

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLICQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
المدرسة الوطنية العليا للبيطرة - الحراش - الجزائر
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE VETERINAIRE - EL HARRACH-ALGER

MEMOIRE REALISE DANS LE CADRE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MAGISTERE EN
SCIENCES VETERINAIRES

OPTION : CONTROLE QUALITE ET ANALYSES ALIMENTAIRES

THEME

**CONTRIBUTION A LA DETERMINATION DES POINTS
CRITIQUES
SUR UNE CHAINE D'ABATTAGE DE VOLAILLES**

SOUTENU PUBLIQUEMENT LE 26 JUIN 2012

PAR

M^R ZELLAGUI RACHID

DEVANT LE JURY COMPOSE DE :

M^{ELLE} : BOUKHORS K. T. MAITRE DE CONFERENCES CLASSE A : ENSV : PRESIDENTE

M^R : BENEDEDOUCHE. B. MAITRE DE CONFERENCES CLASSE A : ENSV : PROMOTEUR

M^R : HAMDJ. T. M. MAITRE DE CONFERENCES CLASSE A : ENSV : EXAMINATEUR

M^{ME} : CHAHED. A. MAITRE ASSISTANT CLASSE A : ENSV : EXAMINATRICE

M^R : HARHOURA. K. MAITRE ASSISTANT CLASSE A : ENSV : EXAMINATEUR

M^R : NAIM. M. PROFESSEUR : HCA : MEMBRE INVITE

ANNEE UNIVERSITAIRE 2011-2012

Dédicaces

Je dédie ce travail à tous qui me sont chères :

Mes parents qui grâce à eux j'arrive à ce que je le suis aujourd'hui, ils sont derrière tous les succès que je peux réaliser dans cette vie.

À ma femme pour son aide morale, pour sa contribution dans la réalisation de ce travail, pour ses encouragements, pour le cadre agréable qu'elle m'a offert pour accomplir ce travail, pour ses sacrifices et pour sa compréhension.

À mes adorables anges, Samer Abderrahmane et Sid Ali. Votre affection me donne un autre souffle, Je vous aime très fort.

À mon frère et à mes sœurs.

À mes grands parents maternels.

À la mémoire de mes grands parents paternels.

À ma belle famille.

À toute ma grande famille.

Remerciements

Mes remerciements vont à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail, et je commence par les membres de mon jury.

- A mon promoteur : Monsieur Bendeddouche Badis.
Maître de conférences classes A de l'école nationale supérieure vétérinaire, El Harrach Alger. Qui a accepté avec une bienveillance, d'encadrer et de diriger ce travail, merci pour votre gentillesse, pour votre disponibilité, pour vos précieuses remarques et orientations et surtout pour le temps que vous m'avez consacré. Merci également pour la simplicité et la clarté de vos orientations. Je vous présente ma profonde gratitude.
- A Madame Boukhors K.T.
Maître de conférences classes A, de l'école nationale supérieur vétérinaire, El Harrach Alger. Qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence de mon jury de thèse, hommages respectueux
- A Monsieur Hamdi Taha Moussadek.
Maître de conférences classes A de l'école nationale supérieure vétérinaire, El Harrach Alger. Qui m'a honoré en acceptant d'examiner ce travail et de participer à mon jury de thèse, ma reconnaissance et mes sincères remerciements.
- A Madame Chahed Amina.
Maitre assistante classe A, de l'école nationale supérieur vétérinaire, El Harrach Alger. Qui m'a fait l'honneur, en acceptant d'examiner ce travail et de participer à mon jury de soutenance, qu'elle croit à ma considération, à mon respect et à ma sincère gratitude.
- A Monsieur Harhoura Khaled :
Maitre assistant classe A, de L'école nationale supérieur vétérinaire, El Harrach Alger, qui m'a honoré, en acceptant d'évaluer mon travail et de participer à mon jury de thèse, qu'il trouve ici les expressions de ma reconnaissance et de mes sincères remerciements.
- A : Monsieur Naim M.
Professeur de l'hôpital militaire Mohammed-Seghuir El Nekkache Alger. Qui m'a accueilli avec une gentillesse bien marquée et m'a ouvert avec bienveillance les portes de son service, je lui remercie chaleureusement pour toutes les facilités que j'ai trouvées au sein de son service pour accomplir, dans de bonnes conditions, une partie importante de ce travail. Il m'a honoré en acceptant d'assister à mon jury de soutenance. Qu'il trouve ici les expressions de gratitude et de sincères remerciements.

Au colonel Djebairia :

Chef du laboratoire central de l'intendance (LCI), qui m'a ouvert avec bienveillance les portes de son laboratoire pour réaliser la plus grande partie de ce travail. Qu'il trouve ici les expressions de mon respect et de ma reconnaissance.

