

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Mouloud Mammeri de 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 de Master des sciences biologiques
Spécialité: Alimentation Humaine et Qualité des Produits

Thème

*Etude bactériologique sur le pâté de volaille à l'ORAC de
TABOUKERT*

Réalisé par:

M^{elle} CHOUANE Cylia

M^{elle} KECHABIA Lydia

Devant le Jury:

Président : M^r SEBANE H.

Maitre assistant à UMMTO

Promotrice : M^{me} HELLAL Z.

Maitre assistante à UMMTO

Examineurs : M^{me} OUSSAID S.

Maitre assistante à UMMTO

M^{me} SALMI D.

Maitre assistante à UMMTO

Promotion: 2014/2015

REMERCIEMENTS

NOUS REMERCIONS D'ABORD DIEU LE TOUT PUISSANT, QUI NOUS A DONNÉ LA FORCE ET LE COURAGE DE RÉALISER CE TRAVAIL.

NOUS REMERCIONS NOTRE PROMOTRICE M^{ME} HELLAL, D'AVOIR ACCEPTÉ DE DIRIGER CE TRAVAIL, POUR SES CONSEILS, SES ORIENTATIONS, SA PATIENCE ET SON AIDE TRÈS PRÉCIEUSE.

NOUS REMERCIONS M^R SEBANE; MAITRE ASSISTANT À L'UMMTO, D'AVOIR ACCEPTÉ DE PRÉSIDER LE JURY.

NOUS REMERCIONS M^{ME} OUSAID ET M^{ME} SALMI; MAITRES ASSISTANTES À L'UMMTO, D'AVOIR ACCEPTÉ D'EXAMINER CE TRAVAIL.

NOS REMERCIEMENTS S'ADRESSENT À TOUS NOS ENSEIGNANTS, QUI NOUS ONT ACCOMPAGNÉS TOUT AU LONG DE NOTRE FORMATION.

NOUS TENONS À PRÉSENTER NOS REMERCIEMENTS À M^{ME} CHETOUANI: LA RESPONSABLE DU LABORATOIRE DE L'ORAC DE TABOUKERT AINSI QU'À TOUS LE PERSONNEL DE L'UNITÉ EN PARTICULIER DJAMILA.

DÉDICACE

JE DÉDIE CE MODESTE TRAVAIL À MES TRÈS CHERS PARENTS

MON CHER FRÈRE NADIR ET SA FEMME SAMIA ET LEUR FILLE ALICE (PAS
PETITE)

MON CHER FRÈRE AZEDDINE

MA CHER ET UNIQUE SŒUR FARIDA ET SON MARI MEHENNA ET LEURS
ENFANTS LAMARA ET MASSINISSA

MES ONCLES, MES TANTES, MES COUSINES ET COUSINS EN PARTICULIER
SALIM

AINSI QUE TOUS MES AMIS KARIMA, ZAKIA, HOCINE, SABRINA, CÝLIA,
SABRINA, DAMIA, MYRA, LYDIA, KATIA, TINA ET FARIDA.

LYDIA.

DÉDICACE

JE DÉDIE CE MODESTE TRAVAIL :

À MES CHERS PARENTS QUI ONT BEAUCOUP SACRIFIÉ POUR MOI SANS SE PLAINDRE SUR LE MOINDRE COUT, JE LES REMERCIE INFINIMENT POUR LEURS SOUTIENS ; QUE DIEU LES GARDE POUR MOI.

À MON UNIQUE ET TRÈS CHER FRÈRE GHILES.

À MES GRANDS PARENTS PÂTERNELLE ET MÂTERNELLE QUE J'ÂIME TÂNT.

À MES ONCLES ET LEURS FÂMILLES.

À MES TÂNTES ET LEURS FÂMILLES.

À TOUS MES COUSINS ET COUSINES.

À MES TRÈS CHERS ÂMIS : LYDIA, SABRINA, MOULOU, MYRA, SABRINA, DAMIA, LYDIA, KATIA, TINA ET FARIDA.

À TOUS CEUX QUI ME SONT TRÈS CHERS.

CYLIA.

Résumé

La viande de volaille est de plus en plus utilisée par les transformateurs en raison de son rendement et son bon prix.

La transformation de la viande en produits de charcuterie, a toujours fait appel, en plus des matières premières animales de base, à divers ingrédients et additifs. Le fabricant doit élaborer un produit devant répondre à des critères de composition et de propriétés constantes.

Cette étude consiste à évaluer la qualité microbiologique du pâté de volaille.

Cependant, afin d'assurer à la fois un produit sans risque pour la santé du consommateur et présentant un niveau élevé de qualité organoleptique et technologique.

La réussite d'un produit de charcuterie, quelque soit le niveau de qualité choisie, dépend de la parfaite adéquation entre les matières premières et le processus technologique.

Nous avons réalisé l'analyse microbiologique du poulet , l'eau ainsi que du pâté de volaille dans le but d'apprécier la qualité microbiologique de la matière première (poulet) et du produit fini (pâté de volaille).

De cette étude, il en ressort que les procédés de transformation conditionnent d'une manière directe la qualité du produit fini.

Ce qui nous a permis de conclure que le pâté de volaille fabriqué au niveau de l'ORAC est de qualité bactériologique satisfaisante.

Mots clés: poulet, contamination, bactéries , fabrication, pâté de volaille.

SOMMAIRE

Introduction	1
Partie bibliographique	
Partie I: Viande de poulet	
Chapitre I: viande de poulet	2
1-Définition de la viande.....	2
2-définition de poulet	2
3-Composition chimique	2
3.1-L'apport calorique.....	3
3.2-Eau	3
3.3-Protéines	3
3.4-Lipides.....	4
3.5-Vitamines	5
3.6-Minéraux	5
4-Différentes présentations du poulet	5
5- la classification du poulet.....	6
Chapitre II: Technologie de transformation de la volaille	7
1-Technologie d'abattage	7
1.1- Transport	7
1.2 -Réception et attente.....	7
1.3 -Abattage	7
2- Qualité du poulet de chair	10
2.1 -Qualité nutritive	10
2.2 -Qualité organoleptique.....	10
2.3-Qualité sanitaire et hygiénique.....	11
Chapitre III: la microbiologie du poulet.....	12
1- Contaminations bactériennes	12
1.1- Origines des contaminations	12
1.2- Les germes présents sur la viande de volaille	13
2- Toxi-infections alimentaires	16

Chapitre IV: La réfrigération	21
1- Définition de la réfrigération	21
2- La chaîne du froid	21
2.1- Fabriquant	21
2.2- Transport et mise en vente	22
3- Rupture de la chaîne du froid.....	22
Partie II: Pâté de volaille	
Chapitre I:Généralité sur le pâté de volaille.....	24
1- Définition du pâté	24
2- Conserve	24
2.1- Type de conserves.....	24
2.2- Appertisation.....	25
3- Composition du pâté de volaille	25
3.1- Matière première.....	25
3.2- Ingrédients et additifs.....	25
3.3- Fécule de pomme de terre	25
3.4- Sel de nitrite	25
3.5- Les épices.....	26
3.6-Oignon et ail.....	26
3.7 - Eau	26
4- Emballage	26
Chapitre II: Microbiologie du pâté de volaille	27
1-Microorganismes et températures	27
2-Valeur bactériologique.....	27
Chapitre III : Altérations des conserves	29
1-Origine de l'altération	29
2- Défaut de stérilisation	29
3- Recontamination après stérilisation	29
4-Manifestation de l'altération	30
5-Types d'altérations.....	30
6-L'influence des caractéristiques technologiques du produit sur la charge bactérienne	32
Partie expérimentale	
I-But de l'étude	33
II-Présentation de l'unité d'abattoir avicole de Taboukert (l'UAAT)	33

III-Processus de fabrication du pâté de volaille	33
Matériels et méthodes	36
1- Matériel utilisé pour l'analyse microbiologique	36
2- Méthodes d'analyses	37
Résultats et Discussion	59
1- Interprétation des résultats microbiologiques	59
Conclusion	67
Références bibliographiques	
Annexes	

Liste des abréviations

g : gramme

mg : milligramme

min : minute

ml : millilitre

ORAC : Office Régional d'Avicole du Centre

% : pourcentage

UFC : unité formant colonie

AGS : acide gras saturé

AGMI : acide gras mono-insaturé

AGPIS : acide gras polyinsaturé

µg : microgramme

°C : degré Celsius

pH : potentiel d'hydrogène

UAAT : Unité d'Abattoir Avicole de Taboukert

H : heure

ISO : organisation international de normalisation

JORA : journal officiel de la république algérienne

CIV : centre d'information des viandes

ITAVI : institut technique de l'aviculture

Abs : absence

Liste des figures

Figure 1: Le processus de préparation de la volaille	9
Figure 2: Effet de la température sur la survie et la résistance des microorganismes (FOGEL <i>et al.</i> , 2004).....	28
Figure3 : Le processus d'élaboration du pâté de volaille en boîte à l'ORAC	35
Figure4 : Recherche et dénombrement de germes aérobies mésophiles totales.....	43
Figure5 : Recherche et dénombrement des Coliformes totaux (30°C) et fécaux (44°C)	44
Figure6 : Recherche et dénombrement de Clostridium sulfite réducteurs	45
Figure7 : Recherche et dénombrement des Staphylocoques	46
Figure 8 : Recherche des Salmonelles	47
Figure 9 : Dénombrement des germes totaux.....	52
Figure 10 : Dénombrement des streptocoques fécaux.....	53
Figure 11 : Colimétrie	54
Figure 12: proportions des germes dénombrés sur le poulet.....	61

Liste des tableaux

Tableau I : Composition chimique moyenne de la viande du poulet, teneur pour 100g de partie comestible (CIV 2010).....	2
Tableau II : Teneur en acides aminés du poulet de protéines. (LARBIER et LECLERCQ 1992).....	3
Tableau III : Teneur en acides aminés essentiels du poulet en mg pour 100g de protéines. (BRUNEL et <i>al.</i> ; 2007).	3
Tableau IV : Teneur en lipides de quelques muscles chez le poulet en pourcentage (%) du poids frais (GANDEMER 1992).....	4
Tableau V : Teneur en acides gras de la viande du poulet, pourcentage en acides gras totaux (FRENOT et VIERLING 2001 ; VIERLING 2003).....	4
Tableau VI : Teneurs en vitamines de la viande de poulet pour 100g de parties comestibles (VIERLING 2003).	5
Tableau VII : Teneur en sels minéraux de la viande du poulet, teneur pour 100g de parties comestibles (VIERLING 2003).....	5
Tableau VIII : Différents types d'altérations microbiennes et leurs caractéristiques (GUIRAUD, 2003).....	31
Tableau IX: Résultats des dénombrements bactériens sur le poulet.....	61
Tableau X: Comparaison des résultats aux normes.	62
Tableau XI : Résultats des dénombrements bactériens sur l'eau.....	63
Tableau XII : Comparaison des résultats aux normes.	64
Tableau XIII: Résultats des dénombrements bactériens sur le pâté.....	65
Tableau XIV : Comparaison des résultats aux normes.....	65

Introduction

Introduction

L'industrie agroalimentaire est l'ensemble des activités industrielles qui transforment des matières premières issues de l'agriculture, de l'élevage ou de la pêche en produits alimentaires destinés à la consommation humaine ou animale.

L'industrie de la viande représente un des principaux secteurs de l'industrie agroalimentaire.

La viande de volaille notamment celle de poulet est une source importante de protéines à haute valeur nutritionnelle avec un faible cout par rapport aux autres viandes.

Le secteur avicole en matière de production de viande en Algérie, occupe une place importante du fait qu'il présente un pourcentage important de la consommation totale en viande. Il s'est imposé comme une alternative aux insuffisances de production des viandes rouges et aux caractères onéreux de celle-ci.

Le poulet de chair a connu une amélioration spectaculaire de sa productivité, grâce aux progrès concomitants des méthodes d'élevage, de la nutrition et de la médecine vétérinaire, c'est pourquoi il est de plus en plus utilisé par les transformateurs.

La réussite d'un produit de charcuterie, quelque soit le niveau de qualité choisie, dépend de la parfaite adéquation entre les matières premières et le processus technologique, d'une part, et le matériel dont dispose le fabricant, d'autre part. L'objectif fondamental reste la satisfaction du client sur le plan de la sécurité mais aussi de la qualité nutritionnelle, de service et du prix.

La matière première à l'abattoir est la volaille vivante. Sa qualité conditionne la qualité du produit fini, de ce fait, elle doit être abattue, conservée et transformée dans de bonnes conditions d'hygiène.

L'objectif de notre travail consiste à contrôler la qualité microbiologique du pâté de volaille en boite produit à l'ORAC TABOUKERT de Tizi-Ouzou, durant le processus de son élaboration, ainsi que la qualité de la matière première et de l'eau afin d'offrir aux consommateurs un produit de qualité microbiologique et hygiénique qui répond aux normes établies par la législation.

*Synthèse
bibliographique*

Partie I
Viande de poulet

Chapitre I
Viande de poulet

Partie I: Viande de poulet

1-Définition de la viande

Dans le langage courant, le mot "viande" désigne la chair musculaire des animaux élevés pour la consommation alimentaire, (volaille, lapins, gibiers...).

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 ; c'est un produit hétérogène résultant de l'évolution post-mortem des muscles, liés aux os (muscles squelettiques) essentiellement et à la graisse de la carcasse des animaux".

2-définition de poulet

Un poulet est une jeune volaille, mâle ou femelle, de la sous-espèce *Gallus gallus domesticus*, élevé pour sa chair. Un petit poulet mâle est un coquelet, un poulet femelle est une poulette. Un jeune coq châtré pour que sa chair soit plus tendre est un chapon, une poulette à laquelle on a ôté les ovaires pour le même motif est une poularde.

Le poulet fait partie de l'ensemble des animaux dit de basse-cour "volailles" les oiseaux appartenant aux espèces: poule, dinde, pintade, canard et oie, (ANONYME,1990).

3-Composition chimique

VIERLING (2003), constate que, l'alimentation de l'animal a un impact important sur la composition chimique de la viande. La composition chimique moyenne de la viande du poulet est donnée dans le tableau I :

Tableau I : Composition chimique moyenne de la viande du poulet, teneur pour 100g de partie comestible (CIV 2010).

Composés	Energie (kcal)	Eau (g)	Protides (g)	Lipides (g)	Glucides (Kcal/g)
Teneur	138	72,7	21	5,6	4

3.1-L'apport calorique

Il est fonction des quantités des trois macronutriments qui composent l'aliment : protéines(4kcal/g), lipides(9kcal/g) et les glucides(4kcal/g), il est étroitement lié au taux de lipides (HOINT-PRADIER et ASTIER-DUMAS 1992; FRENOT et VIERLING 2001), constatent que, la viande du poulet est pauvre en graisse, elle a donc un faible apport calorique et compte parmi les viandes les plus maigres.

3.2-Eau

Elle est le constituant quantitativement le plus important, elle représente 72% dans le muscle, elle n'a aucun intérêt énergétique, mais elle est un constituant fondamental tant du point de vue quantitatif que fonctionnel (FRENOT et VIERLING 2001).

3.3-Protéines

Le poulet est une source de protéines d'excellente qualité, 40% des acides aminés sont des acides aminés essentiels (GANDERMER 1992). D'après le Centre d'Information des Viandes CIV (2010), les protéines de la viande ont l'avantage d'être de très bonne qualité puisqu'elles contiennent tous les acides aminés indispensables en proportions équilibrées et elles sont bien assimilées par l'organisme. La teneur en acides aminés de la viande de poulet est donnée dans les tableaux ci-dessous :

Tableau II : Teneur en acides aminés du poulet de protéines. (LARBIER et LECLERCQ 1992).

Acides aminés	Cystéine	Histidine	Arginine	Tyrosine
Teneur (mg/100g)	1,3	3,5	6,8	4,3

Tableau III : Teneur en acides aminés essentiels du poulet en mg pour 100g de protéines. (BRUNEL *et al.* ; 2007).

Acides aminés	Lysine	Méthionine	Tryptophane	Thréonine	Leucine	Valine	Phénylalanine	Isoleucine
Teneur	8,96	2,40	1,12	4,16	7,52	4,80	4,48	4,64

3.4-Lipides

La teneur en lipides de la viande du poulet (tableau IV) est sans aucun doute le facteur le plus variable de sa composition, cette variabilité dépend de l'origine anatomique du morceau et du degré de parage (GANDEMER 1992). Selon FRENOT et VIERLING (2001) la chair du poulet, contient 60mg/100g de cholestérol.

Tableau IV : Teneur en lipides de quelques muscles chez le poulet en pourcentage (%) du poids frais (GANDEMER 1992).

Muscle	Pectoraux	Cuisse	Pilon
Teneur	0,7-1,2	2,9-5,5	2,3-3,8

GANDEMER (1992), indique que, la viande du poulet apporte une quantité appréciable d'acides gras polyinsaturée (AGPIS) et peu d'acides gras saturés (AGS) (tableau V).

Tableau V : Teneur en acides gras de la viande du poulet, pourcentage en acides gras totaux (FRENOT et VIERLING 2001 ; VIERLING 2003).

Acide gras	Acide gras saturé (AGS)	Acide gras monoinsaturé (AGMIS)	Acide gras polyinsaturé (AGPIS)					
			n-6		n-3			
			C18 :2	C20 :4	C18 :3	C20 :5	C22 :5	C22 :6
Teneur	<35	30-40	30	5,6	1	0,7	2,2	0,6

La peau de volaille d'après GANDEMER (1992), doit être considérée comme un tissu gras puisqu'elle contient de 30 à 50% de lipides, ces tissus gras apportent de 300 à 900 mg de lipides par gramme de tissu, soit autant que 100 g de muscle. Selon le même auteur, ces lipides sont essentiellement des triglycérides, c'est pourquoi on ne saurait que recommander d'en consommer le moins possible, elle est un peu plus riche en cholestérol (100 à 120 mg/100g).

3.5-Vitamines

La viande de poulet est riche en vitamines de groupe B (WATIER 1992). VIERLING (2003) donne les teneurs en différentes vitamines dans la viande de poulet (Tableau VI).

Tableau VI : Teneurs en vitamines de la viande de poulet pour 100g de parties comestibles (VIERLING 2003).

Vitamines	Acide ascorbique (C)	Thiamine (B1)	Riboflavine (B2)	Pyridoxine (B6)	Acide folique (B9)	Cobalamine (B12)	Amide nicotinique (PP)
Teneur	Mg	Mg	Mg	Mg	ug	ug	Mg
	2,5	0,10	0,20	0,5	9	0,5	7

3.6-Minéraux

Selon FRENOT et VIERLING (2001), la viande de poulet est riche en minéraux, elle renferme en moyenne 1 à 2mg de fer pour 100g de partie comestible, pauvre en calcium, mais riche en phosphore et potassium. La teneur en sels minéraux de la viande du poulet est donnée dans le tableau VII :

Tableau VII : Teneur en sels minéraux de la viande du poulet, teneur pour 100g de parties comestibles (VIERLING 2003).

Elément	Sodium	Potassium	Phosphore	Calcium	Magnésium	Fer	Zinc
Teneur (mg)	80	350	200	12	37	1,8	0,85

4- Différentes présentations du poulet

4.1- Poulet effilé (frais)

La volaille effilée fut la première présentation des carcasses (PAQUIN, 1992). Le poulet possède encore le foie, la rate, le gésier, les poumons, la tête et les pattes (DUPIN *et al.*, 1984).

4.2- Poulet éviscéré

C'est la présentation la plus recherchée de nos jours, le poulet est présenté frais congelé (DUPIN *et al.*, 1984). Dénommé aussi le PPC, celui-ci est complètement dépourvu de plumes et ayant subi l'ablation de la tête, de l'œsophage, du jabot, de tous ses abats et des pattes (JORA, 1995).

4.3- Découpes de poulets

Plus récemment, pour répondre à une attente de commodité, s'est développée la vente des morceaux découpés (ailes, cuisses, escalopes) présentés frais ou congelés (PAQUIN, 1992).

Cette présentation d'après DUPIN *et al.* (1984), permet de préparer des rations plus homogènes.

5- la classification du poulet

Selon FREDOT (2008), ce classement repose sur l'examen de l'aspect extérieur de chaque carcasse, il est sous la responsabilité de l'abatteur et est défini par 3 lettres.

Classe A: le poulet est bien conforme, et sa masse musculaire est bien équilibrée par rapport à la graisse, il ne doit pas comporter ni fractures, ni déchirures, ni déboitage.

Classe B: il est moins bien conforme et la proportion muscle-graisse est moins bonne. Il peut avoir subi deux déboitages ou fractures, des ecchymoses, des blessures ou des coupures seulement si cela ne porte pas préjudice à sa consommation, sa présentation et sa conservation.

