



REPUBLIQUE DU BENIN

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE D'ABOMEY CALAVI

ECOLE POLYTECHNIQUE D'ABOMEY CALAVI

CENTRE AUTONOME DE PERFECTIONNEMENT

.....
Hygiène et Contrôle Qualité (HCQ)

**RAPPORT DE FIN DE FORMATION POUR
L'OBTENTION DE LA LICENCE PROFESSIONNELLE
THEME**

**Evaluation de la qualité hygiénique des
viandes d'aulacode prélevées dans la
commune d'Allada**

Réalisé et soutenu par :

Fousseni BOUNIN

Superviseur

Pr DEGNON G. René

Professeur Titulaire des Universités / CAMES

Enseignant-Chercheur au Département de

Génie de Technologie Alimentaire

CERTIFICATION

Nous, **Docteur DEGNON G. René, Professeur** des Universités, CAMES, Enseignant-Chercheur au Département de Génie de Technologie Alimentaire de l'Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC/UAC) certifions que le présent rapport de fin de formation intitulé « **Evaluation de la qualité hygiénique des viandes d'aulaode prélevées dans la commune d'Allada** » a été effectivement réalisé par **M. Fousseni BOUNIN** sous notre direction.

Le Directeur

Pr DEGNON G. René

Professeur Titulaire des Universités / CAMES
Enseignant-Chercheur Département de Génie de
Technologie Alimentaire

DEDICACE

Je dédie ce travail,

A mon Père BOUNIN SABI et ma mère MOUMOUNI azia kobona, vous qui
veillez tout le temps pour mon épanouissement, que Dieu vous garde encore
longtemps auprès de nous, car la plante que vous avez mise en terre vient de
fleurir et attend bientôt des fruits.

REMERCIEMENTS

A l'issue de ces travaux de recherche, nous voudrions adresser nos sincères remerciements :

- ❖ A Dieu le père céleste tout puissant, Aimable et Miséricordieux et à Mohamed son serviteur, ce mémoire est le témoignage de votre amour pour moi ;
- ❖ Notre Superviseur Mr DEGNON G. René, Professeur Titulaire des Universités du CAMES, qui est resté à nos côtés malgré ses multiples occupations, il a consacré une part importante de son temps à la réalisation de ce travail, Puisse Dieu le bénir ;
- ❖ Au Professeur Guy ALITONOU, Directeur de l'Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, pour nous avoir ouvert grandement les portes de cette école et précisément du Département de Génie de Technologie Alimentaire ;
- ❖ Au Professeur Fidèle Paul TCHOBO, Enseignant au département de Génie de Technologie Alimentaire, Chef CAP. Votre humilité et vos conseils m'ont été utiles ;
- ❖ Monsieur Karim Issaka Abou YOUSSEAU, Professeur Titulaire des Universités du CAMES du département de Production et Santé Animale pour ses conseils ;
- ❖ A ma chère épouse DAOUDA Barikissou que Dieu vous garde ;
- ❖ Monsieur MARE N'GOBI Oumarou, pour les diverses aides dans la réalisation de notre mémoire ;
- ❖ Aux Autorités de l'Université d'Abomey-Calavi, en particulier celles de l'Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, pour tout leur dévouement à notre formation ;
- ❖ A tous les Enseignants de Hygiène et Contrôle Qualité qui ont participé à notre formation ;
- ❖ Aux Membres du Jury pour le grand honneur que vous nous faites en acceptant d'apprécier ce travail. Sincères reconnaissances ;
- ❖ A mes collègues de service pour leurs différents soutiens

❖ A tous mes camarades de promotion pour l'atmosphère de travail.

Liste des sigles et abréviations

AGMI, AGPI et AGI : Acides Gras Monoinsaturés, Polyinsaturés et Insaturés.

AGS : Acides Gras Saturés

B P : Baird Parker

CF : Coliformes Fécaux

°C : degré Celsius

D.A : Denrée Alimentaire d'Origine Animale

DE : Direction de l'élevage

DPA : Direction de la Production Animale

FAMT : Flore Aérobie Mésophile Totale

FAO : Fond des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation

ISO : International Standard Organization

PCA : Plate Count Agar

U.S.A : United State of American

VRBA : Violet Red Bile Agar

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Pseudomonas aeruginosa (Winsor et al., 2011)	11
Figure 2: E. coli (Canadien en Santé, 2012)	13
Figure 3: pH des échantillons d'agouti.....	26
Figure 4: Teneur en eau des échantillons d'agouti	27

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Teneur en eau et protéines de la viande en g/100 g de muscle	5
Tableau II: Composition en lipides, acides gras et cholestérol de la viande	7
Tableau III : Caractérisation microbiologique des viandes d'agouti	29

Table des matières

DEDICACE	ii
REMERCIEMENTS	iii
Liste des sigles et abréviations	v
LISTE DES FIGURES.....	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	vi
Résumé	ix
Abstract	x
INTRODUCTION	1
1- Généralités sur les viandes	4
1-1- La viande d'agouti	4
1-2- Caractéristique nutritionnelle	5
1-3- Diversité de la microflore initiale de la viande et sécurité sanitaire des consommateurs	8
2- Multiplication de la microflore initiale	13
2-1- Phase de multiplication des micro-organismes.....	13
2-1-1- L'activité de l'eau.....	15
2-1-2- Température	15
2-1-3- Potentiel d'oxydoréduction (rH)	16
2-1-4- pH	16
2-2-1- Altération des viandes.....	17
1- Cadre d'étude :.....	21
2- Matériel :	21
3- Méthodologie de travail	21
3-1- Échantillonnage	21
3-3- Analyses physico-chimiques.....	22

3-4- Analyses microbiologiques.....	22
3-4-1- Réalisation de la suspension mère et des dilutions décimales.....	22
3-4-2- Dénombrement des Flore Aérobie Mésophile Totale	23
3-4-3- Dénombrement des Coliformes totaux et fécaux.....	23
3-4-4- Dénombrement des <i>Staphylococcus aureus</i>	23
3-4-6- Dénombrement de la flore fongique	24
RESULTATS ET DISCUSSION	25
1- Caractérisation physico-chimique de la viande d'agouti	26
2- Caractérisation microbiologique des échantillons	27
Conclusion et recommandations.....	30
Références bibliographiques	32
Annexes.....	36

Résumé

Le commerce de la viande d'aulacode est devenu une activité importante dans les villes d'Afrique et spécialement au sud du Bénin. Dans le but de vérifier les conditions hygiéniques de sa commercialisation, nous sommes fixé comme objectif d'évaluer la qualité hygiénique des viandes d'aulacode commercialisée au Sud du Bénin. Pour ce faire, des échantillons ont été prélevé dans la commune d'Allada afin d'analyser les qualités physico-chimiques et microbiologiques. Les analyses physico-chimiques ont porté sur la détermination du pH et de la teneur en eau des viandes. L'évaluation microbiologique a porté sur le dénombrement de la flore totale, des coliformes totaux et fécaux, de *staphylocoques* et de la flore fongique. Les résultats des analyses ont montré que tous les échantillons ont un pH variant entre 6,1 et 6,4 et une teneur en eau comprise entre 12,72% et 13,67%. Tous les échantillons de viande d'aulacode sont contaminés par les coliformes fécaux ainsi que par les staphylocoques présumés pathogènes avec une présence de levures et de moisissures. Ces résultats montrent donc qu'une attention particulière doit être accordée à la qualité hygiénique de ces viandes de chasse commercialisées en vue de garantir la santé des consommateurs.

Mots clés : viande d'agouti ; qualité hygiénique ; volailles ; microflore; Bénin.

Abstract

The grass culter meat trade has become an important activity in African cities, especially in southern Benin. But it is not accompanied by any rigorous of hygiene. The aim of our study was to assess the hygienic quality of grass culter meat sold in southern Benin. To this end, meat samples were taken for physico-chemical and microbiological analysis. The physico-chemical analyses focused on determining the pH and water content of the meats. Microbiological microbiological evaluation involved the enumeration of total flora, total and faecal coliforms, staphylococci and fungal flora. The results showed that all samples had a pH between 6.1 and 6.4 and a water content between 12.72% and 13.67%. All the grass culter meat samples were contaminated with fecal coliforms and presumed pathogenic staphylococci, with the presence of yeasts, pathogenic staphylococci, as well as yeasts and moulds. molds. These results show that particular attention needs to be paid to the hygienic quality of these marketed game meats in order to guarantee the health of consumers.

Key words : agouti meat; hygienic quality; poultry ; microflora; Benin.

INTRODUCTION

Selon la FAO, les problèmes de sous-alimentation concernent aujourd’hui plus du tiers de la population mondiale (FAO, 2007). La faim du point de vue qualitative est essentiellement protéique. En Afrique et précisément au Bénin, le manque d’apport en protéine est une des causes essentielles de la malnutrition. Pour combler ce déficit en protéine, la viande constitue une alternative majeure, car elle apporte des acides aminés essentiels (FAO, 2007). Cependant, sa consommation reste un privilège pour de nombreuses populations Africaines. (ALLAGBE, 2016).

Le niveau de consommation de protéines d’origine animale au Bénin est estimé à 9 kilogrammes par habitant et par an. Ce niveau de consommation est inférieur au seuil de consommation minimale recommandé par la FAO qui est de 20 kilogrammes de protéines par an par habitant. Environ 22% de cette consommation totale de protéines sont fournis par les produits avicoles. Selon les statistiques de la Direction de l’Elevage en 2011, la viande de chasse constitue la cinquième source de consommation de viande, après les bovins et la volaille (ALLAGBE, 2016). La viande de chasse est considérée comme un aliment de choix en raison de sa valeur nutritive, sa richesse en protéines et la nature de celles-ci en font un aliment indispensable pour une ration alimentaire équilibrée. Les viandes de chasse sont importantes en alimentation humaine puisqu’elles permettent un apport protéique intéressant pour une teneur faible en matières grasses.

