République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeride Tizi-Ouzou

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

DÉPARTEMENT DE BIOCHIMIE-MICROBIOLOGIE

Mémoire

De fin d'études en vue de l'obtention du diplôme Master II en Biologie
Option : Microbiologie appliquée

THÈME

Etude de la qualité nutritionnelle, microbiologique du pâté de volaille. Essai d'élaboration d'un pâté végétal.

Présenté par

-M^lle^ OUAKED Lynda
- M^lle^MORAKEB Ferroudja

Devant le jury

- M^r^. SADOUDI A.	**MCB (UMMTO)**	**President**
- M^me^ KOLLI Z.	**MAA (UMMTO)**	**Examinatrice**
- M^r^ AMROUCHE T.	**MCB (UMMTO)**	**Examinateur**
- M^elle^. BENAHMED DJILALI A .	**MCB (UMMTO)**	**Promotrice**

Session2015/2016

SOMMAIRE

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Introduction 1

Chapitre I : Généralité sur le pâté

1.1 Historique 2

1.2 Définition 3

1.3 Composition 3

1.3.1 Composants carnés 3

1.3.2 Composants non carnés 3

1.3.3 Les agents de conservation 4

Chapitre II : Pâté de volaille

2.1 Les volailles 6

2.1.1 Apport énergé que 6

2.1.2 Eau 6

2.1.3 Les protéines 6

2.1.4 La teneur en lipides 6

2.1.5 Vitamines 6

2.1.6 La teneur en sel minéraux 7

2.2 Composition du pâté de volaille 8

2.3 Processus de fabrica on du pâté de volaille 9

Chapitre III : Légumes et Légumineuse

3.1 Légumes 12

3.2 Légumineuses 15

Chapitre IV : Qualité du pâté de volaille

4.1Définition 16

4.1.1 La qualité nutritionnelle 16

4.1.2 La qualité hygiénique 16

4.1.3 La qualité organoleptique 17

4.1.4 La qualité technologique. 17

4.1.5 La qualité marchande 17

Chapitre V : La contamination microbiologique du pâté

5.1 Origine des micro-organismes peuplant le pâté 18
5.1.1 Contamination d'origine exogène 18
5.1.1.1 La flore de l'air 18
5.1.1.2 La flore de l'eau 18
5.1.1.3 La flore commensale de l'homme 18
5.1.1.4 La vermine 18
5.1.2 Contamina on d'origine endogène 18
5.1.2 .1 Cas d'animaux sains 19
5.1.2.2 Cas d'animaux malades 19
5.2 Evolution de la contamination au cours des traitements d'élaboration de pâté 19
5.2.1 Contamina on par l'usine 19
5.2.2 Contaminations au cours d'opérations technologiques 19
5.2.3 Les contamina ons au cours de la commercialisa on 19
5.3 Identification des germes 20
5.3.I Flore d'altération 20
5.3.2 La flore pathogène 20
5.4 Influence des micro-organismes sur la qualité de pâté 20
5.4.1 Les aspects d'altéra on 21
5.4.1.1 Les altéra ons d'origine extrinsèque 21
5.4.1.2 Les altéra ons d'origine intrinsèque 21
5.4 .1.2.1 Les altéra ons non enzyma ques 21
5.4.1.2.2 Les altéra ons enzyma ques 21

Chapitre VI : Durée de vie de pâté de volaille

6.1. Définition 23
6.2. Facteurs influençant la durée de vie microbiologique du pâté 23
6.3. Détermination de la durée de vie 23

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre VII : Matériel et méthodes

7.1 Présentation de l'unité 25

7.2Matériels 28

7.2.1 Matériel u lisés à l'analyse microbiologique 28

7.2. 1.1 Appareillage 28

7.2. 1.2 Verreries 28

7.2. 1.3 Autres instruments de prélèvement 29

7.2. 1.4 Milieux de culture 29

7.2.1.5 Réac fs 29

7.2.2Matériel utilisés à l'analyse physico-chimique 29

7.1.2.1Appareillage 29

7.1.2.2Réactifs 29

7.2 Méthodes 29

7.2.1 Test de vieillissement du pâté de volaille de l'UCTVO 30

7.2.1.1 Echan llonnage et prélèvement 30

7.2.2 Elabora on d'un pâté végétal 31

7.2.2.1 Analyse sensorielle 33

7.2.2.2. Test de stabilité 34

7.2.3. Analyses microbiologiques du pâté de volaille de l'UCTVO et le meilleur pâté végétal 34

7.2.3.1 Recherche et dénombrement des germes 36

7.2.3.1.1 Germe à incidence technologique 36

7.2.3.1.2 Germes à incidence sanitaire 36

7.2.4 Analyses physico-chimiques des pâtés 38

7.2.4.1 Mesure du PH 38

7.2.4.2 Détermina on de l'humidité 38

7.2.4.3 Détermina on de la teneur encendres 39

7.2.4.4) Dosage de l'acidité trable..... 39

7.2.4.5 Dosage des protéines (méthode de Lowry et al, 1951) 40

7.2.4.6Détermination de la teneur en matière grasse par la méthode de SOXHLET 41

Chapitre VIII : Résultats et discussion

8.1 .Résultat et discu ons de l'analyse sensorielle..... 42

8.2 .Résultat et discu ons de l'analyse microbiologique du pâté de volaille et le meilleur pâté végétal (à base de protéines de soja) 44

8.2.1 Test de vieillissement du pâté de l'UCTVO 44

8.2.2 Résultats et discutions de test de stabilité du pâté à base de protéines de soja 52

8.3 .Résultats et discu ons de l'analyse physicochimique du pâté de volaille et le meilleur pâté végétal (à base de protéines de soja) 53

Conclusion..... 56

Références bibliographiques

Annexes

Remerciements

On remercie le bon dieu pour nous avoir donné le courage et la volonté pour réaliser ce travail et qui nous a éclairé les chemins par la lumière de son emmense savoir.

Nous présentons nos sincères remerciements est autant un plaisir qu'un devoir d'exprimer mos haute gratitude à toutes les personnes qui ont contribué chacune à sa manière à la réalisation de ce travail.

- *Notre promotrice;* ***M^{elle} A. BENAHMED DJILLALI*** *maitre assistant chargé de cours microbiologie industrielle pour avoir accepté de diriger notre travail et de le soutenir.*

- *Le chef de l'unité de transformation et de conservation des viandes* ***M^{r} OUAKED K.****qui nous a facilité la tache et nous a permis de réaliser ce travail.*

- ***M^{r} SADOUDI A,*** *maître assistant chargé de cours des additifs alimentaires à L'UMMTO pour avoir accepté de présider le jury.*

- ***M^{me} HELLAL Z,*** *maitre assistante chargé de cours de microbiologie alimentaire à L'UMMTO pour avoir accepté d'examiné notre travail.*

- ***M^{r} AMROUCHE M,*** *maître assistant chargé de cours de microbiologie alimentaire à L'UMMTO pour avoir accepté d'examiné notre mémoire de fin d'étude.*

- ***M^{elle} GUENDOUZI S. et M^{me} BOUANEM M.*** *ingénieurs d'état au laboratoire de microbiologie à L'UMMTO pour leurs orientation, leurs aide et surtout leurs soutient moral.*

Liste des abréviations

- ✓ AFNOR : Agence Française de Normalisation
- ✓ AFSSA :Agence française de sécurité sanitaire des aliments
- ✓ ANSEJ : Agence national de soutien a l'emploi des jeunes
- ✓ Abs : Absence
- ✓ Aw : Activité d'eau
- ✓ BADR : La Banque de l'Agriculture et du Développement Rural
- ✓ B : Bon
- ✓ CT :Coliformes totaux
- ✓ CF :Coliformes fécaux
- ✓ C :Degré Celsius
- ✓ FAMT :Flore Aérobie Mésophile Totale
- ✓ g : gramme
- ✓ GC : Gioliti Cantoni
- ✓ JORA :Journal Officiel de la République Algérienne
- ✓ M : Mauvais
- ✓ Mo : Moyen
- ✓ TB : Très bon
- ✓ N :Nombre de germes dénombrés
- ✓ NF :Norme Française
- ✓ OGA (Oxytetracyline Glucose Agar)
- ✓ pH :Potentiel d'hydrogénation
- ✓ PCA (Plate Count Agar):
- ✓ PPS : Pâté Protéines de soja.
- ✓ SFB :Bouillon au sélénite de sodium
- ✓ UFC :Unité Formant Colonie
- ✓ VBL : (Bouillon Lactosé au Vert brillant)
- ✓ VF : (Viande Foie)
- ✓ VRBL (Violet Red Bile Lactose agar)

Liste des tableaux

Tableau I : Les additifs autorisés dans la fabrication des pâtés 8

Tableau II : Composition chimique moyenne de la viande de volaille, teneur pour 100g de partie comestible 10

Tableau III : Teneur en vitamine de la viande de volaille pour 100g de partie comestible.... 11

Tableau IV : Composition chimique de la viande de volaille..... 11

Tableau V : Composition du pâté de volaille 12

Tableaux VI : Différentes expériences et stades d'échantillonnage..... 27

Tableau VII : Recettes des trois pâtés végétales..... 28

Tableau VIII : Différents indices d'appréciation et teneurs équivalentes 31

Tableau IX: Les germes recherchés dans le pâté de volaille..... 33

Tableau X: Résultats de dénombrement des levures et moisissures durant 21 jours 41

Tableau XI : Résultats de dénombrement de FAMT durant 21 jours 43

Tableau XII : Résultats de dénombrement des coliformes totaux durant 21 jours 44

Tableau XIII : Résultats de dénombrement des coliformes fécaux durant 21 jours..... 45

Tableau XIV: Résultats de dénombrements des Salmonelles durant 21 jours 46

Tableau XV : Résultats de dénombrements de *S. aureus* durant 21 jours..... 46

Tableau XVI : Résultats de dénombrements des *Clostridium sulfito-reducteurs*

durant 21 jours..... 47

Tableau XVII : Résultats de test de stabilité du pâté à base de protéines de soja……..…48

Tableau XVIII : Résultats des analyses physico-chimiques de pâtés à base de volailles et de protéines de soja 49

Liste des figures

Figure1 : Les différents appareils utilisés dans la salle de préparation de l'UCTVO 26

Figure2 : Les appareils utilisés dans la salle de production de l'U TCVO..... 27

Figure3 : Le matériels utilisé dans a salle de cuisson de l'UCTVO 28

Figure 4 : Les différentes étapes de fabrication des différents pâtés végétaux..... 32

Figure 5 : Homogénéisation des ingrédients des pâtés végétaux 33

Figure 6 : Aspects des pâtés végétaux dégusté..... 33

Figure 7 : Etapes suivies pour les analyses microbiologique..... 35

Figure 8: Résultats de l'évaluation sensorielle de la couleur des trois pâtés végétaux 42

Figure 9: Résultats de l'évaluation sensorielle de l'odeur des trois pâtés végétaux 43

Figure 10: Résultats de l'évaluation sensorielle de goût des trois pâtés végétaux..... 43

Figure 11 : Evolu on de la contamina on par LM (22°C) durant 21 jours..... 43

Figure 12: Evolu on de la contamina on par la FMAT (30°C) durant 21 jours..... 47

Figure13 : Evolu on de la contamina on par les coliformes totaux (à 30°C) durant 21 jours
..... 48

Figure 14: La composition chimique du pâté végétal..... 54

Figure 15 : La composition chimique du pâté de volaille 54

Résumé

La transformation des matières premières d'origine animale (viande) ou végétale (légumes et légumineuses) a toujours fait appel à divers ingrédients et additifs.

Le fabricant doit élaborer un produit répond à des critères de composition et de propriétés constantes.

Pour orienter l'intention du consommateur vers le coté végétal, on a élaboré un pâté à base des légumes et légumineuses de haute valeur nutritionnelle.

Dans un premier temps, nous avons effectué des analyses microbiologiques des deux produits après l'étude de vieillissement du pâté de volaille produit par l'UCTVO et le test de stabilité du paté végétal, afin de connaitre les différentes causes de la contamination et d'altération de qualité microbiologique des pâtés et d'estimer la charge microbienne de chaqu'un durant le temps.

Dans un second temps, nous avons réalisé des analyses physico-chimiques pour déterminer les valeurs nutritionnelles (protéines, lipides, sels minéraux, eau) de chaque pâté.

En fin,les analyses microbiologiques et physico-chimiques ont été réalisées sur le produit fini pour estimer les qualités des pâtés.

De cette étude, il en ressort sur les plans microbiologique et physico-chimique que, les deux pâtés sont conformes et stables, ce qui montre l'impact de la cuisson sur la qualité du produit fini.

Mots clés : Volaille, légumes et légumineuses, pâté, stabilité

Summary

The processing of raw materials of animal origin (meat) or vegetable (vegetables and pulses) has always appealed to various ingredients and additives.

The manufacturer must develop a product meets the criteria of composition and constant properties.

To guide for the consumer to the plant side, we developed a block-based vegetables and legumes of high nutritional value.

Initially, we conducted microbiological analyzes of both products after the chicken paste the aging study produced by UCTVO and stability of the vegetable paté test to know the different causes of contamination and microbiological quality deterioration pies and estimate the microbial load in from each one the time.

Secondly, we realized physicochemical analysis to determine nutrient values (proteins, fats, minerals, water) of each block.

In the end, microbiological and physico-chemical analyzes were carried out on the finished product to estimate the qualities of the blocks.

From this study, it shows the microbiological and physico-chemical plans, the two blocks are consistent and stable, which shows the impact of cooking on the quality of the finished product.

Keywords: Poultry, vegetables and legumes, pate, stability

Introduction

La viande constitue depuis toujours, une base de l'alimentation humaine, en raison de sa haute valeurs nutritionnelle et sa richesse en protéine.

La nourriture dans les pays du tiers monde devient une préoccupation majeure .La carence en protéine, constitue en fait l'un des facteurs les plus importants de la malnutrition, liée à la rareté des denrées protéiques, essentiellement les viandes.

Dans notre pays , la demande en viande est sans cesse croissante et la production demeure faible ,insuffisante et n'arrive pas à couvrir les besoins de la population.

Face à ce problème et afin d'essayer d'y remédier, le recours à la filière de charcuterie est plus qu'impératif, car plus accessible ; elle répondra aux besoins des consommateurs et couvrira au mieux la carence protéique dans un délai court et à moindre cout ; ceci, tout en préservant voir en améliorant les qualités organoleptiques et hygiénique des viandes ainsi que des produits carnés.

La charcuterie à base de légumes rentrent dans le concept de la charcuterie halal, elle permet la valorisation de tous les légumes et les légumineuses disponibles sur le marché et notamment : petit pois, carottes, haricots verts, épinards, champignons, lentilles, et graines de soja etc.

Cette palette grâce à la juxtaposition des couleurs vertes, rouges et blanches, laisse la possibilité au charcutier d'obtenir des effets décoratifs agréables à l'œil.

Dans ce domaine que certains dénomment « la charcuterie maraichère » la créativité est de rigueur, car il existe une multitude de recette à partir d'une grande variété de végétaux économiquement accessible .De plus grace à leurs valeurs nutritionnelles, ils permettent de concevoir une gamme de produits (pâté, saucisson, mousseline), tout à fait originaux sur le plan « diététique » et dans l'air du temps.

Les produits de charcuterie élaborés sont des préparations obtenues à l'échelle industrielle après plusieurs opérations technologiques ; parmi eux, les pâtés qui occupent une place très importante dans notre alimentation.

Ces produits étant très périssables et très fragiles sur le plan microbiologique, ils doivent étres conservés à des températures basses et réfrigérés le plus vite possible, afin de répondre aux normes de la qualité exigées par la réglementation Algérienne, dans le but d'éviter toute altération.

Par souci d'offrir et d'assurer au consommateur des produits de meilleure qualité et d'éviter le risque d'intoxication alimentaire que peut engendrer la consommation de ces produits en cas de mauvaise manipulation, il est plus nécessaire d'assurer le suivi microbiologique de tels produits.

1.1Historique

Les pratiques des charcuteries remontent à des temps fort anciens. Déjà chez les indo germaniques, on trouve les prémices de la charcuterie, ils utilisaient les estomacs et les viscères des animaux qu'ils remplissaient de petits morceaux de viande hachée finement, ainsi que du sang et de la graisse. Quant au peuple romain, ils préparaient la viande, et notamment celle du porc, de diverses manières et la concevait en la hachant et en la réduisant en chair à pate mélangée avec du sel, des épices et des arômes. En France la profession de charcuterie a eu du mal à s'imposer et à partir de VI^{eme} siècle, la charcuterie perdit son importance, le nom même de cette profession disparut et se fondait dans la boucherie. Ce n'est que au XV^{eme} siècle que les charcuteries obtiennent le droit d'être les seules à vendre de la viande du porc cru, cuit ou apprêtée. Il duret attendre le XVI^{eme}siècle pour avoir l'autorisation de tuer eux même les porcs. Jusqu'alors ils achetaient cette viande aux bouchers. Le terme apparu vers XVI^{eme}siècle, dérive de « chaire cuite». C'est au 1475 à Paris, que la corporation des charcutiers, devient autonome et distincte de celle de bouchers qui conservaient le privilège de vendre des chaires fraiches (FRANTZ et ZERT, 2003).

La notion de charcuterie dans les pays musulman présente une connotation spécifique et semble moins ancrée dans la culture gastronomique des différents pays concernés. Si la charcuterie en Europe et en France en particulier, est très liée à la transformation du porc, il est clair que pour la charcuterie Halal, la situation est totalement différente en raison des interdits religieux qui pèsent sur la viande porcine. Les origines de la transformation des viandes en produit de charcuterie dans les pays islamiques sont multiples et puisent dans des cultures très anciennes. Le premier siècle avant J.C et marqué par l'arrivé des commerçant phéniciens, ils introduisent les saucisses séchées et les merguez inventés pour conserver la viande durant leur longs voyages. Notamment, les égyptiens pratiquaient le salage pour leurs voyages maritimes. Le début de XIX^{e} siècle est marqué par l'arrivé des européens qui ont amené des préparations carnées facilement réalisables. Plus tard, et grâce aux nouvelles voies de communication des transformations s'opèrent, des petites entreprises artisanales fabriquent des spécialités charcutières. Ces préparations ont la caractéristique essentielle d'être halal et adaptées aux conditions socio-économiques de nos pays. À la suite de la demande croissante des produits de charcuteries halal, les nouveaux investisseurs ce sont intéressés vers les années 90 à la mise au point d'une grande variété de produits de nouvelle gamme qui offrent aux consommateurs une alternative attrayante à la charcuterie traditionnelle de porc (DAOUDI et *al.* 2006).