Classe C: le poulet ne peut pas être consommé en l'état, c'est pourquoi il est utilisé pour l'industrie de transformation.

Chapitre II
Technologie de
transformation de la
volaille

1. Technologie d'abattage

Selon CHEN (2002) la technologie utilisée dans l'industrie de la viande de volaille diffère de celle des industries de la viande rouge.

La procédure d'abattage est résumée ci-dessous (voir figure 1):

1.1 Transport

Le poussin, sept à huit semaines après sa naissance et son arrivée à l'exploitation, est devenu un poulet consommable pesant 1.6 à 2kg vif. il est alors acheminé vers le centre d'abattage et de conditionnement (DUPIN *et al.*, 1984). Les poulets doivent être attrapés et chargés la nuit afin de limiter au maximum le stress des animaux (XAVIERS, 1998). Selon TURNER *et al.*, (2003), le temps de transport doit être le plus court possible.

1.2 Réception et attente

Les caisses sont déchargées dans un local d'attente bien aéré (DUPIN *et al.*, 1984; CHEN, 2002). La durée d'attente ne doit pas excéder deux heures (de l'arrivée à l'abattage du lot). dix à douze heures avant abattage, les animaux sont mis à la diète afin que les opérations d'effilage et d'éviscération soient correctement effectuées (DUPIN *et al.*, 1984).

1.3 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. L'abattage proprement dit regroupe une série d'opérations qui sont:

- ❖ **Accrochage et étourdissement:** D'après FRAYSSE et DARRE (1990); TURNER *et al.*, (2003) les volailles suspendues par les pattes, leurs têtes traversent un bac d'eau électriqué, cette pratique provoque l'inconscience instantanée de l'animal.
- ❖ **Saignée :** La saignée est effectuée par la section de la carotide et de la jugulaire ; elle doit être rapide et complète.

Lorsque la saignée est mal faite, la chair reste gorgée de sang, ce qui influe sur la conservation de la carcasse (COLIN, 1988).

- ❖ **Echaudage** : Il consiste à tremper les carcasses dans une eau dont la température est comprise entre 49°C et 52°C pour faciliter la plumaison ultérieure (JOUVE, 1996).
- ❖ **Plumaison** : Elle consiste à éliminer les plumes tout en gardant l'intégrité de la peau. Elle est effectuée par des doigts en caoutchouc d'un tombereau rotatif (DUPIN *et al.*, 1984).
- ❖ **Eviscération** : Une incision est pratiquée dans la partie abdominale sous la queue afin d'enlever tous les viscères abdominaux et thoraciques exceptés les reins. Elle peut être manuelle ou automatique (COLIN, 1985).
- ❖ **Lavage interne et externe**: les carcasses entièrement vidées sont nettoyées par aspersion d'eau. Cette opération permet d'améliorer la présentation du poulet final et de diminuer le niveau de contamination (GENOT 2004).
- ❖ **Ressuage**: à la fin des opérations d'abattage, selon JOUVE (1996), la température des carcasses est généralement comprise entre 28°C à 30°C. Pour amener celle-ci à la température de stockage, les carcasses sont placées dans une salle dite de ressuage destinée à leur faire perdre l'humidité de surface et de descendre leur température interne.
- ❖ **Calibrage et conditionnement** : Sortant du ressuage, les poulets sont calibrés, emballés sous film plastique puis immédiatement envoyés à la salle de stockage (DUPIN *et al.*, 1984).
- ❖ **Conservation** : D'après les auteurs (JOUVE 1996, et CHEN 2002), les carcasses après triage, sont soit réfrigérées à une température comprise entre (0°C à +4°C), soit acheminées vers le tunnel de surgélation (-40°C à -45°C). La surgélation fait baisser la température de (+8°C à -18°C) au cœur des carcasses.

Stockage (congélation): La conservation des carcasses surgelées se fait dans des chambres négatives. D'après FOURNIER (2004), la durée de conservation varie selon la température de stockage, à (-12°C) la durée est de 9 mois, à (-18°C) la durée est de 18 mois et à (-25°C) la durée est de 24 m

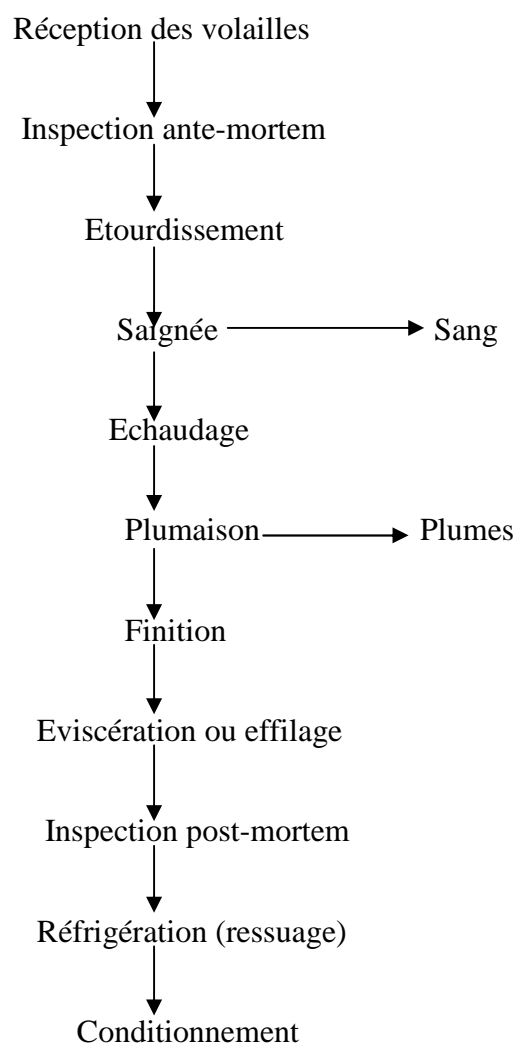


Figure 1: Le processus de préparation de la volaille

2. Qualité du poulet de chair

Selon ISO 9000 (1987), "la qualité est l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit ou d'un service qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites". Pour ELRAMMOUZ (2005), la notion de qualité de la viande est complexe, elle englobe une multitude de propriétés différentes pouvant être influencées par le producteur, le transformateur et le consommateur.

Elle présente plusieurs qualités qui sont les suivantes:

- Qualité nutritive
- Qualité organoleptique
- Qualité sanitaire et hygiène.

2.1- Qualité nutritive

La viande possède les caractéristiques suivantes:

- Digestibilité élevée.
- Richesse en protéines (quantitativement et qualitativement)

2.2- Qualité organoleptique

Lorsqu'on parle de qualité organoleptique on entend tout ce qui fait appel à nos sens (GICAUD 2008). Les caractéristiques organoleptiques d'une viande peuvent être appréciées par les critères qui sont l'aspect, la saveur, la tendreté et la jutosité (DARDENNE 2001).

- L'aspect: la couleur est le critère le plus apprécié par le consommateur au moment de l'achat.

-La saveur: n'est perçue que sur une viande cuite, car la cuisson libère les arômes liposolubles du gras intramusculaires permettant de caractériser l'espèce.

-La tendreté: c'est l'aptitude à la mastication ; qualité la plus recherchée par le consommateur. Elle est déterminée par le taux de collagène du tissu conjonctif et l'état fibrillaire.

-La jutosité: elle est liée à la teneur en eau et en lipides, c'est la capacité des viandes cuites de libérer du jus au moment de la mastication.

2.3- Qualité sanitaire et hygiénique

La qualité hygiénique est "la non toxicité de l'aliment" (MULTON *et al.*, 1994). Les matières premières et les aliments qui en sont issus doivent être dépourvus de microorganismes pathogènes, de toxines, et de résidus chimiques d'origine phytosanitaire ou thérapeutiques (JEANTEL *et al.*, 2006).

C'est la qualité primordiale, car la viande doit être exempte de tout germe pathogène ou toxine. Ce qui impose un contrôle rigoureux tout au long de la chaîne de fabrication ou de production.

L'inspection vétérinaire de salubrité élimine de la consommation, les poulets pouvant présenter des lésions, de maladies ou des défauts susceptibles d'altérer leur conservation (TREMOLIERES *et al.*, 1984). VIERLING (2003), observe que, l'élevage intensif des animaux nécessite une alimentation équilibrée complémentée et supplémentée en micronutriments associant l'utilisation d'antibiotiques non résorbables, les antioxydants ajoutés pour éviter l'oxydation des lipides contenus dans les tourteaux donnés en complément des céréales, ainsi que la dégradation des vitamines, sont utilisés à des doses contrôlées, sans conséquences pour l'alimentation humaine. Les carcasses de volailles doivent être munies d'une estampille, qui est soit en papier collée sur la carcasse, soit en métal attachée à la peau, attestant la conformité des locaux d'abattage avec les normes hygiéniques réglementaires (TREMOLIERES *et al.*, 1984).

Chapitre III
La microbiologie du
poulet

La viande de poulet de chair tout comme les autres denrées alimentaires d'origine animale, n'est pas sans risque pour la santé du consommateur. Elle peut contenir des substances toxiques ou des germes pathogènes qui vont entraîner des troubles plus au moins graves.

1- Contaminations bactériennes

Les contaminations de la viande de poulet de chair par les bactéries sont à l'origine de deux principaux risques:

- ✓ risque pour la santé publique (qualité hygiénique) lors de contaminations par les bactéries pathogènes.
- ✓ risque sur la présentation du produit final (qualité organoleptique) lors de contaminations par les germes d'altération.

1.1- Origines des contaminations

Les origines des contaminations sont de deux types:

- origine endogène
- origine exogène

1.1.1- Origine endogène

Les carcasses de volailles peuvent être contaminées par des germes dont l'habitat est normalement l'organisme animal. On distingue deux types de flores endogènes:

- **La flore profonde:** elle est généralement moins importante dans le cas d'animaux sains, abattus dans de bonnes conditions. Elle est localisée dans le tube digestif. Représentée par les coliformes, *Clostridium*, streptocoques fécaux, salmonelles et *Shigella*.
- **La flore de surface:** elle est beaucoup plus importante, sa fréquence est très variable. Les contaminations responsables proviennent essentiellement de l'animal lui-même (plumes) ainsi que des conditions de préparations offertes; ce qui montre l'importance des règles d'hygiène appliquées lors de traitement (BOURGEOIS, 1988).

1.1.2- Origine exogène

Les sources exogènes sont nombreuses. On parle dans ce cas également de contamination secondaire qui fait intervenir plusieurs vecteurs:

- **L'eau:** la qualité microbiologique de l'eau utilisée pour le lavage et la désinfection dans le processus d'abattage à une grande incidence sur la contamination superficielle des carcasses (ZUCCA *et al.* 1990).

- **L'environnement:** l'air, d'après BONNEFOY *et al.*, (2002), est un important vecteur de contamination en milieu industriel. La plupart des microorganismes de l'air proviennent des poussières arrachées au sol et disséminées par le vent, les chaussures ou les vêtements (LEYRAL et VIERLING, 2001).
- **Le manipulateur:** le personnel de l'abattoir joue un rôle très important dans la contamination superficielle en tant que source et en tant que vecteur (GUY GRAND, 1983; SOINNEAU, 1993).
- **Le matériel:** selon GUIRAUD (2003), le matériel constitue une source de contamination dans les industries notamment les outils, les machines et les surfaces de travail.

1.2- Les germes présents sur la viande de volaille

➤ la flore aérobie mésophile totale (FMAT)

La FMAT regroupe les germes qui se développent à une température optimale de 30°C. Elle ne présente pas nécessairement un risque potentiel pour la santé humaine. Elle peut être témoin d'une mauvaise condition d'hygiène et pourrait entraîner une altération rapide du produit. Parmi ces germes nous retrouvons:

➤ *Pseudomonas*

C'est une bactérie aérobie stricte et psychrotrophe, sa présence dans les ateliers et notamment dans l'eau utilisée, représente d'après JOUVE (1996), un risque certain pour la conservation ultérieure de la viande.

Selon RUSSEL et SCOTT (1997), les *Pseudomonas* constituent les principaux germes d'altération des produits de volaille.

➤ **Salmonelles**

Les bactéries du genre *Salmonella* appartiennent à la famille des *Enterobacteriaceae* dont les caractères sont les suivants : bacille à Gram négatif de 0.3 µm à 1 µm de large et long de 1 µm à 6 µm, anaérobies facultatifs, habituellement mobiles, catalases positif, oxydases négatif et sont capables de fermenter les glucides avec production d'acides (FOSSE et MAGRAS, 2004).

Ce sont des bactéries mésophiles, leur pH de croissance est compris entre 4.5 et 9 avec un optimum à 7.

Un traitement de type pasteurisation les détruit alors que les nitrates et les nitrites sont sans effets sur elles (VERNOZ, 1999).

Les Salmonelles sont présentes dans l'intestin de l'homme et des animaux (GUIRAUD 2003). FEDERIGHI (2005), indique qu'elles sont capables de se multiplier entre (6 et 4°C),

mais leur optimum est aux environs de 37°C, qu'elles survivent aux basses températures (réfrigération, congélation), mais sont relativement sensibles à la chaleur et sont détruites par la pasteurisation, elles sont capables de se multiplier dans une plage de pH allant de 5 à 9 (optimum 7), mais leur survie est assurée même à pH supérieur ou inférieur.

Le problème de la contamination des poulets par *Salmonella* a été et reste l'un des plus préoccupations des industriels (LAHELLEC et al., 1996). Il s'agit, selon CUQ (2007), d'un problème très important en microbiologie alimentaire, la transmission s'effectue par des voies multiples et parfois complexes.

Une étude Belge réalisée par TEIRHYNCK et al., (2010), publiée dans la revue *Poultry science*, a mis en évidence que le type de céréales utilisées dans l'alimentation des poules de chair influence la contamination par *Salmonella*. Selon la même étude, la gestion de la composition de la ration des animaux pourrait constituer un moyen supplémentaire de contrôler *Salmonella* dans les filières poulets de chair.

Différentes enquêtes réalisées lors de ces dernières années ont montré que différents stades de la production peuvent être responsables de la contamination des poulets et produits transformés par *Salmonella* (LAHELLEC et al., 1996). La contamination lors des opérations d'abattage contribue très fortement à augmenter la présence de *Salmonella* sur les carcasses.

Pour COLIN et al., (1988) ; FRIES (2002), la contamination de celle-ci se produit particulièrement pendant l'échaudage, le plumage, la section de la tête et l'éviscération. Au cours des différents traitements, d'après ROSSET (1996), la carcasse peut également être contaminée par des manipulateurs malades ou porteurs sains de germes.

L'évolution ultérieure des viandes dépend de la température. Afin de limiter le développement des microorganismes mésophiles, les viandes sont systématiquement réfrigérées dès l'abattage, les dégradations surviennent donc plus tardivement et sont le fait de la flore de surface aérobie et psychrophile (LEYRAL et VIERLING 2007).

➤ *Campylobacter*

Le genre *Campylobacter* appartient à la famille des Campylobacteriaceae. C'est un bacille à Gram négatif, non sporulé, sa température optimale de croissance est de 37°C. Dans de nombreux pays *Campylobacter* est présenté comme le microorganisme responsable du plus grand nombre de gastro-entérites chez l'homme. Les symptômes cliniques sont essentiellement des douleurs abdominales accompagnées de fièvre, suivies de diarrhées sporadique (ARBAULT, 2005). Certains cas ont pu être reliés à l'ingestion de poulet insuffisamment cuit (LAHELLEC, 1991). D'après DROMIGNY et al. (1985), la viande de volaille constitue la plus grande source potentielle de *Campylobacter*.

➤ *staphylocoques*

Les staphylocoques sont des bactéries Gram positif appartenant à la famille des *Micrococcaceae*. Ce sont des bactéries thermorésistantes (la forme végétative est détruite à 60°C pendant 1 heure et la toxine 30 mn à 100°C), halophiles ou psychrophiles.

L'espèce *staphylococcus aureus* joue un rôle important en hygiène alimentaire car à l'origine des intoxications alimentaires.

Staphylococcus aureus est un membre de la famille des *Micrococcaceae*. D'après FOSSE et MAGRAS (2004), il s'agit d'une cocci Gram positif de 0.8 à 1µm de diamètre, le plus souvent disposé en grappes, non sporulé, immobile, anaérobie facultatif, possédant une catalase et une coagulase.

Staphylococcus aureus est une bactérie mésophile halophile et se multiplie dans une large gamme de pH (ZELVELDER, 2001).

Elle se caractérise par la production de pigment caroténoïde qui donne aux colonies une coloration jaune ou orange d'intensité très variable selon les souches (DE BUYSER et al., 2003).

➤ *Listeria*

Il s'agit de bacille à Gram positif, non sporulé rencontré dans l'eau, le tube digestif de nombreux animaux, ainsi que dans les matières fécales.

Les études menées en abattoir de volaille ont montré que la source initiale éventuelle de *Listeria monocytogenes* se situait très certainement dans les élevages (BOURGEOIS et al., 1996).

➤ *Clostridium*

Ce sont des bactéries anaérobies strictes, elles sont parfois présentes dans les élevages avicoles et par conséquent sur la peau et les plumes des animaux à l'arrivée à l'abattoir (JOUVE, 1996).

Clostridium perfringens est un membre de la famille des Bacillaceae, bactérie à Gram positif, sous forme de bâtonnet droit de 2.4µm sur 1µm, immobile, sporulé et strictement anaérobie. Il s'agit d'une bactérie mésophile et son pH de croissance varie de 5.5 à 8 (FOSSE et MAGRAS, 2004).

Elles sont rencontrées dans le sol, les eaux d'égout et l'intestin, elles peuvent contaminer et dégrader les produits alimentaires dans des conditions anaérobies (GUIRAUD 2003). D'après, CARIP (2008), les *Clostridium*s sont des marqueurs important pour l'appréciation de la qualité hygiénique. Ils sont en général mésophiles et supportent des variations assez importantes de pH et de température ; quelques espèces sont thermophiles,

comme, *Clostridium perfringens*, qui est relativement thermophile (croissance à 46°C) et thermorésistante ; sa spore lui permet de résister à des conditions défavorables en particulier la cuisson (GUIRAUD, 2003). D'après le même auteur, c'est une bactérie saprophyte du sol et des eaux, commensale de l'homme et des animaux (peau), on la trouve dans de nombreux produits, mais surtout dans des produits carnés cuits, car, selon CUQ (2007), la teneur en oxygène est faible et leur survie sous forme sporulée est sélective après élimination des autres germes présents sous leur forme végétative.

2- Toxi-infections alimentaires

D'après LEYRAL et VIERLING (2001), le terme de toxi-infection alimentaire, regroupe l'ensemble des accidents résultant de l'ingestion d'un aliment contaminé par des microorganismes pathogènes.

2.1- Intoxication par *Clostridium botulinum*

Le botulisme est une toxi-infection qui résulte d'après FOSSE et MAGRAS (2004), de l'ingestion de neurotoxines produites par *Clostridium botulinum*, bactérie appartenant à la famille des *Bacillaceae*, sous forme de bâtonnets, Gram positif de 4 à 9µm de long, sporulée et anaérobie stricte.

Clostridium botulinum se développe à des pH voisins de la neutralité, ses spores sont thermorésistantes (HAUSER et SEBALD, 1996).

Il existe sept types de *Clostridium botulinum* différenciés par leur pouvoir antigénique classés de A à G. Le botulisme humain est associé aux types A, B, et E, ce dernier est le plus dangereux (AIT ABEDLOUAHAB, 20001).

- **Toxines botuliques :** d'après HUYGHEBAERT (2006), ces toxines sont des protéines neurotoxiques dont le poids moléculaire compris entre 150 KDA et 167 KDA. Elles sont peu sensibles à l'action des ferments digestifs et sont relativement thermolabiles.

Elles sont synthétisées au cours de la croissance du germe dans la viande et libérées ensuite, elles sont souvent définies pour cela comme des exotoxines (LORY et al., 2004).

- **Mode d'action :** les neurotoxines botuliques d'après LORY et al. (2004), inhibent la libération d'acétylcholine au niveau de la jonction neuromusculaire. Elles sont les plus puissantes des poisons actuellement connus.
- **Transmission :** selon LAFFORGUE (2006), on distingue actuellement trois modes de contamination par le botulisme :

Le botulisme d'origine alimentaire : la toxine est directement ingérée avec l'aliment contaminant, habituellement une conserve de fabrication artisanale ;

Le botulisme néonatal : il est lié à la formation endogène de toxines après germination de spores de *Clostridium botulinum* dans l'intestin. La flore digestive du nouveau-né est incomplètement constituée et/ou fonctionnelle et n'a donc pas d'effet inhibiteur sur la croissance de la bactérie ;

Le botulisme par blessure : il est causé par le développement de *Clostridium botulinum* et la production de toxine au niveau des plaies contaminées. La toxine passe alors directement dans la circulation générale.