Cependant, la viande constitue un milieu favorable à la prolifération microbienne à cause de sa valeur nutritive et sa teneur élevée en eau. En effet, la viande et les produits carnés ont été incriminés à maintes reprises dans de nombreux foyers de Toxi-Infections Alimentaires Collectives (TIAC) à travers le monde. Ainsi aux États-Unis, le Centre de Contrôle des Maladies (CDC) estime que 3,6 à 7,1 millions d’américains ont été victimes d’une maladie d’origine alimentaire, et parmi ces cas, 2,1 à 5 millions de contamination sont attribués à la consommation de viandes (Morris, 1996). Le nombre de mortalités attribuées aux pathogènes transmis par voie alimentaire s’élève de 2695 à 6587 de cas dont 1436 à 4232 sont liées à la consommation de viandes (Morris, 1996). Parmi les germes responsables de TIAC, *Salmonella spp*, *Listeria*

monocytogenes, *Campylobacter jejuni*, *Yersinia enterocolitica* et *Aeromonas hydrophila* occupent une place importante (Jouve, 1990)

Au regard de ces observations il y a des raisons de s'inquiéter. Et c'est dans ce cadre que s'inscrit la présente étude dont l'objectif est de contribuer à la prévention des risques sanitaires liés à la consommation de la viande d'aulacode à travers l'évaluation de la qualité hygiénique de ces viandes prélevées dans la commune d'Allada. De façon spécifique, il s'est agi :

- ✓ D'évaluer la qualité physico-chimique des viandes d'aulacode prélevées dans la commune d'Allada ;
- ✓ D'évaluer la qualité microbiologique des viandes d'aulacode vendues dans la commune d'Allada.

La présente étude est présentée en trois parties. La première partie concerne la généralité sur les viandes d'aulacode, les problèmes nutritionnels et les approches de solution. La deuxième partie est relative au cadre, matériel et méthodes utilisées dans la réalisation de l'étude. La troisième partie présente les résultats obtenus suivi de leur discussion.

REVUE DE LITTERATURE

1- Généralités sur les viandes

La viande constitue l'un des produits principaux de l'élevage (CNRTL, 2012). De façon générale, les viandes désignent l'ensemble des matières alimentaires issues de la mise à mort d'animaux domestiques réputés comestibles (CNRTL, 2012). Elles sont présentées à la vente pour la consommation, entières ou découpées. La viande représente un aliment de choix de haute valeur nutritive grâce à sa teneur en protéines (20 à 30 % selon les types de viandes) et elle apporte également des acides aminés essentiels. En tenant compte des besoins alimentaires, les modèles de consommation des pays industrialisés sont caractérisés par un apport protéique important (100 g par jour/habitant/an) dont 60% doivent être d'origine animale (CNRTL, 2012).

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), la viande désigne toutes les parties comestibles d'un animal. Dans ce vocabulaire est inclue la chair des mammifères (Ovin, bovin, caprin, camelin et autres) et des oiseaux (dinde, pintade et autres). (OMS, 2007). Mais la qualité de la viande est fonction de l'âge, du sexe, et de la race de l'animal (Fosse 2003 ; El Rammouz, 2005). La viande est la chair des animaux utilisée pour l'alimentation humaine. Elle est essentiellement constituée par les muscles striés après leur évolution post mortem, qui se mangent après cuisson (Craplet, 1966). Les viandes se caractérisent par une grande hétérogénéité. Elles sont principalement constituées de muscles striés squelettiques qui comportent aussi d'autres tissus en quantité très variable selon les espèces, les races, les âges, les régimes alimentaires et la région anatomique concernée. Ce sont surtout les tissus conjonctifs, adipeux parfois les os et la peau. Les viandes sont aussi classées selon la couleur en : viandes rouges et viandes blanches et selon la richesse en graisse. Dans ce cas on distingue les viandes maigres et les viandes riches en graisse (Starton, 1982).

1-1- La viande d'aulacode

La viande d'aulacode n'est pas une viande connue de tous, mais les amateurs le savent, c'est la meilleure alternative à la viande d'élevage car les animaux grandissent librement dans la nature, se nourrissent de ce qu'ils y trouvent, et fournissent ainsi une viande particulièrement bonne, aromatique et maigre.

1-2- Caractéristique nutritionnelle

Dans les pays africains où l'alimentation humaine est un problème préoccupant tant au niveau de la quantité que de la qualité, l'aviculture reste une alternative pour réduire le déficit protéino-calorique (Bulden et al., 1992). Les viandes de chasse sont importantes en alimentation humaine puisqu'elles permettent un apport protéique intéressant pour une teneur faible en matières grasses. Mais selon l'espèce ou le muscle considéré, ces proportions diffèrent, comme pour les autres constituants tels que les vitamines, les acides gras et les éléments minéraux, qui peuvent également varier selon les auteurs et les méthodes d'analyses employées (Boutten et al., 2000). Ainsi, chaque viande a ses propres caractéristiques nutritionnelles, qui parfois se rapprochent plus ou moins entre espèces. Certains facteurs sont susceptibles de faire varier les proportions de ces différents éléments constitutifs. Ainsi, l'âge, le sexe, le mode de vie ou encore l'alimentation sont autant de paramètres qui peuvent influer sur la composition nutritionnelle des viandes d'aulacode. Les viandes d'aulacode sont relativement pauvres en graisses car une partie importante se situe dans la peau et est donc facile à enlever (Boutten et al., 2005). A l'opposé, du bœuf et surtout l'agneau qui sont des viandes plutôt grasses avec une teneur en calorie supérieure à 800 kJ/100 g, la viande d'aulacode a une valeur énergétique de 555KJ/100g. (Boutten et al., 2005).

Tableau I : Teneur en eau et protéines de la viande en g/100 g de muscle

Viande d'aulacode	Teneur	Minimum	Moyenne	Maximum
Eau (g)	71,5	74,7	78,4	
Protéines (g)	18,6	22,3	26,2	

Source : Rabot, (1998)

Les muscles de cette viande ne contiennent pas de glucides, ou alors très peu (environ 1 %), principalement sous forme de glycogène. Ainsi, les protéines, l'eau et les cendres peuvent être considérées comme les seuls éléments faisant partie de la fraction non lipidique. Les muscles contiennent environ 75 g d'eau /100 g de viande crue). Cette teneur varie peu entre la cuisse et le filet quelle que soit l'espèce. Après

l'eau, les protéines sont les composants principaux des tissus musculaires, puisqu'elles représentent 75 % de la matière sèche. Rabot (1998) a réalisé une étude très complète sur la composition de la viande d'aulacode, incluant le taux de protéines et la teneur en eau (tableau 1). La teneur en protéines est beaucoup plus variable entre le filet et la cuisse avec une différence de près de 4 g, la moyenne étant de 20,4g environ. Il est à noter que certains auteurs semblent sous-estimer cette valeur, notamment.

Néanmoins, on peut dire que la teneur en protéines est relativement constante, quels que soient le type de muscle ou l'espèce animale considérée, avec une valeur moyenne de 20 à 22 g pour 100 g de viande. La proportion en acides aminés essentiels des fibres musculaires est équilibrée et varie très peu selon le type de muscles et l'espèce animale. Non seulement elles sont riches en lysine et en leucine, mais elles contiennent également l'ensemble des acides aminés essentiels, ce qui en fait un produit alimentaire très intéressant pour l'homme du point de vue nutritionnel. Les viandes d'aulacode sont aussi riches en acides aspartique et glutamique, ce dernier étant l'acide aminé le plus représenté chez le gibier (ALLAGBE, 2016). En revanche, les muscles sont plutôt pauvres en tryptophane et méthionine, acides aminés qui sont souvent facteur limitant étant donné la composition nutritionnelle des aliments usuels.

La viande d'aulacode contient peu de magnésium (en moyenne 25 mg/100 g) et ne représente donc pas une source intéressante pour ce minéral dont les besoins journaliers sont proches de 350 mg. En revanche, la teneur en potassium est importante. Le phosphore est un élément minéral également présent en grande quantité, et en particulier, comme le potassium, dans le gibier, pour lequel une consommation de 150g couvre 25 % des besoins journaliers. Enfin, la faible teneur en sodium (en moyenne 70 mg/100 g) fait de la viande d'aulacode un aliment intéressant lors d'un régime hyposodé.

Les vitamines sont indispensables à la croissance, à la reproduction et au fonctionnement de l'organisme humain qui ne peut les synthétiser lui-même. Elles doivent donc être fournies par l'alimentation, exceptées la vitamine D1 synthétisée par

la peau et les vitamines B8 et K dont une partie est synthétisée par la flore bactérienne du gros intestin. Les données bibliographiques concernant la teneur des viandes d'aulacode en vitamines liposolubles sont très peu nombreuses. Il semble néanmoins que cette quantité soit très faible selon Favier et al. (1995), la vitamine D étant présente à l'état de traces uniquement. En revanche, les vitamines hydrosolubles sont bien présentes que ce soit dans le muscle du gibier (la vitamine B8 n'étant pas mentionnée dans les références). La vitamine la plus abondamment représentée est la vitamine B3 avec une teneur de 6 à 9 mg/100 g de muscle selon l'espèce ; alors que les vitamines B1 et B6 ont des teneurs assez faibles dans la viande d'aulacode. Malgré quelques petites différences, la teneur en vitamines est assez stable selon l'espèce considérée, les différences les plus grandes s'observent en comparant les deux types de muscles.