1.2 Définition

La dénomination « pâté » selon la norme algérienne 6156 soumise à l'enquête publique et administrative est réservée à des préparations cuites qui ne peuvent être composées d'autres éléments que la viande avec addition éventuelle des abats, des ingrédients et des additifs autorisés.

1.3 Composition

Le pâté répond à des formules très variées : la viande ; les abats constituent essentiellement d'environ 70% à 90% plus des ingrédients très divers tels que le sel, épices, agents liants, additifs (CHEFTEL et CHEFTEL, 1978). On distingue des composants carnés et non carnés.

1-3-1 /composants carnés

Le maigre : désigne l'ensemble des muscles striés de la carcasse après découpage et parage (DURAND, 1999).

Le gras : constitue les huiles et les graisses végétales (huile de soja).

Les abats : selon DUPIN et al. (1994), toutes les parties comestibles de l'animal en dehors du maigre et du gras sont considérées comme abats.

1.3.2/ Composants non carnés

Ce sont toutes les substances, y compris les additifs, utilisées dans la fabrication ou la préparation du produit et qui sont encore présentes dans le produit fini, éventuellement sous une autre forme modifiée (ANONYME(1) ,2006).

1.3.2.1 Le sel : est un ingrédient pratiquement indispensable dans la fabrication des produits carnés. Il exerce un effet sur le gout. D'après AIAIS et LINDIN(1994), le sel présente deux rôles majeurs qui sont :

-Diminution de l'activité de l'eau des produits, en ayant donc un effet légèrement bactériostatique.

-Augmentation de la force ionique du milieu en conduisant à la modification de la solubilité des protéines myofibrillaires.

1.3.2.2 Les épices : constituent un ensemble des additifs ajoutés tels le cumin, le carvi, la coriandre. Se sont ajoutés soit à l'état naturel, soit sous forme d'un mélange d'épices dont l'effet principal est d'apporter l'arôme recherché par le consommateur. Ces additifs jouent un effet antioxydant qui aide à empêcher l'oxydation par l'oxygène de l'air et à modifier la couleur (ANONYME(1) ,2006).

1.3.2.3 L'eau : est un élément indispensable de diverses manipulations et préparations des produits carnés. L'eau utilisée doit être potable et jouant divers rôles technologiques : elle

favorise la dissolution composants hydrosolubles et la formation des émulsions (VIERLING, 2003).

1.3.2.4 L'oignons et l'ail : deux ingrédients améliorant la saveur finale du produit fini (pâté) avec un effet bactériostatique non négligeable.

1.3.2.5 Les agents liants : peuvent être d'origine végétale ou animale. A titre d'exemple ceux qui sont obtenus à partir des oléagineuses des céréales tels que le gluten; les liants amylacés (farines, fécules) renferment 70% d'amidon et les liants protéiques améliorent le goût et ils ont un intérêt technologique comme agents émulsifiant, stabilisant et absorbant d'eau (VIERLING, 2004).

1-3-3/ Les agents de conservation

Les additifs autorisés dans la fabrication du pâté sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau I : Liste des additifs autorisés dans la fabrication des pâtés. (DAOUDI et *al.*2007*).*

Additifs	Appellation
E250	Nitrite de sodium
E251	Farine de grains de caroube
E252	Nitrate de potassium
E260	Acide acétique
E270	Acide lactique
E300	Acide ascorbique
E301	Ascorbate de sodium
E330	Acide citrique
E334	Acide tartrique
E401	Alginates de sodium
E402	Alginates de potassium
E403	Alginates d'ammonium
E415	Gomme Xanthane
E450	Polyphosphate de sodium
E621	Acide L.glutamique et monoglutamates alcalin

Parmi ces additifs l'acide ascorbique et ses sels alcalins sont ajoutés à une limite de 300 mg grâce à ces rôles multiples comme:

- **Agent antioxydant** : Il protège la myoglobine contre l'oxydation et protégerait les corps gras contre le rancissement ;

-**Agent réducteur** il permet :

- ✓ La formation de nitrosomyoglobine en réduisant les nitrites;

- ✓ Le blocage des nitrites libres limitant ainsi la formation de la nitrosamine ;
- ✓ La stabilité de la couleur de nitrosomyoglobine formée en évitant l'oxydation à la lumière et à l'air ;
- ✓ L'arrêt de la formation des peroxydes formés à partir des lipides.

1.4 Caractéristiques des pâtés

Les viandes et les abats destinés à la fabrication des pâtés doivent :

-Provenir les établissements d'abattage et de découpage agrées et contrôlés ;

-Etre exemptes de partie aponévrotique et de plaies de saignés ;

-Etre entreposées dans la chambre froide à des températures comprises entre 0 °C et 3°C jusqu'à leur utilisation.

-Le pâté doit être un produit fini non déshydraté, non enrobé de gras, de couleur spécifique à l'origine des matières premières utilisées, d'une odeur agréable caractéristique des produits utilisés (DEROZIER et al. 2005).

1.5 Catégories des pâtés

L'origine de mot viande vient du latin « vivenda : qui sert à la vie », selon FRAYSSE et DARRE (1990), la viande est constituée par l'ensemble de la chair des mammifères et des oiseaux que l'homme utilise pour se nourrir (bovins, caprins, bœuf, volailles,….etc.).

Selon l'origine de la matiére premiére utilisée dans la préparation des pâtés on distinguera:

-Un pâté à base de matiére végétale ;

-Un pâté à base de matiére animale (pâté de volaille, pâté de bœuf).

1.6 Commercialisation des pâtés

Les boudins des pâtés ne doivent pas être commercialisés à l'air libre ou sur la voie publique. Ils doivent être maintenus à une température ne dépassant pas les 8°C.

2.1 Les volailles

Le nom de volaille détermine l'ensemble des oiseaux de basse cours. Les volailles regroupent tous les oiseaux vivants à l'état domestique des espèces de poules, dindes, pintades, canards et oies. Selon la couleur de la chair on distingue deux groupes de volailles : les volailles à chairs blanches (dindes et poulets) et les volailles à chair noire (pintades et oies).

La volaille c'est une viande riche en protéines d'excellente qualité, en quantité plus importante que celle de la viande de boucherie car elle contient 40% des acides aminés indispensables en portions équilibrées et qui sont bien assimilés par l'organisme. Elle est pauvre en lipides, mais riche en acides gras essentiels. De plus, elle est riche en vitamines de groupe B et C (WATIER, 1992).

VIERLING(2003) déclare que, l'alimentation de l'animale à un impact important sur la composition chimique de la viande qui est donnée dans le tableau II.

Tableau II : Composition chimique moyenne de la viande de volaille (exprimée pour 100g de partie comestible) (CIV, 2010).

Composés	Eau(g)	Protides(g)	Lipides(g)	Glucides(g)	Energie (kcal)
Teneur	72,7	21	5,6	Traces	138

2.1.1/ L'apport énergétique : est en fonction des quantités de trois macronutriments composant l'aliment à savoir : les protéines (4kcal/g) ; les lipides (9kcal/g) et les glucides (4kcal/g). Cet apport est étroitement lié au taux de lipides. FRENOT et VIERLING(2001), ont démontré que, la viande de volaille est classée parmi les viandes les plus maigres. Ceci est lié à sa faible teneur en matière grasse et de même un faible apport calorique.

2.1.2/L'eau : Est le constituant fondamental le plus important tant du point de vue quantitatif que fonctionnel (FRENOT et VIERLING 2001). Elle représente 72% des muscles.

2-1-3/ Les protéines : se sont composants d'excellente qualité, 40%des acides aminés sont des acides aminés essentiels (GANDERMER, 1992), ces protéines indispensables en portions équilibrées et elles sont bien assimilés par l'organisme (CIV, 2010).

2.1.4/ La teneur en lipides : c'est un facteur variable rentrant dans la composition de la viande de volaille. Cette variabilité dépend de l'origine anatomique du morceau et du degré de parage (GANDERMER 1992). La chair de volailles (poulet), contient 60 mg /100g de cholestérol (FRENOT et VIERLING, 2001).

2.1.5/Les vitamines : la viande de volailles est riche en vitamines de groupe B et C (WATIER 1992), qui sot citées dans le tableau III.

Tableau III : Teneur en vitamines de la viande de volaille pour 100g de partie comestible (VIERLING, 2003)

Vitamines	**Teneur**
Acide ascorbique (vitamine C)	2.5 mg
Thiamine (vitamine B1)	0.10mg
Riboflavine (vitamine B2)	0.20mg
Pyridoxine (vitamine B6)	0.5 mg
Acide folique (vitamine B9)	9 µg
Cobalamine (vitamine B12)	0.5 µg

2-1-6/Le tableau ci-dessous montre la composition de la viande de volaille.

Tableau IV : composition chimique de la viande de volaille

élément	**K**	**Na**	**P**	**Ca**	**Mg**	**Fe**	**Zn**
Teneur (mg)	350	80	200	12	37	1.8	0.85

Comme il est relativement facile d'augmenter la production de volaille, elle contribue actuellement au développement du secteur de transformation des viandes. Les produits à base de volailles (le pâté) ont suscités l'intérêt auprès de consommateur en raison de leurs caractéristiques organoleptiques et leurs qualités diététiques.

2.2 : Composition du pâté de volaille

La composition de pâté de volaille est donnée dans le tableau V :

Tableau V : Composition du pâté de volaille selon l'UCTVO

Composition / **Produit carné**	**Matière première**	**Ingrédients**	**Additifs**
Pâté de volaille	-La viande de volaille (plus de 80%)	- sel de table -Les épices (cumin, carvis, poivrant -l'eau -L'ail -Les œufs -Amidon de maïs -Huile végétale -Lait enpoudre (0%MG) -Glucose caramélisé -Protéine de soja -Olives vertes dénoyautés	-Carraghénnane (gélifiant) -Diphosphate (stabilisant) (E450) -Acide ascorbique (E300) -Nitrate de sodium (E250) -Glutamate monosodique -Gomme Xanthane (E415)

2.4 Processus de fabrication du pâté de volaille

Le passage d'animaux vivants en produits alimentaires se réalise en multitude d'opérations (diagramme 1). Les différentes étapes de la transformation sont :

a)Au niveau de l'abattoir :

1) Ramassage et transport : Après l'élevage pendant sept à huit semaines les poulets pesant 1.6 à 2 kg vifs devient consommables ils sont donc acheminés vers le centre d'abattage et de conditionnement (DUPIN *et al.*1984). Les poulets doivent être attrapés et charger la nuit afin de limiter au maximum le stress des animaux (XAVIERS, 1998). Le temps de transport doit être plus court possibles (TURNER et *al* .2003).

2) Réception et attente : les caisses sont chargées en poulet dans un locale d'attente bien aéré (DUPIN et al.1984 ; CHEN2002) la durée d'attente ne doit pas excéder deux heures (de l'arrivée à l'abattage du lot)., les animaux sont mis à la diète Dix à douze heures avant l'abattage afin que les opérations d'effilage et d'éviscération soient directement effectuées (DUPIN et *al*.1984).

3) Abattage : cette opération selon JOUVE(1996), permet d'obtenir des carcasses, des abats (cœur, foie, gésier) et des cous pouvant être commercialisés en l'état ou destinés à une transformation ultérieure.

4) Conservation : d'après JOUVE(1996) ; CHEN(2002), les carcasses après triage, sont soit réfrigérées (4°C), soit acheminées vers le tunnel de surgélation (-45°C). La surgélation fait baisser la température de +8°C à -18°C au cœur des carcasses.

4.2) opérations réalisées au niveau de l'unité :

4.2.1) Le découpage : Les viandes destinées à la fabrication doivent être préalablement parées et désossées puis découpées en petits morceaux.

4.2.2) le broyage/ hachage : Il permet de réduire les éléments de la recette en grains réguliers et détermine l'aspect visuel du produit fini (LEPATRE, 1990).cette opération consiste, à broyer puis hacher les carcasses au fur et à mesure de leurs passage dans une sulfineuse; puis on récupère en même temps et séparément deux types de pâtes : la pâte osseuse orientée vers les sous produits et la pâte désossée, pure destinée à la transformation en pâté. L'hachage permet de réduire les éléments de la recette en grains réguliers et détermine l'aspect visuel du produit fini (LEPATRE, 1990).

4.2.3) Le Cutterage: est une opération qui consiste à faire, passer les ingrédients liquides (l'eau sous forme de glace, l'huile végétale) et solides (épices, ail, nitrites, fécule de pomme de terre) dans une cuve dans laquelle tournent des couteaux (lames coupantes) qui découpent très finement les matières tout en créant une émulsion. Le temps et la température de Cutterage sont des facteurs déterminant la taille des particules du mélange final et agissant sur la consistance des composés (DEROZIER et *al.2005*).

4) Le marinage : il consiste à laisser la viande cutterée (pâte fine), pendant 24 heures dans la chambre froide pour faciliter la rétention d'eau et les assaisonnements. En effet le marinage a quatre rôles : améliore le goût de la formulation, préserve la qualité, améliore la texture, augmente la capacité de rétention d'eau (gonflement), de plus il favorise la destruction d'une partie de la flore microbienne (ABI NAKHOUL et *al*... ; 2004.)

5) L'embossage : la pâte obtenue par cutterage est mise en boyaux synthétiques pour former des boudins dont le poids est fixé par le fabriquant ; il faut noter que les boyaux sont trempés dans l'eau pour les assouplir avant le conditionnement ; un boyau insuffisamment trempé n'aura pas de bon calibre et un boyau trop trempé risque d'être trop fragile (CACQE et DEROZIER, 2005) .Une fois le boudin est formé, on procède à l'opération de clipage, qui consiste à agrafer les extrémités du boyau.

6) La cuisson : les boudins sont soumis à une cuisson de l'ordre de 93°C pendant deux heures, soit au bain marie, ou à la vapeur ; selon LAROUSSE (1991), la cuisson peut se fairepar deux manière

a -Cuisson à sec pendant une heure et 40 minutes à 70°C au cœur de boudin.

b -Cuisson par évaporation à 50° C dans le four.

7) Le refroidissement/égouttage : après la cuisson, les boudins sont retirés pour être refroidis dans des bacs d'eau potable, puis égoutter et étiquetés (date de fabrication, date de péremption).

8) Date limite de consommation (DLC) : la sécurité microbiologique des produits carnés doit être assurée tout au long de la mise sur le marché. Le choix de cette date doit être justifié par une étude de vieillissement et des contrôles réguliers, en particulier des contrôles microbiologiques sur la conformité sanitaire des produits (DEROZIER, 2005).

La méthode la plus conseillée pour valider correctement une DLC consiste à conserver les produits testés à 4°C pendant 1/3 de la DLC estimée, puis à 8°C pendant les deux derniers tiers. Cette phase sert à minimiser les défauts de la chaine du froid cumulé pendant le transport et lors de la mise sur le marché, mais elle sert aussi à reproduire les erreurs de stockage des consommateurs à la maison.

9) L'entreposage : les boudins doivent être entreposés à une température comprise entre 2°C et 6°C jusqu'au moment de la distribution qui doit se faire sans interruption de la chaine du froid.

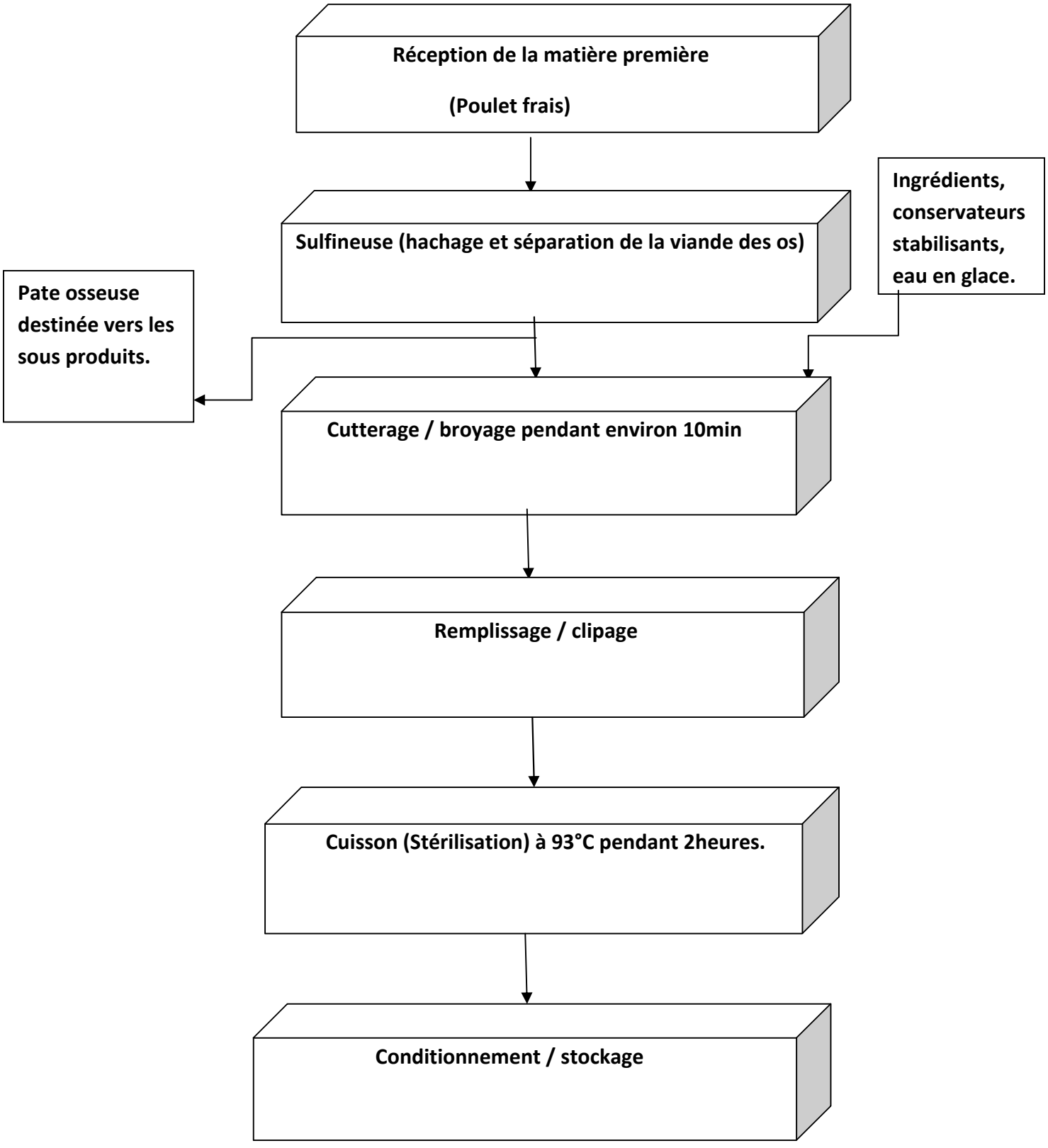

Figure 1 : Processus d'élaboration du pâté de volaille en boyaux à l'UCTVO

3.1 Légumes

Les légumes représentent une part importante, à la fois quantitativement et qualitativement, de notre alimentation. 300 à 400 g par jour de légumes sont recommandés, et la diversité est de mise, car, en plus d'une palette gustative variée, les légumes ont des vertus nutritionnelles différentes en fonction de leur nature, leur couleur, leur aspect. Les teneurs minérales ou vitaminiques peuvent varier de 1 à 10, et certaines substances sont spécifiques en fonction des variétés de légumes.