• **Symptômes :** les signes cliniques apparaissent 2h à 24h après l'intoxication et se traduisent selon HAUSSER et SEBALD (1996), par :

- des troubles oculaires (difficultés d'accommodations, diplopie) ;
- des troubles sécrétoires et des troubles de la déglutination ;
- des troubles moteurs progressifs (langue, intestins, vessie et sphincters) enfin centre respiratoires entraînant la mort par asphyxie.

2.2- Infection par *Staphylococcus aureus*

Selon DE BUYSER (1996), *Staphylococcus aureus* survit longtemps dans les aliments déshydratés ou congelés. Les substances produites par *S.aureus* à l'origine d'une toxicologie:

• **Entérotoxine staphylococcique :** les entérotoxines staphylococciques sont des petites protéines thermostables alors que la bactérie est thermosensible (DE BUYSER et al., 2003).

• **Mode d'action :** ces toxines selon GUIRAUD (2003), ont un pouvoir émétique. Le site de stimulation de l'action émétique se situe dans les viscères abdominaux.

• **Transmission :** l'homme se contamine par l'ingestion d'aliments crus ou cuits contaminés et renfermant des entérotoxines (DE BUYSER et al., 2003).

• **Symptômes :** une toxi-infection à *Staphylococcus aureus* est un syndrome gastro-intestinal survenant de 1 à 8 heures après l'ingestion de l'aliment incriminé (GUILINAS, 1995).

Les signes apparaissent brutalement : nausées, douleurs abdominales et surtout vomissement violents et répétés souvent accompagnés de diarrhée. D'après DE BUYSER et al., (2003), le rétablissement intervient dans les 24 à 48 heures, sans séquelles. La mortalité est exceptionnelle.

2.3- Infection par *Clostridium perfringens*

• **Toxine :** selon POUMEYROL (1996), *Clostridium perfringens* produit quatre principales exotoxines thermolabiles (alpha(α), bêta(β), epsilon(ϵ) et iota(ι)).

• **Mode d'action :** les entérotoxines libérées par *Clostridium perfringens* dans l'intestin grêle provoque l'apparition de troubles essentiellement digestifs (POUMEYROL, 1996).

Au niveau des entérocytes, d'après GUIRAUD (1998); LEYRAL et VIERLING (2001), l'entérotoxine se fixe spécifiquement sur une protéine de la bordure en brosse par sa partie hydrophile ; la partie hydrophobe pénètre dans la cellule pour y sécréter ses effets biologiques.

- **Transmission :** l'homme se contamine par l'ingestion de viandes contaminées par des spores, ceux qui sont débarrassées de la flore antagoniste (cas de viandes cuits) (AIT ABDELOUAHAB, 2001).
- **Symptômes :** l'intoxication se manifeste par des diarrhées, douleurs abdominales aiguës, nausées, de la fièvre et rarement des vomissements. Ces symptômes apparaissent brusquement de 8 à 12 heures après ingestion de l'aliment incriminés et disparaissent spontanément en 24 à 48 heures (POUMEYROL, 1996 ; AIT ABDELOUAHAB, 2001).

2.4- Campylobactérioses

Les *Campylobacter* selon FOSSE et MAGRAS (2004), appartient à la famille des *Campylobacteriaceae*, ce sont des bactéries de forme incurvée ou hélicoïdale, à Gram négatif, mobile, possédants une oxydase, ne fermentent jamais les sucres.

Les *Campylobacter* thermotolérants (*Campylobacter jejuni*, *Campylobacter coli*, *Campylobacter lari*, *Campylobacter upsaliensis*) se cultivent à +42°C, 43°C. Ils exigent une atmosphère appauvrie en oxygène tout en étant oxygène dépendant. La plupart possèdent une catalase. Ils sont sensibles à la chaleur, à la dessiccation et aux pH inférieurs à 5 (GLEDEL, 1996).

- **Toxine :** les *Campylobacter* selon GUIRAUD (2003), excrètent deux types d'entérotoxines (une thermostable et l'autre thermolabile) de nature protéique inactivées par la chaleur.
- **Transmission :** les viandes de volaille constituent une source très importante de contamination humaine par les *Campylobacter* thermotolérants, d'où l'intérêt de recherche la présence de ces germes dans ces aliments (ZRELLI et al., 1999).
- **Mécanisme d'action :** les *Campylobacter* peuvent vivre dans le mucus intestinal et adhérer à la muqueuse (GLEDEL, 1996).
- **Symptomatologie :** l'intoxication se manifeste d'après GLEDEL (1996); LEYRAL et VIERLING (2001), par des nausées, de douleurs abdominales sévères à type de crampes, puis par l'apparition brutale d'une diarrhée profuse, aqueuse ou muqueuse et parfois sanglante.

2.5- Salmonelloses

Le genre *Salmonella* d'après LEYRAL et VIERLING (2001), ne comprend qu'une seule espèce *Salmonella enterica*, mais plus de 2200 sérovars ont été isolés, ils se différencient par leur structure antigénique ; un antigène de paroi (Ag O), un antigène flagellaires (Ag H) et un antigène capsulaire (Ag K).

- **Toxine** : les salmonelles agissent par leur pouvoir invasif ou par libération d'entérotoxines (JOUVE, 1996).

- **Mode d'action** : après ingestion d'un grand nombre de salmonelles (10^5 à 10^6), celles qui ne sont pas détruites dans l'estomac arrivent dans l'intestin, se multiplient et libèrent des endotoxines.

Cette toxine est nécrosante ce qui explique les signes de gastro-entérite, il y a aussi passage de la toxine dans le sang, d'où les signes généraux (VERNOZ, 1999).

- **Transmission** : la plupart des salmonelles sont des parasites intestinaux des animaux vertébrés transmis à l'homme par le biais d'aliments contaminés, en particulier les viandes cuites à basse température (CNR, 2006).

- **Symptômes** : en pathologie humaine, les salmonelloses comprennent d'après JOUVE (1996) ; CNR (2006), deux principaux types d'infections :

- **Les gastro-entérites** : sont provoquées par *Salmonella* ubiquiste présente chez l'homme et les animaux. La durée d'incubation est généralement de 1 à 2 jours.

Les salmonelloses se manifestent par une fièvre, une diarrhée, des vomissements et douleurs abdominales.

Chez l'adulte de condition physique normale, une gastro-entérite disparaît sans traitement après 3 à 5 jours en moyenne.

- **Les fièvres typhoïdes et paratyphoïdes** : sont causées par des *Salmonella* strictement adaptés à l'homme : *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi A* et certaines souches de *Salmonella paratyphi B*.

Après une période d'incubation de une à deux semaines une fièvre continue accompagnée de maux de tête, d'anorexie, de douleurs abdominales avec diarrhée ou constipation.

- Dans les formes bénignes**, l'état reste stationnaire pendant une quinzaine de jours puis la convalescence dure plusieurs semaines ;

-Dans les formes plus graves, la fièvre typhoïde peut être fatale en l'absence de traitement. Le taux de mortalité est de 10 % comparé à moins de 1 % pour les autres formes de salmonelloses (CNR, 2006).

Chapitre IV
La réfrigération

Tout aliment contient naturellement des microorganismes, pour combattre leur prolifération qui peut être la cause d'une intoxication, il est essentiel de maintenir les denrées périssables au froid. En effet, le froid ralentit ou stoppe le développement des microorganismes, en revanche, même en cas de surgélation, il ne les tue pas, c'est pourquoi il ne faut jamais rompre la chaîne du froid. Dès que la température remonte, les microbes prolifèrent à nouveau et à une vitesse effroyable : à 20°C, dans un milieu favorable comme celui de la viande hachée par exemple, leur nombre double toutes les 20 min, abandonné à température ambiante. Un produit de ce type devient rapidement un vrai bouillon de culture, que même une cuisson soutenue ne suffira pas à assainir (HERV 2004).

1- Définition de la réfrigération

Selon l'arrêté interministériel du 21 novembre 1999 relatif aux températures et procédés de conservation par la réfrigération, congélation ou surgélation des denrées alimentaires. On entend par réfrigération "le procédé de conservation qui consiste à abaisser la température de la denrée alimentaire de manière à ce qu'elle soit voisine de celle de la glace fondante (0°C) et à la maintenir à une température au dessus de 0°C".

2- la chaîne du froid

Elle doit contribuer à maintenir les qualités physiques, organoleptiques et hygiéniques des produits carnés. Au regard du respect des températures, ces recommandations concernent l'ensemble des intervenants dont l'activité concourt à établir et maintenir la chaîne du froid des denrées réfrigérées depuis la fin de leur processus d'élaboration jusqu'à l'acte d'achat du produit par le consommateur. (DEFORGES et *al.*, 1991)

2.1- Fabricant

Il doit maîtriser le temps et la température lors du processus de fabrication et du conditionnement (DEFORGES et *al.*, 1999). D'après HERV (2004), le fabricant doit contrôler les températures à chaque stade : matières premières, hachage, fabrication des produits finis, stockage...

Le fabricant doit impérativement refroidir le produit après la cuisson. L'opération consiste généralement en une période d'attente de chariot dans la salle de traitement thermique, avant que celui-ci entre dans la chambre de refroidissement. La durée de cette

période doit être déterminée en tenant compte de la température de produit. Le passage au refroidissement plus rapide doit être effectué avant l'arrivée dans la zone de la prolifération microbienne, on prend généralement la température de 55°C comme valeur limite (MARTIN 1999). Selon HERV (2004), le fabricant doit impérativement indiquer sur l'emballage la température et la durée de conservation des denrées pré-emballées. Le processus de fabricant se termine après conditionnement définitif du produit dans les chambres froides (DEFORGES et *al.*, 1999).

2.2- Transport et mise en vente

Selon l'article 18 de l'arrêté du 26 juillet 2000 relatif aux règles applicables à la composition et à la mise en consommation des produits carnés cuits; "Les produits carnés non stables à la température ambiante, doivent toujours être entreposés, transportés, commercialisée et mise en vente sous réfrigération". Et l'article 08 de l'arrêté interministériel du 21 novembre 1999 relatif aux températures et procédés de conservation par réfrigération, congélation ou surgélation des denrées alimentaires, précise que, "le transport des denrées alimentaires réfrigérées, congelées ou surgelées s'effectue au moyen d'équipement frigorifiques aptes à maintenir ces denrées à une température égale ou inférieure à celle fixée par la réglementation".

3- Rupture de la chaîne du froid

Elle se définit comme tout dépassement des températures réglementaires ou des températures fixées contractuellement, les ruptures de la chaîne du froid peuvent se traduire à toutes les étapes de la chaîne (DEFORGES et *al.*, 1999).

La rupture ou le non respect de la chaîne du froid, d'après les mêmes auteurs (DEFORGES et *al.*, 1999), sont de différentes natures selon le stade au quel on se situe dans le circuit logistique:

- * pendant les phases de travail ou de transport du produit, on observe essentiellement des piques de températures de quelques dizaines de minutes,
- * pendant les phases de stockage, les ruptures de la chaîne du froid sont dues essentiellement au non respect des températures réglementaires,

* pendant l'exposition à la vente chez les distributeurs, les deux sources principales de rupture de la chaîne du froid sont, soit une température moyenne non conforme à la réglementation, soit les remontées de température pendant les phases de dégivrage.

De l'usine au magasin, la chaîne du froid apparaît donc solide, elle s'interrompt le plus souvent au stade de la consommation. Près de 75% des consommateurs ne lisent pas les indications de température de conservation des produits avant l'achat(HERV2004).

Une étude recommandée par l'Association nationale des Industries Agroalimentaires en France (ANIA), stigmatise le comportement des consommateurs, de l'usine jusqu'à la centrale d'achat, 80% des produits carnés ont été conservés dans les meilleures conditions. En revanche, la situation s'est dégradée dans les magasins, notamment au cours du déchargement et de la manutention, cette situation a concerné 37% des produits carnés. Dès lors que le produit passe dans les mains du consommateur la chaîne du froid est malmenée, seulement 5% des produits carnés sont conservés dans de bonnes conditions(ANIA2008).

Partie II
Pâté de volaille

Chapitre I
Généralité sur le pâté
de volaille

Partie II: Pâté de volaille

Chapitre I: Généralité sur le pâté de volaille

1- Définition du pâté

C'est un dérivé d'origine animale, périssable, dont la conservation est assurée par l'appertisation. Selon la norme algérienne (6156) soumise à l'enquête publique et administrative, la dénomination "pâté" est réservée à des préparations cuites qui ne peuvent être composées d'autres éléments que de viande, avec addition éventuelle des abats, des ingrédients et des additifs autorisés.

2- Conserve

D'après le décret du 10 février 1955, sont considérées comme conserves des denrées alimentaires d'origine animale ou végétale, périssables, dont la conservation est assurée par l'emploi combiné de deux techniques:

- un conditionnement dans un récipient étanche aux liquides, aux gaz et aux microorganismes, à toute température inférieure à 55°C;
- un traitement par la chaleur ou tout autre mode autorisé, ce traitement doit avoir pour but de détruire ou d'inhiber totalement les enzymes, les microorganismes et leurs toxines.

2.1- Type de conserves (FRENOT et VIELING, 2004)

Autre le traitement thermique de conservation et la température de stockage, les conditions physico-chimiques du produit jouent un rôle primordial dans la conservation.

Ainsi, d'après GUIRAUD et ROSEC, (2004), le pH permet de définir deux groupes de conserves les conserves acides et les conserves non acides.

- **Conserves acides (pH<4.5):** l'acidité propre du produit permet d'éviter la multiplication des *Clostridium* toxigènes tel que *Clostridium botulinum* et assure une stabilité vis-à-vis des autres germes (GALZY et GUIRAUD, 1980 ; GUIRAUD et ROSEC, 2004).

Dans ce type de conserves, le traitement thermique doit être seulement suffisant pour détruire les formes végétatives des bactéries pathogènes.

- **Conserves non acide (pH≥4.5):** d'après GALZY et GUIRAUD (1980) ; GUIRAUD (2003), elles sont les plus dangereuses, le barème de stérilisation doit être rigoureusement établi et appliqué. Le traitement thermique doit détruire les spores de bactéries pathogènes. Il doit être capable de détruire à 0 une population de 10¹² spores de *Clostridium botulinum*.

D'après cette classification, le pâté (la conserve de viande) appartient au groupe de conserves de pH supérieur ou égale à 5.

2.2- Appertisation

L'appertisation, communément appelée conserve, est un traitement thermique qui consiste à stériliser par la chaleur des denrées périssables dans des contenants hermétiques aux liquides, aux gaz et aux micro-organismes (boîtes métalliques, bocaux). Les aliments chauffés à une température de 110 à 130°C sont débarrassés de tous les micro-organismes ou enzymes susceptibles de les altérer ou de les rendre impropres à la consommation, et ce, pendant plusieurs mois, voire plusieurs années. Comme beaucoup de procédés utilisés dans le secteur agroalimentaire, l'appertisation est soumise à une législation stricte.

3- Composition du pâté de volaille

3.1- Matière première

Le pâté de volaille est composé majoritairement de viande de poulet plus de 80%, ayant les caractéristiques suivantes: viande saine ; conforme aux exigences en matière d'hygiène, réfrigérée ou congelée (J.C.CHEFTEL et H.CHEFTEL 1977).

3.2-Ingrédients et additifs

En plus de la matière première animale de base, divers ingrédients et additifs sont ajoutés en proportion précise. Il s'agit de la fécule de la pomme de terre, des épices, du sel, de l'oignon et de l'ail.

3.3- Fécule de pomme de terre

Elle est utilisée selon VIERLING (2004), comme agent épaississant pour ses propriétés liantes et gélifiantes, par formation d'empois en présence d'eau. Au cours du chauffage, elle modifie la consistance des produits en les rendant plus fermes.

3.4- Sel de nitrite

Le sel nitrite est un additif pratiquement indispensable dans la fabrication des produits carnés, en plus de son effet sur le goût, d'après ALAIS et LINDIN (1994) ; VIERLING (2004), il est utilisé principalement pour :

- son effet protecteur contre les microorganismes, notamment les germes de putréfaction;
- son rôle dans la baisse de l'activité de l'eau du produit, par drainage des liquides;
- son rôle dans l'augmentation de la force ionique du milieu et entraînant ainsi modification de la solubilité des protéines myofibrillaires.

3.5-Les épices

D'après DURAND (1999), la norme AFNOR V00-001, définit les épices comme " les produits végétaux naturels ou mélange de ceux-ci; exempts de matières étrangères, utilisés pour donner de la saveur et de l'arome, et pour assaisonner les aliments".

Les épices utilisés dans la fabrication du pâté sont: poivre noir, cumin, le carvi et le grain d'anis.

3.6-Oignon et ail

Ils contribuent à la saveur finale du produit, en plus d'un effet bactériostatique non négligeable.

3.7- Eau

Pour DURAND (1999), l'eau est ajoutée aux pâtés sous forme de saumure en tant que dissolvant de certains ingrédients ou additifs ; sel, sucre, nitrite ; J.C.CHEFTEL et H.CHEFTEL (1977), indiquent qu'elle est aussi ajoutée sous forme de glace pour éviter un échauffement lors du broyage.

4- Emballage

A l'origine, la boîte de conserve appertisée était fabriquée en fer blanc. Puis, en acier sans étain, appelé "fer chromé", ce fut ensuite le développement de l'aluminium et des plastiques multicouches. A présent, d'après FOURNIER (2004), les boîtes sont fabriquées soit en aluminium, soit en acier mince, à la fois résistant et léger, à l'intérieur de la boîte se trouve un vernis, blanc ou incolore qui protège les aliments.

Le récipient utilisé pour la conserve du pâté de volaille est une boîte en fer blanc, constituée d'une feuille d'acier recouverte sur les deux faces d'une couche d'étain, elle-même recouverte d'un vernis protecteur.

Chapitre II
Microbiologie du pâté
de volaille

Variable et abondante dans la matière première, la microflore d'une conserve est nettement influencée, par les traitements de préparations et surtout le traitement thermique de conservation. D'après BOURGEOIS et LEVEAU (1991), ces traitements entraînent une sélection de germes plus au moins thermorésistants.

1- Microorganismes et températures

Tous les microorganismes ne présentent pas la même sensibilité à la chaleur, ci-dessous la figure 2 résume l'effet de la température sur la survie des microorganismes. En effet, selon FOGEL *et al.* (2004), il existe des espèces sensibles et d'autres très résistantes qui survivent plusieurs heures à plus de 100°C. Cette thermo résistance provient de la faculté de certaines bactéries à se sporuler.

2- Valeur bactériologique

La valeur bactériologique est la qualité première des conserves, l'appertisation conduit selon NILLUS *et al.* (1995), à une stérilité dite "commerciale" où tous les germes pathogènes (*Salmonella*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum* et staphylocoques) sont éliminés. Seules demeurent d'après FOGEL *et al.* (2004), les formes sporulées de bactéries thermorésistantes, cependant, ces formes de résistance ne peuvent se développer dans le produit dans les limites de conservation appliquées.

