J. Agric. Bid. Sci, 6(4), P.486-510.

Dumond.R, Teissier.JH, Bonnemaire.J et Roux.M, 1987: Early calving heifers *versus* maiden heifers for beef production from dairy herd, 16, P 21-35.

Durand.D, Savary-Auzeloux.I, Ortigues-Marty.I, Thomas.E, Scislawski.V, Peyron.A et Bauchart.D, 2006 : Effet de la conservation de la viande bovine sur le processus de peroxydation lipidique et proteique, 11 ème JSMTv-Clermont Fd. P 77.

Essia-Ngang J.J, Sado K.S.L, Kouette K.V, Patrignani. F et Guerzoni .E, 2010: Microbial and chemical qualities assessment of smoked-cured meat of different species in cameroon. 22 th International IG FMH symposium, Food Micro. Microbial behavior in the food chain. Copenhagen 30 august-3 september.

Références bibliographiques

Evrat-Georgel.C,2005: Etude préalable sur la construction d'une table de composition nutritionnelle des produits carnés (viands et abats de ruminants), Ofival-Interbev-CIV-Institut de l'élevage,P 154.

FAO, 1990: ISBN 92-5-102744-7, P.5. D:/cd3wddvd/NoExe/.../meister10.htm, consulté le 18/10/2019.

FAO, 1994 : Technique et règles d'hygiène en matière d'abattage et de la manipulation de la viande dans l'abatage. ISBN. Rome. P 23-24 Filière lait et viande rouge : 2 Filières et marché des viandes rouges en Algérie (Synthèse du Gredaal).

FAO/OMS, 2004 : Projet de Code d'usages en matière d'hygiène pour la viande. Dans le Rapport de la 10e session de la Commission du Codex sur l'hygiène de la viande. Alinorm 04/27/16.Rome(disponibleàl'adressesuivante:ftp://ftp.fao.org/codex/Alinorm04/AL04_16e.pdf).

FAO, 2005 : Techniques Familiales, Conservation des aliments, Viande : Séchage par salaison, P 2.

Gamage.SD, Luchansky.JB et Ingham.SC, 1998: Pulse field electrophoresis typing of *Hafnia alvei* isolated from chub-packaged and retail ground beef. Letters in Applied Microbiology, 26(2), P 105-109.

Gandemier.G, 1995 : Qualité nutritionnelle des lipides de la viande bovine. Le point vétérinaire, 26, P 167-172.

Geay.Y, Bauchart.D, Hocquette.J.F et Culioli.J, 2002 : Valeur diététique et qualités sensorielles des viandes de ruminants, Incidence de l'alimentation des animaux. INRA Prod. Anim., 15, P 37-52.

Grandin.T, 1993: Livestock handling and transport. Wallingford, Royaume-Uni, CAB International. P 350 .

Grunert.KG, Bredahl.L et Brunsø.K, 2004: Consumer perception of meat quality and implications for product development in the meat sector-a review. Meat Sci., 66, P 259-272.

Guesdon.JC, 2008: Productions bovines: chiffres clés 2008 en lait et viande. Office de l'élevage, Tendances, 183, P 11.

Institut De L'élevage, 2006 : Le point sur la couleur de la viande bovine. Institut del'élevage-Interbev, Paris.

Références bibliographiques

Ismail.A et Swan.JE, 2000: Muqumad-a traditional Somali Meat Product. Abstract of a paper presented at NZIFST/MIRINZ Joint conference 2000, Auckland.

Janda.JM et Abbott.SL, 2006: The genus *Hafnia*: from soup to nuts. Clinical Microbiology reviews, 19(1),P 12-18.

Kalilou.S et Zakhia.N, 1999: Traditional methods of processing meat in Niger. Tropical science 39, P 18-22.

Labadie.J, 1999: Consequences of packaging on bacterial growth. Meat Science, 52(3), P 299-305.

Lawrie.RA et Ledward.DA, 2006: Lawrie's Meat science, 7 ème ed. Cambridge, Woodhead publishing England.