Les légumes frais proviennent de toutes les parties de la plante : racines (carottes, navet...), tubercules (pommes de terre), tiges (céleri branche), feuille (épinard), fleur (chou-fleur), fruit (tomate, courgette). Ils se caractérisent par une teneur en eau très importante (90 % en moyenne), un apport en glucides modéré: 1 à 6 % pour les parties aériennes des plantes (salades, épinards, courgettes, tomates...) et 9 % environ pour les racines (carottes, céleri...).Les légumes représentent un apport important de potassium. On y trouve également du calcium (surtout dans les choux), du magnésium, du fer et du cuivre (légumes à feuilles type épinard), du soufre (choux, oignons, ail, poireaux, navets, radis) et de nombreuses autres matières minérales.

Les légumes sont riches en vitamines hydrosolubles: vitamine C (choux, légumes à feuilles, tomates), provitamine A ou bêta-carotène (partie colorée des plantes : légumes à feuilles vertes, carottes...) et vitamines du groupe B. Les fibres des plantes se composent surtout de cellulose, d'hémicellulose et de matières pectiques. La pomme de terre se distingue par un apport plus important en amidon (20 %) et une teneur en vitamine C assez faible surtout après quelques mois de conservation. Elle doit être assimilée aux aliments sources d'amidons (pâtes alimentaires, riz) plutôt qu'à un légume frais.

3.1.1 Les caractéristiques des légumes

- **L'eau**

La première caractéristique des légumes est de comporter une quantité très importante d'eau : 85 à 95 % du poids, sauf le maïs et le petit pois dont la teneur en eau est plus proche de 75%. Une consommation de 300 g de légumes par jour équivaut à un apport de 270 ml d'eau, soit 27% des apports alimentaires, hors boisson. Cette particularité fait des légumes des aliments particulièrement pauvres en valeur énergétique. Celle-ci vient majoritairement des glucides, et représente entre 15 kcals et 60 kcals pour 100 g, soit 50 à 200 kcal par jour pour 300g de légumes consommés. Leur richesse en eau rend les légumes sensibles à la déshydratation, mais aussi à la prolifération de micro-organismes qui peuvent les détériorer très rapidement, en quelques jours, d'où l'importance de la qualité des conditions de conservation, et de la rapidité de consommation ou de transformation après la récolte. Le reste est un concentré de vitamines, de minéraux, de composés antioxydants et de fibres.

- **Les vitamines**

Les vitamines sont des nutriments essentiels pour acquérir et entretenir une bonne santé. Parmi les 13 vitamines connues aujourd'hui, certaines sont majoritairement présentes dans le monde végétal, et particulièrement dans les légumes : La vitamine **A**, utile au maintien d'une bonne vision, notamment crépusculaire, au bon état de la peau et des muqueuses, à la

croissance. On la trouve abondamment dans le monde végétal sous forme de pro-vitamine **A** ou béta-carotène. D'autres caroténoïdes, tels que la lutéine ou le lycopène sont également présents dans les légumes ; ils sont classés dans la famille des anti-oxydants. La pro-vitamine **A** présente l'avantage de ne pas être un facteur de risque d'hypervitaminose **A**. En effet, si le taux de vitamine **A** de l'organisme est suffisant, la pro vitamine A ne sera pas transformée en vitamine A. Elle est donc totalement non toxique. Les recommandations d'apport sont de 1/3 pour la vitamine **A** (rétinol que l'on trouve dans les produits d'origine animale) et 2/3 pour la pro vitamine **A**. Les légumes qui en contiennent le plus: Les légumes jaune-orange : carotte, poivron rouge, tomate, potiron et Les légumes verts : épinards, salade frisée, oseille, brocoli, persil. La moitié des besoins quotidiens sont couverts par 70 g de poivron rouge, ou 60g d'épinards. La vitamine **E**, qui participe à la lutte contre l'oxydation : la vitamine **E** est un antioxydant. Elle est également impliquée dans les problèmes de fertilité. C'est une vitamine liposoluble présente en quantité non négligeable dans les légumes, malgré leur très faible taux de lipides. Les légumes qui en contiennent le plus : Les épinards, l'asperge, le cresson, le fenouil. La vitamine **C**, anti-oxydante, participant à l'absorption du fer, aidant à la lutte contre les infections. L'acide ascorbique, ou vitamine C est spécifique aux légumes qui sont des aliments qui nous en apportent le plus dans notre alimentation quotidienne.

La vitamine n'est pas stockée par l'organisme : il est donc important de la consommer quotidiennement, au cours des différents repas.

- **Les minéraux**

Les minéraux ont des fonctions bien différentes dans l'organisme, depuis sa construction (Calcium et Phosphore) jusqu'à un rôle d'anti-oxydant (Zinc et Sélénium), en passant par de nombreux rôles d'activateurs d'enzymes ou de transport d'oxygène. Les légumes participent à l'apport quotidien de minéraux de façon non négligeable, même s'ils n'en sont pas extrêmement riches. Le Calcium est l'élément de base des os et des dents. Les légumes sont le deuxième pourvoyeur de calcium de l'alimentation solide après les produits laitiers. Ils peuvent apporter de 10 à 30% des besoins quotidiens. Cet apport n'est donc pas à négliger dans notre alimentation, notamment celle des enfants qui ont du mal à consommer suffisamment de produits laitiers, ainsi que chez les personnes âgées. La présence naturelle dans les légumes d'acides organiques, d'ergostérol, ou de phytoeostrogènes favorise l'utilisation du calcium par l'organisme. On trouve du calcium dans le persil, les épinards, les choux, le radis noir, le brocoli, le cresson, le céleri branche, l'haricot vert, le pissenlit, le pourpier, l'artichaut, le cœur de palmier, l'oseille.

Le Fer participe au transport de l'oxygène vers les muscles. Il se trouve dans les épinards, dans les petits pois, le persil, mais surtout dans les légumes secs : lentilles, pois chiche, haricots secs. Associé à la vitamine C, le fer est mieux absorbé par l'organisme. De plus, les acides organiques présents dans certains légumes favorisent la biodisponibilité du fer.
Le Magnésium est nécessaire à l'activation de nombreuses enzymes. Il est présent dans les épinards, les petits pois, le radis noir et les légumes secs, notamment les haricots secs.

- **Les fibres**

Les légumes sont de grands contributeurs à l'apport quotidien en fibres, à tel point que pendant longtemps, les qualités nutritionnelles exprimées des légumes étaient restreintes à cette particularité. On sait aujourd'hui que le rôle des légumes sur le plan nutritionnel ne se limite pas, et de loin à leur richesse en fibres. Elles ont des effets connus sur le transit intestinal. Deux mécanismes d'action entrent en œuvre selon le type de fibres : les fibres insolubles en absorbant l'eau augmentent le poids des selles ce qui favorise le péristaltisme, et les fibres solubles forment un gel à la surface de la paroi intestinale, favorisant la progression des selles. Par ailleurs, ces fibres ont des effets bénéfiques sur la santé de la muqueuse intestinale. Elles sont fermentées dans le côlon, captent les sels biliaires, le cholestérol, empêchent l'absorption des substances néfastes à travers la paroi intestinale. Cet effet serait corrélé avec une protection contre le cancer colorectal. Par ce mécanisme, elles peuvent également ralentir l'absorption de nutriments intéressants pour l'organisme. La consommation de fibres recommandée est de 25 à 30 g par jour, alors qu'en Europe la consommation moyenne est d'environ 17g par jour.

Les légumes qui apportent des fibres :
-De 2 à 5 g pour 100g: aubergine, brocoli, carotte, champignon de Paris, girolle, chou de Bruxelles, autres choux, chou fleur, cresson, céleri, endive, épinards, fenouil, haricot vert, navet, pissenlit, poireau, poivron.
-De 5 à 10 g pour 100g: artichaut, petit pois, salsifis, topinambour, fève, haricot blanc, flageolet, haricot rouge, lentille, pois chiche.

- **Les composés anti-oxydants**

Certaines vitamines et certains minéraux ont des effets antioxydants : vitamine E, vitamine C, Zinc, Sélénium. D'autres molécules végétales participent à ces réactions : il s'agit de composés polyphénoliques, ou polyphénols végétaux.

On retrouve dans cette famille :
- Les anthocyanes, colorants naturels des légumes à dominante violette-rouge (oignons violets, chou rouge) ;
- Les flavones, dans les choux ou les oignons ;
- Les phytoeostrogènes, dans tous les légumes ;
- Les tanins, notamment dans les champignons (effet de brunissement).

Les antioxydants agissent sur notre santé en piégeant les radicaux libres en excès, et en évitant ainsi une oxydation trop importante de nos cellules, autant dire le vieillissement. Consommer régulièrement des légumes, en quantité significative (au moins 300g par jour), ainsi que des fruits qui en contiennent également, permet d'avoir un apport en antioxydants bénéfique pour notre santé. Il a été scientifiquement prouvé que les antioxydants sont plus efficaces lorsqu'ils sont associés naturellement aux aliments, plutôt que pris sous forme de compléments alimentaires. En effet, les réactions très complexes qui se produisent sont aidées par l'ensemble des nutriments présents dans les aliments. (L.DEPEZAY, 2006)

3.2 Légumineuses

Cette catégorie comprend les légumes secs (lentilles, haricots, pois, pois chiches...), le soja et l'arachide.

●Les légumes secs

Ces aliments sont riches en protéines, éléments minéraux (phosphore, fer) et vitamines du groupe B. Ils se rapprochent de ce fait des aliments du groupe « viande, poisson, œuf ». Les légumes secs apportent 24 % de protéines. Ces protéines sont pauvres en méthionine; leur valeur biologique est donc moins bonne que celle de la viande, du poisson, des œufs ou des produits laitiers. Il est intéressant d'associer des céréales aux légumes secs afin de les compléter mutuellement en leur acide aminé déficitaire. Cette association est indispensable dans une alimentation strictement végétalienne.

Les légumes secs sont riches en fibres (12 % à 25 % du poids sec), ce qui rend leur digestibilité parfois difficile. La consommation des légumes secs nécessite une cuisson plus longue préjudiciable à leur apport en vitamines. Les minéraux des légumes secs sont mal absorbés (le taux d'absorption intestinale du fer est d'environ 3 %). Cependant il faut rappeler que le fer non héminique représente 85 % à 90 % du fer alimentaire et que son absorption augmente lorsqu'il existe un déficit du statut en fer de l'organisme.

●Le soja et l'arachide

Ces aliments sont comparables aux légumes secs du point de vue de leur teneur en protéines, vitamines et minéraux. Ils apportent en plus des lipides (respectivement 18 % et 45 %). L'industrie extrait les protéines du soja et fabrique des produits « texturés » rappelant la viande. Ces produits sont ajoutés aux viandes hachées. Il en est toujours fait mention sur l'étiquetage des ces aliments.

4.1. Définition

D'après la norme « AFNOR »la qualité est l'aptitude d'un produit ou d'un service à satisfaire les besoins exprimés ou implicites de l'utilisateur. Pour la viande et les produits carnés, la notion de la qualité est complexe ; elle englobe une multitude de propriétés différentes pouvant être influencées par le producteur, le transformateur et le consommateur (EL RAMMOUZ, 2005). Elle recouvre des aspects très variés : hygiénique, organoleptique, technologique, nutritionnel et marchand.

4.1.1La qualité nutritionnelle

La qualité nutritionnelle d'un pâté est l'aptitude à apporter l'énergie et les substances alimentaires en quantité et qualité satisfaisantes pour répondre aux besoins alimentaires de consommateur (SABLONNIERE, 2001).

Les produits carnés cuits type pâté, doivent avoir selon le CACQE, les caractères nutritionnels suivants :

- Une digestibilité élevée :
- Un apport en protéines de bonne valeur biologique ;
- Un apport élevé en vitamines B ;
- Un apport en fer;
- Un apport lipidique variable selon le produit ;
- Un apport énergétique très dépendant de la qualité des lipides.

DURAND(1999), estime que le rapport nutritionnel le plus souvent conseillé est celui qui englobe les trois constituants (protéines10%, lipides35% et glucides 55%). Ceci nous permettre d'intégrer le pâté dans n'importe quel repas.

4.1.2 La qualité hygiénique

La qualité hygiénique résulte de l'absence de tout risque parasitaire ou microbien et de non toxicité (MULTON, 1994). Une hygiène insuffisante depuis l'abattage des animaux jusqu'à la réalisation du produit fini favorise une contamination microbienne cette dernière d'une part diminue la durée de conservation ainsi que la durée de vie et d'autre part, elle augmente le degré d'altération du pâté.

DURAND(1999) et SABLONNIRE (2001), suggèrent des mesures visant à garantir la qualité hygiénique qui doivent être prises à tous les stades de la production de ces produits

fragiles (préparation, transformation, fabrication, conditionnement, stockage, transport, distribution, manutention et enfin la vente).

4.1.3 La qualité organoleptique

Constitue l'ensemble des propriétés perceptibles par le consommateur : la couleur ; la tendreté et la flaveur.

4.1.3.1 /La tendreté

C'est la facilité avec laquelle le produit se laisse facilement couper et broyer lors de la mastication. Paradoxalement, la tendreté est souvent exprimée par la dureté (JOUVE, 1996). Elle constitue un facteur très important dans la qualité organoleptique de ces produits de nature facilement tranchable.

4.1.3.2/ La flaveur

DURAND(1999), GEAY et al. (2002), estiment que la flaveur de pâté est liée d'une part à la nature des lipides utilisés et d'autre part aux différents ingrédients et épices rentrant dans la composition de ces produits.

4.1.4 La qualité technologique

Elle recouvre différents aspects selon MULTON (1994):

- **L'aptitude à la conservation** : qui se traduit par les deux durées de vie du pâté :
  - La durée de vie après achat, dans les conditions de stockage requises.
  - La durée de vie après l'ouverture de l'emballage.
- **Commodité d'emploi** : signifie la facilité de stockage (réfrigérateur, emballage à fermeture facile).
- **Aspect économique** : le prix de vente, en général d'autant plus élevé que les qualités alimentaires sont meilleures.

4.1.5 La qualité marchande

La qualité marchande regroupe l'ensemble des facteurs assurant la commercialisation correcte de ces denrées alimentaires très périssables. Une mauvaise qualité marchande se traduit par une altération des qualités organoleptiques des produits alimentaires (DEROZIER, 2005). Cette altération est due au non respect des conditions de stockage (température de réfrigération non adéquate, absence de matériel assurant le froid). Le maintien de ces produits à des températures basses au cours de la commercialisation est une grande nécessité afin de garantir la santé du consommateur.

La contamination primaire des matières premières alimentaires (viandes) se fait par l'eau, le sol, l'air. Lors de la transformation, les matières premières subissent de nouvelles contaminations propres au contexte de l'usine (ambiance, surface, eau, matériel, personnels) et au processus technologique qui conduit au produit fini.

5.1) Origine des micro-organismes peuplant le pâté

Les produits de transformation tels que le pâté sont des denrées alimentaires très périssables et rarement stériles. Les micro-organismes contaminants sont très variés et peuvent être classés en deux catégories selon leur origine endogène ou exogène (BOURGEOIS, 1996).

5.1.1) Contamination d'origine exogène

5.1.1.1) Flore de l'air : La contamination microbienne atmosphérique est surtout constituée par des bactéries à Gram positives : coque (microcoque, staphylocoque), bacille *(Clostridium*), et des moisissures (penicillium) et plus rarement les levures. Les produits carnés cuits sont exposés à cette contamination lorsqu'ils ne sont pas protégés par l'emballage. Les grosses pièces de viande ou les produits entiers seront moins exposés que lorsqu'ils sont tranchés (BONNEFOY et *al*.2002).

5.1.1.2) Flore de l'eau : la qualité microbiologique de l'eau utilisée pour le lavage ainsi que la désinfection ont une grande incidence sur la contamination des carcasses ainsi que les produits finis (ZUCCA et *al*. 1990). Les germes hydriques sont souvent des bactéries ayant une origine commune avec le sol (Microcoques, Pseudomonas) et avec les matières fécales de l'homme (entérobactéries) (ROSIER et CARLIER, 1990).

5.1.1.3) Flore commensales de l'homme

Le contact des denrées alimentaires avec la peau peut induire des contaminations par des micro-organismes d'origine fécale dont certains sont entéro-pathogènes et susceptibles d'engendrer des Toxi-infection Alimentaires si les conditions sont propices à leur multiplication.

5.1.1.4) La vermine : représentée essentiellement par les insectes et les rongeurs :

-Les insectes sont porteurs d'agents pathogènes (staphylocoque et Entérobactéries) ;

-Les rongeurs sont porteurs des salmonelles, 20 à 50% des rats sont porteurs (SOINNEAU, 1998).

5.1.2) Contamination d'origine endogène

Les micro-organismes contaminants proviennent dans ce cas, de l'organisme.

5.1.2.1) Cas d'animaux sains : Les principaux sites bactériens sont les voies respiratoires et les tubes digestifs. La plupart des contaminations sont donc intestinales. Ce sont des bactéries anaérobies (Clostridium) et peuvent contaminer la chaire lors de l'éviscération de l'animal et de sa découpe (BENDEDOUCHE, 2001).

5.1.2.2) Cas d'animaux malades : ce cas est particulier ; lors des maladies aigues, il faut craindre surtout la septicémie. Il s'agit de maladies chroniques, les germes peuvent êtres disséminés à partir des lésions ou des sites bactériens. Toutefois, l'inspection vétérinaire de l'animal vivant et de la viande, écarte systématiquement de la consommation des viandes contaminées (BENDEDOUCHE ; LEYRAL et VIERLING ,2001).

5.2) Evolution de la contamination au cours des traitements d'élaboration de pâté

Tout au long du processus industriel, la contamination de pâté va se diversifier, se poursuivre et se développer, car ils vont être mis en contact avec nouvel environnement ayant sa flore propre.les principaux éléments nouveaux seront personnel, le matériel et les machines, ainsi que des fournitures diverses comme les emballages, les ingrédients, les additifs.les caractères physiques des produits seront modifiés par les opérations unitaires(broyage, découpage, …etc.),et les paramètres chimiques aussi (PH, aw,….etc.)(SABLONNIERE, 2001).