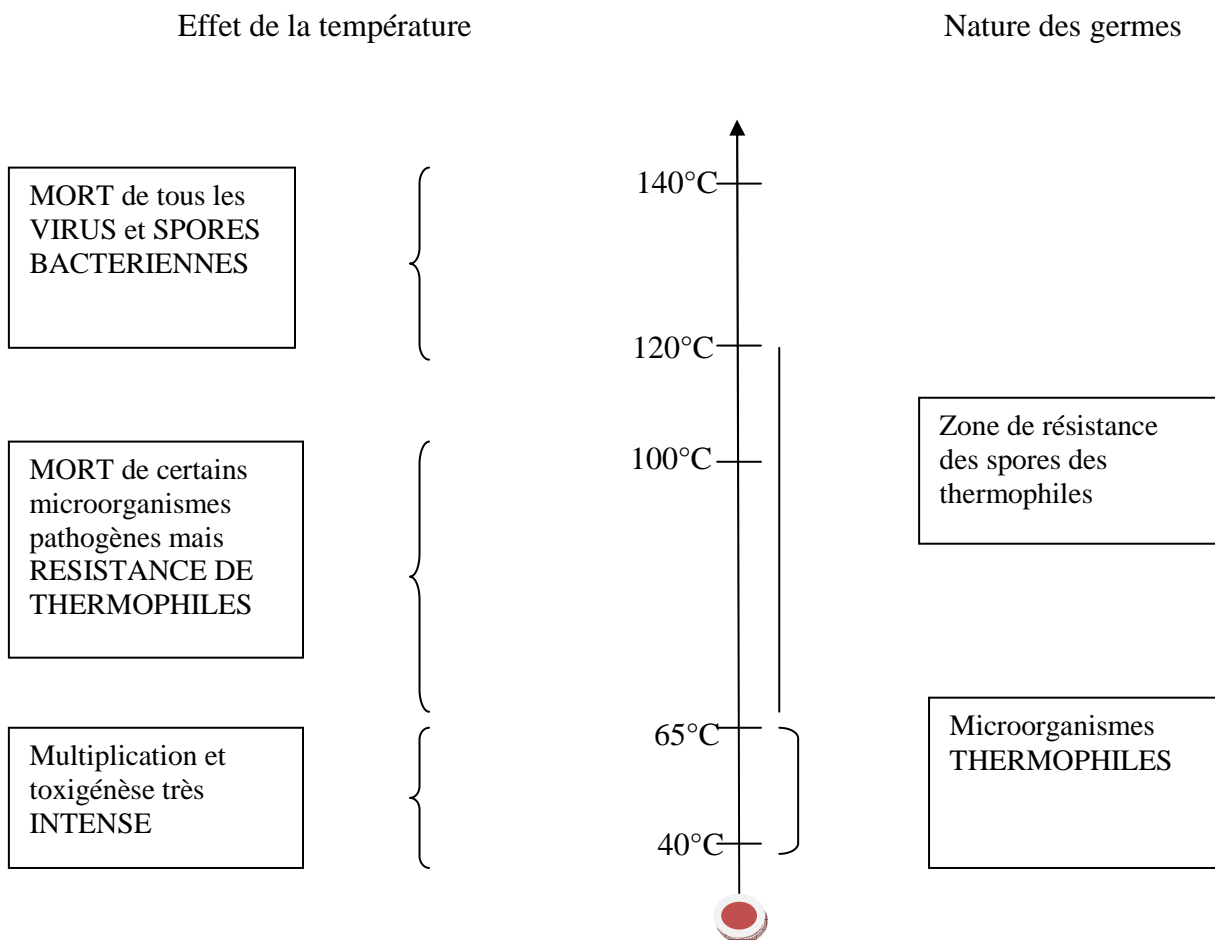


Figure 2: Effet de la température sur la survie et la résistance des microorganismes (FOGEL *et al.*, 2004)

Chapitre III
Altération des
conserves

Chapitre III : Altérations des conserves

1- Origine de l'altération

D'après GUIRAUD et ROSEC (2004), la première cause de l'altération des conserves en général est la présence de microorganismes ayant résisté à un traitement thermique insuffisant. Un autre type d'altération peut être lié à une modification des conditions qui assurent la stabilité des germes thermorésistants ou bien à la pénétration accidentelle de microorganismes divers.

Autrement dit, l'altération résulte selon BOURGEOIS *et al.* (1996), soit d'un défaut de stérilisation, soit d'une contamination postérieure à la stérilisation.

2- Défaut de stérilisation

L'altération liée à un défaut de stérilisation peut avoir selon BOURGEOIS *et al.*, (1996), diverses causes:

- un barème de stérilisation insuffisant ;
- une charge microbienne initiale anormalement élevée (matière première en voie d'altération, ingrédients fortement contaminés) ;
- une mauvaise conduite de l'autoclave ;
- un instrument de contrôle déréglé.

Selon CHEFTEL *et al.*, (1977) JOFFIN C. et JOFFIN J.N (2003), l'altération se caractérise par une flore microbienne composée uniquement de bactéries thermorésistantes, souvent d'une seule espèce.

3- Recontamination après stérilisation

D'après BOURGEOIS *et al.*, (1996), l'altération en question survient à cause:

- d'un manque d'étanchéité d'une soudure ou d'un serti, résultant soit d'un sertissage incorrecte, soit d'un choc ayant endommagé le serti. En présence de l'eau autour du serti, les microorganismes responsables de l'altération sont véhiculés par capillarité à l'intérieur de la boîte ;
- d'une manutention trop brutale des emballages.

Selon CHEFTEL *et al.*, (1977) JOFFIN C. et JOFFIN J.N (2003), la recontamination après stérilisation se reconnaît par la présence dans le produit d'une flore microbienne variée et vivante plus spécialement d'espèces thermolabiles.

4- Manifestation de l'altération

D'après GUIRAUD et ROSEC (2004), l'altération se manifeste de façon variable:

1- bombage ou brie du récipient : le bombage est dû au développement de germes gazogènes généralement anaérobies produisant du H₂, du CO₂, et du H₂S ;

Un bombage modéré peut être dû à des facteurs non microbiens, tels que un remplissage excessif, un choc, une réaction chimique non microbienne ;

2- modification du contenu sans bombage, elle se manifeste par des modifications de la texture, ou des qualités organoleptiques du produit ;

3- présence de germes ou de toxines sans modification apparente, le cas le plus dangereux, car le problème est posé pour les germes toxigènes en particulier *Clostridium botulinum*, et pour d'autres bactéries pathogènes telle *Salmonella*.

5- Types d'altérations

Les altérations rencontrées dans les conserves selon GUIRAUD (2003), sont de deux types:

- les altérations microbiennes ;
- les altérations non microbiennes.

5.1- Altérations microbiennes

En fonction de la nature des microorganismes incriminés, GUIRAUD (2003), regroupe celles-ci en trois catégories tableau VIII:

- **les altérations par les bactéries sporulées thermophiles** : ces bactéries résultent d'un traitement thermique défectueux car leurs spores sont les plus thermorésistantes ;

- **les altérations par les bactéries sporulées mésophiles** : du fait de la faible thermo-résistance des germes incriminés, ces altérations se rencontrent surtout dans les produits subissant un traitement thermique peu sévère ;

- **les altérations par les microorganismes thermorésistants** : la présence de tels germes est due à une défaillance importante du traitement thermique (mauvais sertissage, boîtes endommagées, porosité).

5.2- Altérations non microbiennes

D'après GUIRAUD (2003), le bombage de la boîte de conserve peut être dû à une cause purement chimique, par exemple l'action de l'acidité d'un aliment sur le métal de la boîte avec libération de H₂. Cette altération est favorisée par un stockage à haute température et à la mauvaise qualité des boîtes.

Tableau VIII : Différents types d'altérations microbiennes et leurs caractéristiques (GUIRAUD, 2003).

Catégories de l'altération	Types de l'altération	Produit concernés	Microorganismes incriminés	Caractéristiques
Altérations dues aux bactéries sporulées thermophiles	Putréfaction avec production d'H ₂ S	Produits faiblement acides	<i>Clostridium nigrificans (Cl)</i>	Odeur d'œuf pourri à l'ouverture
	Bombage sans H ₂ S	Conserves peu ou moyennement acides	<i>Clostridium Thermo-saccharolyticum</i>	Bombage important, produit fermenté, aigre d'odeur putride
Altérations dues aux bactéries sporulées mésophiles	Bombage avec putréfaction	Divers types de conserves non acides (pH≥4.5)	<i>Cl. Sporogenes</i> <i>Cl. putrificiens</i> <i>Cl. Botulinum</i>	Odeur putride
	Surissement avec ou sans bombage	Conserves peu acides et conserves familiales	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Bacillus polymexa</i> <i>Bacillus macerans</i>	Surissement
Altérations dues aux microorganismes thermorésistants	Fermentation acides et bombage	Divers types de conserves non acides (pH≥4.5)	Coliformes	Contaminations par l'eau de refroidissement

6- L'influence des caractéristiques technologiques du produit sur la charge bactérienne:

Les caractéristiques intrinsèques des produits, selon MARTIN (1999), peuvent avoir une influence relativement importante sur deux paramètres principaux qui déterminent leur charge bactérienne au moment de leur commercialisation:

- Contaminations au cours des phases préparatoires avant cuisson ou terminale au cours de conditionnement ;
- Développement selon les conditions de conservations tant en cours de fabrication que sous forme de produit fini ;

Le même auteur, indique que, les opérations réalisées lors de fabrication peuvent modifier la contamination avant cuisson, notamment selon le niveau de fragmentation. Lors de la fragmentation, selon l'auteur, l'augmentation de la surface totale détermine des conditions favorables à la multiplication bactériennes, elle permet également cette multiplication dans l'ensemble des zones internes du produit. La contamination apportée par le matériel, ainsi que le développement favoriser par les conditions de conservations en cours de fabrication notamment vis-à-vis de la température, sont plus des éléments d'hygiène que de technologie (MARTIN 1999).

Partie expérimentale

Matériels et méthodes

I-But de l'étude

L'objectif de notre étude est de contrôler la qualité microbiologique du pâté de volaille en boîte tout au long du processus de son élaboration au sein de l'unité d'abattoir avicole de Taboukert (ORAC) avec une durée de 02 mois (Avril et Mai).

II-Présentation de l'unité d'abattoir avicole de Taboukert (l'UAAT)

L'UAAT est une unité étatique dépendante de l'office régionale avicole du centre (ORAC), située dans la commune de Tizi-Rached à 25 km de Tizi-Ouzou sur la route nationale numéro 12.

L'abattoir occupe une superficie de 5 hectares.

Cet abattoir a été créé en mars 1994, qui a été construit par une société Italienne (FACCO) avec une capacité de 3000 sujets par heure.

Elle a comme fonction la production du pâté de volaille et du cachir en boyau ainsi que les saucisses et enfin du poulet prés à la cuisson (PPC), frais ou congelés.

L'UAAT dispose de six sections :

- Section d'abattage ;
- Section des sous produits ;
- Section du froid composée d'une chambre froide de réfrigération (0°C à 4°C) et de deux chambres froides l'une de surgélation (-40°C à -45°C) et l'autre de congélation (-20°C à -25°C) ;
- Section de la charcuterie ;
- Section d'épuration des eaux évacuées ;
- Laboratoire d'autocontrôle des produits (PPC, produits de charcuteries, épices, eau, viande hachée....)

III-Processus de fabrication du pâté de volaille

La fabrication du pâté de volaille se réalise par plusieurs étapes qui sont les suivantes (voir figure 3):

III.1- Triage : une fois que le poulet est décongelé, le triage consiste à trier les parties les plus saines du poulet et à jeter les parties endommagées.

III.2- Broyage-Hachage : il consiste à casser, broyer puis hacher les carcasses au fur et a mesures de leur passage dans une sulfineuse ; on récupère en même temps et séparément deux types de pates:

- La pate osseuse orientée vers les sous produits

-La pate désossée, pure destinée à la transformation en pâté.

III.3- Malaxage-Cutterage : il consiste à mélanger dans un cutter la pâte pure avec les différents ingrédients (épices, ail, nitrite, fécule de pomme de terre) et de l'eau sous forme de glace jusqu'à obtention d'une pâte fine de structure homogène.

La température joue un rôle très important lors du malaxage, il est en effet nécessaire que cette température soit assez basse afin d'obtenir un produit de texture satisfaisante (BOURGEOIS *et al.* 1996).

III.4- Remplissage-Sertissage : avant qu'elles ne soient remplies, les boîtes passent d'abord par un soufflage de vapeur pour éliminer les éventuels corps étrangers pouvant être déposés à l'intérieur de celle-ci pendant le stockage ou la manutention (LAROUSSE, 1991).

Le remplissage est réalisé en moyen d'une remplisseuse volumétrique. Immédiatement après remplissage, les boîtes sont fermées hermétiquement sous vide par une sertisseuse. Une fois serties, elles sont plongées dans un bac d'eau pour éviter les chocs mécaniques qui pourraient modifier la perméabilité et l'étanchéité de l'emballage et éventuellement lavées les boîtes souillées lors du remplissage.

III.5- La stérilisation : afin que le produit fini ne puisse pas présenter de danger pour la santé humaine, on applique une stérilisation à 120°C pendant 45 minutes. A la fin de ce procédé thermique, s'effectue le refroidissement puis l'égouttage des boîtes.

III.6- L'étiquetage : après égouttage ou séchage spontané des boîtes, celle-ci sont étiquetées puis conditionnées dans des cartons pour être commercialisées.

III.7- La conservation : si toutes ces opérations sont réalisées dans les normes des bonnes pratiques d'hygiène et de salubrité conduiront à une conservation de plusieurs années à température ambiante (2ans minimum).

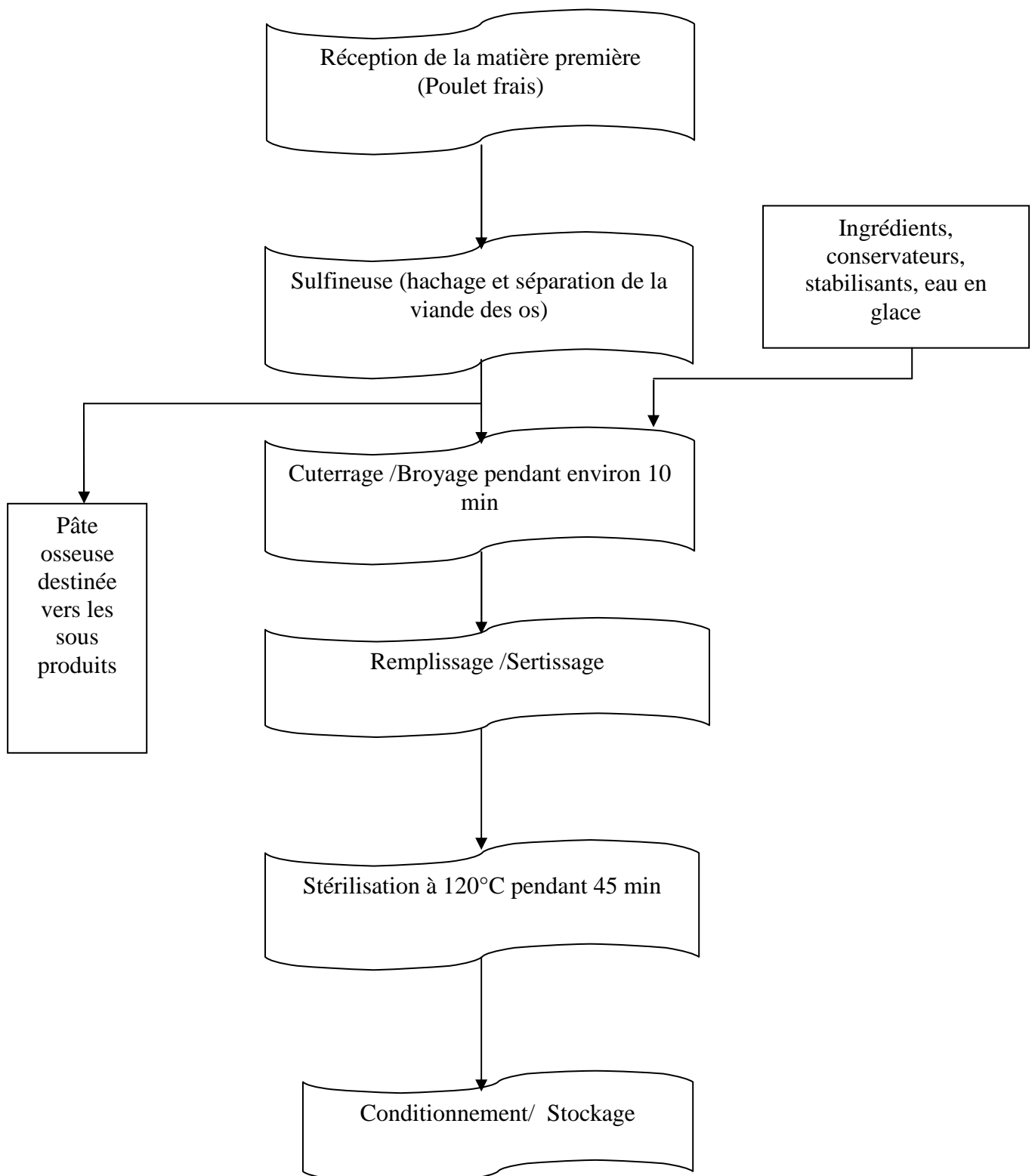


Figure3 : Le processus d'élaboration du pâté de volaille en boîte à l'ORAC

1- Matériel utilisé pour l'analyse microbiologique

1.1- Appareillage

- Agitateur magnétique
- Bain marie
- Balance de précision
- Bec bunsen
- Etuves réglées à différentes températures (30°C, 37°C et 55°C)
- Hotte à flux laminaire horizontale

1.2- Verreries

- Boîtes de pétri stériles
- Epprouvettes
- Fioles et béchers
- Pipettes graduées et pipettes Pasteur stériles
- Tube à essais

1.3- Milieu de culture

- Gélose nutritive (GN)
- Gélose tryptone glucose extraite de viande (TEGA)
- Oxytétracycline glucose agar (OGA)
- Bouillon de ROTH
- Milieu LITSKEY
- Gélose lactosée biliée au vert brillant et au rouge de phénol (VRBL)
- Bouillon lactosé au pourpre de Bromocresol (BCPL)
- Milieu de schubert
- Gélose viande foie (VF)
- Milieu Giolitticantonii (GC)
- Gélose Chapman
- Bouillon au sélénite de sodium simple ou double concentration (SFB)
- Gélose Hektoen

1.4- Solutions et réactifs

- Alcool 90°
- Eau de javel
- Eau distillée
- Huile de vaseline

- Réactif de Kovacs
- Tryptone-sel-eau (TSE)
- Eau peptonée tamponnée (EPT)
- Bouillon lactose mannitol tamponne (BLMT)

2- Méthodes d'analyses

Les différentes analyses effectuées au cours de notre expérimentation sont réalisées au niveau du laboratoire (ORAC) de Taboukert.

2.1- Echantillonnage

L'objectif de notre étude est basé sur l'analyse microbiologique à trois stades du processus d'élaboration du pâté de volaille à base du poulet de chair.

Le choix du prélèvement des échantillons durant le processus de fabrication, a été fait selon ces trois stades :

- Réception de la matière première
- Après hachage
- Produit fini

Pour l'analyse microbiologique du poulet, les échantillons sont prélevés au hasard dans les conditions d'asepsie et sont transportés dans deux glacières afin d'éviter toute contaminations possible, nous avons prélevés cinq échantillons de poulet pour chaque production.

Concernant l'analyse de l'eau, les prélèvements ont été effectués dans un flacon en verre stérile 500ml d'eau de robinet dans les conditions d'asepsie, : désinfecter et flamber le robinet, laisser l'eau couler pendant 2mn avant le prélèvement, afin d'éliminer toute contamination due aux conduites.

Quant à l'analyse du pâté, les échantillons sont prélevés au hasard, cinq boites qui ont été prélevées chaque production.

2.2- Analyses microbiologiques

En microbiologie alimentaire, il est plus important de rechercher l'absence ou la présence de germes, ainsi que leur nombre, que de déterminer l'espèce ou la variante comme en bactériologie clinique. Il s'agit donc, dans ce travail de mettre en évidence l'absence ou la présence des germes, et d'être à mesure de dire si le produit est conforme ou non aux normes. Cette considération nous a conduit à une simple recherche de groupes de bactéries pour chaque produit dès la matière première jusqu'au produit fini.

- Les analyses microbiologiques effectuées sur le poulet près à la consommation (PPC) sont : la recherche des Germes aérobies totaux (GAT), Coliformes fécaux, Clostridium sulfito- réducteurs (CSR), Staphylococcus aureus, Salmonelles ;
- Les analyses microbiologiques effectuées sur l'eau sont : le dénombrement des germes totaux, recherche et dénombrement des coliformes, recherche et dénombrement des coliformes fécaux, recherche et dénombrement des streptocoques fécaux, recherche et dénombrement des clostridiums sulfito-réducteurs, recherche des germes pathogènes (Salmonelle).
- Les analyses microbiologiques effectuées sur le pâté de volaille : le dénombrement des germes aérobies totaux, le dénombrement des coliformes fécaux, la recherche et le dénombrement des clostridiums sulfito-réducteurs, recherche des Staphylococcus aureus, salmonelles.

2.3- Analyse microbiologique de la matière première (poulet)

2.3.1-Préparation de la solution mère

A l'aide d'un matériel stérile (couteau, pince...), dans des conditions d'asepsie, tout en respectant les recommandations du journal officiel de la République Algérienne JORA N° 57 de 1994, après avoir enlevé la peau du poulet, 25 g du produit sont prélevés dans le muscle pectoral et mis dans 225 ml d'eau péptonée tamponnée (EPT). La solution 1/10^{ème} préparée est dite solution mère. Cette dernière va subir une revivification des cellules bactériennes stressées.

2.3.2- Préparation des dilutions décimales

- Préparer une série de tubes en fonction du nombre de dilution à réaliser et contenant chacun 9 ml de diluant ;
- Transférer 1 ml de la solution mère au 1/10 dans le tube n°1 à l'aide d'une pipette graduée, après avoir homogénéisé ;
- Obtenir la dilution au 1/100 car chaque dilution est obtenue à partir de celle qui la précède, en changeant de pipette entre chaque dilution.