Parmi l'ensemble des constituants des muscles du gibier, la composante lipidique est sans nul doute une des plus variables. Si on considère l'ensemble des lipides des muscles du gibier, c'est la cuisse qui est la plus grasse avec 3,9 g/100 g, le filet ne contenant que 1,33 g. Ce dernier est riche en acides gras insaturés (AGI) avec un pourcentage de 62,5 dont plus de la moitié en acides gras mono insaturés (AGMI). La cuisse en contient sensiblement les mêmes teneurs, mais contrairement au filet, elle est plus riche en cholestérol (tableau 2).

Tableau II: Composition en lipides, acides gras et cholestérol de la viande

Viande	Teneur		
Lipides (g)	1,25	1,3	1,44
AGS Totaux (%)	29,4	34,7	39,9
AGMI Totaux (%)	35,3	38	40,6
AGPI Totaux (%)	27,2	28,6	30,0
AGI Totaux (%)	62,5	66,5	70,6
Polyinsaturés/saturés	-	0,61	-
Cholestérol (mg)		50	

AGS : acides gras saturés

AGMI, AGPI et AGI : acides gras monoinsaturés, polyinsaturés et insaturés.

- : données non communiquées

Source : Rabot, (1998)

Cependant, différents facteurs peuvent néanmoins modifier ces caractéristiques nutritionnelles. Ainsi l'âge et le sexe des animaux mais aussi l'alimentation influent fortement sur le profil en acides gras des muscles (les apports végétaux augmentent la teneur en acides gras linoléique des muscles alors que les suppléments en produits animaux augmentent)

1-3- Diversité de la microflore initiale de la viande et sécurité sanitaire des consommateurs

La viande est le produit de transformation du muscle après la mort de l'animal. Sa qualité prend en compte quatre (4) composantes : la qualité technologique, la qualité organoleptique, la qualité nutritionnelle et la qualité hygiénique. La quatrième composante est essentiellement liée à la santé publique et constitue un critère primordial pour la sécurité du consommateur. De ce fait, la viande ne doit contenir aucun résidu toxique, aucun parasite, ni être le siège d'un développement bactérien susceptible de produire des éléments nocifs (Coibion, 2008). La viande étant une denrée périssable, elle a été traditionnellement considérée comme le véhicule de nombreuses maladies d'origine alimentaire chez l'homme (Fosse et *al.*, 2006). Sa composition en eau et en protéines de haute valeur biologique fait qu'elle est une niche très favorable au développement des microorganismes (Benaissa, 2011). De même, la transformation de l'animal vivant en carcasse puis en viande s'accompagne généralement d'une contamination de microbes au cours du procédé (Cartier, 2004). De nombreuses recherches microbiologiques ont été menées sur la viande et ont permis d'isoler par stade de production, plusieurs types de microbes selon qu'il s'agit de la viande fraîche, de la viande hachée ou des préparations à base de viande (Kpodékon et *al.*, 2013). La connaissance de ces derniers est indispensable à une bonne maîtrise de la contamination pour assurer la sécurité sanitaire des consommateurs de viandes.

La microflore initiale de la viande regroupe les germes survenus de l'animal vivant jusqu'à l'obtention de la carcasse c'est-à-dire jusqu'à l'habillage mais avant lavage (Fernandes, 2009). Ces germes proviennent soit des animaux eux-mêmes par contact direct via le cuir, les pattes, les sabots ou le tractus digestif, soit de l'eau utilisée, soit des hommes, de la méthode de travail, du milieu ou soit du matériel utilisé par

contact indirect (Fernandes, 2009). L'abattoir est le point critique majeur de dépôt des germes sur les masses musculaires nouvellement mises à nues. Il est souhaitable de faire en sorte que les transferts des éléments pollués vers les masses musculaires jusqu'alors stériles, soient infimes. Un cuir contient environ 10^9 germes / cm^2 , une carcasse en fin de chaîne d'abattage est de qualité hygiénique correcte si elle contient une quantité de germes $\leq 10^3$ germes/ cm^2 (Cartier, 2004). Les transferts des germes du cuir à la carcasse ne doivent pas dépasser plus d'une bactérie sur 10^6 (Cartier, 2004).

La microflore de surface retrouvée immédiatement après abattage sur les carcasses est principalement constituée de : *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Bacillus*, *Brochothrix thermosphacta*, *Lactobacillus*, *Flavobacterium*, *Kurthia*, les *Enterobacteriaceae* et les corynébactéries. On retrouve aussi une diversité de levures (genre *Candida*) et de moisissures (genres *Penicillium*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Rhyzopus*) (Benaissa, 2011). Dans les régions tropicales, les germes psychotropes sont pratiquement absents sur les carcasses des animaux abattus (Fernandes, 2009). La majorité de ces bactéries ne contribuent pas en général à la détérioration de la viande car ils sont incapables de croître à des températures de réfrigération. Par contre, elles peuvent représenter un danger pour le consommateur en causant des toxi- infections alimentaires. Sont principalement utilisés comme indicateurs du respect des bonnes pratiques d'hygiène dans la filière viande, la Flore Aérobie Mésophile, *Pseudomonas*, les Entérobactériaceae et *E. coli* (Ghafir et Daube, 2007). La microflore de surface des carcasses peut être réduite si les bonnes pratiques d'hygiène et strictement les principes de la méthode HACCP sont respectés au cours de la production (Cartier et Moevi, 2007). Il faut donc :

- ❖ analyser toutes les circonstances qui, de l'arrivée des animaux à l'expédition des carcasses froides, peuvent conduire à une contamination des carcasses,
- ❖ définir des mesures préventives efficaces, aptes à limiter ces contaminations,
- ❖ définir les systèmes de surveillance et de vérification de l'application effective des mesures préventives,

- ❖ définir des actions correctives (au niveau des postes de travail mais aussi, le cas échéant, sur les carcasses) si les contaminations sont jugées anormalement élevées.

De la fin de la chaîne d'abattage à la vente puis à la cuisson des viandes, l'hygiène de la manipulation en général est nécessaire pour maîtriser les développements bactériens. (Cartier et Moevi, 2007).

➤ **La Flore Aérobie Mésophile**

La flore aérobie mésophile regroupe des microorganismes formant des colonies dénombrables après leur multiplication dans des conditions de laboratoire définies (Bonnefoy et al., 2002). Il s'agit des germes aérobies pouvant se multiplier dans des conditions ambiantes à 30° C et ne constituant pas une famille bactérienne particulière. Cette flore regroupe des Entérobactériaceae, de *Bacillus*, de staphylocoques, de *Pseudomonas*, des bactéries lactiques ou d'autres agents éventuellement pathogènes. Leur présence au-delà des limites définies peut signifier un défaut d'hygiène des procédés de fabrication. A titre d'exemple, si leur moyenne quotidienne sur les carcasses de bovins, ovins, caprins et équidés est supérieure à 5 log ufc / cm², la qualité hygiénique du procédé d'abattage est insatisfaisante (UE, 2005). Au-delà de 10⁷ ufc/g, ces germes entraînent un état de putréfaction de la viande (Ghafir et Daube, 2007). Leur forte charge dans l'aliment peut également être due à une conservation à des températures trop élevées, sauf lorsqu'il s'agit de bactéries psychotropes (par exemple les bactéries lactiques, *Pseudomonas*, *Listeria*, *Yersinia*) (Ghafir et Daube, 2007).

➤ ***Pseudomonas***

Le genre *Pseudomonas* est constitué de bacilles Gram négatifs, droits ou légèrement incurvés, ayant une taille de 0,5 à 1,0 µm de diamètre sur 1,5 à 5,0 µm de longueur, aérobies stricts, oxydase positifs, non sporulés et généralement mobiles grâce à une ciliature polaire (figure 1). Certains produisent des pigments hydrosolubles fluorescents, de couleur jaune-vert qui ont un rôle de sidérophores. La plupart des espèces sont psychotropes. Leur croissance est possible entre 4°C (voire moins) et 43°C . Les *Pseudomonas* sont ubiquistes et peuvent vivre dans des niches écologiques très diverses. Peu virulentes, plusieurs souches sont des pathogènes opportunistes pour

l'homme et des agents d'altération des viandes, poissons et produits laitiers. Les espèces les plus fréquemment rencontrées chez l'homme sont *Pseudomonas aeruginosa*, *P. fluorescens*, *P. putida* et *P. stutzeri*. Leur présence au niveau des chaînes d'abattage et en particulier dans les chambres froides constitue une source permanente de contamination des viandes. *Pseudomonas* est principalement utilisé comme indicateur d'altération des viandes fraîches et du lait (Bailly et al., 2012).