5.2.1) Contamination par l'usine

L'usine et son environnement sont les causes de nouvelles contaminations qui s'ajoutent à la contamination antérieure. Le personnel est sans doute la principale source de contamination dans l'usine ;le risque de contamination à partir des surfaces en contact avec les produits et aussi élevé notamment avec les cuves, les machines, le plan de travail, outils, couteaux et emballages.(HERMIER et CERF ,1991).

5.2.2) Evolution des contaminations au cours d'opérations technologiques

Les opérations technologiques modifient directement la flore du produit élaboré. Ainsi les manipulations telles le broyage ou le mélange aboutissent à une homogénéisation de la flore totale des différents ingrédients et à une modification de la structure de pâté ; la contamination de surface alors introduite dans la masse. Les denrées ainsi traitées sont sur un plan microbiologique plus fragile que les produits entiers et doivent faire l'objet de soins hygiéniques particuliers. (DEROZIER, 2005).

5.2.3) Les contaminations au cours de la commercialisation

Dans ce cas, nous somme à la dernière étape de vie du produit avant sa consommation ; les risques microbiologiques sont en deux ordres :

-La contamination : les produits à la sortie d'usine doivent êtres protégés par un emballage empêchant la contamination.

-Le développement de la flore encore présente : les remontées de température entrainent la croissance des germes d'altération et pathogènes dans ces produits qui doivent êtres réfrigérés ; elle diminue leur durée de vie.

5.3) Identification des germes

4.3.1) Flore d'altération

- **Flore mésophile aérobie totale :** selon BONNEFOY et al (2002), il s'agit de l'ensemble des micro-organismes capables de se multiplier en aérobiose à des températures de croissance comprise entre 20 et 45°C.la présence d'une flore aérobie revivifiable abondante, indique un processus de dégradation en cours.

- ***Pseudomonas*** : c'est une bactérie aérobie stricte appartenant à la flore psychotrope. ce germe provient de l'eau utilisée lors ders lavages et du refroidissement ;sa présence dans le produits fini peut nuire à sa conservation ultérieure(ROZIER et CARLIER,1991).le dénombrement des *pseudomonas* fournit des indications sur l'évolution de la qualité des viandes au cours de la conservation et renseigne sur le degré d'altération du produits fini(JOUVE,1996).

5.3.2) La flore pathogène

- ***Salmonella*** : le réservoir naturel des salmonelles selon LAROUSSE(1991), s'étend à tout le monde animal de « la puce à l'éléphant ».les vertébrés peuvent héberger ces bactéries au niveau de leur tube digestif. Au cours des différents traitements, la carcasse peut être contaminée par des manipulateurs porteurs de germes tels que les Salmonelles qu'ils excrètent dans leurs matières fécales (BOUGEOIS et al, 1996).

- ***Staphylococcus aureus*** : on rencontre occasionnellement d'après BOURGEOIS et *al*(1996), des staphylocoques pathogènes dans les viandes et les produits carnés (pâté) contaminés par les manipulateurs.

- ***Listéria monocytogénes*** : les Listéria sont des agents de décontamination dangereuse.la source initiale éventuelle de *Listéria monocytgenes* est selon BOURGEOIS et al (1996), les élevages.

- ***Clostridium perfringens*** : cette bactérie anaérobie stricte est parfois présente dans les élevages et par conséquent sur la peau des animaux (JOUVE, 1996).

5.4) Influence des micro-organismes sur la qualité du pâté

La flore microbienne de ces produits peut participer aux propriétés organoleptiques. Ces germes sont aussi responsables de dégradation lorsque leur développement est anarchique : le surssisement, la viscosité, le moisissement, la putréfaction (ROZIER et CARLIER, 1991).

5.4.1) Les aspects d'altération

5.4.1.1) Les altérations d'origine extrinsèque

- **Les souillures** : elles proviennent du contact des produits avec des surfaces sales : les sols, le plancher. Elles peuvent venir des poussières transportées par le vent.

- **L'acquisition d'odeur** : les graisses animales absorbent très facilement les substances odorantes et les relâchent difficilement.

- **La déshydratation** : en absence de toute protection particulière, les viandes et le pâté se déshydratent, l'eau de constitution s'évapore ;si l'évaporation est trop intense, les tissus superficiels forment par dessiccation et rétraction une véritable « croute »de consistance rigide et de couleur foncée(BOURGEOIS et al,1988) ;(ROZIER et CARLER,1991).

- **L'oxydation** : l'action chimique de l'oxygène de l'air sur les pigments des viandes et de pâté est de deux ordres : l'oxygénation, l'oxydation transforme le fer ferreux (Fe^{3+}) en fer ferrique(Fe^{2+}) et provoque la formation de metmyoglobine à l'origine de la couleur brune.

  L'oxygénation correspond à la fixation instable de l'oxygène sur la myoglobine et l'hémoglobine en donnant de l'oxymyoglobine et de l'oxyhemoglobine, origine de la couleur rouge (ROZIER et CARLIER, 1991).

5.4.1.2) Les altérations d'origine intrinsèque

Il faut entendre par origine intrinsèque, les altérations qui ne dépendent que les constituants du produit y compris les micro-organismes.

5.4.1.2.1) Les altérations non enzymatiques

Il s'agit de la réaction de MAILLARD qui se produit lors de la cuisson ; elle aboutit à la formation de pigments bruns et à l'apparition d'odeurs et de saveurs particulières.

5.4.1.2.2) Les altérations enzymatiques

Les enzymes des produits carnés (le pâté) ont deux origines : tissulaires et microbienne. L'action des enzymes tissulaires est souhaitables, contrairement aux enzymes microbiennes dont l'action est indésirable pour le produit et néfaste pour le consommateur (ROZIER et CARLIER, 1991).

- **La putréfaction** :

La putréfaction se produit sous l'action de la protéase collagenases,…) ; elle débute par la colonisation du produit carné par un grand nombre de micro-organismes à savoir *Clostridium* protéolytique , Putride et Sulfito-réducteurs (*C.perfringens*) en profondeur, *Pseudomonas* et entérobactéries en surface. Ces germes attaquent les protéines myofibrillaires provoquant ainsi dégradation anaérobie, changement des propriétés organoleptiques et l'apparition d'odeurs nauséabondes suite à la libération des métabolites putrifiants tels que : H_2S, NO_3….(AIT ABDELOUAHAB,2001).

- **Le surissement** :

Il est provoqué par des bactéries àmétabolismes, libérant des acides organiques (acide formique, acétique, lactique) ou des bactéries ayant une activité protéolytique non pétrifiante.les principaux agents sont des coliformes et autres entérobactéries, des *Clostridiums*et staphylocoque(GUIRAUD,2003).

- **Le moisissement** :

Il est du à des moisissures parfois associées à des levures.il est surtout rencontré en atmosphères séche.ces dégradations de surface ne s'étendent généralement pas vers l'intérieur ;elles n'ont généralement pas grande incidence du point de vue sanitaire (LAHELLEC,1991).

6.1. Définition

La durée de vie microbiologique est une période par rapport à la date d'origine (date fixée par le fabricant) pendant laquelle l'aliment reste dans les limites microbiologiques fixées " (Norme française NF V 01-002).

Ces limites sont fixées afin de garantir que, pendant toute cette période l'aliment est propre à la consommation quant aux caractéristiques liées aux micro-organismes, à savoir:

–La sécurité des aliments (micro-organismes pathogènes) ;
–La salubrité des aliments (micro-organismes d'altération).

6.2. Facteurs influençant la durée de vie microbiologique du pâté

6.2.1 Facteurs intrinsèques

–La contamination initiale (quantitative et qualitative) ;
–La composition ;
–Le pH ;
–L'activité de l'eau ;
–Le potentiel d'oxydoréduction.

6.2.2 Facteurs extrinsèques

–La température et le temps de conservation ou de préparation ;
–Les radiations ionisantes et les UV ;
–Le conditionnement ;
–Les agents conservateurs ;
–Les flores de barrières protectrices ;
–Le procédé de fabrication ;
–Les ingrédients ajoutés ;
–L'atmosphère modifiée ;
–Le niveau de contamination lors du conditionnement (Jour 0) ;
–La température réelle de conservation, etc.

6.3. Détermination de la durée de vie

Pour déterminer la durée de vie microbiologique des produits alimentaires, le professionnel prendra en compte la démarche décrite dans l'avis de l'AFSSA n° 2003-SA-0362, révisant l'avis 2000-SA-0094 sur la classification des aliments au regard du risque représenté par *Listeria monocytogenes* et les protocoles de tests de croissance en l'adaptant aux dangers à maîtriser en fin de durée de vie.
Elle est peut être différente selon le danger pris en compte. Cette dernière est valable tant que le produit hermétiquement emballé (possibilités de contamination et prolifération après ouverture).

Cette date déponde de la nature de produit, du procédé de fabrication et du circuit de distribution (distribution, restauration hors foyer, par exemple).

Pour ce faire, le professionnel peut réaliser des tests de vieillissement, des tests de croissance et/ou utiliser des modèles de microbiologie prévisionnelle.

6.3.1 /Tests de vieillissement (NF-V-01-003)

Le test de vieillissement désigne l'étude de l'évolution dans une population de micro-organismes dans un aliment dans les conditions de conservation préconisées à cet aliment.

L'aliment tel qu'il est produit, est entreposé dans des conditions de temps et de températures correspondant aux conditions" raisonnablement prévisibles" de transport, de distribution et d'emploi par l'acheteur final. Des recommandations sur la conduite des tests de vieillissement sont fournies par la norme NF V01-003 5.

À la fin de la durée de vie microbiologique, il est vérifié que les micro- organismes d'intérêt, susceptibles d'être présents, ne dépassent pas le seuil réglementaire. Sauf si la contamination initiale est quantifiable (test de vieillissement avec quantification initiale), cette vérification ne permet pas de savoir si le non dépassement du seuil est lié à l'absence initiale de micro-organisme recherché ou à sa présence avec une croissance lente, sans croissance, voire avec une mortalité (Avis-AFSSA-n°2003-SA-0352).

Cependant l'accumulation des résultats de tests de vieillissement, réalisés dans le cadre du plan de surveillance de la qualité sanitaire, permet d'avoir une information utilisable, à condition que le professionnel puisse démontrer :

- que les conditions de production respectent bien les mesures qu'il a définie (Bonnes pratiques d'hygiène) ;
- que l'historique des résultats correspond bien à des conditions de production similaires.

6.3.2 /Tests de croissance « Challenge-Tests» (NF-V-01-009)

Ces tests permettent de suivre l'évolution de la cinétique de croissance ou de survie d'un germe précis dans ou sur un aliment donné après inoculation artificielle à un niveau prédéterminé et durant la conservation dans des conditions contrôlées pendant une durée prédéfinie. Ils permettent donc de quantifier la croissance bactérienne sensu stricto (Avis AFSSA n°2003 – SA -0352).

Par contre, ces tests de croissance, même s'ils donnent des informations utiles, ne permettent pas de connaître la réalité de la croissance de la bactérie considérée dans le produit fini (notamment l'évaluation de la phase de latence).

Ce travail a été réalisé au niveau de l'Unité de production de pâté de volaille (UCTVO) de Tizi-Ouzou et le laboratoire d'analyses microbiologiques de l'Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou**.**

7.1 Présentation de l'unité de conservation et de transformation de viande OUAKED (UCTVO) de Tizi-Ouzou

L'UCTVO se située à Ait Aissa Mimoun, exactement à Iguer lmaiz, sur la route nationale N°5, en allant vers Ouaguenoun. L'unité a été crée en 2011, dans le cadre ANSEJ financée par la Badr. Elle a une capacité de production de 500kg/jour. Sa mission initiale consistait à la fabrication de trois types de pâtés de volaille de marque déposée « **Vianda** » ; qui sont de type Chicken luncheon meat en spécialité Danemarks :1) : pâté de volaille ordinaire ; 2) : pâté à base des olives avec un goût piquant et 3) : pâté avec fromage et champignons
L'établissement OUAKED dispose sept postes d'emploie. Actuellement, il entame des démarches pour l'extension dans le but d'élargissement de la gamme de production de pâté et la satisfaction de la demande du marché national, voir l'exportation. L'UCTVO comporte huit pièces disposées de manière à respecter le système de marche en avant à savoir :

1.1 La salle de réception

On récupère dans cette salle la matière première, qui est le poulet prêt à la cuisson. Ce poulet a été vidé, enveloppé et réceptionné avec un certificat de salubrité. Suite à la réception des contrôles sont réalisés à savoir :

- Contrôles visuels se font au sein de l'unité ;
-Contrôles microbiologiques et physicochimiques effectués mensuellement dans un laboratoire externe conventionné.

1.2 La chambre froide (N°1)

Elle a comme rôle de conserver la matière première à 4°C avant leur utilisation.

1.3 La salle de préparation

Cette pièce est équipée de toutes les machines et les matériels nécessaires à la préparation de la matiére première, à savoir des couteaux, des chalumeaux, une séparatrice et un hachoir.
Dans cette salle on effectue plusieurs opérations :
-Déballage des poulets ;
-Nettoyage des poulets afin d'enlever les plumes restantes ;
-Flambage pour débarrasser du duvet ;
-Désossage manuelle : a pour objectif d'extraire le blanc et récupérer maximum de rendement en viande (55%)
-Hachage qui consiste à fragmenter le blanc obtenu à l'aide d'un hachoir (Figure 1. (a)).
-Désossage mécanique : s'effectue à l'aide d'une séparatrice mécanique (Figure1. (b)) afin d'obtenir un rendement élevé en viande (80%). Généralement, on obtient d'une part la viande

séparée mécaniquement (VSM) qui présente 90% de viande pure et 10% de la moelle et d'autre part, le déchet qui constitue un mélange de cartilage, de tendres et des os.

a)

b)

Figure 1 : Appareils utilisés dans la salle de préparation à l'UCTVO.
a) : Séparatrice mécaniques ; b) : Hachoir.

1.4 La salle des ingrédients

La préparation des différents ingrédients nécessaires à la fabrication du pâté est effectuée dans cette salle. Parmi ces ingrédients on cite :

-La viande de volaille (la matière première)

-La glace : permet de refroidir la melée au moment de cutterage dont le but est limiter la prolifération des microorganismes ;

- L'amidon de mais : utilisé comme agent gélifiant et texturant (ou liant) ;

-L'huile végétale : joue un rôle majeur dans l'émulsification de la melée ;

-Les œufs : constituent un apport protéique, un agent de texturation (gélifiant) et aussi améliorent le goût.

-Le lait en poudre (0%MG) : améliore le goût et la qualité du pâté ;

-Les Protéines de soja : elles sont d'origine des graines de soja utilisées comme agent émulsifiant et substituant partiel de la viande ;

-Paprika : poivron rouge et noir ;

-Les épices ;

-L'ail ;

-Les sels nitrités : utilisés comme agent conservateur pour lutter contre le développement des Clostridiums ;

-Le glucose caramélisé : constitue un agent de coloration ;

-Les carraghénanes (E407): utilisées comme agent gélifiant. Elles sont obtenues à partir des algues marines rouges ;

-Le diphosphate (E450) : est un agent stabilisant de l'émulsion et la texture du pâté. Il augmente aussi le pouvoir de rétention d'eau ;

-Le rouge Allura (E129) : est un colorant alimentaire;

-L'acide ascorbique (vitamine C) (E300) : est un agent antioxydant de la matière grasse ;

-Les glutamates monosodiques (E621) : sont ajoutées comme exhausteurs de goût.

1.5 La salle de pesé

Dans cette salle on prépare le mélange contenant la viande séparée mécaniquement, la viande hachée et les protéines de soja au moyen d'une balance.

1.6 La salle de production

Regroupe les appareils nécessaires pour la fabrication du pâté tels que le cutter, le poussoir, et la clipeuse **(Figure 2).**

a) b) c)

Figure 2 : Appareils utilisés dans la salle de production de l'U TCVO.
a)Cutter ; **b)** poussoir et **c)** : clipeuse

1.1.6 La salle de cuisson

C'est une salle contenant un cuiseur **(Figure 3. (a))** et un refroidisseur (**Figure 3. (b)).**

a) b)

Figure3 : Appareils utilisés dans la salle de cuisson de l'U TCVO.

a) : Cuiseur et **b)** : refroidisseur

1.7. La chambre froide (N° 2)

A comme fonction de conserver le produit fini à 4°C avant la commercialisation.

7.2) Matériels

7.2.1.Appareillages

-Agitateur magnétique (RAYPA)
-Bain marie (NUVE BATH)
-Balance électronique (ZENTI)
-Bec bunsen
-Compteur de colonies
-Etuves réglées à différentes températures (30°C, 37°C ,45°C ,55°C et 103°C) (MEMMERT)
-Microscope optique (HUND WETZLAR)
-pH mètre (HANNA)
-Thermométre
- Soxhlet
-Balance analytique de précision (KERN 770)
-Burette
-Capsules en verre
-Cartouches d'extraction
-Dessiccateur
-Four à moufle
-Spectrophotomètre (UV-VIS model : UV-9200).

7.2.2 Verrerie

-Boites de Pétri stériles

-Eprouvettes graduées
-Fioles et béchers
-Pipettes graduées et pipettes Pasteur stériles
-Tubes à essais
-Les cloches de Durham

7.2.3 Autres instruments

Pinces, ciseaux, spatules, anse à boucle.

7.2.4 Milieux de culture

-Bouillon au sélénite de sodium simple ou double concentration (SFB)
- Bouillon VBL (Vert Brillant Lactosé)
-Bouillon Schubert +cloche Durham
-Gélose nutritive
- Gélose Oxytétracycline Glucose (OGA)
-Bouillon VRBL
-Gélose viande foie (VF)
-Milieu de Giolitti Cantoni (GC)
-Gélose (SS)
- Tryptophane- sel-eau (TSE)

7.2.5 Réactifs

-Alcool à 95°
-Alun de fer et sulfate de sodium
-Bleu de Méthyléne
-Fushine
-Huile de vaseline
-Lugol
-Tellurite de potassium
-Violet de Gentiane
-Acide borique (H_3BSO_3) à 4%
-Acide chlorhydrique (HCl) 0 ,1N
-Acide sulfurique concentré (H_2SO_4) 0,1N
-Ether de pétrole
-Hydroxyde de sodium (NaOH) 0,1N
-Phénolphtaléine à 2%
-Sulfate de cuivre ($CuSO_4$)

7.3 Méthodes

7.3.1 Test de vieillissement de pâté de volaille de l'UCTVO

Le test de vieillissement est destiné à évaluer la croissance des micro-organismes dans une denrée :

-Naturellement contaminée ;

-Et dans des conditions prévisibles de stockage au long de la chaîne du froid.