2.3.3- Recherche et dénombrement des germes

Les analyses microbiologiques sont effectuées selon les normes autorisées par le JORA N°35 du 27 mai 1998.

2.3.3.1- Germes à indice technologique

➤ Flore aérobie mésophile

Ce sont des microorganismes qui se développent à l'air ambiant avec une croissance optimale à 30°C. Leur dénombrement repose sur l'emploi d'une gélose PCA.

Son dénombrement reste la meilleure méthode permettant d'estimer l'indice de salubrité et de qualité des aliments dans le contrôle industriel (LEYRAL *et al.*, 2002).

Mode opératoire

- Prélever 1 ml de chaque dilution et verser dans la boîte de Pétri correspondante, de la gélose liquéfié à 44°C environ est rajoutée dans les boîtes contenant les différentes dilutions (Ensemencement en masse);
- Laisser solidifier;
- Incuber à 30°C pendant 72 heures.

Lecture

La lecture se fait chaque 24 heures, les colonies de germes mésophiles aérobies se présentent sous forme lenticulaire en masse ; leur dénombrement s'effectue sur les boîtes contenant des colonies dont le nombre est compris entre 30 et 300.

2.3.3.2- Germes indicateurs de contamination fécale

➤ Coliformes fécaux

Principe

Les coliformes fécaux sont témoins d'une contamination fécale récente.

La présence de coliformes dans la viande est un bon indice de mauvaises conditions hygiéniques (FEDERIGHI, 1998). Leur détermination se fait par la technique en double couche, le milieu utilisé est la gélose VRBL.

Mode opératoire

Leur recherche se fait selon la méthode sur milieu solide:

- A partir des dilutions décimales, verser aseptiquement 1 ml de chaque dilution dans la boîte de Pétri correspondante
- Compléter ensuite avec environ 15 ml de gélose VRBL fondue;
- Refroidir à 45°C plus au moins 1°C ;
- Homogénéiser puis Solidifier ;
- Couler une deuxième couche de VRBL ;

Lecture

Après solidification les boîtes seront incubées à 44°C pendant 24 heures pour les coliformes fécaux. Les colonies caractéristiques sont de couleur rouge ayant un diamètre de moins de 0,5 mm.

➤ Clostridium sulfito-réducteurs**Principe**

Les anaérobies sulfito-réducteurs sont souvent impliqués dans les accidents de fabrication et surtout de conservation, ils sont considérés comme des indices de contamination fécale ancienne (GHILINAS, 1995).

Mode opératoire

- Introduire 1 ml de la dilution mère et des dilutions décimales dans des tubes stériles qu'on chauffe à 80°C pendant 10 min au bain marie ;
- Refroidir immédiatement à l'eau de robinet ;
- La culture se fait sur gélose VF à laquelle nous avons additionnés le sulfite de sodium et l'alun de fer ;
- Ajouter ensuite quelques gouttes de l'huile de vaseline à la surface de chaque tube afin de créer l'anaérobiose.

Lecture

L'incubation se fait à 44°C pendant 24 heures, l'apparition de colonies noires avec ou sans dégagement de gaz (H₂S) caractérise le développement des Clostridium sulfito-réducteurs.

2.3.3.3- Germes pathogènes**➤ Staphylocoques****Principe**

Ils ont l'aptitude à élaborer des entéro-toxines qui provoquent l'apparition des toxi-infections alimentaires, le plus virulent est Staphylococcus aureus.

Leurs présences dans une denrée est un indice de contamination humaine qui introduit la dégradation de la qualité sanitaire du produit (GUIRAUD, 2003).

Mode opératoire

- Leur détection se fait par ensemencement de 1 ml de chaque dilution dans 15 ml de Giolitti cantoni contenant un additif, le tellurite de potassium;
- Incuber à 37°C pendant une durée de 24 heures à 48 heures;

-Les tubes présentant un dépôt noirâtre seront considérés comme positifs. Pour la confirmation, 1 ml de chaque tube positif sera utilisé pour faire des isolements sur gélose de Chapman préalablement coulée en boîte de Pétri.

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures. L'apparition des colonies transparentes autour des stries, implique la présence des Staphylocoques. Pour le test de confirmation utiliser la méthode suivante:

Test à la coagulase

- Repiquer quelques colonies suspectées dans un tube contenant un bouillon nutritif de BHIB, après incubation à 37°C pendant 24 heures;

-Prélever 0,5 ml de cet enrichissement;

-Introduit dans un tube à essai contenant 0,5 ml de plasma de lapin, puis incubation à 37°C pendant 24 heures, la coagulation du plasma indique la présence de Staphylo-coagulase positif.

Test de désoxyribonucléase

Prélever cinq colonies suspectées et ensemercer en stries horizontales sur la gélose ADN et incubées à 37°C pendant 24 heures.

Lecture

A la lecture, inonder les boîtes de Pétri par une solution de Hcl à 12% ou avec une solution à 0.01% de bleu de Toluidine. A l'observation dans les 5 min suivantes, la révélation à l'acide chlorhydrique montre une zone claire autour de la strie ; le reste de la boîte reste opaque, ce qui confirme la présence de *S.aureus* (DNase+).

➤ **Salmonelles :**

Principe

Les salmonelles sont des bactéries pathogènes, leur recherche dans la viande permet de montrer d'éventuels dangers sanitaires (FEDERIGHI et *al.*, 1998) .

Mode opératoire

La recherche de salmonelle comporte quatre étapes successives qui sont :

- **Un pré-enrichissement** : La solution mère préparée à partir de 25 grammes de produit additionné de 225 ml du TSE ainsi que les dilutions seront incubées à 37°C pendant 24 heures dans le but de la revivification des bactéries stressées.
- **Enrichissement** : Celui-ci s'effectue après transfert d'un volume variable du milieu de pré-enrichissement dans les milieux sélectifs incubés à 37°C pendant 24 heures. Nous procédons comme suit :

- Rajouter 1 ml de la dilution utilisée dans des tubes contenant 10 ml de bouillon sélénite cystéine.

- **Isolement** : Un pré-enrichissement s'effectue au moyen d'une boucle stérile de l'anse de platine, près du bec bunsen est étalé par striation sur une boîte de gélose sélective à Hektoen. Les boîtes de Pétri sont placées dans un incubateur à 37°C pendant 18 à 24 heures.

- **Lecture** : observer l'apparition de colonies gris-bleu à centre noir.

- **Identification** : Elle se fait pour éviter la confusion avec d'autres germes, surtout Proteus, qui se développe facilement sur milieu Hektoen. Pour cela, à partir des colonies caractéristiques présentes sur les géloses sélectives, on procède à une vérification de l'appartenance au genre Salmonelle par détermination des caractères biochimiques spécifiques.

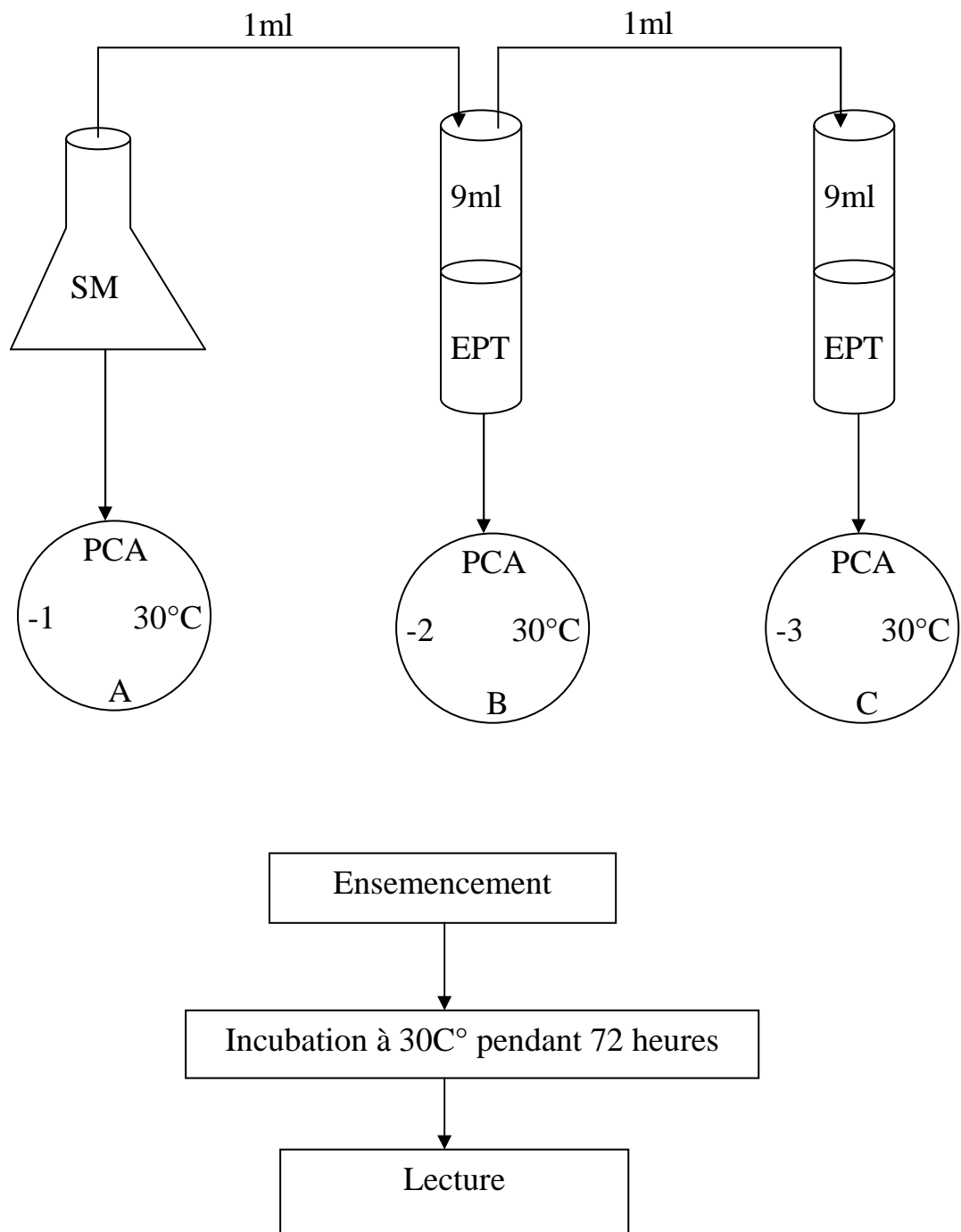


Figure 4 : Recherche et dénombrement de germes aérobies mésophiles totales

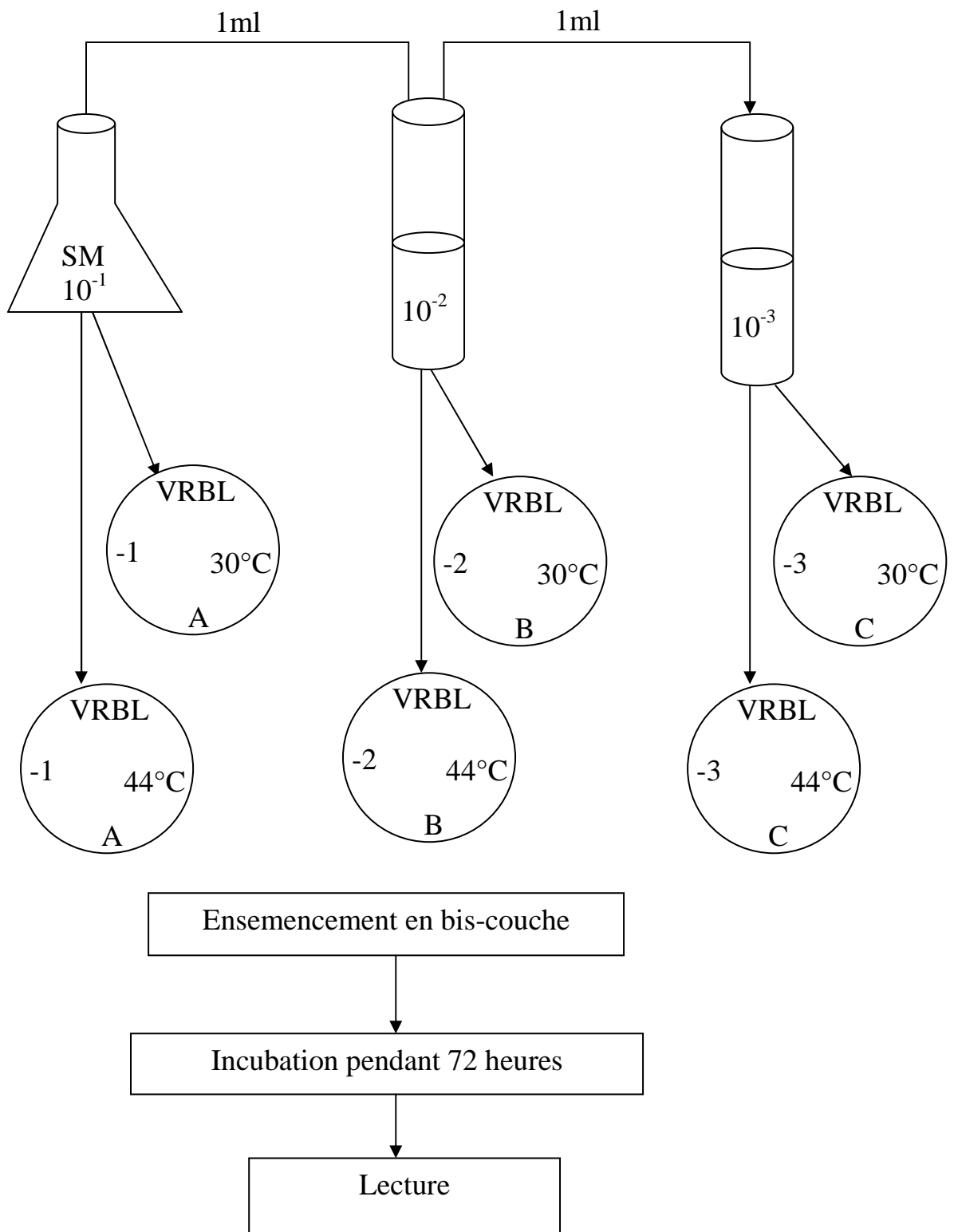


Figure 5 : Recherche et dénombrement des Coliformes totaux (30°C) et fécaux (44°C)