Mes remerciements vont surtout à

- Monsieur Zouambi Boualem :

Maitre assistant classe A, de l'école nationale supérieur vétérinaire, El Harrach Alger, qui n'a épargné aucun conseil ou orientation pour me diriger, sans ses précieuses orientations ce travail n'aurait jamais été accompli. j'estime et j'apprécie beaucoup sa disponibilité, son écoute, sa gentillesse et sa rigueur scientifique, je lui présente ma sincère gratitude.

Je tiens également à remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, notamment

- Le haut commandement de l'armée nationale populaire, qui m'a offert cette opportunité, pour que je puisse développer mes connaissances. Je présente mes respects, mes sincères remerciements et ma gratitude.
- Monsieur le directeur central des services de santé militaire, pour toutes les facilités que j'ai trouvées pour accomplir mes études dans de bonnes conditions, je vous présente mes respects, ma sincère gratitude et mes remerciements.
- Monsieur le directeur central de l'intendance qui m'a autorisé l'accès au laboratoire centrale de l'intendance, qu'il trouve ici les expressions de ma gratitude et de mes remerciements.
- A la famille, Idire : Ammi Akli et ses fils : Moustapha, Saadi et Fouzi : qui m'ont accueilli dans leur abattoir et m'ont autorisé, avec une gentillesse exceptionnelle, à réaliser ce travail. Qu'ils trouvent ici les expressions de ma gratitude et de mes sincères remerciements.
- A monsieur le docteur Ahcèn Kaci de département de l'économie de l'école nationale supérieur de l'agronomie, pour son aide à l'enrichissement de la partie bibliographique. qu'il trouve ici les expressions de ma gratitude.
- A monsieur Ben Neama, Maitre assistant en informatique à l'école nationale supérieur vétérinaire.
- A toute l'équipe du service de bactériologie de laboratoire central de l'intendance, notamment mademoiselle Boudelaa Samira et madame Ait Kaci Souad.
- A tous les éléments de la bibliothèque de l'école nationale supérieure vétérinaire.
- A Madame Bouabdallah : docteur vétérinaire du bureau d'hygiène communal de Bordj El Kiffan/ Alger.

Tables des matières

Tables des matières	I
Liste des Tableaux	VI
Liste des Figures	VIII
Liste des Abréviations	IX
Résumé:	XII
Introduction Générale :	1
Partie Bibliographique	3
Premier Chapitre : La Filière Avicole chair en Algérie	4
1.1. Introduction	5
1.2. Structure et organisation de la filière avicole chair en Algérie	5
1.2.1. Historique	5
1.2.2. Structure et organisation actuelles de la filière avicole chair en Algérie	5
1.3. Importance économique de la filière avicole chair	7
1.4. Importance sanitaire et hygiénique des viandes de volailles	9
1.4.1. Valeur nutritive de la viande de volaille	9
1.4.2. Consommation des viandes de volaille	12
1.4.3. Risques liés à la consommation des viandes de volaille	12
Deuxième Chapitre: L'abattoir Avicole	15
2.1. Définition	16
2.2. Diagramme de fabrication et principales opérations	16
2.2.1. Réception	18
2.2.2. Etourdissement	18
2.2.3. Saignée	19
2.2.4. Échaudage	19
2.2.5. Plumaison	20
2.2.6. Eviscération	20
2.2.7. Refroidissement et Ressuage	21
2.2.8. Emballage	21
2.3. La Viande de volaille	22
2.4. Contamination Superficielle des Carcasses dans un Abattoir Avicole	22
2.4.1. Facteurs affectant le développement des bactéries	22
2.4.1.1. Les Nutriments	22
2.4.1.2. L'Activité de l'eau (Aw)	23
2.4.1.3. Le pH	24
2.4.1.4. La Température	24
2.4.1.5. L'Oxygène et la composition gazeuse de l'atmosphère	25
2.4.1.6. Interaction entre les différents facteurs et le concept des Séries de haies	25