7.3.1.1 Echantillonnage et prélèvement

L'échantillonnage a été effectué au niveau de l'unité OUAKED de Tizi-Ouzou durant une période de 2 mois allant de 15 janvier au 15 mars 2015. Le transport des échantillons a été effectué dans une glacière isotherme à 4°C jusqu'au laboratoire de microbiologie de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou et ce pour éviter toute fluctuation de température. Durant ladite période, des contrôles microbiologiques et quelques paramètres physico-chimiques des pâtés fabriqués au sein de l'unité ont été réalisés.

Afin de montrer l'effet de la variation de la température de stockage du pâté sur l'évolution de développement des micro-organismes, six expériences ont été réalisées toute en changeant les températures et les temps d'incubation.

Pour chaque expérience, nous avons analysé 30 unités de pâtés prélevées dans le total du même lot de production. Les analyses ont porté sur 5 temps de prélèvement différents (0Jour, 2Jours, 7Jours, 14Jours et 21 jours) suivant le tableau ci-dessous:

Tableaux VI : Différentes expériences et stades d'échantillonnage.

Expériences	**O Jour**	**2 Jours**	**7 Jours**	**14 Jours**	**21 Jours**
E1	Prélever à 4°C	Incuber à 4°C	Incuber à 4°C	Incuber à 4°C	Incuber à 4°C
E2	Prélever à 4 °C	Incubé à 4°C	Incubé à 4°C	Incuber à 8°C l'échantillon pré incubé à 4°C	Incuber à 8°C l'échantillon pré incubé à 4°C
E3	Incuber à 4°C l'échantillon pré incubé à 20°C pdt 4 h	Incuber à 4°C l'échantillon pré incubé à 20°C pdt 4 h	Incuber à 8°C l'échantillon pré incubé à 20°C pdt 4h	Incuber à 8°C l'échantillon pré incubé à 20°C pdt 4h	Incuber à 8°C l'échantillon pré incubé à 20°C pdt 4h
E4	Incuber à 4°C	Incuber à 4°C	Incuber à 8°C	Incuber à 8°C	Incuber à 8°C
E5	Incuber à 8°C	Incuber à 8°C	Incuber à 8°C l'échantillon pré incubé à 4°C	Incuber à 8°C l'échantillon pré incubé à 4°C	Incuber à 8°C l'échantillon pré incubé à 4°C
E6	Incuber à 8°C l'échantillon pré	Incuber à 8°C l'échantillon	Incuber à 8°C l'échantillon	Incuber à 8°C l'échantillon	Incuber à 8°C l'échantillon

	incubé à 20°C pdt 4 h	pré incubé à 20°C pdt 4 h	pré incubé à 20°C pdt 4 h	pré incubé à 20°C pdt 4 h	pré incubé à 20°C pdt 4 h

7.3.2 Elaboration d'un pâté végétal

Plusieurs formulations ont été réalisées afin de réussir la fabrication de ce type de pâté végétal. A la fin trois formulations ont été retenues qui sont élaborées à base des épinards, des lentilles et des protéines de soja avec l'addition éventuelle des autres ingrédients. Le tableau suivant donne la composition de chaque formulation.

Tableau VII : Composition des pâtés élaborés (%)

	F1	**F2**	**F3**
Matière végétale	54	54	5
Eau	23	18	40
Huile végétale	10	15	36
Amidon de mais	9	9	12
Sel de table	1,5	1,5	1,2
Protéines de soja	1,5	1,5	4,8
Carraghénanes	1	1	1
Epices	0,4	0,5	0,4

F1 : Pâté à base des épinards ; **F2** : Pâté à base des lentilles et **F3** : pâté à base des protéines de soja.

Nous avons respecté les mêmes étapes de fabrication du pâté de volaille tel fabriqué au niveau de l'unité de production UCTVO de Tizi-Ouzou. Ces étapes sont mentionnées dans le diagramme de la figure suivante :

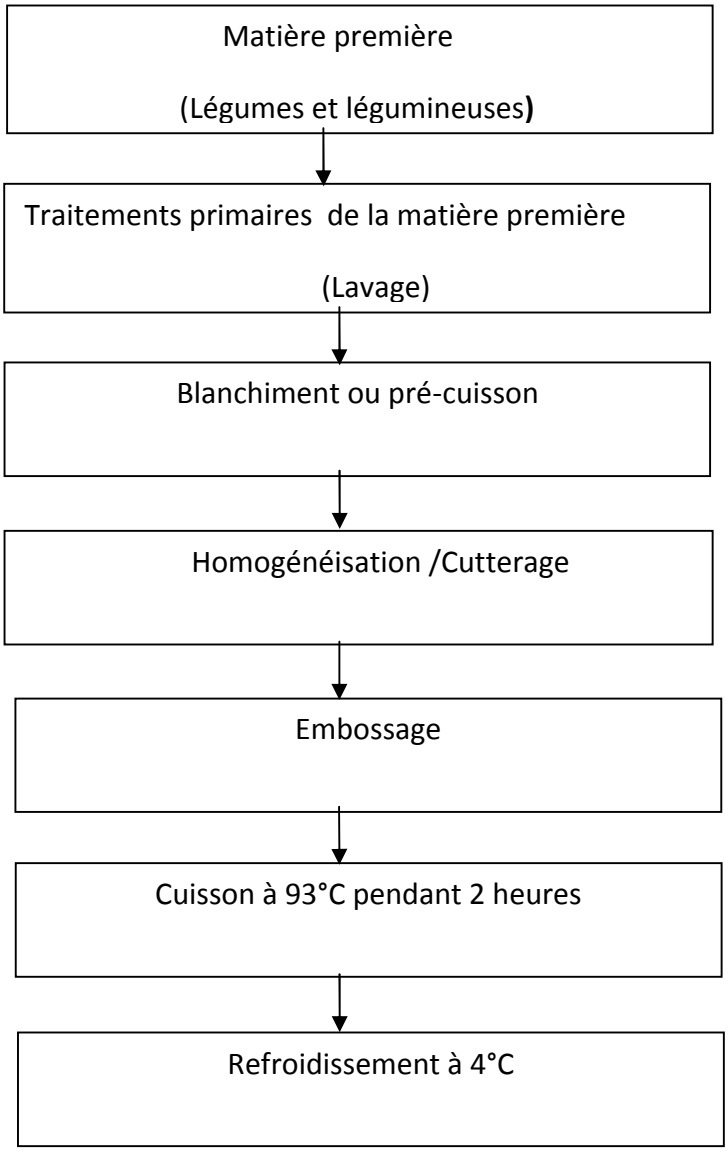

Figure 4 : Les différentes étapes de fabrication des différents pâtés végétaux

La figure ci-dessous montre l'opération de l'homogénéisation des différents ingrédients des différents pâtés élaborés.

a) b) c)

Figure 5 : Homogénéisation des ingrédients des pâtés végétaux

a) : Pâté à base d'épinards (F1) ; **b)** : Pâté à base de lentilles (F2) et **c)** : Pâté à base de protéines de soja (F3).

7.3.2.1 Analyse sensorielle des pâtés élaborés

L'analyse sensorielle constitue un facteur déterminant pour l'évaluation, le contrôle et l'amélioration de la qualité. Elle consiste en un ensemble d'épreuves effectuées par les jurys entrainés (DAUDIN et DUBY, 2002).

Afin de choisir le meilleur pâté végétal, l'analyse sensorielle des trois pâtés (F1, F2 et F3) a été achevée par un panel de dégustateurs (50 sujets) en se basant sur les critères (couleur, odeur, goût et texture). La figure 6 montre l'aspect des pâtés végétaux dégustés.

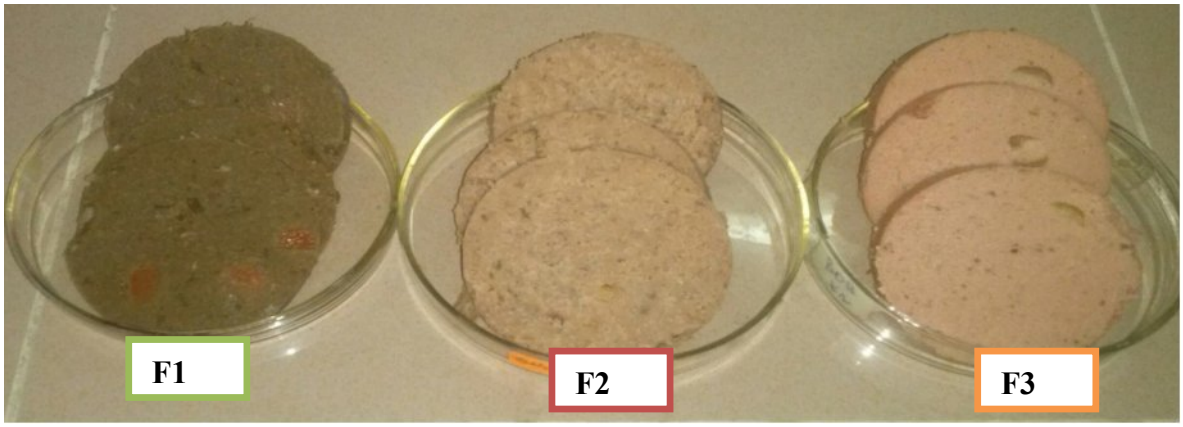

Figure 6 : Aspect des pâtés dégustés.

Le jury de dégustation est composé de :

- Cinq responsables du laboratoire d'Analyses et Contrôle de la Qualité de l'UMMTO ;

-Dix enseignants de département de Biologie de la même Université ;

-Cinq employés du laboratoire d'Analyses et Contrôle de la Qualité de la même Université ;

- 30 étudiants (spécialité Technologie Alimentaire et Microbiologie Appliquée) de la même Université.

Les cinquante sujets sont invités à décrire leurs perceptions sensorielles pour chaque produit selon la liste de critères présentés sous forme d'un formulaire (voir l'annexe II).

Sans dévoilés la nature des produits testés, afin de ne pas biaiser les résultats. Chaque membre de jury apprécie par une valeur numérique allant de 1 jusqu'à 4. La note et l'indice correspondants sont mentionnés dans le tableau VIII.

Tableau VIII : Notes et indices d'appréciation

Indices	Très bon	Bon	Moyen	Mauvais
Notes	1	2	3	4

7.3.2.2. Test de stabilité du meilleur pâté végétal

Ce test permet de confirmer la stabilité du pâté choisi. Il consiste à incuber les unités de même échantillon (pâté de protéines de soja) à différentes températures d'incubation pendant 21 jours. Il s'agit de :

A- L'étuvage de deux unités du meilleur pâté végétal durant 21 jours à une température de 37°C± 2°C**.**

B- L'étuvage de deux unités du meilleur pâté végétal durant 7 jours à une température de 55°C ± 2°C;

C- L'étuvage d'une unité du meilleur pâté durant 21 jours à la température ambiante entre 20 et 25°C ± 2°C (échantillon témoin).

7.3.3. Analyses microbiologiques du pâté de volaille de l'UCTVO et le meilleur pâté végétal élaboré

La démarche des analyses microbiologiques suivie lors nos expérimentations est représentée par le diagramme suivant :

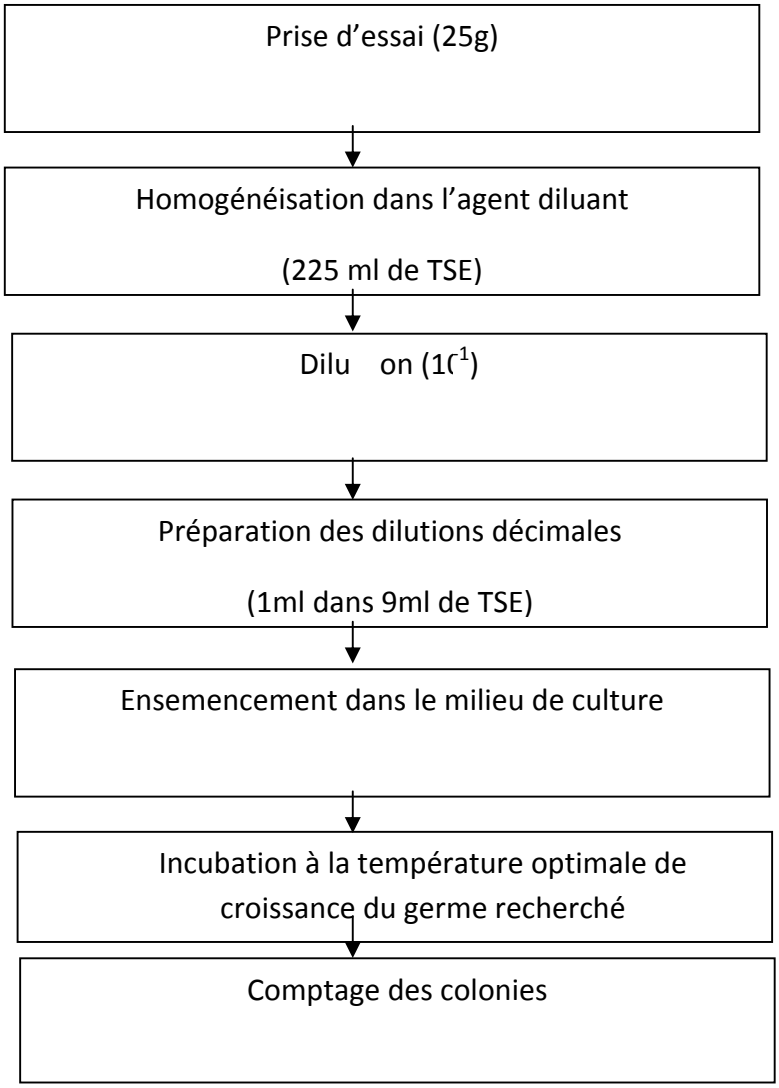

Figure 7 : Etapes suivies pour les analyses microbiologiques

7.3.3.1 Recherche et dénombrement des germes

Le tableau ci-dessous présente les différents germes recherchés dans le pâté de volaille.

Tableau IX : Les germes à recherchées dans le pâté de volaille

Point d'échantillonnage	Germes recherchés
Produit fini (pâté de volaille)	**A) Germes à incidence technologique :** - Flore mésophile aérobie totale -Levures et Moisissures **B) Germes à incidence sanitaire :** - Coliformes totaux et fécaux - *Salmonella sp* - *Staphylococcus aureus* -*Clostridium sulfito-réducteur*

A) Germes à incidence technologique

- Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FMAT)

- Introduire dans une boite de Pétri 1 ml de chaque dilution décimale puis couler dessus le milieu PCA pré-liquéfié ;
- Placer les boites de Pétri retournées dans l'étuve à 30°C pendant 72 heures ;
- Comptage de toutes les colonies qui sont développées. Les boîtes de Pétri contenant un nombre de colonies compris entre 15 et 300 sont prises en considération;
- Multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de la dilution correspondante ;
- La moyenne arithmétique des colonies des différentes dilutions a été calculée.

-Dénombrement des levures et moisissures

- A partir des dilutions décimales réalisées, porter aseptiquement 1 ml dans une boite de Pétri contenant environ 20 ml du milieu de culture OGA préalablement coulé et solidifié (ensemencement en surface) ;
- Par la suite, on étale l'inoculum sur toute la surface de la gélose ;
- Incuber les boites Pétri à 25°C pendant 5 à 7jours ;
- Le comptage est réalisé sur les boites contenant entre 15 et 300 colonies.
- Multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de chaque dilution ;
- La moyenne arithmétique des colonies des différentes dilutions a été calculée.

B) Germes à incidence sanitaire

-Dénombrement des Coliformes

- A partir de dilutions décimales réalisées, porter aseptiquement 1 ml dans deux boites de Pétri vides;
- Ajouter dans chaque boite avec environ 20 ml de gélose VRBL fondue;
- Une série de boites sera incubée à 30°C, pendant 24 à 48 h qui servira à la recherche de coliformes totaux, l'autre série sera incubée à 44°C pendant 24 à 48 h servira à la recherche de coliformes fécaux ;
- Dénombrement des colonies des coliformes totaux et fécaux après 48 h d'incubation.
- La lecture consiste à dénombrer les colonies rouges,violettes, d'un diamètre d'au moins 0,5 nm.

-Dénombrement des *Clostridium sulfito-réducteurs*

- A partir de la dilution décimale 10^{-1}, porter et répartie aseptiquement 25 ml dans 5 tubes à vis (à raison 5ml pour chaque tube) ;
- Mettre les 5 tubes dans un bain marie à 80°C/10 minutes puis les refroidir avec l'eau de robinet ;
- Couler dessus environ 15 ml du milieu de culture VF pré-liquéfié ;
- Homogénéiser les tubes et laisser solidifier et incuber à 37°C/72h ;
- La présence de *Clostridium sulfito-réducteurs* est confirmée par l'apparition de petites colonies blanches entourées d'un halo noir qui explique la production de H_2S. Le résultat est exprimé par le nombre de spores/25g de produit.

-Recherche de *Salmonella*

-Peser aseptiquement 25 g de l'échantillon dans un erlenmeyer à l'aide d'une balance de précision et ajouter 225 ml du milieu de pré-enrichissement (TSE). Après homogénéisation, incuber à 37°C/16 à 20h (La revivification).

-Après incubation, transférer 10 ml de la solution pré-enrichie dans un tube à essai et dessus ajouter 150 ml de bouillon au sélénite de sodium (SFB) + l'additif puis incuber à 37°C/24h.

-La formation d'un trouble orange indique la présence de Salmonelles,

- On réalise un isolement sur le milieu SS et DCLS pour chercher et dénombrer les Salmonelles.

-Recherche de *Staphylococcus aureus*

1-Enrichissement : c'est une étape de revivification qui consiste à porter 1ml de chaque dilution dans 15 ml de milieu GC (Giolliti Cantonii), additionné de Téllurite de potassium, après homogénéisation, on incube à 37°C pendant 24h à 48h. Les tubes ayant virées au noir seront considérés positifs.

2-L'isolement : a partir les tubes positifs, on fait l'isolement sur Chapman préablement fondue, coulée en boites de pétri. Les boites de Chapman ensemencées seront incubées à 37°C pendant 24h à 48h.

-La lecture consiste à dénombrer les colonies de taille moyenne, lisse, brillante et pigmentées en jaunes.