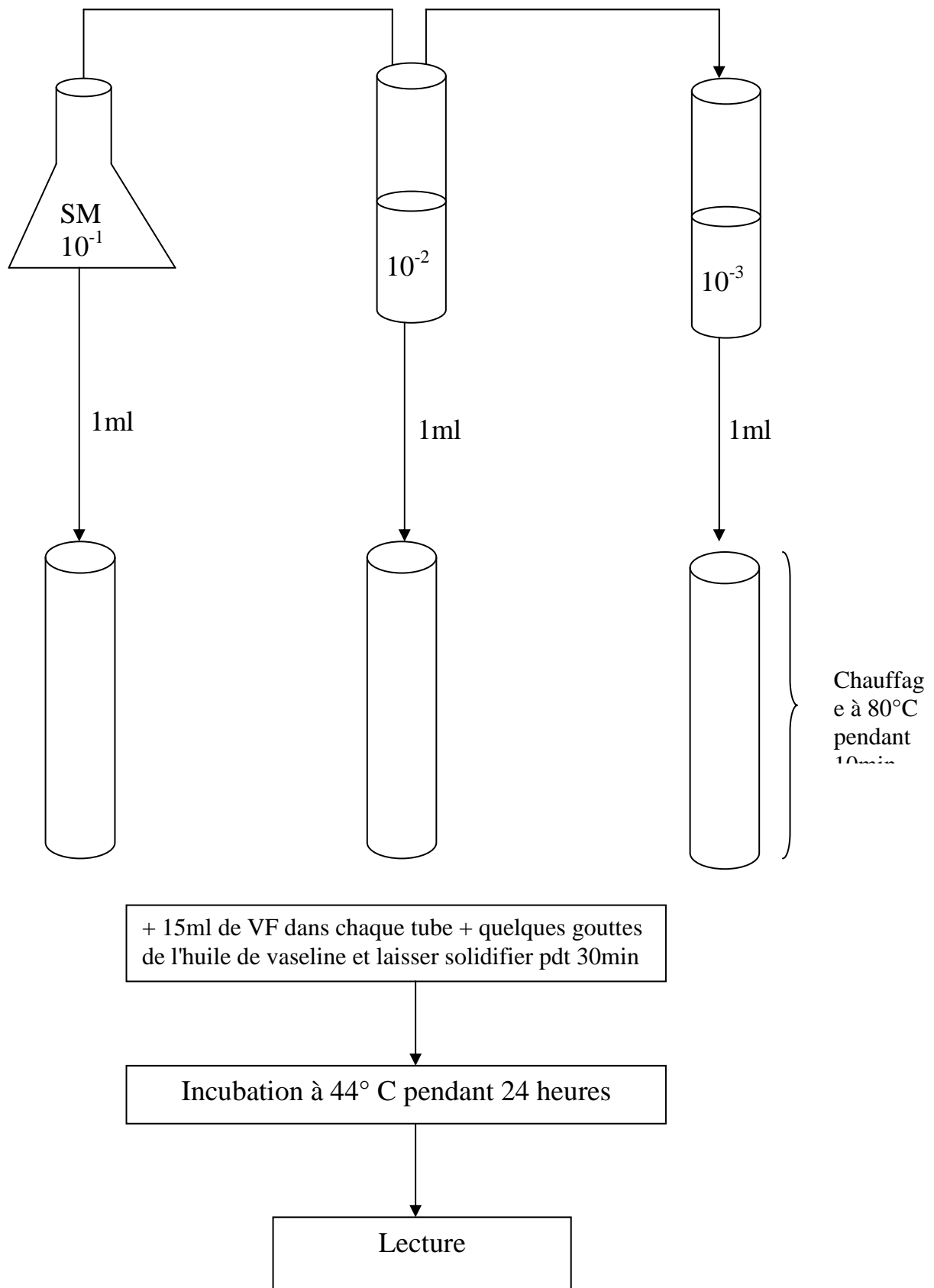


Figure 6 : Recherche et dénombrement de *Clostridium* sulfito-réducteurs

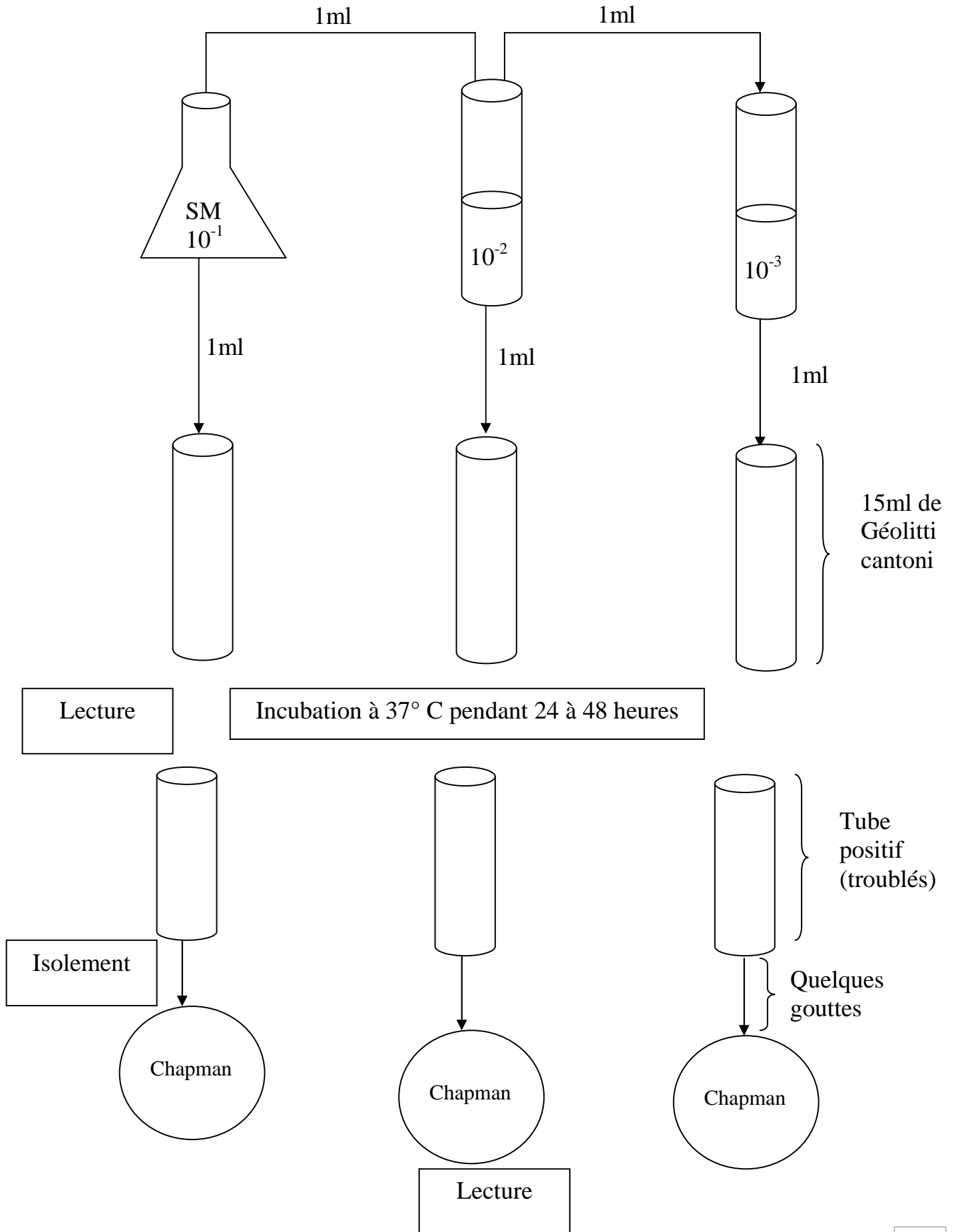
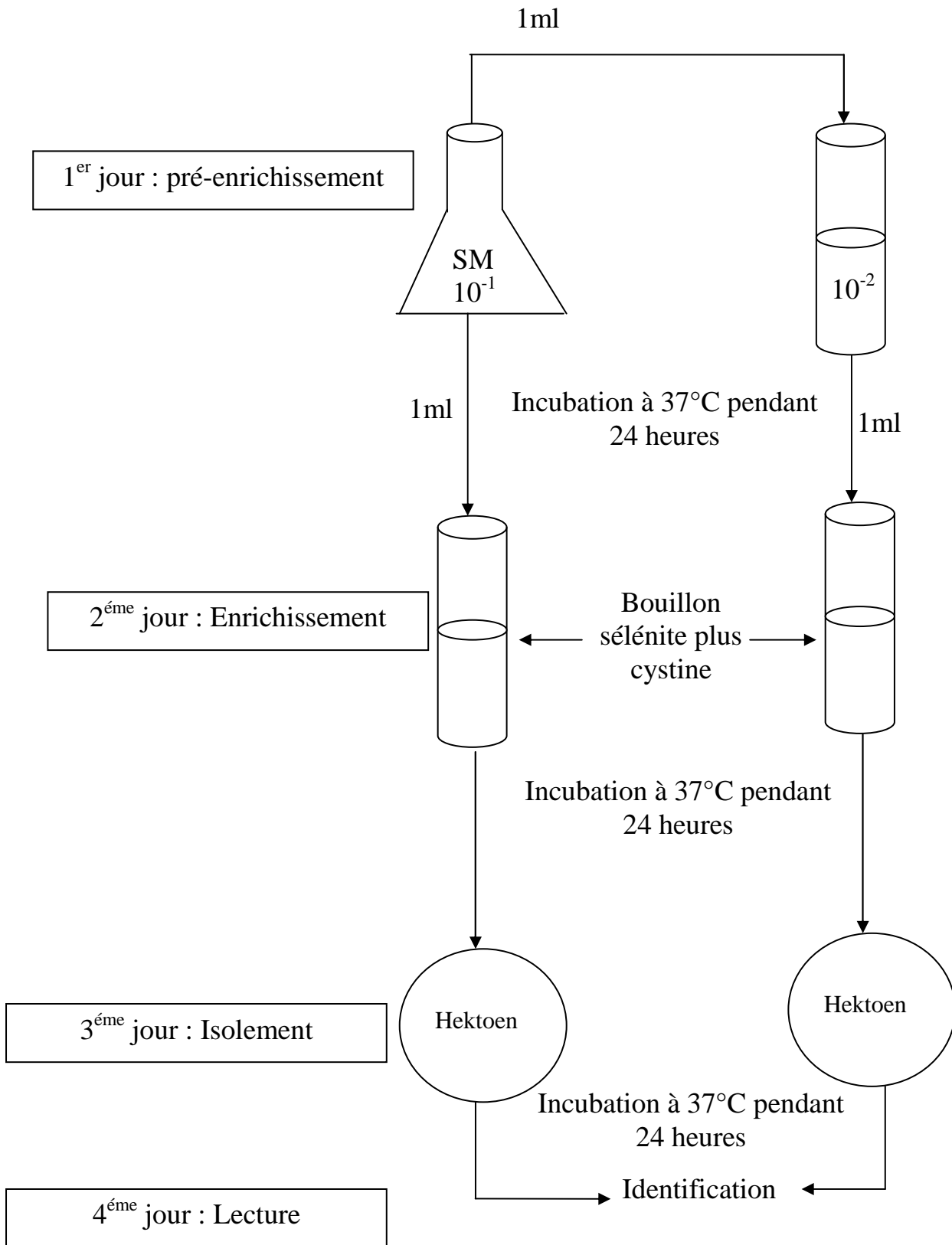


Figure 7 : Recherche et dénombrement des staphylocoques

**Figure 8 : Recherche des Salmonelles**

2.4- Contrôle microbiologique de l'eau:

L'analyse bactériologique d'une eau de consommation consisterait à rechercher les germes pathogènes.

2.4.1- Le prélèvement:

Le technicien d'hygiène doit être capable de prélever dans de bonnes conditions l'eau à analyser (asepsie-échantillon représentatif) et de l'expédier au laboratoire chargé de l'analyse.

Le résultat des analyses dépend largement du soin apporté au prélèvement.

2.4.2- L'Analyse bactériologique de l'eau:

La détection de contaminations fécales est à la base même de l'analyse bactériologique de l'eau de consommation. Elle consiste à rechercher et à dénombrer certaines espèces ou certains groupes de bactéries les plus représentatives d'une telle contamination et ne constituant pas en eux même un risque pour la santé; on les appelle des indicateurs de contamination fécale.

Cette analyse comporte la recherche et le dénombrement des germes suivant:

2.4.2.1- Dénombrement ou numération des germes totaux:

Principe

C'est l'estimation du nombre total des germes présents dans l'eau. Une faible teneur en bactéries est un témoin de l'efficacité du traitement d'une eau.

Mode opératoire

- Agiter énergiquement et longtemps chaque échantillon ;
- Effectuer des dilutions au 1/10 et au 1/100.

Le choix du nombre de dilutions dépend de la nature et de la richesse microbienne de l'eau, pour une eau de consommation les dilutions au 1/10 et au 1/100 suffisent.

Répartition de l'inoculum et de la gélose en boîtes de Pétri:

- Marquer sur chaque boîte de Pétri le numéro d'enregistrement, la dilution ainsi que la température d'incubation ;
- Répartir 1 ml de chaque dilution dans 2 boîtes de Pétri (90mm) ;
- Faire fondre de la gélose TGEA et laisser refroidir à 45°C ;
- Couler aseptiquement dans les boîtes et agiter doucement par un mouvement circulaire;
- Laisser refroidir sur un plan parfaitement horizontal.

Lecture

Incubation se fait pour chaque dilution, incuber une série de boîtes une à 37°C pendant 48h pour le développement des germes provenant de l'homme ou des animaux à sang chaud et une autre à 22°C pendant 72h pour le développement des germes saprophytes de l'eau.

2.4.2.2- Recherche et dénombrement des Coliformes

Principe

La colimétrie consiste à déceler et à dénombrer dans l'eau dans un premier temps les coliformes (anciennement groupe colon) totaux et dans un deuxième temps les coliformes fécaux.

Selon ISO (organisation de standardisation internationale), les coliformes sont des bacilles Gram négatif, non sporulés, oxydase négative aérobies ou anaérobies facultatives capables de se multiplier en présence de sels biliaires, et de fermenter le lactose avec production d'acides et de gaz en 48h à une T° de 35°C à 37°C (+0,5°C).

La technique de fermentation en tubes multiples (TFTM), reste la plus utilisée et de référence.

➤ Recherche des coliformes totaux

Principe

Test de présomption:

Le milieu utilisé est le bouillon lactosé au pourpre de Bromocresol (BCPL) avec cloches de Durham pour déceler le dégagement de gaz dans le milieu.

Mode opératoire

1 flacon de 50 ml de BCPL à double concentration avec 50 ml d'eau à analyser.

5 tubes de 10 ml de BCPL à double concentration avec 10 ml d'eau à analyser.

5 tubes de 10 ml de BCPL à simple concentration avec 1 ml d'eau à analyser.

Lecture

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

Les tubes présentant un trouble avec un virage du bouillon au jaune et du gaz dans la cloche sont considérés comme positifs, c'est à dire contenant des coliformes totaux.

Le nombre de tubes positifs dans chaque série est reporté aux table NPP(le nombre le plus probable) pour obtenir le nombre de coliformes totaux présents dans 100 ml d'eau.

A ce niveau, de fausses réactions peuvent se produire en présence de germes autres que les coliformes tels que les Aeromonas, ou lorsque deux ou plusieurs espèces de bactéries non coliformes, par synergie, fermentent le lactose avec production de gaz.

➤ **Recherche des coliformes fécaux**

Test de confirmation

Mode opératoire

A partir de chaque tube de BCPL positif, ensemencer 2 à 3 gouttes dans un tube contenant de l'Indole et du Mannitol (Milieu de Schubert) muni d'une cloche de Durham.

Lecture

Les tubes présentant un trouble, du gaz et une réaction indole positive (anneau rouge en surface) après addition de réactif d'Erlich Kovacs sont considérés comme des E. coli présumés.

L'identification des coliformes fécaux s'effectue à partir des tubes de BCPL positifs en pratiquant des ré isollements sur gélose lactosée au pourpre de Bromocresol.

Le nombre de tubes positifs est reporté aux tables NPP obtenant ainsi le nombre de coliformes fécaux présents dans 100 ml d'eau.

2.4.2.3- Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

Principe

La méthode utilisée est la technique par fermentation en tubes multiples:

Test de présomption

Ce test s'effectue sur bouillon à l'azide de sodium (Bouillon de Roth) de la même manière que pour les coliformes.

Mode opératoire

50 ml d'eau à analyser dans 50 ml de bouillon de Roth à double concentration.

5 tubes de 10 ml de bouillon de Roth à double concentration avec 10 ml d'eau à analyser.

5 tubes de 10 ml de bouillon de Roth à simple concentration avec 1 ml d'eau dans chaque tube.

Lecture

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

Les tubes qui présentent un trouble sont présumés contenir un streptocoque fécal.

Ils sont notés pour chaque série, reportés aux tables NPP et soumis au test de confirmation.

Test de confirmation

Chaque tube de Roth positif est repiqué sur milieu Litsky et incubé 24h à 37°C.

Lecture

Tous les tubes qui présentent une culture et la présence au fond du tube d'une pastille de couleur généralement violette sont considérés positifs.

Noter le nombre de tubes positifs et se rapporter aux tables NPP pour obtenir le nombre de streptocoques fécaux dans 100 ml d'eau.

2.4.2.4- Recherche et dénombrement des Spores de Clostridium sulfito-réducteur

Les Clostridium sulfito-réducteurs sont considérés comme des indices de contamination fécale ancienne (GUILINAS, 1995).

Mode opératoire

Dans un flacon de 200 ml de gélose viande foie fondue au bain-marie, bouillant, ajouté:

- Une ampoule de sulfite de sodium (5ml d'une solution stérile à 5%) ;
- Une ampoule d'alun de fer ammoniacal (2ml d'une solution stérile à 5%) ;
- Agiter soigneusement le prélèvement ;
- Mettre 25ml d'eau à analyser dans 1 tube de 220x22mm ;
- Porter 10min à 80°C, toutes les formes végétatives seront éliminées, il ne restera que les spores ;
- Refroidir rapidement ;
- Placer au bain marie bouillant 4 tubes contenant chacun 20 ml de gélose viande-foie (VF) ;

- Refroidir à 55°C, ajouter à chacun de ces 4 tubes 5ml d'échantillon ;
- Agiter et mélanger sans introduire de l'air ;
- Refroidir à l'eau du robinet.

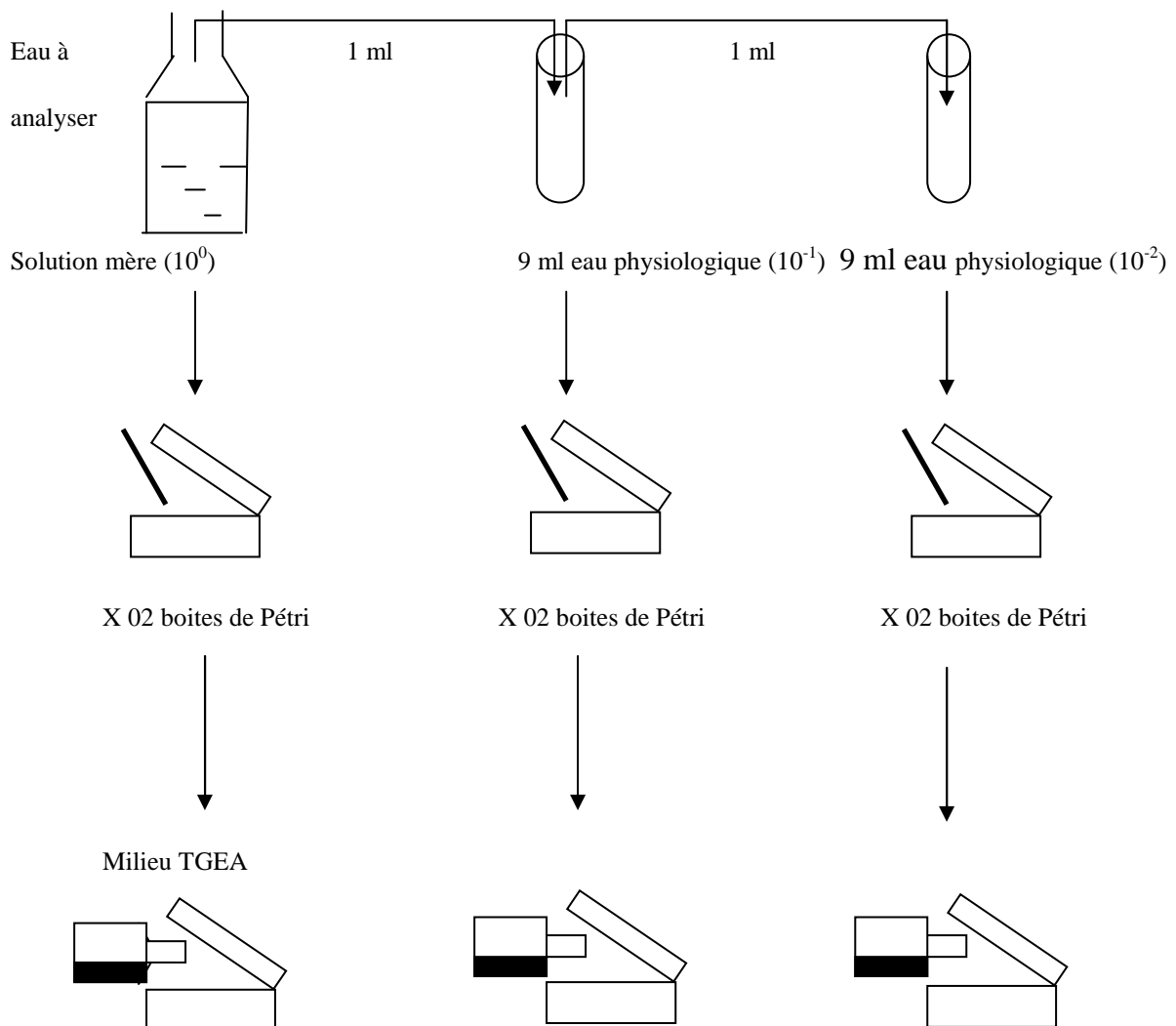
Lecture

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48h.

Les colonies présumées de clostridium sulfito-réducteur sont entourées d'une auréole noire.

Procéder à une lecture dès le lendemain car une diffusion des halos en présence de nombreuses colonies peut aboutir à une coloration noire uniforme du tube.

Le résultat est exprimé en nombre de spores de clostridium sulfito-réducteur /100 ml d'eau.



Incuber une boîte de chaque dilution à 37°C pendant 48 heures et à 22°C pendant 72 heures.