Figure 1 : *Pseudomonas aeruginosa* (Winsor et al., 2011)

➤ **Les Entérobactériaceae**

Les Entérobactériaceae ou entérobactéries appartiennent à une famille de courts bâtonnets Gram négatifs, de 0,3 à 1,0 µm de diamètre sur 1,0 à 6,0 µm de longueur, dont certains sont mobiles au moyen de flagelles périthriches et d'autres immobiles. Toutes les espèces sont anaérobies facultatifs, fermentent le glucose et sont oxydase-négatives. Il s'agit d'un groupe biochimiquement et génétiquement apparenté, présentant une grande hétérogénéité du point de vue écologie, hôtes et potentiellement pathogènes pour l'homme, les animaux, les insectes et les plantes (Ghafir et Daube, 2007). Cette famille inclut plusieurs genres et espèces de bactéries pathogènes intestinales (*Shigella*, *Salmonella* et les souches pathogènes de *Yersinia* et de *E.coli*). Elle comprend également de nombreux genres présents naturellement dans l'environnement, y compris sur les plantes, sans être d'origine fécale ni associés à des maladies d'origine alimentaire (Ray, 2001). Parmi les entérobactéries, les souches qui habituellement fermentent le lactose, produisent d'acide et souvent de gaz, sont appelées « coliformes » et comprennent des espèces des genres *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia* et *Klebsiella*. Cependant, certains médecins microbiologistes incluent les espèces des genres *Edwardsiella*, *Hafnia* et *Serratia*, en dépit de leur incapacité habituelle à fermenter le lactose. Certaines souches psychotropes, poussent bien à des températures froides, mais montrant une faible inhibition à 37 ° C (Mead, 2007). D'autres souches

d'Entérobactéries par exemple, peuvent être impliquées dans l'altération de la viande rouge et la volaille, en particulier dans des conditions de durée de vie prolongée (García-Lopez et al., 1998). Un autre sous-ensemble du groupe des coliformes comprend les « coliformes fécaux » qui fermentent le lactose à $44,5 \pm 0,2$ °C et qui sont parfois dénommés «thermo-tolérants». L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est *Escherichia coli* et, dans une moindre mesure le genre *Klebsiella* (Mead, 2007). Dans les denrées alimentaires d'origine animale, les entérobactéries sont d'origine intestinale ou environnementale et indiquent un défaut d'hygiène lors des processus de fabrication.

➤ ***Escherichia coli***

Escherichia coli fait partie de la famille des *Entérobactériaceae*. Il s'agit de courts bâtonnets mobiles au moyen de flagelles périthriches, Gram négatifs, anaérobies facultatifs, non sporulés, oxydase négative, mesurant de 2 à 4 µm de long et d'un diamètre d'environ 0,6 µm (figure 2). Ils sont capables de fermenter plusieurs sucres, mais leur fermentation du lactose avec production de gaz est caractéristique. La multiplication à 44°C (optimum 40°C et extrême à 45,5°C), la production d'indole et la présence d'une activité β-glucuronidase, sont également caractéristiques. Les espèces de *E. coli* sont sérotypées en se basant sur leurs 173 antigènes somatiques (O), 56 antigènes flagellaires (H) et 80 antigènes capsulaires (K) (Eslava et al., 2003). Etant l'espèce bactérienne anaérobie facultative prédominante dans l'intestin et les fèces, la présence de *E. coli* dans les aliments et l'eau est considérée comme une indication de contamination fécale et, dès lors, l'indication d'une possible présence de microorganismes pathogènes d'origine fécale. La surveillance de *E. coli* représente le meilleur indicateur d'hygiène des procédés pour suivre la contamination fécale d'un aliment mais aucun critère de sécurité n'est pour le moment fixé dans la réglementation Européenne. La contamination a lieu le plus souvent lors de la production et de la transformation d'aliments crus d'origine animale, ou indirectement, via la contamination par de l'eau contaminée (Eslava et al., 2003). Dans les filières de production carnée, la principale source de contamination des denrées alimentaires par *E. coli* est le tractus intestinal des animaux. Leur présence indique un défaut de la technique d'abattage, ou une contamination croisée, mais peut également être due à une contamination par les personnes manipulant les denrées alimentaires.

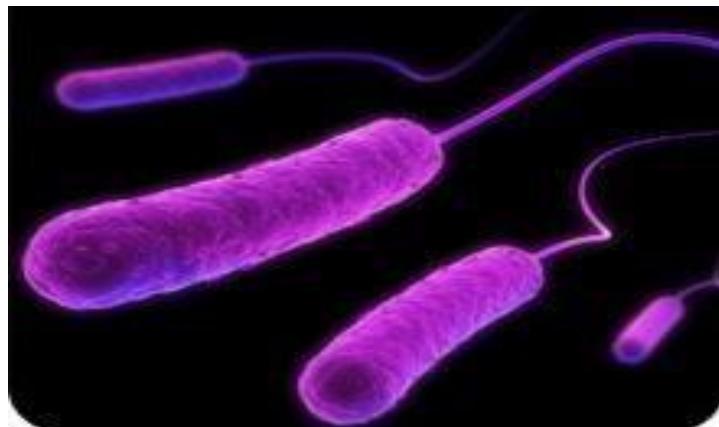


Figure 2: *E. coli* (Canadien en Santé, 2012)

2- Multiplication de la microflore initiale

De la mise en vente de la viande à son achat par le consommateur, le nombre de bactéries peut s'accroître par suite du développement bactérien. Cette évolution est fonction du type de conditionnement employé, de la durée de stockage et de la température de conservation. Ainsi, la multiplication de la microflore initiale de la viande peut être inhibée par une conservation de celle-ci à des températures défavorables au développement des microorganismes et par l'application du pH et d'une activité de l'eau (*aw*) défavorables. Sont aussi employés, des conservateurs, des microorganismes antagonistes de ceux que l'on cherche à inhiber et le conditionnement sous atmosphère modifiée.

2-1- Phase de multiplication des micro-organismes

Sans inhibiteur et avec des conditions environnementales (température, pH, activité de l'eau) favorables, la croissance des micro-organismes introduits dans un milieu de culture ou dans un produit alimentaire se déroule en plusieurs phases :

- ❖ **Phase de latence** : elle est facultative et suit immédiatement l'ensemencement du microbe dans le milieu de culture ou l'introduction du microbe dans un produit alimentaire. Il s'agit d'une période d'adaptation au cours de laquelle la cellule synthétise en particulier les enzymes qui lui sont nécessaires pour métaboliser les substrats présents.
- ❖ **Phase d'accélération** : la bactérie se divise de plus en plus activement. La vitesse spécifique de croissance augmente avec le temps.

Phase logarithmique ou exponentielle de croissance : elle correspond, notamment pour les bactéries à taux de croissance élevé, à un fort potentiel de

multiplication, de synthèse d'enzymes et de toxines, de dégradation et d'altération et par voie de conséquence, à un risque considérable. Elle est caractérisée par un rythme de reproduction rapide. Tout au long de cette phase, le temps de génération ou temps de doublement de la population microbienne est constant et minimal. Sa valeur varie d'un microorganisme à un autre et pour un micro-organisme donné, en fonction des conditions environnementales.



- ❖ **Phase de ralentissement** : La vitesse spécifique de croissance diminue progressivement jusqu'à être nulle. Elle est due à la raréfaction des nutriments et correspond à l'accumulation simultanée des produits d'excrétion du métabolisme, certains pouvant être inhibiteurs.
- ❖ **Phase stationnaire** : La concentration cellulaire maximale est atteinte et reste constante. Les cellules conservent une activité métabolique et leur structure biochimique subie des modifications.
- ❖ **Phase de décroissance** : la concentration en cellules viables diminue du fait de la mortalité dont le taux augmente progressivement. Des phénomènes d'autolyse sont dus à l'action des enzymes cellulaires. La structure et la texture des produits naturels et alimentaires conditionnent à la fois la répartition de la contamination et la croissance microbienne. Les microorganismes qui viennent au contact des surfaces musculaires peuvent soit, rester à l'état latent, soit mourir progressivement, soit se multiplier.

2-1- Facteurs de développement

Le développement de la microflore initiale est influencé par : le nombre initial de microorganisme présent sur la carcasse (principalement les germes d'altération), les espèces ou les souches de germes présentes, la température de conservation, le pH (lié au taux de glucose dans la viande) particulièrement pour les viandes conservées sous vide ou sous atmosphère modifiée et l'humidité relative qui influence uniquement les viandes non emballées (Monin G., 2003). Les plus importants sont le pH, la température, l'activité de l'eau (aw), l'humidité relative et le potentiel d'oxydoréduction (rH).

2-1-1- L'activité de l'eau

L'activité de l'eau mesure la disponibilité en eau du milieu dans lequel se trouve la microflore. D'une manière générale, plus l'aw du milieu est élevée, c'est-à-dire proche de 1, plus le développement de la microflore est intense. L'aw de la viande fraîche est de l'ordre de 0.993; elle est donc favorable à la multiplication de toutes les espèces microbiennes (HEDJI, 2014). Si la profondeur de la viande conserve un aw élevé, il n'en est pas de même à la surface. Les microorganismes peuvent se trouver dans l'eau, soit sous forme libre dans les couches superficielles de la carcasse, soit dans l'atmosphère environnante. Une faible humidité relative provoque une forte évaporation qui ne sera plus compensée par le passage de l'eau des tissus profonds. L'activité de l'eau diminue et rend le milieu défavorable à la croissance des bactéries comme *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Moraxella*. Inversement, une forte humidité relative limite l'évaporation de l'eau et facilite le développement des bactéries psychotropes. L'activité de l'eau des produits à base de viande peut être réduite par le séchage, l'adjonction de sucre ou de sel, l'ajout de matières grasses ou par congélation (HEDJI, 2014).