7.3.4. Analyses physico-chimiques des pâtés

Les analyses physico-chimiques, dans notre étude ont porté sur :

-La détermination du pH, l'acidité, l'humidité, les cendres, la teneur en protéines, la matière grasse, les sels minéraux, à la fois pour le pâté de volaille fabriqué par l'unité et pour le meilleur pâté végétal élaboré.

7.3.4.1) Mesure du pH

Principe

La mesure de potentiel d'hydrogène (pH) est faite par une électrode de référence plongée dans un échantillon à base de pâté de volaille ou des pâtés végétaux.

Mode opératoire

Etalonner le pH-mètre en utilisant deux solutions tampon de pH (4 et 7), introduire l'électrode de référence dans la prise d'essai ou l'échantillon, lire directement le pH sur le cadrant de l'appareil à 0.05 unités pH prés.

7.3.4.2) Détermination de l'humidité (AOAC №920.151)

L'humidité est basée sur la détermination de la teneur en eau du produit et les pertes en poids obtenues après dessiccation complète.

Mode opératoire

-Broyer un échantillon représentatif d'au moins 200g ;

-Peser 2g de l'échantillon broyée dans une capsule en verre préalablement tarée ;

-Introduire cette capsule dans une étuve réglée a 103 °C±2°C pendant 2 heures, jusqu'à avoir un poids constant ;

-Peser la capsule à 0,001 g prés après refroidissement dans le dessiccateur ;

Expression des résultats

L'humidité des échantillons exprimée en pourcentage est calculée par la formule suivante:

Humidité en % = ———x 100 …….(1)

Où :

$\mathbf{M_1}$: masse de la capsule et la prise d'essai, avant séchage (g) ;

$\mathbf{M_2}$: masse de la capsule et la prise d'essai après séchage complet (g);

P : masse de la prise d'essai (g).

7.3.4.3) Détermination de la teneur en cendres (NF V : 03-922)

Principe

Evaporation à sec d'une quantité connue du produit, puis incinération à 525°C ± 25°C.

Mode opératoire

-Peser 25 g de l'échantillon homogène et les introduire dans une capsule préalablement tarée.

-Séchage : évaporation à sec de la prise d'essai.

-**Pré incinération** : chauffer lentement de façon à bruler la majeure partie du résidu sec

-Incinération : placer alors la capsule dans le four à moufle réglé à 225°C ± 25°C et les maintenir pendant une heure. Sortir la capsule de four, la laisser refroidir à l'air puis, humidifier les cendres avec un peu d'eau distillée et évaporer à sec et remettre dans le four.

Répéter plusieurs fois l'opération jusqu'à l'obtention d'un résidu blanc ou grisâtre, exempte de particules de charbon.

Sortir la capsule et laisser refroidir à la température ambiante dans le dessiccateur puis peser.

Effectuer deux déterminations pour chaque essai.

Expression des résultats

La teneur en cendres est exprimée selon la formule suivante :

$$\textbf{Teneur en cendres} = \frac{(\quad)}{(\quad)} \textbf{x 100 …….(2)}$$

Avec :

$\mathbf{M_0}$: masse de la capsule vide (g).

$\mathbf{M_1}$: masse de la capsule plus échantillon avant incinération (g).

$\mathbf{M_2}$ **:** masse de la capsule plus cendres après incinération (g).

7.3.4.4) Dosage de l'acidité titrable selon la NF V05-101 (1974)

Mode opératoire

-Découper le pâté en petit morceaux ;

-Peser 25 g d'échantillon, les placer dans une fiole conique avec 50ml d'eau distillée chaude récemment bouillie, refroidie, puis bien mélanger jusqu'à obtention d'un liquide homogène ;

-Adopté un réfrigérant à reflux à la fiole conique puis chauffer le contenu au bain d'eau bouillante pendant 30 min ;

-Bien mélanger puis filtrer ;

-Le titrage du filtrat s'effectue à l'aide d'une solution d'hydroxyle de sodium à 0,1N

$$\textbf{L'acidité titrable \%} = \frac{(\quad \times \quad)}{(\quad \times \quad \times \quad)} \times 100 \times 0{,}007 \ldots\ldots (3)$$

V0 :25ml de la prise d'essai ;

V1 : volume de NaOH (0,1N) ;

m : 25 g de pâté.

7.3.4.5) Dosage des protéines (méthode de Lowry et al. 1951)

Principe

Le réactif de folin ciocalteu (acide phospho-tungsto-molybdique) est plus ou moins réduit par les protéines (les groupements oxydés des acides aminés) notamment les groupements phénoliques de tryptophane et de tyrosine et dans une moindre mesure ceux de la cystéines et histidine (la liaison peptidique est aussi impliquée).

Cette réaction donne naissance à un complexe coloré avec le bleu de méthylène dont l'intensité peut être mesurée au spectrophotomètre à 750nm.

La sensibilité du dosage est augmentée par un prétraitement préalable de la réaction par réactif au cuivre en milieu basique.

Mode opératoire

A) Préparation des solutions

Solution A : Na_2CO_3 (2%) dans NaOH (0,1M)

Solution B : 2ml de $CuSO_4$ 5 H_2O (0,5%) +2ml de tartrate de Na et K(1%) .

Solution C : 50ml de solution A +1ml de la solution B**.**

B) Gamme étalon (solution témoin)

Solution (µg/ml)	0	25	50	75	100
Solution mère d'albumine sérique bovine (BSA)(µl)	0	250	500	750	1000
Eau distillée (µl)	1000	750	500	250	0

C) Réaction et mesure de l'absorbance

A 1ml de la solution de l'échantillon contenant entre 25 et 100 µg de protéine / ml :

- Ajouter 5ml de la solution C et mélanger;
- Laisser 5 à 10mn à température ambiante ;
- Ajouter 0,5ml de réactif de Folin-ciocalteu ;
- Homogénéiser rapidement et mettre les tubes pendant 30mn à l'obscurité ;
- Apres 30mn homogénéiser la solution rapidement et lire la densité optique à 750nm.

D) Détermination des teneurs protéiques

- Construire la courbe d'étalonnage : DO= f (Concentration de la protéine standard) utiliser les tubes à savoir l'albumine sérique bovine : BSA ;
- Détermination à partir de cette courbe les teneures en protéines inconnues.

7.3.4.6) Détermination de la teneur en matière grasse par la méthode de SOXHLET

Principe

-Le résidu issu de la détermination de l'humidité est placé dans une cartouche de cellulose,

-L'extraction a été faite en continu avec l'éther de pétrole qui dissout graduellement la matière grasse. Le solvant contenant la matière grasse retourne dans le ballon par déversements successifs causés par un effet de siphon dans le coude latéral.

Comme seul le solvant peut s'évaporer de nouveau, la matière grasse s'accumule dans le ballon jusqu'à ce que l'extraction soit complète. Une fois l'extraction est terminée, l'éther a été évaporé et la matière grasse a été pesée **(SCHEIDECKER, 2001).**

Expression des résultats : la teneur en % de la masse grasse de l'échantillon est calculée selon l'équation suivante :

$MG\% = (m_1 - m_2) \times 100/m_0$ ……. (4)

Où :

$\mathbf{m_0}$: masse de la prise d'essai (g) ;

$\mathbf{m_1}$: masse de la fiole et le régulateur d'ébullition (g);

$\mathbf{m_2}$: masse de la fiole, le régulateur d'ébullition et la matière grasse après évaporation du solvant(g).

8.1 .Résultats d'analyse sensorielle des pâtés élaborés

Les résultats d'analyse sensorielle obtenus pour les trois types de pâtés élaborés sont représentés dans les figures 4, 5 et 6.

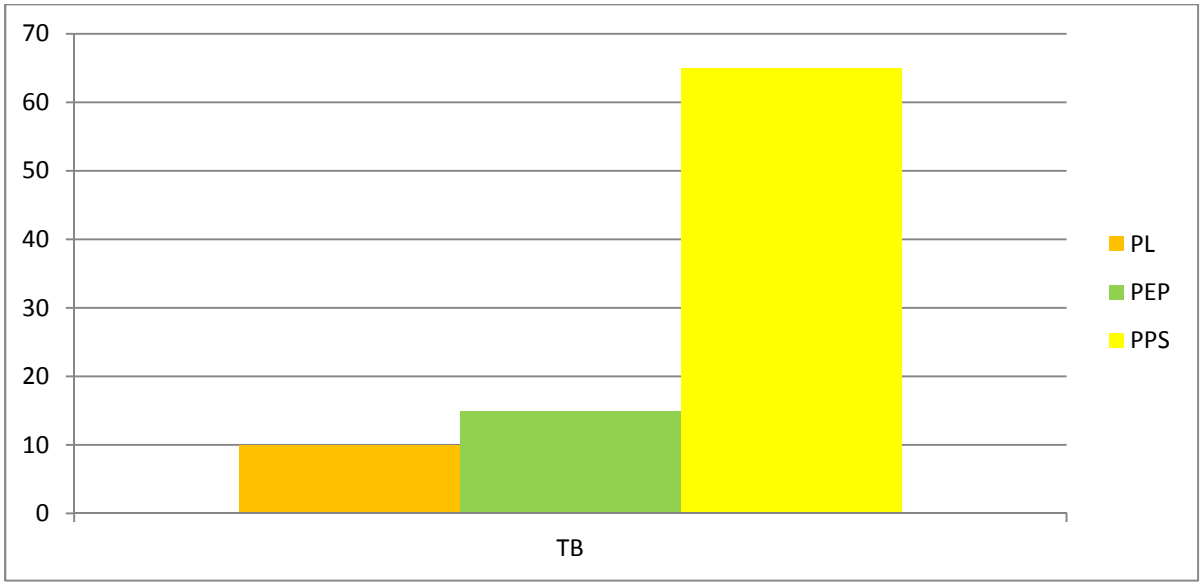

Figure 8: Résultats d'évaluation sensorielle de la couleur des trois pâtés végétaux

PL: Pâté à base de lentilles ; **PEP** : Pâté à base d'épinards ; **PPS** : Pâté à base de protéine de soja. **M** : Mauvais ; **Mo** : Moyen ; **TB** : Très bon **; B** : Bon

-La couleur

Les dégustateurs ont bien apprécié la couleur du pâté à base de protéines de soja avec un pourcentage d'acceptabilité de l'ordre de 65%. Les autres pâtés ont été moins appréciés par les dégustateurs de point de vue couleur avec un pourcentage d'acceptabilité presque similaire (pâté à base d'épinard (15%) et pâté à base des lentilles (10%).

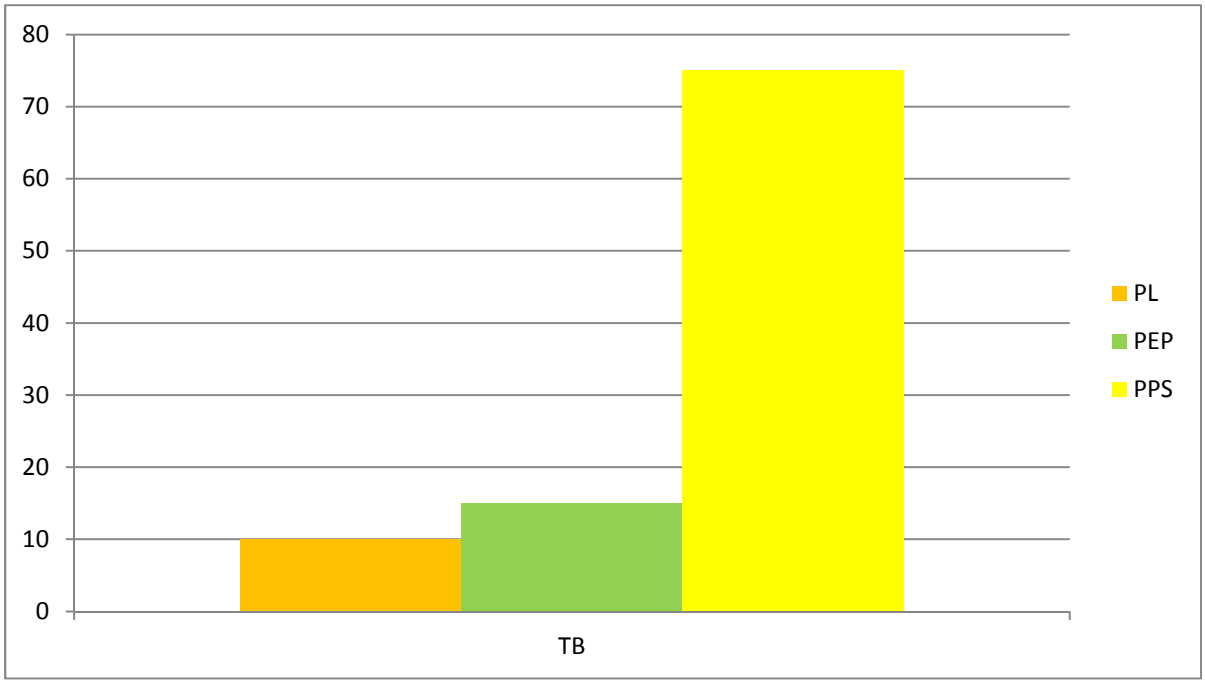

Figure 9: Résultats d'évaluation sensorielle de l'odeur des trois pâtés végétaux

PL: Pâté à base de lentilles ; **PEP** : Pâté à base d'épinards ; **PPS** : Pâté à base de protéines de soja. **M** : Mauvais ; **Mo** : Moyen ; **TB** : Très bon **; B** : Bon

-L'odeur

Le pâté à base de protéines de soja présente une meilleure odeur avec un degré d'acceptabilité de 75%, suivi par le pâté à base de lentilles d'épinards (15%) et en dernier lieu le pâté à base de lentilles (10%).

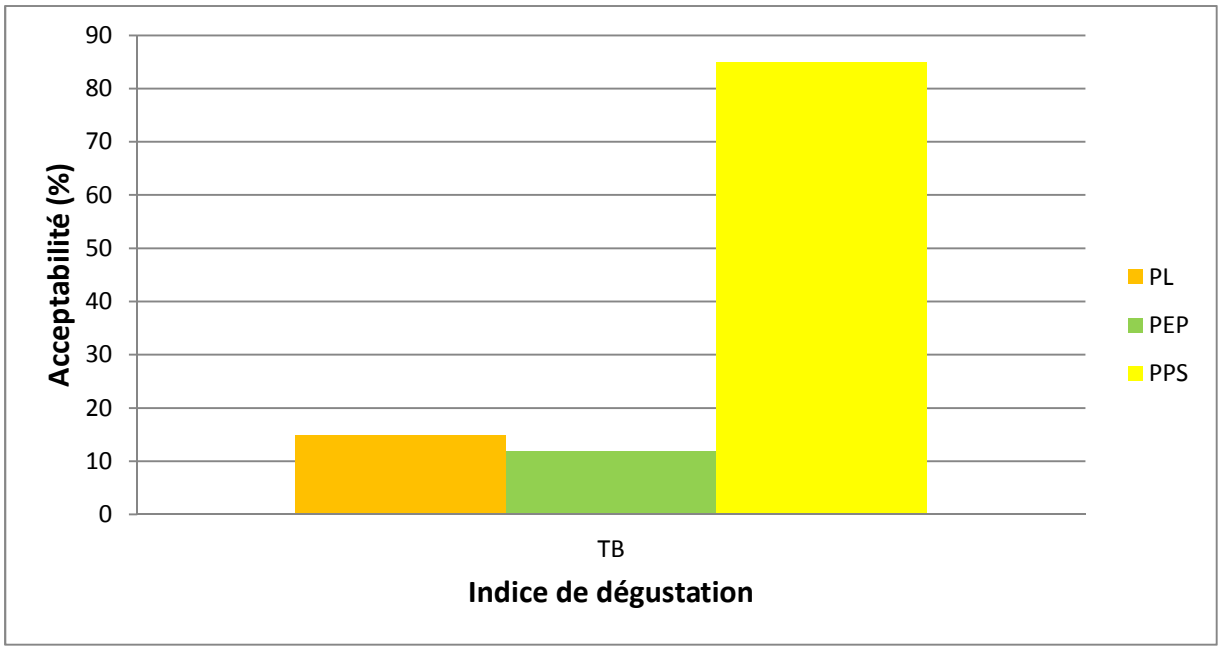

Figure 10: Résultats d'évaluation sensorielle de goût des trois pâtés végétaux

PL: Pâté à base de lentilles ; **PEP** : Pâté à base d'épinards ; **PPS** : Pâté à base de protéines de soja. **M** : Mauvais ; **Mo** : Moyen ; **TB** : Très bon **; B** : Bon.

-Le goût

Le pâté à base de protéine de soja présente un meilleur goût avec un degré d'acceptabilité de dégustateurs de 85%, suivi par le pâté à base de lentilles (15%). Par contre, 12% de dégustateurs ont moins apprécié le goût du pâté à base d'épinards.

-La texture

L'ensemble des dégustateurs ont bien apprécié la texture des trois pâtés élaborés. En effet, les trois pâtés présentant une bonne texture molle recherchée par le consommateur de point de vue de digestion. Néanmoins, les dégustateurs ont jugé en majorité, que l'échantillon à base de protéines de soja est de bonne qualité organoleptique (pour l'ensemble des critères étudiés couleur, odeur, texture et surtout le goût.

8.2 .Résultat des analyses microbiologiques du pâté de volaille et le meilleur pâté végétal choisi à base de protéines de soja

Les analyses microbiologiques ont pour but d'assurer que les pâtés préparés présentent des qualités hygiénique et commerciale supérieures.