Figure 9 : Dénombrement des germes totaux

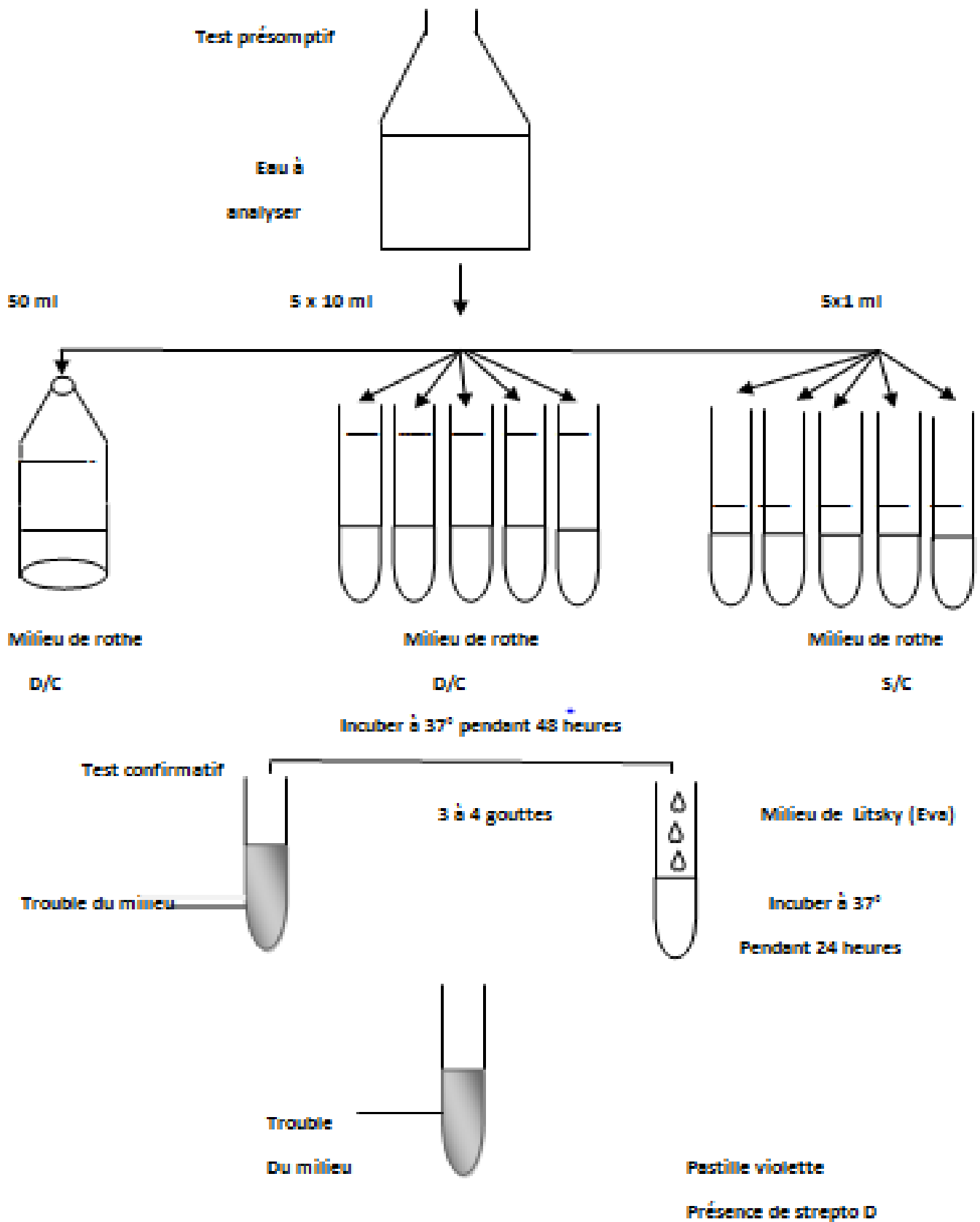


Figure 10 : Dénombrement des streptocoques fécaux

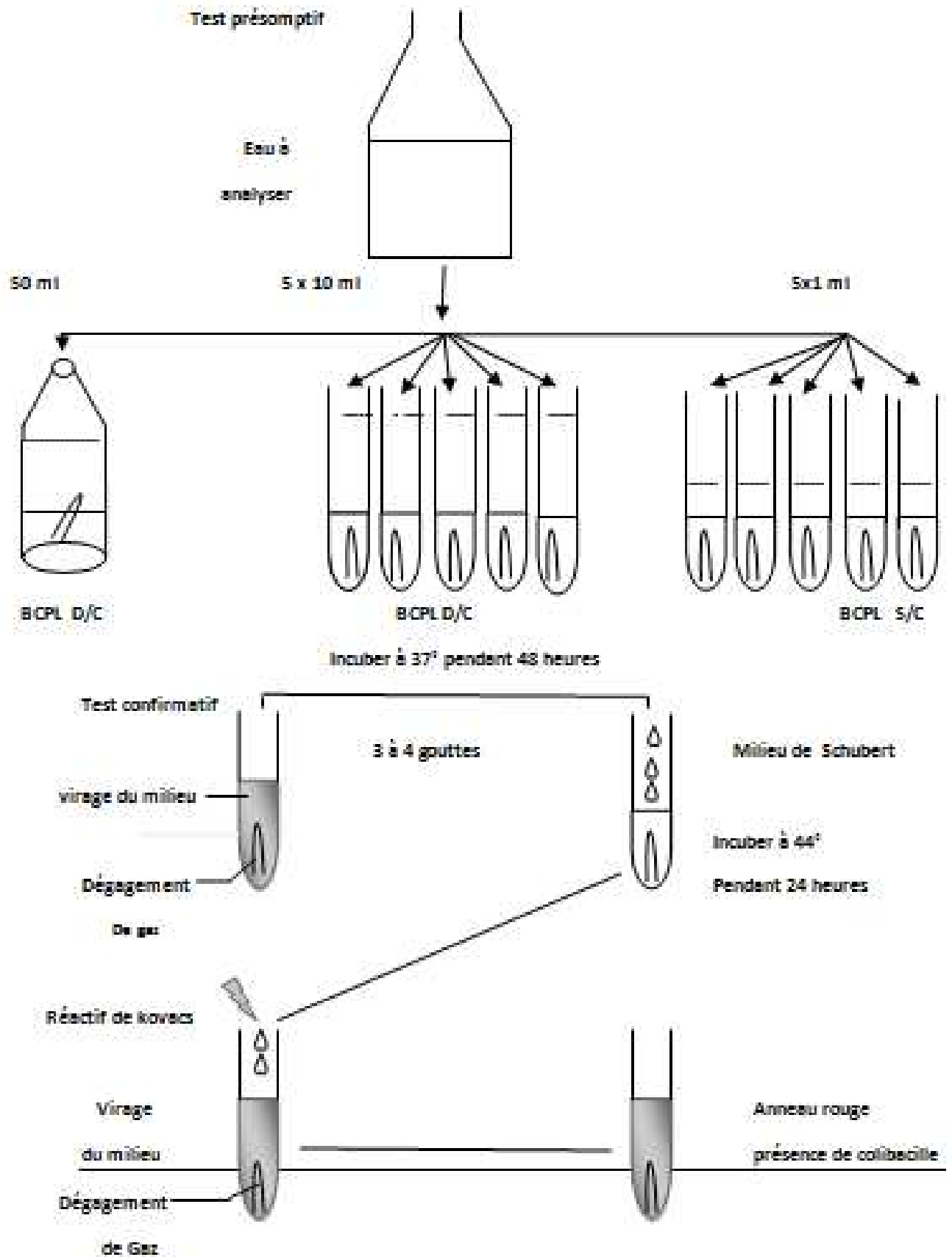


Figure 11 : Colimétrie

2.4.3- Analyses microbiologiques du produit fini (Pâté)

2.4.3.1- Contrôle de stabilité

Ce contrôle consiste à soumettre un échantillon de la conserve (pâté) à une incubation, puis à vérifier que cette incubation n'a pas apportée de transformation notable par rapport à un témoin non étuvé.

Pour cela on recherche:

Les variations de l'aspect de l'emballage;

Les variations du pH;

La modification de la flore microbienne (par examen microscopique).

Mode opératoire

- Incubation de deux unités à 37°C pendant 15 jours;
- Incubation de deux unités à 55°C pendant 7 jours;
- Examen de l'aspect extérieur (au cours de l'incubation et après);
- Examen des caractéristiques suivantes sur les unités incubées et sur un témoin non incubé : aspect de l'emballage, examen microscopique.

Incubation

L'échantillonnage pour le test de stabilité consiste à choisir au hasard, dans un même lot des conserves dont l'emballage est normal c'est à dire ne présentant ni fuites ni flochage ou bombage. A cet effet un maximum de précaution a été pris pour que le prélèvement réponde aux critères et conditions sus citées.

Avant incubation, les emballages sont soigneusement nettoyés et marqués.

- Incubation à 37°C pendant 15 jours de deux unités ;
- incubation à 55°C pendant 7 jours de deux autres unités ;
- un individu témoin est gardé à température ambiante (20 à 22°C).

Déposer les boites dans l'étuve sur du papier absorbant de façon à repérer les fuites éventuelles.

Examen après incubation

Après le délai d'incubation, les examens sont effectués dans des conditions identiques à la fois pour les unités incubées et pour le témoin.

Du fait, du nombre très faible de microorganismes éventuellement présents dans la conserve, il est essentiel de ne pas contaminer les échantillons lors du prélèvement.

Avant l'ouverture de chaque boîte, on procède au nettoyage et à la désinfection de l'emballage à l'aide d'un détergent (eau de javel), tout particulièrement les serties ou les joints de fermeture.

Prélever pour la préparation du frottis et de la suspension mère pour l'analyse microbiologique.

Les boîtes de conserves qui n'ont pas satisfait les conditions de stabilité (modification de l'aspect de l'emballage) doivent subir une analyse complémentaire test de stérilité.

2.4.3.2- Test de stérilité

Il consiste d'après le JORA N°57 de 1994 en la recherche des germes suivant:

- Germes aérobies totaux à 37°C ;
- Coliformes fécaux ;
- Clostridium sulfito-réducteurs ;
- Staphylococcus.aureus ;
- Salmonelles.

✓ **Préparation de la solution mère**

A l'aide d'un matériel stérilisé (coton, pince), dans des conditions d'asepsie, tout on respectant les recommandations du JORA N° 57 de 1994:

Prélever 10 g du produit additionnée de 90 ml EPT (Eau Peptonée Tamponnée).

✓ **Préparation des dilutions décimales (BOURGEOIS et LEVEAU 1991)**

Déjà cité dans l'analyse de l'eau.

Pour l'analyse du pâté nous avons effectués la recherche des germes suivants:

- **Dénombrement des germes aérobies totaux (GAT) (BOURGEOIS et LEVEAU 1991)**

Mode opératoire

1 ml de la dilution est prélevé et est introduit dans une boîte de pétri. La gélose nutritive (GN) préalablement fondue et refroidie est coulée dans la boîte.

Après homogénéisation et solidification, une 2^{ème} couche de gélose est coulée.

Lecture

La boîte est incubée à 30°C pendant 72 heures. Les colonies blanchâtres ayant poussées en profondeur sont dénombrées.

➤ **Recherche et dénombrement des coliformes fécaux et coliformes totaux**

Mode opératoire

Leur dénombrement se fait par la technique en double couche sur milieu gélose VRBL ou DCL.

La technique consiste à ensemencer en double exemplaire 1 ml de la dilution mère et des dilutions décimales dans environ 15 ml de la gélose VRBL ou DCL. Après solidification de la première couche, on ajoute la deuxième couche 4 à 5 ml du même milieu.

Lecture

La première série de boîtes est incubée à 30°C servira à la recherche des coliformes totaux, et la deuxième série est incubée à 44°C servira à la recherche des coliformes fécaux et ceci pendant 24 à 48 heures.

Les colonies caractéristiques apparaissent sous forme lenticulaire de couleur violacée, d'un diamètre de 0.5mm ou plus.

➤ **Recherche et dénombrement des Clostridium Sulfito-Réducteurs (CSR). (GUIRAUD 2003)**

Mode opératoire

La recherche des formes sporulées consiste à soumettre les tubes contenant 1 ml de la solution mère et des dilutions à un chauffage à 80°C pendant 10 mn, puis un refroidissement immédiat sous l'eau de robinet. Puis on ajoute environ 15 ml de gélose Viande de Foie (VF) dans chaque tube, on ajoute quelques gouttes de l'huile de vaseline afin de créer l'anaérobiose. on laisse solidifier pendant 30 mn.

Lecture

Ces tubes seront ainsi incubés à 37°C pendant 48h. L'apparition de colonies noires témoigne de la présence de *Clostridium* sulfito-réducteur.

➤ **Dénombrement de *Staphylococcus aureus* LEBRES et MOUFFOK (1991), Institut Pasteur d'Algérie**

Mode opératoire

La recherche de ce germe consiste à suivre les étapes suivantes:

1- Enrichissement: c'est une étape de revivification qui consiste à porter 1 ml de chaque dilution dans 15 ml de GC (Giolitti Cantonnii), additionné du tellurite 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: à partir des tubes positifs, on fait l'isolement sur gélose Chapman préalablement fondue, coulée en boîtes de Pétri bien séchées. Les boîtes de Chapman ainsiensemencée seront incubées à 37°C pendant 24 à 48h.

3- L'identification: Après ce délai, on dénombre les colonies suspectes à savoir les colonies de taille moyenne, lisses, brillantes, pigmentées en jaune.

(Voir schémas même que la matière première).

Résultats et Discussions

1- Interprétation des résultats d'analyses microbiologiques:

Durant la durée de notre stage (deux mois) effectuée à l'unité de l'ORAC de TABOUKERT. Tizi-Ouzou, nous avons suivi la production de quatre lots du pâté de volaille en boîte, des analyses microbiologiques ont été effectuées sur l'eau de l'usine, les carcasses entières et le pâté.

Les résultats sont exprimés en nombre d'unité formant colonies par millilitre d'eau (UFC/ml) et par gramme de viande (UFC/g).

L'interprétation des résultats a été faite en tenant compte des critères définis par la réglementation algérienne, normes fixées par le Journal Officiel de la République Algérienne (JORA) N°57 du 23 juillet 1994.

En matière d'échantillonnage et d'interprétation des résultats d'analyse, il est tenu compte, des travaux menés en la matière au sein des organisations internationales, nous avons opté pour un plan à trois classes:

Ce plan est ainsi désigné parce que les résultats des examens interprétés sur cette base permettent de fixer trois classes de contamination, à savoir :

- celle inférieure ou égale au critère "m" ;
- celle comprise entre le critère "m" et le seuil "M" ;
- celle supérieure au seuil "M".

Les critères qualitatifs "m" et "M" expriment le nombre de germes présents dans un gramme (g) ou un millilitre (ml) d'aliment et dans 25 grammes d'aliment pour les *Salmonella*.

m : le 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: fixé par JORA;

M : seuil limite d'acceptabilité, au-delà duquel les résultats ne sont plus considérés comme satisfaisants, sans pour autant que le produit soit considéré comme toxique. Les valeurs de M sont fixées à:

M= 10m quand les dénombrements sont réalisés en milieux solides

M= 30m pour des numérations en milieu liquide

La qualité des échantillons est considérée comme:

- Acceptable si les valeurs déterminées sont inférieures à:

$m' = 3m$ lors de numérations en milieu solide

$m' = 10m$ lors d'emploi de milieu liquide

- Médiocre si les valeurs déterminées comprises entre:

3m et 10 en milieu solide

10m et 30m en milieu liquide

- Inacceptable si des valeurs supérieures à M sont observées
- Parfois l'échantillon est qualifié d'une qualité satisfaisante si les valeurs déterminées sont inférieures à m.

Remarque: pour faciliter la comparaison, le résultat obtenu est représenté par N.

1.1- Poulet :

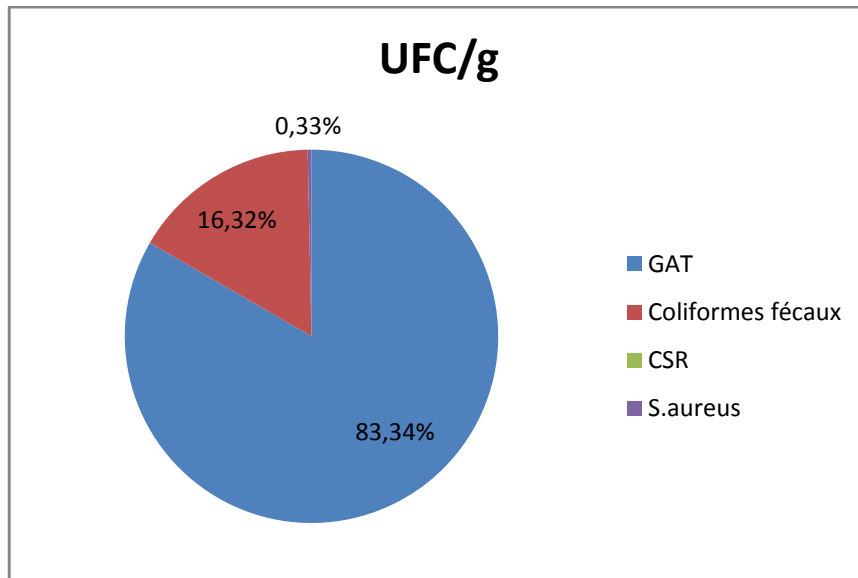
Les analyses bactériologiques ont été effectuées sur le poulet destiné pour la fabrication du pâté.

Les résultats permettent de constater que tous les échantillons de poulet analysés sont contaminés par divers germes mais sont exempts de germes pathogènes, *salmonella*, CSR et *S.aureus*.

Les charges moyennes en différents germes dénombrés sont indiquées dans le tableau VIII suivant:

Tableau IX: Résultats des dénombrements bactériens sur le poulet.

	GAT	Coliformes fécaux	CSR	<i>S.aureus</i>	Salmonelle
UFC/g	50350	9860	Abs	200	Abs

**Figure 12:** proportions des germes dénombrés sur le poulet

La figure montre que GAT sont majoritaires avec un taux de 83.34%, en deuxième position on trouve les coliformes fécaux à un taux de 16.32% et les *S.aureus* sont présentent avec un nombre de 0.33%

Comparaison des résultats aux normes: pour apprécier la qualité bactériologique du poulet analysé, nous avons comparé les résultats obtenus aux normes.

Tableau X: comparaison des résultats aux normes

	GAT			Coliformes fécaux			<i>S.aureus</i>			Qualité
	M	m'	M	M	m'	M	M	m'	M	
	5.10^5	15.10^5	5.10^6	10^3	3.10^3	10^4	5.10^2	15.10^2	5.10^3	
PF	50350			9860			200			Médiocre

Le tableau ci-dessus, montre que la qualité est satisfaisante pour les GAT et pour *S.aureus* (flore < m), tandis qu'elle est médiocre pour les coliformes fécaux (m' < flore < M).

On trouve que le poulet utilisé pour la fabrication du pâté est de qualité bactériologique médiocre d'après l'ensemble des résultats pour toutes les flores recherchées.

La recherche des GAT a donnée des résultats satisfaisants. La présence de cette catégorie de germes, d'après ILBOUDO et *al.*, (2010), donne une idée sur la contamination globale de la viande. Selon CARTIER (2005), les bactéries sont introduites dans la chaîne de transformation des viandes par les animaux eux-mêmes qui véhiculent au niveau de leur tube digestif et de leur peau, éléments qui constituent les principales sources de contamination des carcasses au moment de l'abattage. MESCLE et ZUCCA (1996), constatent que, la peau des animaux, leur plumage et les muqueuses sont sources de contamination à la quelle la flore humaine participe largement, lors de l'abattage elles deviennent l'une des causes principales de contamination des carcasses. Au niveau de l'abattoir de TABOUKERT, nous avons constaté que certaines opérations d'abattage s'effectuent manuellement (éviscération et classement), et le transport du poulet vers la salle de transformation se fait dans des caisses entassées ce qui augmente le niveau de contamination, CUQ 2007, indique que, sur le produit manipulé, le dénombrement des germes totaux permettra de juger de la qualité des opérations de production, transport, entreposage.

Le taux de contamination relativement élevé par les coliformes fécaux sur la viande fraîche traduirait de mauvaises conditions au cours de l'opération d'abattage. D'après LAHELLEC (1991), une mauvaise technique d'éviscération, quelle soit automatique ou manuelle peut entraîner une rupture de l'intestin et par conséquent une contamination superficielle des carcasses par les bactéries fécales.

FEDERIGHI (1998), considère que les coliformes fécaux sont des témoins assez fidèles de la contamination fécale.

D'après CARTIER (2005), les coliformes totaux et fécaux renseignent respectivement sur l'état de fraîcheur de la viande et sur les conditions de l'abattage.

L'abondance de ces germes peut être néfaste dans la viande. En effet, d'après BOURGEOIS et LEVEAU (1991), les germes indicateurs de contamination fécale peuvent avoir une incidence directe sur la salubrité de la viande et sur la possibilité de sa conservation.

La recherche de *S.aureus* a donnée un résultat satisfaisant, qui est inférieur aux normes. Selon, BOURGEOIS et *al...* ; (1996), les *S.aureus* sont présents, en faible nombre, sur les volailles vivantes, par la suite, ils sont disséminés sur l'ensemble des carcasses.

Concernant les germes pathogènes, après ressuage, les salmonelles et CSR sont absents sur l'ensemble des échantillons analysés, et l'absence des pathogènes dans la viande témoigne de sa salubrité, elle est due aux antibiotiques utilisés durant la période d'élevage et à l'inspection sanitaire rigoureuse au niveau de l'unité.

1.2- Eau:

Pour les eaux des industries agro-alimentaires qui ne proviennent pas de la distribution publique des analyses complètes doivent être effectuées à la ressource. les résultats sont représentés dans le tableau suivant:

Tableau XI : résultats des dénombrements microbiens sur l'eau.

	GAT		coliformes	Coliformes fécaux	Streptocoques	CSR	Salmonella
	37°C	22°C					
UFC/ml	abs	60	Abs	Abs	Abs	abs	Abs

Dans le but d'une appréciation de la qualité bactériologique de l'eau analysée, on a opté à une comparaison du nombre de GAT (la seule flore présente) aux normes qui est représenté dans le tableau ci dessous.

Tableau XII : comparaison du résultat aux normes

	N	M	Qualité
GAT/ 22°C	60	< 100	Satisfaisante

La qualité bactériologique de l'eau de l'usine utilisée pour la fabrication du pâté est satisfaisante car le nombre de GAT à 22°C est inférieur aux normes.

L'eau est très utilisée dans le processus d'abattage de la volaille, sa qualité microbiologique influence celle du poulet. En effet, elle peut constituer une source de contamination ce qui contribue à augmenter la contamination du produit.

Suite aux résultats trouvés dans notre recherche, nous avons constatés que, la qualité de l'eau de l'usine est satisfaisante, ce qui confirme l'efficacité des traitements antibactériens, indiquent que, ces traitements permettent de limiter significativement les contaminations bactériennes.

Vue l'absence des indicateurs fécaux, cela signifie la fiabilité et l'absence de la pollution d'origine fécale et confirme l'efficacité des traitements de désinfection CARDINAL (2003) et (ANONYME 2005), indiquent que, dans une eau traitée, les coliformes totaux sont utiles pour indiquer l'efficacité d'une désinfection puisqu'ils sont plus résistants que d'autres microorganismes indicateurs.

ANGELIQUE et *al.*, (2007), constatent que, la flore totale à 22°C correspond au développement bactérien ou à la population bactérienne en suspension dans les canalisations et que le type de matériau constituant les canalisations, le mode d'approvisionnement de l'usine, le matériel et l'équipement sont autant de facteurs qui accroissent le risque de contamination de l'eau par des germes saprophytes. Les mêmes auteurs affirment que les traitements bactéricides permettent de limiter les contaminations bactériennes et la prolifération de la flore dans les canalisations de l'usine.

Enfin, l'eau utilisée à l'unité est de qualité satisfaisante.

1.3- Pâté

Les résultats des analyses bactériologiques du pâté sont indiqués dans le tableau suivant:

Tableau XIII : résultats des dénombrements microbiens sur le pâté.

	GAT	Coliformes fécaux	CSR	<i>S.aureus</i>	Salmonella
UFC/g	70	Abs	Abs	Abs	Abs

Comparaison aux normes:

Pour apprécier la qualité bactériologique du produit fini (pâté), nous avons fait une comparaison de nos résultats aux normes.

Tableau XIV: comparaison des résultats aux normes.