2-1-2- Température

Le facteur le plus important qui régit la croissance microbienne est la température. De façon générale, plus la température est grande, plus le taux de croissance est élevé. Beaucoup de microorganismes de la viande se développent dans une certaine mesure à toutes les températures, de moins de 0 °C à 65 °C. Les Psychrophiles (psychotropes) ont une température optimale entre -2°C et 7°C, les mésophiles entre 10 et 40 °C et les thermophiles de 43 à 66 °C. Les basses températures inhibent le développement des microorganismes. Les paliers suivants sont notés (ISSA, 2009) :

- +10°C : arrêt de la toxinogènes de *Clostridium botulinum* (A et B) ;
- +3°C : arrêt de tout risque de nocivité liée à la croissance des germes majeurs ou à l'élaboration de toxines (mais certains psychotropes se multiplient encore lentement) ;
- 0°C : température souhaitée pour la conservation de la viande sous vide;

- -10 à -18 °C : croissance persistante des moisissures et levures ; □ -18°C : arrêt de toute multiplication microbienne.

2-1-3- Potentiel d'oxydoréduction (rH)

Après la mort, le muscle ayant des réserves en oxygène, présente un potentiel d'oxydoréduction (rH) profond, élevé et positif (+250 mv) ; ce qui est favorable à la multiplication des germes aérobies (ISSA, 2009). Ensuite, les réserves en oxygène n'étant plus renouvelées par le sang, le rH profond diminue très rapidement, devient négatif et en 8 à 10 h atteint la valeur de -150mv. Les conditions réductrices ainsi créées dans la profondeur de la viande sont propices au développement des germes anaérobies de la putréfaction. Dans le cas de viande «normales», le pH acide (5,7) s'oppose à leur multiplication, mais il n'en est pas de même pour les viandes DFD (viandes sombres, collantes et sèches) où le pH reste élevé (6,3-6,7).

2-1-4- pH

Après abattage, le pH du muscle passe d'un niveau proche de 7,0 dans le muscle vivant, à environ 5,5-5,7 (chez le bovin) dans le muscle de référence, le faux-filet (HEDJI, 2014). Cette valeur ne varie plus lorsque la viande est normalement conservée. Les microorganismes sont extrêmement sensibles aux variations de pH. D'une façon générale, on observe que leur vitesse de développement se trouve réduit par tout abaissement de ce paramètre. Les bactéries sont les premières touchées puis viennent les levures et les moisissures. Toute viande de pH supérieur à 6,0 est plus sujette aux actions microbiennes notamment à la putréfaction, que la viande normale (HEDJI, 2014).

2-2- Conséquences de la multiplication de la microflore initiale

La multiplication des germes de la contamination initiale peut donner naissance à des quantités de microorganismes viables à l'origine d'altération conduisant à la putréfaction (germes d'altération) ou aux intoxications alimentaires (germes pathogènes).

2-2-1- Altération des viandes

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

➤ Altérations à basse température (< à 10°C) ou putréfaction superficielle,

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

- En atmosphère sèche, la multiplication des bactéries est retardée. Par contre, on assiste à une prolifération lente (une semaine ou plus) de moisissures à la surface de la viande (*Aspergillus, Cladosporium, Thamnidium, Rotrichum, Penicillium, Mucor*) participant aux réactions d'hydrolyse et d'oxydation des lipides. Des levures (*Candida, Monilia, Torula*) ont également été isolées mais elles requièrent moins d'attention que les moisissures (Fernandes, 2009).
- En atmosphère humide, les viandes sont envahies en quelques jours par des bacilles Gram négatif. Il s'agit essentiellement de : *Pseudomonas, Acinetobacter, Alcaligenes, Flavobacterium*, et *Entérobactériaceae*. La viande devient brun grisâtre, elle dégage une odeur putride. Cette putréfaction se traduit par l'apparition en surface d'une couche visqueuse résultant de la juxtaposition de cellules microbiennes (putréfaction superficielle) accompagnée d'odeur nauséabonde. Les bactéries responsables sont des Psychotropes, essentiellement *Pseudomonas* et *Achromobacter*. Dans le cas où la viande est emballée avec facilité de diffusion de l'oxygène, les deux souches bactériennes sont présentes. En l'absence de l'oxygène dans l'emballage, seule la souche *Pseudomonas* est éliminée. La viande s'altère généralement lorsque le nombre de bactéries *Pseudomonas spp.* atteint $10^7/\text{cm}^2\text{-}10^8\text{ germes / cm}^2$ (Mead, 2007).

➤ Altération à température intermédiaire (10 à 25 °C)

Le refroidissement lent des carcasses conduit à des altérations en surface et en profondeur. Il se développe en surface de nombreuses espèces avec un pourcentage élevé de germes anaérobies facultatifs et en particulier des entérobactéries ; les

Pseudomonas y deviennent rapidement l'espèce majoritaire avec apparition d'un poissage et d'une odeur nauséabonde.

En profondeur, le phénomène de puanteur d'os, dont l'étiologie est encore mal connue, s'observe au voisinage immédiat des os des membres postérieurs (ISSA, 2009) et seuls le liquide synovial et la moelle du fémur sont malodorants. Les formes sporulées de *Clostridium* sont supposées être responsables du phénomène. De nombreuses espèces de *Clostridium* et de *Bacillus* ont été isolées (Bourgeois *et al.*, 1996) dans les tissus lésés toujours à des taux assez faible (10^2 à 10^3 germes / g). Ces germes agiraient conjointement avec des enzymes tissulaires dans des réactions d'hydrolyse et seraient responsables de l'apparition de composés volatils malodorants caractérisant la puanteur d'os (ISSA, 2009). La seule prophylaxie efficace est la réfrigération rapide des carcasses associées à des conditions d'abattage satisfaisantes.

➤ Altération à température élevée (25 à 40°C) ou putréfaction profonde

Les températures de 25 à 40 °C sont les températures ambiantes fréquentes dans les pays tropicaux ou équatoriaux. Dans les masses musculaires internes de carcasses maintenues à ces températures (absence de réfrigération après l'abattage), s'installe une putréfaction profonde. Elle est due au développement rapide des bactéries anaérobies putréfiantes provenant du tractus intestinal des animaux (Fernandes 2009). Ces germes se multiplient lorsque le rH a atteint une valeur suffisamment basse (établissement progressif de l'anaérobiose par consommation tissulaire de l'oxygène résiduel soit 8 à 10 heures *post mortem*) et que la température reste élevée. Les viandes d'animaux fatigués possédant un potentiel redox (rH) rapidement bas et un pH élevé (viandes sombres ou DFD) se putréfient facilement en profondeur. Cette putréfaction se manifeste en premier lieu par la formation de gaz en l'absence de toute mauvaise odeur. Elle est associée à la présence d'un nombre élevé de *Clostridium perfringens* sous forme végétative (Fernandes, 2009).

Dans un second temps, la viande verdit et devient très malodorante à la suite de la multiplication d'espèces encore plus anaérobies : *Clostridium histolyticum*, *Clostridium sporogenes*, *Clostridium oedematiens*. On estime que les premiers signes de putréfaction apparaissent lorsque le nombre de *Clostridium perfringens* atteint 10^7

germes / g de viande, pour une contamination initiale de 10^2 germes / g, cela correspond à un facteur de multiplication de 10^9 soit approximativement 30 redoublements ($2^{30}=10^9$). Une réfrigération précoce et rapide permet d'éviter ces 30 redoublements fatidiques et le phénomène de putréfaction profonde (Bourgeois *et al.*, 1996). Ces germes protéolytiques provoquent une décomposition anaérobie des protéines suivie d'une dégradation des acides aminés en indole, en scatole, en mercaptans et en ammoniac. Il se forme également divers amines (histamine, putrescine, cadaverine, etc.) dont la présence rend la consommation de la viande dangereuse. Outre les réactions de protéolyse précitées, les microorganismes de la viande provoquent également les réactions de lipolyse à travers l'hydrolyse des triglycérides de réserve et des phospholipides tissulaires.

CADRE, MATERIEL ET METHODES

1- Cadre d'étude :

Ce travail a été réalisé dans plusieurs endroits comprenant :

- la commune d'Allada pour le prélèvement des échantillons ;
- le laboratoire d'Enseignement et de Recherche en Technologie Alimentaire de l'Ecole Polytechnique d'Abomey Calavi (UAC/EPAC), qui a servi de lieu à la réalisation des analyses microbiologiques et physico-chimiques.

2- Matériel :

Le matériel qui a servi à la réalisation de la présente étude a été constitué du matériel biologique et du matériel de laboratoire

- Matériel biologique : il s'agit des viandes d'aulacode fumées vendues aux abords des voies dans la commune d'Allada.
- Matériel de laboratoire : ce sont les matériels (verrerie et appareillages) rencontrés généralement dans les laboratoires d'analyse.

3- Méthodologie de travail

La présente étude a été réalisée en deux étapes : la première étape a consisté à la réalisation de l'échantillonnage des viandes d'aulacode dans la commune d'Allada. La deuxième étape a consisté à évaluer la qualité physico-chimique et microbiologique des viandes d'aulacode commercialisées dans la commune d'Allada.

3-1- Échantillonnage

Dans le but de tester la conformité des viandes d'aulacode vendues aux populations d'Allada trois sites ont été sélectionnés. Puis deux échantillons par sites ont été prélevés pour obtenir l'échantillon représentatif du site. Les échantillons sont prélevés dans des sachets stériles de type stomacker, placés dans des glacières frigorifiques et directement acheminés au laboratoire où ils subissent les différentes analyses.