Lebret.B, Prache.S, Berri.C, Lefèvre.F, Bauchart.D, Picard.B, Corraze.G, Médale/F, Faure.J et Alami-Durante.H, 2015 : Qualités des viandes : influences des caractéristiques des animaux et de leurs conditions d'élevage. In : Numéro spécial, Le muscle et la viande. Picard B., Lebret B. (Eds). INRA Prod. Anim., 28, P 151-168.

Leisner.JL, Lauren.BG, Presvost.H, Drider.D et Dalgaard.P, 2007: *Carnobacterium*: positive and negative effects in the environments and foods. FEMS Microbiology Reviews, 31, P 592-613.

Listrat.A, Lebret.B, Louveau.I, Astruc.T, Bonnet.M, Lefaucheur.L et Bugeon.J, 2015: Structure et composition du muscle et qualités de la viande. In : Numéro spécial, Le muscle et la viande. Picard B., Lebret B. (Eds). INRA Prod. Anim., 28, P 125-136.

Micol.D et Lherm.M, 2010 : Viande bovine en France. Quels types de production pour quels produits ? In : "Muscle et Viande de Ruminant". Bauchart D., Picard B. (Eds). Editions Quae, Versailles, France, P 3-13.

Mora.D, Scarpellini.M, Franzetti.L, Colombo.S et Galli.A, 2003: Reclassification of *Lactobacillus maltaromicus* (Miller *et al*, 1974) DSM 20342(T) and DSM 20344 and *Carnobacterium piscicola* (Collins *et al*, 1978). International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 53 (3), P 675-678.

Moschonas.G, Bolton.DJ, Sheridan.JJ et McDowell.DA, 2009: Isolation and sources of blown pack spoilage clostridia in beef abattoirs. Journal of Applied Microbiology, 107(2), P 616-624.

Références bibliographiques

- Nastasijevic.I, Mitrovic.R et Buncic.S, 2009:** Occurrence of *Escherichia coli* O157 on hides of slaughtered cattle. Letters in Applied Microbiology, 46(1), P 126-131.
- Norat.T, Bingham.S, Ferrari.P, Slimani.N, Jenab.M, Mazuir.M, Overvad.K, Olsen.A, Tjonneland.A et Clavet.F, 2005:** Meat, fish, and colorectal cancer risk : the European prospective investigation into cancer and nutrition. Journal of the National Cancer Institute, 97(12), P 906-916.
- Normand.J, Moevi.I, Lucbert.J, Pottier.E, 2005:** Institut de l'élevage, le point sur l'alimentation des bovins et des ovins et la qualité des viandes.
- Normand.J, Rubat.E, Evrat-Georgel.C, Turin.F et Denoyelle.C, 2014:** Les français sont-ils satisfaits de la tendreté de la viande bovine ? Viandes Prod. Carnés, 30, P 1-7.
- Nychas.GJE, Skandamis.PN, Tassou.CC et Koutsoumanis.KP, 2008 :** Meat spoilage during distribution. Meat Science, 78(1-2), P 77-89.
- OIE, 2019:** Code sanitaire pour les les animaux terrestres P 1, 13.
- Oksuztepe.KG, Ilhalk.OI et Patir.B, 2006:** Chemical and microbiological quality of fermented sauvages made from Camel meat. Medycyna weterynaryjna 62, P 893-896.
- Perez-chabela.ML et Mateo-oyague.J, 2004:** Frozen Meat: quality and shelf life. In: Hui, Y. H. Cornillon, P.
- Rahman.SF, 1999:** Food preservation by Freezing. In : Rahman S.F(Ed). Hand book of food preservation. NY, Marcel Dekker. P 262-268.
- Rémond.D, Peyron.MA et Savary-Auzeloux.I, 2010 :** Viande et nutrition protéique. In : "Muscle et Viande de Ruminant". Bauchart D., Picard B. (Eds). Editions Quae Versailles, France, P 133- 142.
- Renner.M, 1990:** Factors involved in the discoloration of beef meat. Int. J. Food Sci. Technol., 25, P 613-630.
- Rock.E, 2002:** Les apports en micronutriments par la viande. In : 9es Journées des sciences du muscle et technologie de la viande, Clermont-Ferrand, France.
- Rogowski.B, 1980:** Meat in human nutrition. World Review Nutrition and Dietetic, 34, P 46-101.