	GAT			Coliformes fécaux			<i>S.aureus</i>			CSR			Qualité
	m	m'	M	m	m'	M	M	m'	M	m	m'	M	
	3.10 ⁵	9.10 ⁵	3.10 ⁶	10	30	10 ²	10 ²	3.10 ²	10 ³	30	60	3.10 ²	Satisfaisante
Pâté	70			Abs			Abs			Abs			

Pour tous les échantillons, les résultats obtenus sont satisfaisants, malgré qu'on ait observés un flochage dans certaines unités étuvées à 37°C et à 55°C. Dans le sens ou, nous avons relevé l'absence des germes pathogènes et indicateurs de contamination fécale et le nombre de germes aérobies totaux qui est inférieur à la norme.

Vu les résultats de ce test, et comparativement à la norme, nous pouvons conclure que la stabilité de la qualité microbiologique des échantillons sont satisfaisants.

Le flochage observé sur quelques unités et la stabilité de celles-ci après le test de stérilité laissent à dire que le flochage n'est pas du à un développement microbien anormale mais à un défaut de fabrication.

La réduction importante constatée de la charge en GAT pourrait aussi être due aux effets bénéfiques de marinage (pendant 24h dans la chambre froide), les différents assaisonnements (sel, nitrites, ail, épices et sucre) jouent un rôle bactériologique important comme il a été indiqué par plusieurs auteurs. ABI NAKHOUL et *al.*, (2004), constatent, une destruction d'une partie de la flore microbienne après le marinage.

Néanmoins, nous avons constaté la survie de 6% de GAT après cuisson, cette survie peut être due à l'importance de la charge initiale de la matière première ainsi que celle des différents ingrédients particulièrement les épices.

Les coliformes fécaux sont absents dans tous les échantillons du pâté analysé. CUQ (2007), indique que, la résistance des coliformes fécaux aux conditions défavorables comme la cuisson est faible. CARDINAL (2003), montre que, l'absence des coliformes fécaux dans les aliments indique un traitement thermique efficace.

Enfin, on peut conclure que la qualité du pâté de volaille au sein de l'unité est satisfaisante.

Conclusion

Conclusion

Lors de notre stage pratique nous avons pu améliorer nos connaissances sur les méthodes et techniques d'analyses microbiologiques des produits alimentaires et plus précisément sur le pâté de volaille.

Par ailleurs, le pâté est un substrat très favorable au développement des microorganismes, du fait, de son humidité très élevée, son pH proche de la neutralité et sa richesse en protéines. Il est donc conseillé de ne pas ouvrir la boîte de conserve qu'au moment le plus proche de sa consommation. Les boîtes de conserves doivent être exemptes de traces de corrosion, de trous ou de bosses, surtout sur les bords et les serts.

Ce qui nous a permis de conclure que le pâté de volaille fabriqué au niveau de l'ORAC est de qualité bactériologique et nutritionnelle satisfaisante.

Cette bonne qualité est l'indice de la maîtrise des bonnes pratiques de laboratoire que se soient les conditions hygiéniques rigoureuse, la désinfection du matériel après chaque utilisation et les conditions de conservations des matières premières ainsi que du produit fini.

Perspectives

- Vu que la qualité microbiologique du pâté est largement dépendante du traitement thermique appliqué, il faut veiller à son bon déroulement et au respect du couple « température-temps »;
- Pour préserver l'intégrité de l'emballage et par conséquent la stabilité de la conserve, il faut éviter les chocs au maximum;
- Pour éviter le flochage des boîtes, il faut respecter l'espace libre lors du remplissage.

*Références
bibliographiques*

ABI NAKHOUL P., GOLI T., ZAKHIA-ROZIS N., BOHHUON P., et TRYSTRAM G. (2004). Prédiction du pH de la viande de Dinde au cours de Marinage dans Les Solutions d'Acide Acétique. 10^{ème} JSMTV. Ed., INRA, ITAVI, France. Pp154.

AIT ABDELOUAHAB N. (2006). Microbiologie Alimentaire. Office des Publications Universitaires, Alger.

ALAIS C. et LINDIN G. (1994). Abrégé de Biochimie Alimentaire. 3^{ème} Ed., Masson, Paris.

ANGELIQUE T., DYLAN C., FRANCOIS M., et LOIC F. (2007). Facteurs de Variations de la Qualité Bactériologique de l'Eau en Elevage de Dinde. Ed., ITAVI, France.

ANIA. (2008). Rupture de la Chaine de Froid des Produits Carnés. Le Maillon Faible de La chaine du Froid c'est le Consommateur. Paris.

ANONYME. (1990). Groupe Bourgeois. In : Industries alimentaires et agricoles N°09 septembre, 1990.

ANONYME. (2005). Méthode d'analyse : Recherche et dénombrement des Coliformes Totaux. Centre d'Expertise en Analyse Environnementale de Québec. Pp2.

ARBAULT P. (2005). Bactéries Pathogènes et Toxines Bactériennes ; in « Méthodes d'Analyses Immunochimiques pour le Contrôle de Qualité dans les IAA ». Tec et Doc, Lavoisier, Paris.

BOURGEOIS C.M., MEXE J., et ZUCCA J. (1988). Microbiologie Alimentaire Tome 1 : Aspect Microbiologique de la Sécurité et de la Qualité Alimentaire. Ed., Lavoisier, Paris.

BOURGEOIS C.M. et LEVEAU J.Y. (1991). Techniques d'Analyse et de Contrôle dans les Industries Agro-alimentaires : Le Contrôle Microbiologique. Technique et Documentation, 2^{ème} Ed., Lavoisier, Paris.

BOURGOIES C.M., MESCLE J.F., et ZUCCA J. (1996). Microbiologie Alimentaire : Aspect de la Qualité et de la Sécurité Alimentaire. Technique et Documentation, 2^{ème} Ed., Lavoisier, Paris.

BRUNEL V., JEHL N., DROUET L., et PORTHEAU M.C. (2007). Viande de Volailles. Sa Valeur Nutritionnelle Présente Bien des Atouts. Sciences et Techniques. Viandes Prod. Carnés, Vol 25(1). Ed., ITAVI, Paris. pp1-5.

CARDINAL P. (2003). Lignes Directrices pour l'Interprétation des Résultats Analytiques en Microbiologie Alimentaire. Centre Québécois d'Inspection des Aliments et de Santé Animale, Québec. Pp 13-17.

CARTIER P. (2005). Points de Repères en Matière de Qualité Microbiologique des Viandes. Compte rendu d'Etude Interbev. Institut de l'Elevage, Service Viande, France. Pp1-2.

CHEFTEL J C. et CHEFTEL H. et BESANCOUR P. (1977). L'introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. TOM II. Ed., Lavoisier, Paris. pp88-93.

CHEN T.C. (2002). Transformation de la Viande de Volaille ; USB.

CIV (2010). Valeurs Nutritionnelles des Viandes. Paris.

CNR. (2006). Centre National de Référence. Institut Pasteur.

COLIN P. (1988). Informations Techniques de Services Vétérinaires.

CUQ J.L. (2007). Microbiologie Alimentaire : Contrôle Microbiologique des Aliments. Département Sciences et Technologies des Industries Alimentaires. Université Montpellier. Sciences et Techniques, Paris.

DARDENNE P. (2001). Développement de Systèmes Analytiques pour le Contrôle de l'Authenticité de Viandes Certifiées. Contrat NP/42/022. Rapport final. Centre de Recherches Agronomiques de Gembloux. Pp 7-14.

DE BUYSER M.L. (1996). Les Staphylocoques ; in « Microbiologie Alimentaire : Aspect de la Qualité et de la Sécurité Alimentaire ». Technique et Documentation. 2^{ème} Ed., Lavoisier, Paris.

DE BUYSER M.L., MARTEL J.L., MARISP., HENNEKENNE J., et CARPENTIER B. (2003). *Staphylococcus aureus*. AESSA.

DEFORGES J., DERNIS E., ROSSET R., et SERRAND M. (1999). Maîtrise de la Chaîne de Froid des Produits Carnés Réfrigérés. Tec et Doc. Ed., CEMAGREF, Lavoisier, Paris. pp196-250.

DROMIGNY E., JOUVE J.L., et VINCENT P. (1985). Les Campylobactérioses Alimentaires : Une Réalité. La Volaille : Technologie-Economie-Hygiène de la Production, 209, 31-35.

DUPIN H., TRYMOLIERS J., SERVILLE Y., et JAQUOT R. (1984). Manuel d'Alimentation Humaine. Les Bases de l'Alimentation. Tome 2. Ed., Flammarion, Paris.

DURAND P. (1999). Destruction et Restructuration ; in « Technologie des Produits de Charcuterie et de Salaison ». Tec et Doc. Ed., Lavoisier, Paris. pp153.

DURAND P. (1999). Ingrédients et Additifs ; in « Technologie des Produits de Charcuterie et de Salaison ». Tec et Doc. Ed., Lavoisier, Paris. pp81.

EL RAMOUZ M.R. (2005). Etude de Changements Biochimiques Post-Mortem dans le Muscle des Volailles : Contribution au Déterminisme de l'Amplitude de la Diminution du pH. Thèse de Doctorat de l'Ecole National SEVAB. Institut Polytechnique de Toulouse.

FEDERIGHI M. (1998). Manuel de Bactériologie Alimentaire. Ed., Polytechnica.

FOSSE J., et MAGRAS C. (2004). Dangers Biologiques et Consommation des Viandes. Technique et Documentation, Ed., Lavoisier, Paris.

FOURNIER V. (2004). Conservation des Aliments-Appertisation. Université Navale. Québec.

FREDOT E. (2008). Connaissance des Aliments : Bases Alimentaires et Nutritionnelles de la Diététique. Tec et Doc. 5^{ème} Ed., Lavoisier, Paris.

FRENOT M. et VIERLING E. (2001). Biochimie des Aliments : Diététiques du sujet bien portant. Biosciences et Techniques. Ed., DOIN, Paris.

GALZY P. et GUIRAUD J.P. (1980). L'Analyse Microbiologique Dans les Industries Alimentaires. Ed., Usine nouvelle.

GANDEMER G. (1992). Les Lipides de la Viande ; Vers une Estimation Précise de Leurs Apports Nutritionnels dans l'Alimentation de l'Homme ; in « Aspects Nutritionnels des Constituants des Aliments : Influence des Technologies ». Ed., Lavoisier, Paris.

GENOT. (2004). Troupeaux et Culture des Tropiques. Technologie Poste Recolte. Ed., ITAVI. Pp 68-70.

GIGAUD V. (2008). Mesure de la Qualité de la Viande de Poulet. Ed., ITAVI, Tours. Pp1-2.

GLEDEL J.L. (1996). Le Genre *Salmonella* ; le Genre *Campylobacter* ; in « Microbiologie Alimentaire : Aspect de la Qualité et de la Sécurité Alimentaire. Technique et Documentation, 2^{ème} Ed., Lavoisier, Paris.

GUILINAS F. (1995). Répertoire des Microorganismes Pathogènes Transmis par les Aliments. Ed., Edisem, Fédération des Gouverneurs, Canada.

GUIRAUD J.P. (2003). Microbiologie Alimentaire. Ed., DUNUD, Paris.

GUIRAUD J.P. et ROSEC J.P. (2004). Pratique des Normes Microbiologie Alimentaire AFNOR. 2004. Technique et Documentation, Ed., Lavoisier, Paris.

HAUSER D., et SEBALD M. (1996). Le genre *Clostridium* ; in « Microbiologie Alimentaire : Aspect de la Qualité et de la Sécurité Alimentaire » Technique et Documentation. 2^{ème} Ed., Lavoisier, Paris.

HERV. (2004). Attention, Chaine du Froid. *Le Journal de Carrefour*. Ed., CEMAFROID, Paris. Numéro 06. Pp 02.

HOINT-FRADIER F., et ASTIER-DUMAS M. (1992). Densités Caloriques et Nutritionnelles des Aliments. Centre de Recherches Foch. Université René Descartes ; in « Aspects Nutritionnels des Constituants des Aliments : Influence des Technologies ». Fd., Lavoisier, Paris.

HUYGHEBAERT A. (2006). Comité Scientifique de l'agence Fédérale pour la sécurité de la chaîne Alimentaire : *Clostridium botulinum* type D dans le miel. (Dossier 2006/38). Bruxelles.

ILBOUDO A.J., SAVADOGO A., BARRO N., SEYDI M., et TRAORE A.S. (2010). Qualité Microbiologique de la Viande Utilisée en Restauration Collective. Rev. Microbiol. Ind. San et Environn. Vol 4, N°1, p : 99-113.

JEANTEL R., CROGUENNE T., SCHUCK P., et BRULE G. (2006). Science des Aliments : Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits. Tec et Doc. Ed., Lavoisier, Paris. pp275-286. 290.

JORA N°59. (1995). Arrêté Interministériel Relatif à la Consommation de Viandes de Volailles Abattues.

LAFFORGUE N. (2006). Les Anaérobies.

LAHELLEC C. (1991). Microbiologie des Produits Animaux in « Conserves Appertisées ». Ed., Technique et Documentation, Lavoisier, APRIA, Paris.

LARBIER M. et LECLERCQ B. (1992). Nutrition et Alimentation de Volailles. Ed., INRA, Paris.

LAROUSSE. (1991). La Conserve Appertisée. « Aspects Scientifiques Techniques et Economies ». Techniques et Documentation, Ed., Lavoisier, APRIA, Paris.

LEBRES E., et MOUFFOUK F. (1999). Guide Pratique d'Analyses Microbiologiques des Denrées Alimentaires. Service de Bactériologie Alimentaire. Institut Pasteur d'Algérie.

LEYRAL G., BONNEFOY C., et GUILLET F. (2002). Populations contaminantes altérant la qualité sanitaire et marchande in « Microbiologie et qualité dans les Industries Agro-alimentaire ». Biosciences et Techniques, 3^{ème} Ed., DOIN, Paris.

LEYRAL G., et VIELING E. (2001). Microbiologie et Toxicologie des Aliments : Hygiène et Sécurité Alimentaire. 2^{ème} Ed., DOIN, Bordeaux.

LORY S., PERRY J.J., et STALEY J. T. (2004). Microbiologie Ed., Dunond, Paris.

MARTIN J.L. (1999). La cuisson ; in « Technologie des Produits de Charcuterie et de Salaison ». Tec et Doc. Ed., Lavoisier, Paris. pp196-250.

MESCLE J.F., et ZUCCA J. (1996). Les Facteurs de Développement des Microorganismes dans les Aliments ; in « Microbiologie Alimentaire : Aspect Microbiologique de la Qualité et de la Sécurité des Aliments ». Tec et Doc. 2^{ème} Ed., Lavoisier, Paris. pp08.

MULTON J.L., ARTHAUD J.F., et SOSOSTE A. (1994). La Qualité des Produits Alimentaires, Politique, Incitation, Gestion et Contrôle. Tec et Doc, Ed., Lavoisier, Paris. pp8-11.

PAQUIN J. (1992). Les Volailles in « Alimentation et Nutrition Humaine ». ESF Editeurs.

POUMEYROL M. (1996). *Clostridium perfringens* ; in « Microbiologie Alimentaire : Aspect de la Qualité et de la Sécurité Alimentaire ». Technique et Documentation, 2^{ème} Ed., Doin, Bordeaux.

TREMOLIERS J., SEVILLE Y., JAQUOT R., et DUPIN H. (1984). Les Aliments : Manuel d'Alimentation Humaine. Tome 2. Ed., EST, Paris.

VERNOZ. (1999). Les Salmonelloses. Ecole Nationale Vétérinaire de France.

VIERLING E. (2003). Aliments et Boissons : Filières et Produits. Biosciences et Techniques. 2^{ème} Ed., DOIN, CRDP Aquitaine.

VIERLING E. (2004). Aliments et Boissons : Technologies et Aspects Règlementaires. Sciences des Aliments. Biosciences et Techniques, 2^{ème} Ed., DOIN, CRDP Aquitaine.

WATIER B. (1992). Vitamines et Technologies Alimentaires ; in « Aspects Nutritionnels des Constituants des Aliments : Influence des Technologies ». Ed., Lavoisier, Paris.

ZELVELDER M. (2001). La sécurité des aliments à l'INRA. INRA hors série.

ZRELLI S., BAATOUT S., et MESSADIL E. (1999). Contamination des Carcasses de Poulet par Les Campylobacters Thermotolérants. Ecole Nationale de Médecine Vétérinaire 2020, Tunisie.

Annexes

Annexes :

Annexe 1 :

Interprétation des résultats obtenus par la méthode TFTM : en corrélation avec les normes internationales.

coliformes	Coliformes fécaux	Streptocoques fécaux	Clostridium SR	Conclusion
-	-	-	-	Eau de bonne qualité Potable
+	+	+	+	Eau de mauvaise qualité Non potable
+	+	-	-	Eau de mauvaise qualité Non potable
+	-	+	-	eau de mauvaise qualité Non potable
-	-	+	+	Eau de qualité bactériologique Non potable
+	-	-	+	Eau de qualité bactériologique Non potable
-	-	-	+	Contamination ancienne Consommation déconseillée
-	-	+	-	Contamination récente consommation déconseillée
+	-	-	-	Contamination récente consommation déconseillée

Annexe 2 :

Tableau : Caractères biochimiques de Salmonella :

Caractères recherchés	uréase	T.D.A	indole	mobilité	mannitol	Gaz glu	lactose	O.N.P.G	H ₂ S	L.DC	O.D.C	A.D.H
Salmonella SGI en Général	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-
S.typhi	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-
S.paratyphi A	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-
S.Arizonae SG III	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-
Klebsiella	+	+	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-
Proteus	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-

Source : GLEDEL et CORBION in BOURGEOIS et LEVEAU 1991.

Annexe 3 :

Milieux de culture et réactifs :

❖ Bouillon du sélénite de sodium :

Formule :

Peptone.....	5g/l
Phosphate de sodium.....	10g/l
Lactose.....	4g/l

❖ Bouillon TSE (L'eau physiologique peptone) :

Formule :

Tryptone.....	1g/l
Chlorure de sodium.....	8.5g/l

❖ Bouillon SFB (milieu au sélénite acide de sodium) :

Formule:

	s/c	d/c
Peptone	5g/l	10g/l
Tryptone	5g/l	10g/l
Mannitol	4g/l	8g/l
Phosphate disodique	4g/l	8g/l

❖ Milieu HEKTOEN:

Formule:

Peptone pepsine de viande.....	15g/l
Extrait de viande.....	3g/l
Extrait de levure.....	3g/l

Lactose.....	12g/l
Salicine.....	2g/l
Saccharose.....	12g/l
Chlorure de sodium.....	5g/l
Sels billiaires.....	4g/l
Bleu de Bromothymol.....	0.064g/l
Fuchine acide.....	0.1g/l
Agar.....	18g/l

❖ **Milieu Viande de Foie (VF) :**

Formule :

Base Viande foie.....	30g/l
D glucose.....	2g/l
Amidon.....	2g/l
Agar.....	20g/l

❖ **Milieu CHAPMAN:**

Formule :

Extrait de viande.....	3g/l
Extrait de levure.....	3g/l
Tryptone.....	5g/l
Peptone bactériologique.....	10g/l
Chlorure de sodium.....	70g/l
Mannitol.....	10g/l
Rouge de phénol.....	0.05g/l

Agar.....18g/l

Eau Peptonée Tomponnée :

Formule :

Prptone.....10g/l

Chlorure de sodium.....5g/l

Hydrogéo-orthophosphate dissodique dodécuhidraté.....9g/l

Potassium.....1.5g/l

Eau ditillée.....1000g/l

❖ **Gélose standard pour dénombrement ou Plat Count Agar (PCA) :**

Formule :

Peptone.....5g/l

Extrait de levure.....2.5g/l

Agar.....15g/l

Eau distillée.....1000g/l

❖ **Milieu VRBL (Gélose lactosé billé au Cristal Violet et Rouge Neutre) :**

Formule :

Peptone (digeste enzymatique de tissus animaux)

Extrait de levure.....7g

Lactose.....3g

Sels biliaires.....1.5g

Chlorure de sodium.....5g

Rouge neutre.....30mg

Cristal violet......2mg

Agar-agar.....12à18g

Eau distillée.....1000ml

❖ **Milieu ROTH :**

Formule :

Glucose.....5g

Peptone bactériologique.....8g

Hydrolysats trypsine de caséine.....12.6g

Chlorure de sodium.....5g

Phosphate bipotassique.....2.7g

Phosphate monopotassique.....2.7g

Azide de sodium.....0.2g

Eau distillée.....100ml

❖ **Milieu CG (GIOLITTI et CA NTONI) :**

Formule :

Tryptone.....10g

Extrait de viande.....5g

Extrait de levure.....5g

Chlorure de lithium.....5g

Mannitol.....20g

Chlorure de sodium.....5g

Glycine.....1.2g

Pyruvate de sodium.....3g