3-3- Analyses physico-chimiques

Détermination du pH

5g de viande ont été écrasés puis dissous dans 25ml d'eau distillée. Le mélange a été filtré sur papier Wattman. 20ml de cette solution sont prélevés dans un bécher afin de lire le pH après avoir calibré le pH-mètre avec les solutions tampons pH 4 et 7.

Détermination de l'acidité titrable

L'acidité titrable exprimée en acide citrique est déterminée selon la méthode A0AC (1975).

5g de viande ont été écrasés puis dissous dans 25ml d'eau distillée. Le mélange a été filtré sur papier Wattman. On prélève ensuite 10ml du mélange dans un erlenmeyer, auquel on ajoute deux gouttes de phénolphthaleïne 1%. Le mélange est dosé par la solution de soude 0,1N jusqu'à l'obtention d'une coloration rose violacée.

$$\% \text{ d'acide lactique} = \frac{C \times V \times M}{m_e} \times 100$$

Avec C= molarité de la solution de NaOH, V= volume de NaOH, M= masse molaire moléculaire de l'acide lactique, me= masse de l'échantillon

3-4- Analyses microbiologiques

Les paramètres microbiologiques recherchés au cours du présent travail sont les suivants : la Flore Aérobie Mésophiles totale, les coliformes (totaux et fécaux), les Anaérobies Sulfito-réducteurs, les *staphylococcus Spp*, les salmonelles, les levures et les moisissures. Le protocole d'analyse microbiologique comporte, le traitement des échantillons, la recherche des germes et les dénombremens des colonies Les analyses microbiologiques ont été faites conformément aux normes ISO.

3-4-1- Réalisation de la suspension mère et des dilutions décimales

La préparation des dilutions en vue de l'examen microbiologique est réalisée selon la norme NF EN ISO V08-010, A cet effet, 25g de l'échantillon sont prélevés aseptiquement dans un sachet stérile de Stomacher. Ces 25g sont constitués par de petits morceaux prélevés sur les muscles à différents endroits du corps. Puis 225 ml d'Eau

Peptonée Tamponnée (EPT) y sont ajoutés. Par la suite, le broyat obtenu est laissé au repos pendant 45 min au maximum à la température ambiante $30^{\circ}\text{C} \pm 2$ afin d'obtenir la revivification des germes. Ce mélange constitue donc la suspension mère, qui va servir à préparer des dilutions successives. En ce qui concerne les dilutions décimales, elles seront effectuées à partir de la suspension mère à 10^{-1} en prélevant à chaque fois 1 ml ajouté à 9 ml d'eau peptonée tamponnée contenue dans un tube à essai.

3-4-2- Dénombrement des Flore Aérobie Mésophile Totale

Il est réalisé selon directives de la norme NF V08-051. En effet, les FMAT représentent l'ensemble des germes contenus dans l'échantillon. Le milieu Plate Count Agar (PCA) est la gélose standard habituellement utilisée pour le dénombrement de cette flore. On transfère aseptiquement 1 ml de suspension de chaque tube des dilutions 10^{-3} et 10^{-4} dans les boites de Pétri stériles. Le milieu PCA, fondu et refroidi au bain-marie à $46\text{--}47^{\circ}\text{C}$, est ajouté à l'inoculum à raison de 12 à 15 ml par boîte. Ensuite, on homogénéise le mélange par des mouvements rotatifs, verticaux ou transversaux. Il est ensuite mis à solidifier sur la paillasse à côté du bec Bunsen (boîtes fermées). Après solidification, une deuxième couche de 5 à 7 ml de PCA est ajoutée. Les boîtes ayant la gélose solidifiée sont ensuite incubées à 30°C pendant $72\text{ h} \pm 2$. A la fin de durée d'incubation, on dénombre toutes les colonies et on note les résultats.

3-4-3- Dénombrement des Coliformes totaux et fécaux

1ml des dilutions 10^{-3} et 10^{-4} ont été ensemencé par incorporation à la gélose VRBA et incubé à 30°C pendant $24\text{h} \pm 2$. Les colonies rouges avec halo rougeâtre d'un diamètre de 1 à 2mm sont considérées comme des colonies des coliformes. Pour les coliformes fécaux, 1 ml des dilutions, 10^{-3} et 10^{-4} est réparti dans deux boîtes de Pétri et mélangé avec de la gélose VRBA qui permet le développement des coliformes. Ces boîtes sont incubées à 44°C pendant $24\text{h} \pm 2$ avant la lecture.

Cette méthode a été spécifiée par la norme NF V08-060.

3-4-4- Dénombrement des *Staphylococcus aureus*

Le milieu de culture de choix employé pour cette recherche est celui de Baird-Parker (BP), additionné d'un mélange de jaune d'œuf et de tellurite de potassium. La gélose BP

(BP OXOID CM0275), fondu puis refroidie, additionnée d'un mélange de tellurite de potassium et du jaune d'œuf homogénéisés est coulée dans des boites de Pétri stériles. Après solidification du mélange, 0.1ml de la suspension mère (10^{-1}) ou de la dilution décimale 10^{-2} , est étalée à la surface à l'aide d'un étaleur stérile en verre. L'incubation se fait à 37 °C pendant 48 heures. Pour le comptage, on a retenu les boites contenantes entre 15 et 150 colonies caractéristiques pour 2 dilutions successives.

Les colonies noires, brillantes, bombées et entourées d'un précipité blanc et d'un halo d'éclaircissement ont été prises en compte. La méthode utilisée est celle décrite par la norme NF EN ISO 6888-1.

3-4-5- Dénombrement de la flore fongique

Le dénombrement des moisissures est effectué par deux méthodes à savoir la méthode de *Direct Plating* et la méthode de *Dilution Plating* (N'Guyen, 2007). Le *Direct Plating* est une méthode appropriée pour détecter, évaluer le taux de contamination des échantillons et isoler des mycètes des denrées alimentaires. D'après cette méthode, la viande d'agouti coupée en petits morceaux sont directement placées sur les milieux de cultures (N'Guyen, 2007). Pour la *Dilution Plating* 25g de viande ont été additionnées à 225ml d'eau Peptonée et tamponnée. Le mélange a été agité pendant 15 minutes. 0,1 millilitre de cette suspension a été étalée sur le milieu de culture Sabouraud. Les boîtes de Pétri ont été incubées à 25°C pendant 7 jours pour assurer le développement de chaque moisissures (N'Guyen, 2007).

RESULTATS ET DISCUSSION

1- Caractérisation physico-chimique de la viande d'aulacode

La figure 3 a présenté le pH des échantillons d'agouti prélevés dans la commune d'Allada. De l'analyse de cette figure, il ressort que le pH des échantillons a varié de 6,1 pour le troisième échantillon à 6,4 pour second échantillon. Les résultats ainsi obtenus sont proches de ceux de James, (2000) qui ont montré qu'après l'abattage, le pH des viandes quitte sa valeur physiologique de 7,0 à 7,2 vers des valeurs voisines de 5,3 à 5,8. Ces variations du pH serait dû à la libération d'ion H⁺ résultant de réaction métabolique après la mort de l'animal (Boudjellal et al., 2008).

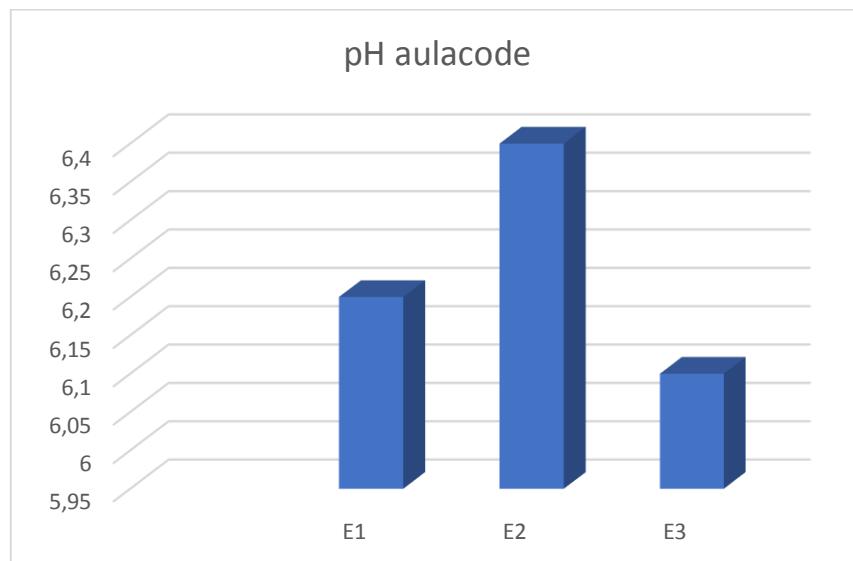


Figure 3: pH des échantillons d'agouti

La figure 4 a présenté les résultats de la détermination de la teneur en eau des différents échantillons d'agouti. L'analyse de cette figure a montré que la teneur en eau des échantillons a varié de 12,72% pour le premier échantillon à 13,67% pour le second échantillon. Ces teneurs en eau enregistrées dans les échantillons indiquent un risque possible de prolifération des différents germes dans ces derniers. Ces résultats diffèrent toutefois de ceux rapportés par Ndrianaivo (2014) sur le stockage des poissons fumés et ou séché qui a travaillé sur l'amélioration de la qualité du poisson fumé/séché, aliment accessible pour tous à Madagascar.