Références bibliographiques

Rosmini.MR, Perez-Alvarez.JA et Fernandez-Lopez.J, 2004: Operational processus for frozen red meat.

Sakalla.RM, Kato.Y, Hayashidani.H, Murakami.M, Kaneuchi.C et Ogawa.M, 2002: *Lactobacillus fuchuensis* sp. nov, Isolated from vacuum-packaged refrigerated beef. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 52(4), P 1151-1154.

SANCO, 2015 : Fiches développées en colloboration avec les membres du consortium, du focus groupe Equins et les professionnels, projet européen, Animal Transport Guides.

Small.A, James.C, James.S, Davies.R, Lie-Bana.E, Howell.M, Hutchison.M et Buncic.S, 2006: Presence of *Salmonella* in the red meat abattoir lairage after routine cleansing and disinfection and on carcasses. Journal of Food Protection, 69(10), P 2342-2351.

Touraille.C, 1994: Incidence des caractéristiques musculaires sur les qualities organoleptiques des viandes. Rencontres Recherches Ruminants, 1, P 169-176.

Virgnolo.G, Fontana. C et Fadda.S, 2010: Semi-dry and dry fermented sauvages. In : Toldra, F.(ed) hand book of meat processing. Wiley-Black well, Ames, Ioma. P 379-398.

Virling.E, 2003 : Les viandes dans l'aliment et boissons. CRDP. France .P 58-78.P 170.

Résumé

Le processus de transport des animaux fait partie des opérations nécessaires pour la transformation du muscle en viande.

Par ailleurs, la viande est riche en protéines et en acides aminés. Elle est également riche en fer, en zinc et en vitamines B3 et B6. Elle constitue en outre une source majeure de sélénium et de vitamines B12.

D'autre part, la viande est un écosystème complexe regroupant des espèces bactériennes variées pouvant être représentées soit par des germes d'altération, pathogènes ou bénéfiques.

Enfin, différents modes de conservation de la viande sont mis au point afin de réduire sélectivement les bactéries indésirables pour le produit ou pour la santé du consommateur tout en favorisant le développement des bactéries bénéfiques.

Mots clés : Viande, qualité, composition, conservation, germes d'altération.

Summary

The process of transporting animals is part of the operations necessary for the transformation of muscle into meat.

In addition, the meat is rich in proteins and amino acids. It is also rich in iron, zinc and vitamins B3 and B6. It is also a major source of selenium and vitamins B12.

On the other hand, meat is a complex ecosystem bringing together various bacterial species that can be represented either by spoilage, pathogenic or beneficial germs.

Finally, different methods of preserving meat are developed in order to selectively reduce bacteria that are undesirable for the product or for the health of the consumer while promoting the development of beneficial bacteria.

Keywords: Meat, quality, composition, preservation, spoilage germs.

ملخص

تعتبر عملية نقل الحيوانات جزءًا من العمليات اللازمة لتحويل العضلات إلى لحم.

بالإضافة إلى ذلك ، اللحوم غنية بالبروتينات والأحماض الأمينية. كما أنها غنية بالحديد والزنك والفيتامينات B3 و B6. كما أنها مصدر رئيسي للسيلينيوم والفيتامينات B12.

من ناحية أخرى، اللحم هو نظام بيئي معقد يجمع بين أنواع بكتيرية مختلفة يمكن تمثيلها إما عن طريق التلف أو الجراثيم المسببة للأمراض أو النافعة.

أخيرًا ، يتم تطوير طرق مختلفة للحفاظ على اللحوم من أجل تقليل البكتيريا غير المرغوب فيها بشكل انتقائي للمنتج أو لصحة المستهلك مع تشجيع تطوير البكتيريا المفيدة.

الكلمات المفتاحية: اللحم ، الجودة ، التكوين ، الحفظ ، جراثيم التلف.