8.2.1 /Test de vieillissement du pâté de volailles de l'UCTVO

- **Evolution de la charge en levures et moisissures**

Tableau X : Résultats de dénombrement des levures et moisissures durant 21 jours

Durée d'incubation (Jours)	J0	2J	7J	J14	J21
E1 (UFC)	**31**	**32**	**36**	**40**	**56**
Log N	**1,49**	**1,50**	**1 ,55**	**1,60**	**1,74**
E2 (UFC)	**33**	**39**	**42**	**53**	**65**
Log N	**1,51**	**1,59**	**1,62**	**1,72**	**1,81**
E3 (UFC)	**61**	**67**	**106**	**111**	**123**
Log N	**1,78**	**1,82**	**2,02**	**2,04**	**2,08**
E4 (UFC)	**46**	**55**	**60**	**64**	**68**
Log N	**1,66**	**1,74**	**1,77**	**1,80**	**1,83**
E5 (UFC)	**34**	**38**	**43**	**74**	**87**
Log N	**1,53**	**1 ,57**	**1,63**	**1,86**	**1,93**
E6(UFC)	**85**	**106**	**153**	**189**	**278**

Log N	**1,92**	**2,02**	**2,18**	**2,27**	**2,44**

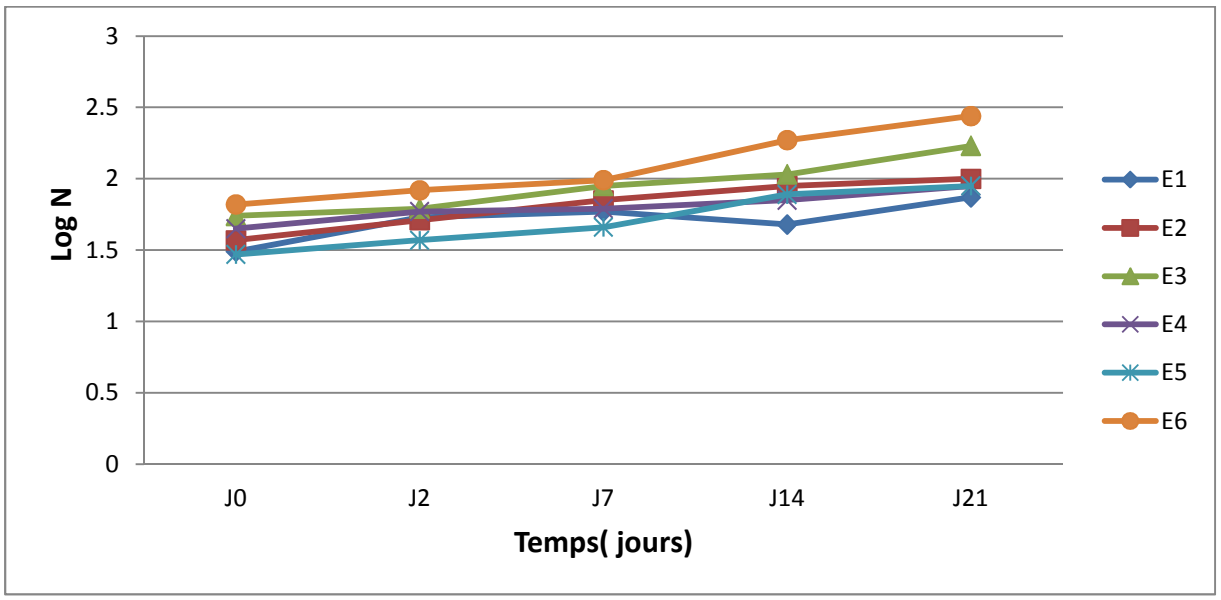

Figure 11 : Evolution de la contamination du pâté de volaille par Levures et moisissures durant 21 jours pour l'ensemble des expériences réalisées

Les résultats de dénombrement des levures et des moisissures des différentes unités de pâté de volaille conservées à différentes températures pendant 21 jours montrent une augmentation du nombre en fonction de la durée d'incubation (on observe presque la même allure). Cependant, les unités de pâté de volaille prétraitées à 20°C pendant 4 heures puis incubées à 4°C présentent une charge élevée en levures et moisissures par rapport aux autres unités incubées à des températures baisses (8°C et à 4°C). Ceci est due à la fois à la durée de conservation et la température de prétraitement (20°C) qui est voisine de l'optimum thermique de croissance de ces germes d'altération. En effet, la durée de conservation plus qu'elle s'approche à la date limite de consommation, la charge augmente. D'après BOURGEOIS et al. (1996), toute élévation de température permet la reprise de l'activité microbienne avec une multiplication plus rapide.

- **Evolution de la flore aérobie mésophile totale**

Tableau XI : Résultats de dénombrements de la FMAT durant 21 jours

Durée d'incubation (Jours)	0J	2J	7 J	14 J	21J	JORA	
						m	M
E1	31	54	60	48	75	3.10^5	3.10^6
Log N	1,49	1,73	1,77	1,68	1,87		
E2	38	52	72	90	101		
Log N	1,57	1,71	1,85	1,95	2,00		
E3	55	62	90	108	170		
Log N	1,74	1,79	1,95	2 ,03	2,23		
E4	45	59	63	71	90		
Log N	1,65	1,77	1,79	1,85	1 ,95		
E5	30	38	46	78	90		
Log N	1,47	1,57	1,66	1,89	1,95		
E6	67	85	99	102	182		
LogN	1,82	1,92	1,99	2,01	2,26		

m: Seuil au-dessous duquel le produit est considéré comme étant de qualité satisfaisante. Tous les résultats égaux ou inférieurs à ce critère sont considérés comme satisfaisants.

M: Seuil limite d'acceptabilité au-delà duquel les résultats ne sont plus considérés comme satisfaisants (M=10m lors du dénombrement effectué en milieu solide).

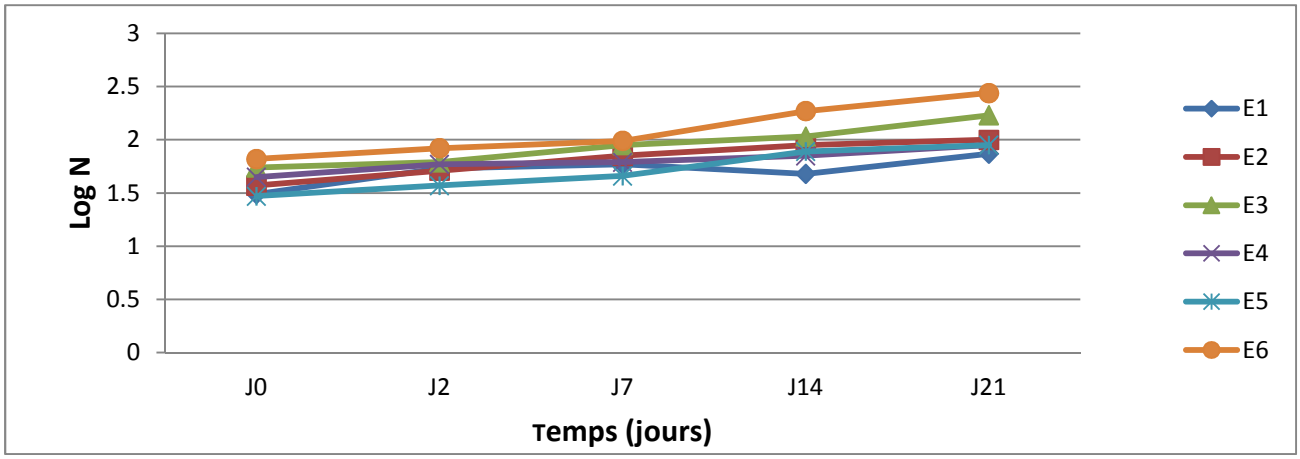

Figure 12: Evolution de la charge de la FMAT durant 21 jours pour l'ensemble des expériences

Les résultats de l'évolution de la flore mésophile aérobie totale révèlent que les unités incubées aux faibles températures (4°C et 8°C) présentent une faible charge microbienne, ce qui indique que le froid a un effet bactériostatique, il entraine uniquement un ralentissement voire un arrêt de leur développement.

Par contre les échantillons prétraités à 20°C pendant 4 heures sont plus chargées. selon ROSSET (1996), la multiplication microbienne est d'autant plus rapide que la température est élevée et proche de la température de croissance de la plus part des microorganismes (20 à 40°C). Cette prolifération est causée par la richesse de l'aliment en nutriment d'un coté et d'autre coté de la durée d'incubation qui s'approche de la date limite au fur et à mesure d'analyse. Ce qui a comme conséquence la diversification de la flore bactérienne.

Ces bactéries ne soient pas dangereuses pour la santé, leur détection dans les échantillons est faible, et leurs charge dans toutes les unités est inférieure au seuil au-dessous duquel le produit est considéré comme étant de qualité satisfaisante (**m**) pendant 21 jours d'incubation. Ceci montre que la qualité intrinsèque des unités incubées n'est pas modifiée et aussi que le procédé de cuisson a été bien exécuté dans des conditions de bonnes pratiques de fabrication (BPF) suffisantes.

- **Evolution de la charge des coliformes totaux**

Tableau XII: Résultats de dénombrements des coliformes totaux durant 21 jours

Temps d'incubation (Jours) / Expériences	0J	2J	7J	14J	21J	Limites m	Limites M	Norme
E1	3	7	14	15	11			
Log N	0 ,47	0 ,84	1,14	1,17	1,04			
E2	4	11	20	23	39			
Log N	0,60	1,04	1,30	1,36	1,59			
E3	21	39	75	150	95	**3.10^5**	**3.10^6**	**NF V08-051**
Log N	1,32	1,59	1,87	2 ,17	1,97			
E4	4	7	11	43	75			
Log N	0,60	0,84	1,04	1,63	1 ,87			
E5	7	14	9	23	15			
Log N	0,84	1,14	0,95	1,36	1,17			
E6	23	39	75	150	93			
Log N	1,36	1,59	1,87	2,17	1,96			

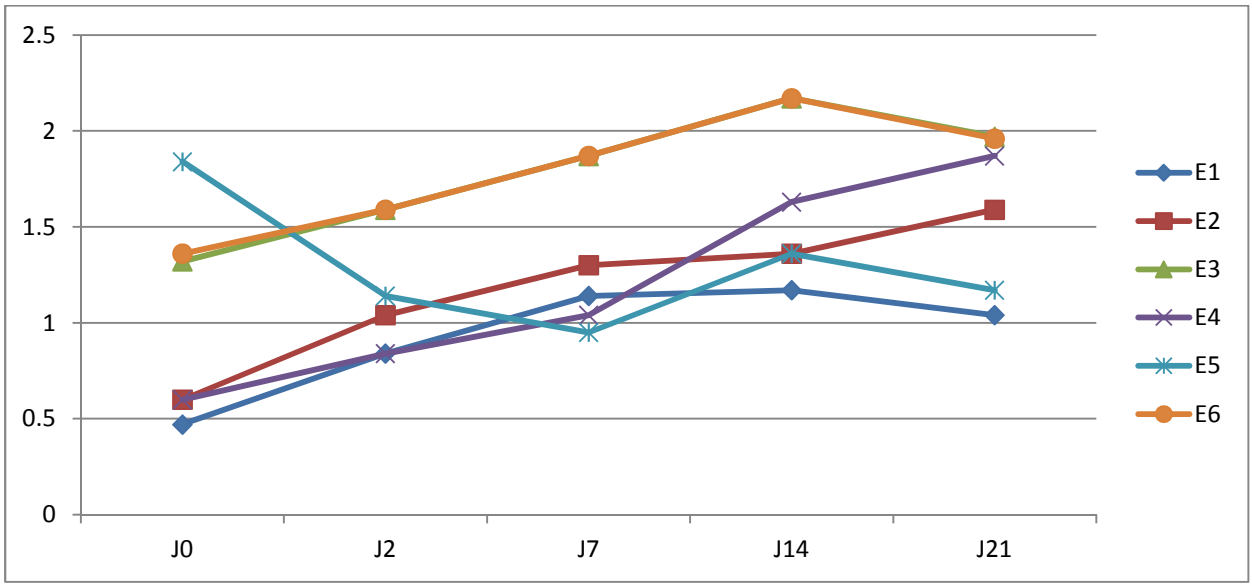

Figure13 : Evolution de la charge des coliformes totaux des pâtés durant 21 jours

Les résultats d'incubation des unités de pâtés à différentes températures révèlent une augmentation de nombre de coliformes totaux en fonction la durée et la température d'incubation. Cependant ces germes sont d'autant plus nombreux quand la température est élevée (dans les échantillons prétraités à 22°C).Par contre la faible charge microbienne notée

à J0 est due à l'effet de cuisson (93°C pendant 2heures) ,mais elle peut augmenter dés que la température devient favorable au développement.

- **Evolution de la charge des coliformes fécaux**

Tableau XIII : Résultats de dénombrement des coliformes fécaux durant 21 jours

Durée d'incubation (Jours) / Expériences	0J	2J	7J	14J	21 J	Limites		Norme
						m	M	
E1	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**			
E2	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**			
E3	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**			
E4	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**			
E5	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**10**	**10^2**	**NF V08-060**
E6	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**			

- **Evolution des salmonelles**

Tableau XIV : Résultats de dénombrement des salmonelles durant 21 jours

Durée d'incubation (Jours) / Expériences	0J	2J	7J	14J	21J	Limites		Norme
						m	M	
E1	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs			
E2	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs			
E3	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs			
E4	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs			
E5	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	**Abs**	**Abs**	**NA 10.97.60**
E6	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs			

- **Evolution de *Staphylococcie aureus***

Tableau XV : Résultats de dénombrement de *S. aureus* durant 21 jours

Durée d'incubation (Jours) / Expériences	0J	2J	7J	14J	21J	Limites		Norme
						m	M	
E1	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**			
E2	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**			
E3	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**			
E4	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**			
E5	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**	10^2	10^3	**NF V08-057**
E6	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**			

- **Evolution de *Clostridium Sulfito-réducteurs***

Tableau XVI : Résultats de dénombrement des CSR durant 21 jours

jours / Matrice	J0	J2	J7	J14	J21	Normes		Méthodes
						m	M	
M1	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**			
M2	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**			
M3	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**			
M4	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**			
M5	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**30**	**300**	**ISO 6222**
M6	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**	**Abs**			

Au vu des résultats obtenus et représentés dans les tableaux XI, XII, XIII et XIV, on remarque une absence totale des germes pathogènes à incidence sanitaire (coliformes fécaux, Salmonelles*, S. aureus* et CSR) au cours du temps et dans toutes les unités incubées, ceci serait probablement due à l'effet de température de conservation, car ces germes ne se développent pas à des températures trop basses. BOURGEIOS et al. (1996), rapportent qu'aux températures de réfrigération les bactéries pathogènes ne se développent normalement pas, et comme pour toutes les denrées, les toxi-infections sont toujours la conséquence de la rupture de la chaine de froid.

La présence des agents antimicrobiens naturels dans le pâté. Ceux-ci inhibent la croissance de certains microorganismes. Par exemple, les épices contiennent souvent ce genre d'agent comme le romarin qui est l'épice le plus antimicrobien, aussi l'ail contient de l'allicine qui est un agent antimicrobien (HASSAM, 2011).

Les résultats de test de vieillissement révèlent que, la croissance des germes d'altération est très faible. Par contre, les germes pathogènes sont absents dans le pâté de volaille qui est conservé à 4°C durant le premier tiers de leur durée de vie puis basculé à une température de 8°C pendant le reste de temps de la date limite de consommation, ce qui confirme d'une part que le pâté de volaille de l'UCTVO est conforme durant leur durée de vie et salubre dans une gamme de température de conservation comprise entre 4°C et 8°C et même en cas de rupture de chaine de froid pendant 4 heures et d'autre part, une bonne pratique d'hygiène .

L'absence de développement des germes pathogènes tels que *S.aureus, Clostridium sulfito-réducteurs* et les salmonelles dans le pâté de volaille ne confirme pas que ce produit n'est pas susceptible de permettre le développement des autres germes pathogénes (*Listéria monocytogenes*) pour cela le test de croissance confirme la conformité du ce produit fini, il consiste donc à contaminer volontairement une denrée alimentaire par un microorganisme cible (*Listéria monocytogenes*), dans des conditions bien définies, et d'en quantifier l'évolution dans le temps.

8.2.2 / Résultats de test de stabilité du pâté à base de protéines de soja

Tableau XVII : Résultats de test de stabilité du pâté à base de protéines de soja

	Pâté à base de protéines de soja				
	UI 55°C	UI 55°C	UI 37°C	UI 37°C	Te
pH	6, 37	6,15	6,22	6,23	6,25
Δ pH	0,12 – 0,1		0,03- 0,02		
Aspect de L'emballage	✓	✓	✓	✓	✓
La flore mésophile aérobie totale	Abs	Abs	98	86	103
R=N / N_0	<100				
Coliformes totaux	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Coliformes fécaux	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Clostridium Sulfito-réducteurs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Staphylococcus aureus	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Salmonella	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs

UI : Unité incubée ; **Te** : Témoin**, R** : le facteur =N/N_0 ; $\mathbf{N_0}$: nombre moyen de germes pour l'unité incubée ; **N** : nombre moyen de germes pour l'unité témoin

-pH

Les résultats de pH obtenus des différents échantillons analysés, ne révèlent pas de différence significative entre les unités incubées et les témoins. D'après l'article 8 de l'Arrêté du 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées ,la variation de pH entre les unités d'échantillonnage étuvées et l'unité d'échantillonnage témoin mise à la

température ambiante pendant les périodes retenues, ne doit pas dépasser 0,5, sachant que les valeurs de Delta pH des unités du pâté à base de protéines de soja ne dépassent pas 0,12 (donc 0,12<0,5), ce qui confirme que la conformité du produit fini.

-Aspect de l'emballage

L'emballage de différentes unités ne montre aucune modification.

-La flore microbienne

Le dénombrement de différentes flores microbiennes a montré qu'à l'exception des germes aérobies totaux, oŭ il est inférieur à la norme pour toutes les unités étuvées et les témoins, les microflores indicatrices de la contamination fécale et pathogène sont absentes dans la totalité des unités.

La comparaison du nombre de la flore mésophile aérobie totale entre les unités étuvées à 30°C et témoins montre que R est inférieur à 100.

L'absence de ces germes dans les unités étuvées à 55°C, confirme que cette température est loin de la gamme optimale de leurs développements.

D'après l'étude de différents paramètres (pH, aspect de l'emballage, flore microbienne), on peut conclure que les échantillons analysés, sont conformes. Donc, ce pâté végétal est microbiologiquement stable.

8.3 .Résultats des analyses physico-chimiques du pâté de volaille et le meilleur pâté végétal (à base de protéines de soja)

Nous avons effectué les différentes analyses physico-chimiques pour les deux pâtés (pâté à base de protéines de soja et pâté de volaille) (figure 16 et 17).