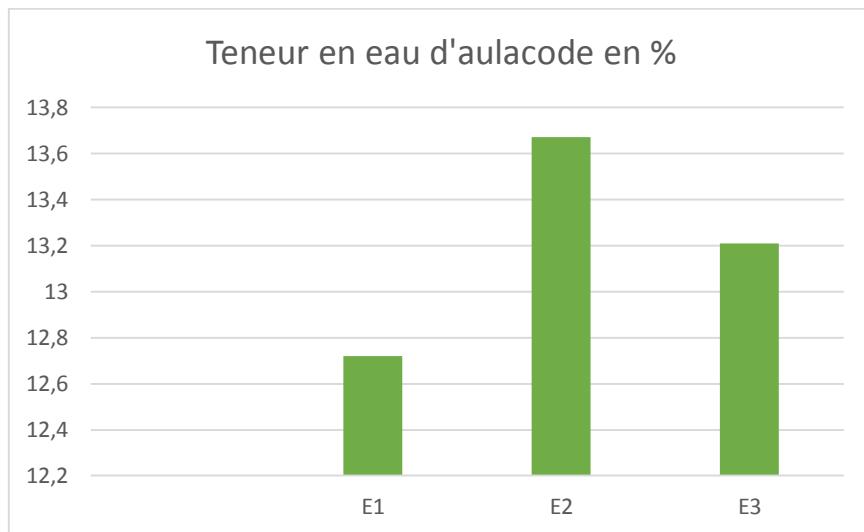


Figure 4: Teneur en eau des échantillons d'aulacode

2- Caractérisation microbiologique des échantillons

Dans le tableau 3 ont été présentés les résultats de la caractérisation microbiologique de la viande d'aulacode prélevée dans la commune d'Allada. De l'analyse de ce tableau, il ressort que la flore totale a été présente dans tous les échantillons avec l'échantillon E3 ayant le plus fort taux de contamination qui a été de $5,2 \cdot 10^6$ ufc/g alors que l'échantillon E2 a le plus faible taux de contamination qui a été de $4,6 \cdot 10^4$ ufc/g. Les résultats ainsi obtenus sont conformes pour les échantillons E1 et E2 et non conformes pour l'échantillon E3. Ces résultats sont semblables à ceux de MONLIGUI (2018) qui a travaillé sur Itinéraire technique de production et qualité microbiologique de la viande d'aulacode (*Thryonomys swinderianus*) commercialisée dans la commune d'Allada (Sud-Bénin). Les sources de contamination de ces denrées alimentaires sont très variées : Il s'agit de l'environnement, de l'animal, de la contamination croisée avec d'autres carcasses ou aliments et la contamination due à la manipulation. La flore de contamination est souvent constituée d'entérobactéries, de Bacilles, Staphylocoques, Pseudomonas, bactéries lactiques ou d'autres agents potentiellement pathogènes. Leur présence au-delà des normes peut signifier un défaut d'hygiène au niveau de la manipulation et des mauvaises conditions de conservation Aw, (1996).

Pour ce qui a été de la détermination de *Staphylococcus Spp*, les résultats ont montré leur présence dans toutes les prises d'essai avec des quantums microbiens compris en 2,3.

10^5 ufc/g pour l'échantillon 2 à 3,3. 10^2 ufc/g pour l'échantillon 3. Les résultats ainsi obtenus sont différents de ceux obtenus par ALLABE (2016) qui a travaillé sur l'itinéraire technique et évaluation de la qualité hygiénique des viandes de poulet fumées et commercialisées dans la commune d'Abomey-Calavi. Les résultats ainsi obtenus sont non conformes à la norme qui est de $<10^2$ ufc/g. *Staphylococcus aureus* est à l'origine d'intoxications alimentaires et est porté par de nombreux sujets à la surface de la peau et des muqueuses. Selon Buyser (1980) cité par Sakho (1988), l'importance du rôle des porteurs de germes (plaies cutanées suppuratives) dans la contamination des aliments par *Staphylococcus aureus* n'est plus à souligner, 30% des sujets en seraient porteurs. Ainsi, *S. aureus* peut être un indicateur de contamination humaine, à partir de la muqueuse rhinopharyngée et de la peau. La prophylaxie des intoxications par les *S.aureus* doit être mise en jeu, bien que le risque d'une intoxication dans le cas de nos échantillons soit faible par cause du mode de cuisson utilisé avant leurs consommations.

En ce qui concerne le dénombrement des coliformes fécaux, les résultats ont montré leur présence dans les échantillons E1 et E2 avec l'échantillon E1 ayant le plus fort taux de contamination qui a été de 42 ufc/g. l'échantillons 3 a montré l'absence totale de coliformes fécaux. Les résultats ainsi obtenus sont conformes à la norme qui est de $<10^2$. Les résultats ainsi obtenus sont différents de ceux de ALLAGBE, 2016 qui a travaillé sur l'itinéraire technique et évaluation de la qualité hygiénique des viandes de poulet fumées et commercialisées dans la commune d'Abomey-Calavi. Il a obtenu des résultats supérieurs à 10^2 dans toutes ses prises d'essai. Cette contamination des viandes par les coliformes serait imputable à de mauvaises manipulations lors de l'abatage des volailles et son augmentation au cours du conditionnement, du stockage, de la vente et serait cause de malpropreté des acteurs le long de la chaîne d'abatage et de distribution. La présence d'*Escherichia-colis* pourrait être imputable à une contamination fécale récente et dénote de la malpropreté des agents intervenant le long de la chaîne d'abatage et de commercialisation des viandes. En effet la présence dans les échantillons de viandes de coliformes et de *E. coli* traduit des manquements aux bonnes règles d'hygiène au cours de la manipulation des viandes.

Quant à la recherche et le dénombrement de la flore fongique, les résultats ont révélé la présence de levure dans tous les échantillons avec des valeurs supérieures au critère

normatif. La présence de moisissure a été constaté également dans toutes les prises d'essais avec l'échantillon E3 ayant le plus fort taux de contamination à savoir 4 ufc/g. La présence de la flore fongique pourrait être imputable à l'exposition de la viande à l'air ambiant au lieu d'éviscération et de vente mais aussi à la manipulation à même le sol du produit. Etant des germes indicateurs de qualité marchande, leur présence dans les viandes diminue la qualité de ces derniers. Responsables également de toxi-infection alimentaire, les moisissures sont en mesure de sécréter des toxines résistantes à la chaleur qui peuvent perdurer après même la cuisson et rendre le consommateur malade. La flore fongique est apportée par l'environnement et une manipulation défectueuse de la viande. Il faudra prendre des mesures permettant d'éviter la contamination de la viande par ces germes car selon Kane (2002), cette flore est fréquente dans la viande et se produit à la surface de la carcasse puis se traduit par l'apparition d'une couche visqueuse accompagnée d'une odeur nauséabonde. Selon Plusquelle (1980), l'odeur apparaît lorsque le nombre de germes est supérieur à $10^7/\text{cm}^2$ et la couche visqueuse est visible pour un nombre supérieur à $10^8/\text{cm}^2$. Ces constatations sont confirmées par Ardsley et al. (1989) qui affirment en outre que la viande est inacceptable pour l'alimentation dans ces conditions.

Tableau III : Caractérisation microbiologique des viandes d'aulacode

Germes recherchés	FMAT	<i>Staphylococcus</i> spp	Coliforme fécaux	Flore fongique Levure	Flore fongique Moisissure
ufc/g					
E1	$6,6 \cdot 10^4$	$1,06 \cdot 10^4$	42	>300	1
E2	$4,6 \cdot 10^4$	$2,3 \cdot 10^5$	23	>300	3
E3	$5,2 \cdot 10^6$	$3,3 \cdot 10^2$	-	>300	4
Critères	$<10^5$	$<10^2$	$<10^2$	<10	<10

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La présente étude a eu pour objectif de faire une caractérisation sanitaire de la viande d'aulacode vendu dans la commune d'ALLADA. Les résultats issus de nos travaux nous ont permis d'en arriver aux constats selon lesquels les échantillons ont un pH compris entre 6,1 et 6,4 et une eau comprise entre 12,72% et 13,67%. Les résultats des analyses microbiologiques ont montré que ces viandes présentent un niveau de contamination microbiologique élevé avec la présence d'une flore totale moyenne de $5,2 \cdot 10^6$ ufc/g supérieure à la norme. La présence de coliformes (totaux et fécaux), de Staphylocoques, de levures et de moisissures avec des moyennes respectives de 42 ufc/g ; $2,3 \cdot 10^5$ ufc/g ; >300 ufc/g et 4 ufc/g. Cette forte contamination bactérienne de la viande constatée lors de notre étude pourrait être due au fait que les règles d'hygiène ainsi que les méthodes de conservation adéquates ne sont pas respectées sur l'itinéraire de distribution de celle-ci. Ces résultats nous amènent à formuler quelques suggestions à savoir :