Tableau XVIII: Résultats des analyses physico-chimiques des deux pâtés

	Humidité %	Protéines %	Lipides %	Cendres %	Acidité %
Pâté de Protéine de soja	52,57%	58%	7,90	2,515	0,112
Pâté de volaille	65 ,61%	24%	17%	2,205%	0,224%

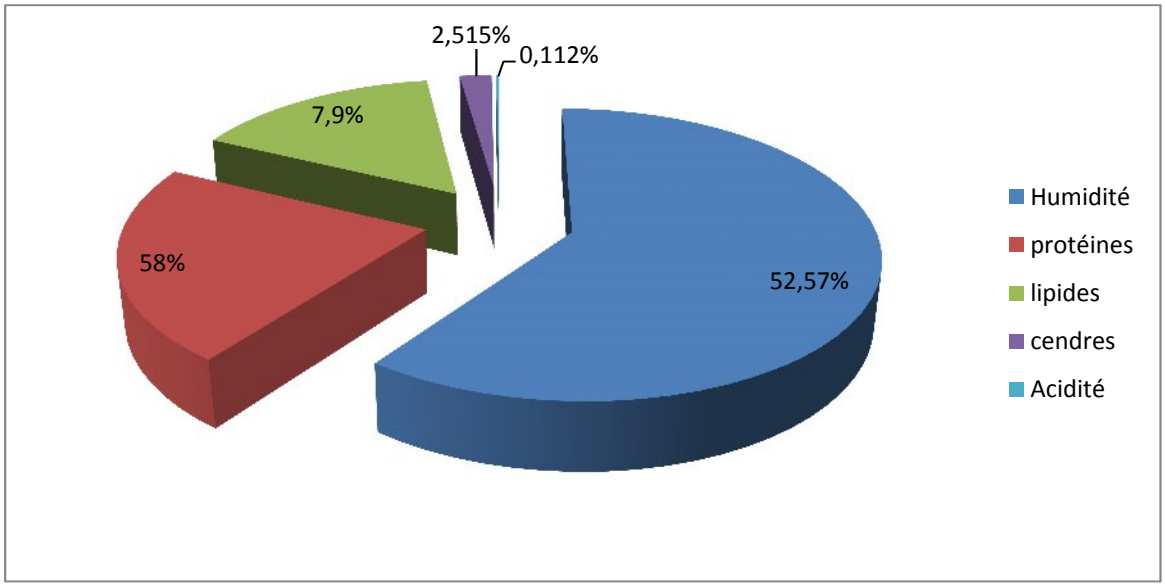

Figure 14: Composition biochimique du pâté végétal

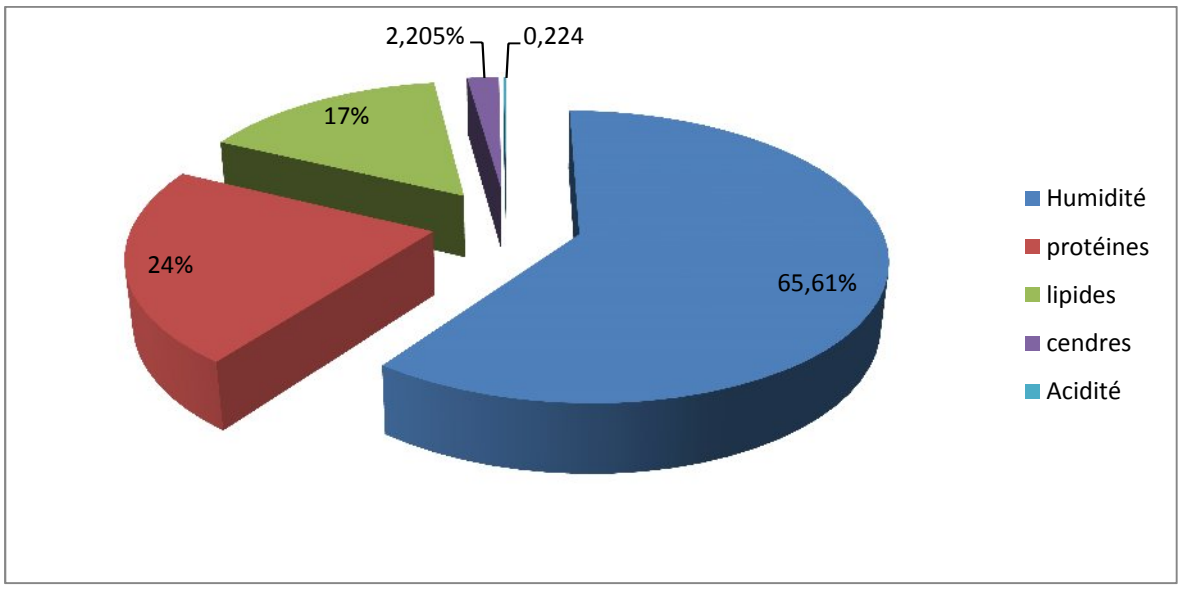

Figure 15 : Composition biochimique du pâté de volaille

D'après les résultats cités dans le tableau ci-dessus, le pâté à base de protéines de soja est riche en protéines avec une teneur proche de la viande, en eaux, et pauvre en éléments minéraux, et en lipides.

L'importance des protéines est inscrite dans leur nom : en grec ancien « prôtos » signifie « premier, essentiel ». En effet, les protéines assurent la plupart des fonctions cellulaires.

-Le contrôle des affections liées au diabète et les affections rénales, ce qui aident à régulariser le taux de glucose et la filtration des reins.

Les effets de protéines de soja, ont été démontrés par de nombreuses études et recherches cliniques. Il est néanmoins nécessaire d'en avaler des quantités importantes pour profiter de

ces effets.

Les dosages recommandés tournent au alentour de 25g par jours pour la FDA (Food and Drug Administration) et 30g pour l'AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des aliments), d'ou l'utilité de les prendre sous forme de suppléments de qualité (isolat de protéine de soja).

La protéine de soja a une action positive sur l'incidence des maladies cardiovasculaires. Des recherches ont montré que la consommation de protéine de soja permet de prévenir la coagulation du sang et de baisser le taux de cholestérol et de triglycérides, ce qui diminue les risques des affections cardiovasculaires et accidents vasculaires cérébrales. Dans une étude, les personnes qui avaient le taux de LDL le plus élevé ont expérimenté une réduction de 11% après la consommation de protéines de soja. (Chaque réduction de 10% à 15% du taux de LDL, réduira le risque des affections cardiovasculaires de 20% à 25%). Aux Etats-Unis, la FDA a même autorisé l'inscription de la mention "La protéine de soja réduit le cholestérol et les risques de maladies du cœur", sous certaines conditions.

La protéine de soja, diminue le risque de certains cancers chez la femme et l'homme. Des études prouvent une réduction du cancer de l'endomètre chez la femme consommant des protéines de soja. Ils ont noté également une plus faible incidence du cancer du sein pour les femmes ayant consommées du ces protéines pendant l'adolescence.

D'autres études montrent également des effets sur le système immunitaire, le stress, sur la prévention de l'ostéoporose, des bouffées de chaleur dues à la ménopause chez la femme. D'autres études sont en cours dans le domaine du traitement de la douleur.

Vu les effets bénéfiques potentiels sur la santé de la protéine de soja, il semble intéressant d'incorporer du pâté à base de protéines de soja dans notre plan nutritionnel.

Le pâté à base de protéines de soja contient quasiment deux fois plus de protéines (58 g) que le pâté de volaille, et ne contient pas de cholestérol. Il permet d'assurer un bon apport en protéines et de manger bio à moindre coût.

Conclusion

Au terme de notre travail qui consiste d'abord à élaborer un pâté végétal de même valeur nutritionnelle que celui animale, en d'autre terme c'est de remplacer les protéines animales par des protéines végétales, ensuite d'analyser leur qualité microbiologique en suivant leurs évolution à des températures différentes, pour cela on a effectué deux tests :

Test de vieillissement du pâté de l'unité à base de volaille à fin de savoir l'influence de la température et la durée de conservation sur la qualité microbiologique de produit fini.

Test de stabilité pour le pâté à base de protéines de soja pour permettre le suivi de la stabilité microbiologique de ce produit au cours du temps.

Les résultats obtenus après l'analyse microbiologique indiquent que le pâté de volaille en question est de bonne qualité sanitaire et celui à base de matière première d'origine végétale est stable dans le temps, ce qui s'explique par une bonne pratique d'hygiène qui consiste à :

- Respecter la règle de la marche en avant ;
- Nettoyer et désinfecter systématiquement le matériel, les couteaux, et les tables de découpe ;
- Maintenir la matière première, les produits intermédiaires et le produit finis à basse température ;
- Laver fréquemment les mains ;
- Porter les gans, les charlottes, les blouses et les tabliers.

Vouloir une alimentation saine, est légitime de la part du consommateur, mais il a son rôle dans le maintien de la chaine du froid en appliquant quotidiennement des règles d'hygiène simples mais essentielles. De ce fait nous incitons le consommateur d'être vigilant et à respecter les points suivants :

- Réduire soi même la DLC de ces produits en les consommant au moins d'une semaine à l'avance ;
- Vérifier lors des achats, que les DLC sont confortables ;
- Veiller scrupuleusement au respect de la température à laquelle le produit doit être conservé.

Enfin, cette étude pourrait servir de support à d'autres études, plus approfondie, qui vont tenir compte des autres analyses physico-chimiques agissant sur l'évolution microbienne lors de la conservation.

La conformité et la stabilité des deux pâtés est due à l'impact positif de la cuisson sur la réduction des germes.

Références Bibliographiques

- **ABI NAKHOUL P ; GOLI T ; ZAKHIA-ROZIS N ; BOHUON P ; et TRYSTRAM G. (2004).** Prédiction du pH de la Viandes de Dinde au Cours de Marinage dans les Solutions d'Acides Acétique. 10éme JSMTV. Ed ; INRA, ITAVI, France pp 154.
- **AIT ABDELOUAHAB N. (2001**).Microbiologie .Office des publications Universitaires, Alger.
- **ALAIS et LINDEN G. (1997).**Abrégé de Biochimie Alimentaire.4éme Ed, Masson, Paris.
- AMEL HASSAM. (2011).La prévention des intoxications alimentaires en restauration collective.
- **ANONYME (1) (2006**).Les épices. Station de Recherche Agroscope Liebefeld, Posieux ALP.
- **ARTICLE 8 d'Arrêté du 14 Safar 1415 correspondant au 23 juillet 1994** relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires : a l'issue des différentes épreuves effectuées :
  -aucun défaut apparent, notamment, le bombement ou le fuitage, ne doit être constaté ;
  -la variation de PH entre les unités d'échantillonnage, étuvées et l'unité d'échantillonnage témoin mise à la température ambiante pendant les périodes retenues, ne doit pas dépasser 0,5 unité.
- **BENDEDOUCHE B (2001) .**Cours National d'Hygiéne et de Microbiologie des Aliments, les contaminations des viandes fraiches, Institut Pasteur d'Alger.
- **BERCHE P. (1991).**Les Salmonelles in « Les bactéries des Infections Humaines », Ed, Médecines-Sciences, Flammarion.
- **BONNEFOY C., GUILLET F ., LEYRALG., et VERNE E. (2002).** Microbiologie et Qualité dans les Industries Agroalimentaires. Science des Aliments, Doin, Paris.
- **BOURGEOIS C M ., MEXE et ZUCCA J ., (1988).** Microbiologie Alimentaire : Aspect Microbiologie de la Sécurité et de la Qualité Alimentaire. Tome2. Techniques et Documentation, Ed., Lavoisier, Paris.
- **BOURGEROIS C.M. MESCLE J F., et ZUCCA J.(1996).** Microbiologie Alimentaire : Aspect de la Qualité et de la Sécurité Alimentaire. Technique et Documentation, 2éme Ed., Lavoisier, Paris.
- **BONNEFOY C., GUILLET F ., LEYRALG., et VERNE E. (2002).** Microbiologie et Qualité dans les Industries Agroalimentaires. Science des Aliments, Doin, Paris.
- **CHEFTEL J.C, CHEFTEL H(1978).**Introduction à la Biochimie et à la Technologie des Aliments. Tome I, Ed, Lavoisier, Paris.
- **CHEN T.C. (2002)** Transformation de la Viande de Volaille USB.
- **CIV. (2010).** Valeurs Nutritionnelles des Viandes. Paris.
- **CACQE.**Centre Algérien de Control de Qualité et l'Emballage.
- **DAOUDI .A ; FRENTZ.J.C ; MARTIN.J.L., et MAKHTICHE.L (2006)** Les Produit Carnés Halal. Charcuterie et Préparations bouchères. Science et Technologie des Matières de Bouche. Ed ; MAÈ-ERTI, France.
- **DEROZIER G. (2005).**Transformation Carnée à la Ferme, Connaitre Les Différents Processus de la fabrication, Ed Educugri, dijon.
- **DUPIN H ., TREMOLIERES J ., SERVILLE., et JAQUOT R. (1994).**Manuel d'Alimentation Humaine ; les Bases de l'Alimentation. Tome II Ed, Plammarion, Paris.
- **DURAN P. (1999).** Technologie des Produits de Charcuterie et de Salaison, Ed Technique et Documentation, Lavoisier, Paris.
- **DAUDIN J.J. (2002).** Techniques Mathématiques pour l'Industrie Agroalimentaire. Technique et documentation, Ed, Lavoisier, Paris.
- **DUPIN H ., TREMOLIERES J ., SERRVILLE Y ., et JAQUOT R. (1984).** Manuel D'alimentation Humaine. Les Bases de l'alimentation. Tome 2. Ed., Flammarion, Paris.

- **El RAMMOUZ M. R. (2005).** Etude des Changements Biochimiques *Post Mortem* dans le Muscle de Volaille – contribution au Déterminisme de l'Aptitude de la Diminution du pH. Thèse de Doctorat de l'Ecole National SVAB. Institue Polytechnique de Toulouse.
- **FRAYSSE L et DARRE A. (1990).**Produire des Viandes : Sur Quelles Bases Economiques et Biologiques. Techniques et Documentation, Ed ; Lavoisier, Paris.
- **FRENTZ J.C et ZERT P**. (2003) Encyclopédie de la Charcuterie. Tec et Doc, Ed ; Lavoisier, Paris.
- **FOURNIER V. (2004).** Conservation des Aliments- Appertisation. Université Navale. Québec.
- **FRENOT M. et VIERLING E. (2001).** Biochimie des Aliments Diététiques du sujet Bien Portant. Biosciences et Techniques, 2éme Ed., Doin, Paris.
- **JORA N°35,(1998).** Journal Officiel De la République Algérienne Arrêté de 27 Mai Relatif aux Spécifications Microbiologiques de Certaines Denrées Alimentaires .
- **JOUVE J.L(1996).** volailles et ovo-produits ; in « Qualité Microbiologique des aliments : Maitrise et Critères ».CNERNA-CNRS.
- **GANDEMER G. (1992).** Les Lipides de la Viande : Vers une Estimation Précise de leurs Apport Nutritionnels dans l'Alimentation de l'Homme ; *in* : « Substances Alimentaires et Traitements Technologiques ».
- **GEAY ., BAUCHART D., HOCQUETTE J F., et CULIOLI T. (2002**). Valeur Diététique et Qualité Sensorielle des Viandes des Ruminants. Industrie de l'Alimentation des Animaux. INRA, *Prod. Anim*.
- **GUIRAUD J. P (2003) :** Microbiologie Alimentaires. 3éme Ed., Dunond, Paris.
- JORA N°35, (1998). Journal Officielle la République Algérienne Arrêté du 27 Mai 1998 Relatif aux Spécifications Microbiologiques de Certaines Denrées Alimentaires.
- **MILLAR S., WILSON R., MOSS B. W. et LEDWARD D.A (1994).** Oxymyolobin Formation in Meat and Poultry. Meat Sci.
- **MULTON J et DAVENAS J. (1994).** La Qualité des Produits Alimentaires, Politique, Incitation, Gestion et Contrôle. Ed, Techniques et Documentation, Ed ; Lavoisier, Paris.
- **Norme NF V01-002**. Hygiène et Sécurité des Produits Alimentaires.
- **Norme NF V01-003**. Hygiène et Sécurité des Produits Alimentaires - Lignes directrices pour l'élaboration d'un protocole de test de vieillissement pour la validation de la durée de vie microbiologique - Denrées périssables, réfrigérées.
- **Norme NF V01-009**.Hygiène et Sécurité des Produits Alimentaires - Lignes directrices pour la réalisation des tests de croissance microbiologiques.
- **LAROUSSE (1991)** : La Conserve Appertisée : Aspect scientifique, Technique et économie .Technique et Documentation. Lavoisier, Apria ; Paris
- **LEYRAL G et VIERLING E. (2001).**Microbiologie et Toxicologie des Aliments, Hygiène et Sécurité Alimentaire, 2éme Ed, Doin, Bordeaux.
- **LEPATRE F. (1990).**Les Industries Agricoles et Alimentaires, Ed, Techniques et Documentation, Ed ; Lavoisier, Paris.
- **LAHELLEC C., SALVAT G et COLIN P (1996).** Microbiologie des Produits Animaux in « Conserves Appertisées ». Ed., Technique et Documentation, Lavoisier APRIA, Paris.
- LAROUSSE. (1991). La Conserve appertisée : « Aspect Scientifiques Techniques et Economies ». Techniques et Documentation, Ed., Lavoisier, APRIA, Paris.
- **LINDIN G et LORIENT D. (1994).** Biochimie Agro-industrielle : Valorisation Alimentaire de la Production Agricole. Ed., Masson, Paris.

- **ROZIER J, CARLIER V et BOLNOT F(1991).**Bases Microbiologiques de l'hygiéne des Aliments, école nationale vétérinaire de Maison Alfort.
- **ROSSET R. (1996).** Autres Viandes et Produits Carnés ; *in* : « Microbiologie Alimentaire : Aspect de la Qualité et la Sécurité Alimentaire ». Technique et Documentation, 2éme éd., Lavoisier, Paris.
- **SABLONNIERE B. (2001).** Technologie Alimentaire. 2ém e Ed, Ellipses, Paris.

- **SCHEIDECKER .2001.**Lipides : Technique d'Extraction et de Dosage. Principaux Indices des la Matiére Grasse. Fond documentaire. France. pp03.
- **SOINNEAU O. (1998).**La Contamination superficielles des Carcasses Bovines, Origine, Prévention de Contamination .Thèse Doctorat Vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire.
- **TOURNEUR C.**, BOUTTIER M.,MARTINE J .,LONGUEVILLE F.,MILLARD A ., AVRIL H., et COLNE T.(2005)
  Abbatage et Découpe de Bœuf. Ed ., Educagri,Paris.pp23.
- **VIERLING E.(2003).** Les Viandes *in* « Aliments et Boisson : Filières et Produits ». Sciences des Aliments. Biosciences et Techniques, 3éme Ed, Doin, CRDP Aquitaine.
- **VIERLING E. (2004).** Aliment et Boisson : Technologie et Aspect Réglementaires. Sciences des Aliments. Biosciences et Techniques, 2éme Ed, Doin, CRDP Aquitaine.
- **WATIER B. (1992).** Vitamines et Technologie Alimentaires ; in « Aspect Notionnelles des Constituants des Aliments : Influence des Technologies », Ed ; Lavoisier, Paris.
- **XAVIERRS P.(1998).** Transport d'Aliments Vivants. CELISE, Paris.
- **ZUCCA J., MUSCLE G.F et BOURGEOIS C.M (1990).** Microbiologie Alimentaire, Aspect Microbiologique de la sécurité et de la Qualité des Aliments. Techniques et documentation, Ed., Lavoisier, Paris.