- L'évaluation des conséquences de la consommation de la viande d'aulacode sur la santé du consommateur ;
- L'évaluation de l'effet de la fumée dégagée lors de la préparation sur la santé des consommateurs et sur la qualité nutritionnelle de la viande ;
- L'évaluation de la vitesse de dégradation des lipides et protéines contenus dans la viande ;
- La programmation des contrôles réguliers dans les lieux de travail des viandes et aux points de vente.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1- ALLABE C. Aymard, 2016. L'itinéraire technique et évaluation de la qualité hygiénique des viandes de poulet fumées et commercialisées dans la commune d'Abomey-Calavi. Mémoire de fin de formation pour l'obtention du master, Université d'Abomey-Calavi, 84p.
- 2- BENAÏSSA, H. et ELOUCHDI, M. A., 2011. Biosorption of copper (II) ions from synthetic aqueous solutions by drying bed activated sludge. *Journal of hazardous materials*, vol. 194, p. 69-78.
- 3- BONNEFOY, Eric, LAPOSTOLLE, Frédéric, LEIZOROVICZ, Alain, STEG Gabriel, MCFADDEN Eugène P., DUBIEN Pierre Yves, CATTAN Simon, BOULLENGER Eric, MACHECOURT Jacques, LACROUTE Jean-Michel, CASSAGNES Jean DISSAIT François & TOULOUL Paul, 2002. Primary angioplasty versus prehospital fibrinolysis in acute myocardial infarction: a randomised study. *The Lancet*, vol. 360, no 9336, p. 825-829.
- 4- BOURGEOIS, C.M. CLERET, J.J., 1991. Le contrôle microbiologique. Paris Lavoisier ; Apria ; 454p.
- 5- CARTIER, P. et MOEVI, I., 2007. Le point sur la qualité des carcasses et des viandes de gros bovins. *Compte rendu final*, no 17, p. 05.
- 6- CARTIER, Sylvie C. et BUTLER, Deborah L., 2004. Learning in varying activities: An explanatory framework and a new evaluation tool founded on a model of self-regulated learning.
- 7- COIBION, L., 2008. Acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine, adaptation à la demande du consommateur. Université de Toulouse, France. p 7-25. Commercialisation et aux Initiatives Locales en Région Centre-Nord, Bouaké, Côte d'Ivoire.
- 8- CRAPLET C., 1984. THIBIER, Le mouton. 4e éd. Paris, Ed. Vigot frères, T.IV, 575 p.
- 9- de BUYSER., 1980. *Staphylococcus auréus*, Techniques d'analyse et de contrôle dans les Industries Agro-Alimentaires, Paris. Sciences et Techniques AgroAJ. imentaires, p 211 – 220.
- 10-EL RAMMOUZ, 2005. Etude des changements biochimiques *post mortem* dans le muscle des volailles – contribution au déterminisme de l'amplitude de la diminution

du ph. Thèse de doctorat. L'institut National Polytechnique de Toulouse Ecole doctorale : S.E.V.A.B., p 21-50.

- 11**-ESLAVA C., VILLASECA J., HERNANDEZ U., CRAVIOTO A, 2003. *Escherichia coli*. In : Miliotis M.D., Bier J.W. (Ed.), International handbook of foodborne pathogens. Marcel Dekker : New York, 123-135.
- 12**-FAO STATISTIQUES, 2007. (consulté le 15.11.2007), disponible sur Internet
- 13**-FERNANDES-ALNEMRI, Teresa, YU, Je-Wook, DATTA, Pinaki, 2009. AIM2 activates the inflammasome and cell death in response to cytoplasmic DNA. *Nature*, vol. 458, no 7237, p. 509.
- 14**-MEGARBAN Bruno, DONETTI Laurette, BLANC Thierry, CHERON Gérald & JACOBS Frédéric, 2006. Intoxications graves par médicaments et substances illicites en réanimation. *Réanimation*, vol. 15, p. 332-342.
- 15**-GHAFIR Y. DAUBE G., 2007. Le point sur les méthodes de surveillance de la contamination microbienne des denrées alimentaires d'origine animale. Formation continue - Articles de synthèse, 151, p 79-100.
- 16**-HEDJI Carine, HOUINATO Marcel, YEHOUEOUNOU Boniface, SOBAKIN Solange, 2014. Valorisation de Azolla spp, Moringa oleifera, son de riz, et de co-produits de volaille et de poisson en alimentation animale. *Journal of applied biosciences*, 81, p 61-63.
- 17**-ISSA Yakobou, 2009. Analyses des techniques traditionnelles de transformation de la viande en KLICHI dans la commune urbaine de Madouda. Thèse de l'institut polytechnique rural de formation et de recherche appliqués de katibougou, Niger, p10.
- 18**-JOUVE, H., SAURET, G., LABOURE, A. M., 1979. Régulation de la synthèse de la catalase chez *Proteus mirabilis*. *Canadian Journal of Microbiology*, vol. 25, no 3, p. 302-311.
- 19**-Monin G., 2003. Abattage des porcs et qualité des viandes. INRA Prod Anim. Edition 16, p 251-262.
- 20**-MORIS, G.K., 1969. A Study of dissemination of salmonellosis in a commercial broilers chicken operation. *Am. J. Vét. Res.*, 30: 1413 - 1421.

- 21**-NGUYEN, 2007. Identification des espèces de moisissures, potentiellement productrices de mycotoxines dans le riz commercialisé dans cinq provinces de la région centrale du Vietnam - étude des conditions pouvant réduire la production des mycotoxines. Thèse de doctorat. Ecole doctorale : Transferts, Dynamique des Fluides, Energétique et Procédés Spécialité : Génie des procédés et de l'environnement, p38-45.
- 22**-OMS, 2007 "Stratégie mondiale de l'OMS pour la salubrité des aliments : une alimentation à moindre risque pour une meilleure santé," *Programme OMS Salubrité des aliments*.
- 23**-PLUSQUELLE C., 1980. Contrôle des matières premières et des produits : viande et produits carnés. In technique d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires. Paris : Apria, 12 p 256-261.
- 24**-Rabot, C., Gandemer, G., Meynier, A., Lessire, M., & Juin, H., 1999. Comportement à la cuisson des carcasses : Les poulets label diffèrent peu des poulets standard. Viandes et produits carnés, 20(3), 93-96.
- 25**-Rapport Direction de l'Elevage, 2014. La situation actuelle de l'élevage et des éleveurs de ruminants au Bénin, p 10-13.
- 26**-RAY B., 2001. Indicators of bacterial pathogens. In : Ray B. (Ed.), Fundamental food microbiology. CRC Press : Boca Raton, , 409-417.
- 27**-SAKHO M.O., 1988. Contribution à l'étude de la qualité bactériologique des viandes de volailles congelées importées au Sénégal. Th. Méd. Vét. : Dakar., 1988 p 41.
- 28**-STARTON., 1988. Viande et alimentation humaine. Ed. Apria, p110.

ANNEXE

Composition et préparation des milieux de culture
Formules indiquées en gramme par litre d'eau distillée

1- Eau Peptonnée Tamponnée (E.P.T)

Formule :

Peptone.....	20
Chlorure de sodium.....	5
Hydrogéno-Orthophosphate disodique.....	9
Dihydrogéno-orthophosphate de potassium.....	1,5

pH final : 7,2

Prendre 20,5 g de poudre pour 1 litre d'eau distillée, homogénéiser

Répartir en tubes à essais (9 à 10ml) ou en flacons de 90ml

Autoclaver 30 minutes à 115 °C

2- Eau Peptonnée Simple (E.P.S)

Formule :

Peptone.....	15
Chlorure de Sodium.....	5

pH : 7,2

Dissoudre 25,5 g dans l'eau distillée et homogénéiser

Répartir en tubes à essais (8 à 10ml)

Autoclaver 15 minutes à 120 °C

3- Gélose pour numération ou Plate Count Agar (P.C.A)

Formule :

Tryptone.....	5
Extrait de levures.....	2,5
Glucose	1
Agar	15
Eau distillée.....	1000ml

pH final :7,2

Pour 1 litre, prendre 20,5 g de poudre ; mélanger et homogénéiser

Autoclaver 15 minutes à 120 °C

Couler en boîtes de Pétri

4- Gélose au Baird –Parker (B.P)

Formule :

Tryptone..... 10

Extrait de viande..... 5

Extrait de levures..... 1

Chlorure de lithium..... 5

Gélose..... 20

Eventuellement sulphamézathine de sodium à 0,2% 25ml

pH : 7

Prendre 63 g à dissoudre dans 950 ml d'eau

Autoclaver 15 minutes à 120 °C

Rajouter au moment de l'emploi à 100 ml de milieu à 45 °C

10 ml de glycocolle à 12%

1 ml de tellurite de potassium à 1%

5 ml de pyruvate de sodium à 20%

5 ml d'émulsion de jaune d'œuf

(15 ml de jaune d'oeuf prélevé stérilement et additionné de 35 ml d'eau physiologique)

La solution de sulphamézathine de sodium est préparée en dissolvant 0,5 g de

sulphamézathine dans 25 ml de soude 0,1 N

et en complétant à 250 ml par l'eau distillée

*Certains auteurs ne rajoutent stérilement que le tellurite de potassium et le jaune d'oeuf ; leglycocolle et le pyruvate étant joins au milieu de base

5- Bouillon Lactosé Bilié au Vert Brillant (BLBVB)

Formule :

Bile de bœuf déshydraté..... 20

Lactose..... 10

Peptone..... 10

Vert Brillant..... 13,5 mg

pH : 7,2

Pour 1 litre, prendre 20,7 g, mélanger, homogénéiser

Répartir en tubes à essais (9 ou 10 ml)

Ajouter éventuellement une cloche de Durham

Autoclaver 15 minutes à 120 °C

Ce milieu peut être préparé à double concentration en multipliant les chiffres ci-dessus par deux. Il est alors généralement réparti en tubes de 10 ml avec cloche de Durham.

6- Gélose Sabouraud +chloramphénicol

Formule :

Peptone pancréatique..... 5

Peptone trypsique..... 5

Glucose..... 20

Gélose à 2%

pH : 6,3

Pour 1 litre, prendre 45,5 g de poudre, mélanger, homogénéiser et autoclaver pendant 15 min à 120°C

Les antibiotiques sont rajoutés au milieu à 45°C avant de le couler en boîtes de Pétri