2.4.2. Statut Microbiologique des volailles _____	26
2.4.2.1. La flore originelle des volailles dans le bâtiment d'élevage _____	26
2.4.2.2. Influence de la phase de transport sur le profil bactériologique _____	26
2.4.2.3. Evolution du profil bactériologique des volailles dans l'abattoir _____	27
2.4.2.3.1. La Flore d'altération _____	27
2.4.2.3.2. La Flore pathogène _____	28
2.4.2.3.2.1. Salmonella et Campylobacter _____	28
2.4.2.3.2.2. Listéria Monocytogenes _____	29
2.4.2.3.2.3. Staphylococcus aureus _____	30
2.4.2.3.2.4. Escherichia. Coli _____	30
2.4.3. Sources de contamination superficielle de la viande volailles dans l'abattoir _____	30
2.4.3.1. Matière Première. _____	31
2.4.3.2. Main d'œuvre. _____	31
2.4.3.3. Milieu. _____	32
2.4.3.4. Matériel. _____	33
2.4.3.5. Méthodes du Travail. _____	33
2.4.4. Contamination des viandes de volaille lors de l'abattage. _____	34
Troisième Chapitre : Maîtrise de la qualité microbiologique et de la sécurité sanitaire de la viande de volaille _____	38
3.1. Introduction _____	39
3.2. Les outils de la qualité et de la sécurité des aliments _____	39
3.2.1. Le contrôle de la qualité (QC) et l'assurance qualité (QA) _____	39
3.2.2. Le Management de la qualité totale (TQM) _____	40
3.2.3. L'Analyse de risque _____	41
3.2.4. Les Critères Microbiologiques _____	42
3.2.5. La Traçabilité _____	42
3.2.6. Les Programmes Prérequis _____	43
3.2.7. Le Nettoyage et la Désinfection _____	44
3.2.8. L'HACCP _____	45
3.3. Maîtrise de la sécurité sanitaire des viandes de volaille _____	50
3.3.1. La décontamination des carcasses de volaille dans l'abattoir. _____	50
3.3.2. L'HACCP dans un abattoir avicole _____	50
3.3.2.1. Points critiques génériques dans un abattoir avicole _____	51
Conclusion _____	52
Partie Expérimentale _____	53
1. Objectifs _____	54
2. Matériel et méthodes _____	55
2.1. Logigramme de la partie expérimentale _____	55
2.2. Présentation de l'abattoir _____	56
2.3. Audit d'hygiène de l'abattoir AKFFA Volaille. _____	56

2.3.1. Rapport de l'audit	56
2.3.1.1. Lieu de l'audit	56
2.3.1.2. Date de l'audit	56
2.3.1.3. Textes de références	56
2.3.1.4. Moyens de l'audit	56
2.3.1.5. Critères de l'évaluation	56
2.3.1.6. Points forts	56
2.3.1.7. Points faibles	57
2.3.2. Bilan	57
2.4. Diagramme de fabrication de l'abattoir avicole AKFFA VOLAILLE.	57
2.5. Analyses Microbiologiques	61
2.5.1. Matériel et méthodes d'échantillonnage	61
2.5.1.1. Sources des échantillons	61
2.5.1.2. Critères du choix	61
2.5.1.2.1. Bactéries recherchées.	61
2.5.1.2.2. Type de prélèvement.	61
2.5.1.2.3. Moyens de prélèvement	62
2.5.1.2.4. Surface et nombre d'échantillons nécessaires	62
2.5.1.3. Matériel d'échantillonnage	62
2.5.1.4. Méthode d'échantillonnage.	63
2.5.1.5. Traitement des échantillons.	64
2.5.1.5.1. Transport.	64
2.5.1.5.2. Pré enrichissement et dilutions décimales.	64
2.5.2. Matériel et Méthodes de Laboratoire	65
2.5.2.1. Matériel du laboratoire:	65
2.5.2.2. Milieux de cultures, diluants, réactifs et colorants :	65
2.5.2.3. Méthodes de laboratoire.	65
2.5.2.3.1. Méthodes de référence	65
2.5.2.3.2. Modes opératoires	66
2.5.3. Séries de mesures	66
2.5.3.1. Première phase	66
2.5.3.2. Deuxième phase	66
2.6. Contrôle de l'efficacité du système de réfrigération	68
3. Résultats et interprétations.	69
3.1. Résultats de la première phase	69
3.1.1. Résultats de recherche de <i>Salmonella spp</i> :	69
3.1.2. Résultats de recherche et de dénombrement des <i>Staphylococcus aureus</i> :	69
3.1.3. Résultats de dénombrement de la Flore Aérobie Mésophile Totale (FAMT)	70
3.1.3.1. Sur les surfaces entrant en contact avec la carcasse	70
3.1.3.2. Sur la carcasse	71
3.1.4. Résultats de dénombrement des Coliformes thermotolérants	71
3.1.4.1. Sur les surfaces entrant en contact avec la carcasse	72

3.1.4.2. Sur la carcasse _____	72
3.2. Résultats de la deuxième phase _____	73
3.2.1. Résultats de dénombrement de la Flore Aérobie Mésophile Totale _____	73
3.2.1.1. Sur les surfaces entrant en contact direct avec la carcasse _____	73
3.2.1.2. Sur la carcasse _____	73
3.2.2. Résultats de dénombrement des coliformes thermotolérants _____	74
3.2.2.1. Sur les surfaces entrant en contact direct avec la carcasse _____	74
3.2.2.2. Sur la carcasse _____	74
3.3. Résultats de courbes de réfrigération : _____	75
3.4. Analyse statistique des résultats _____	76
3.4.1. Analyse des résultats obtenus après la première phase. _____	76
3.4.1.1. Analyse des résultats de dénombrement de la Flore Aérobie Mésophile Totale. _____	76
3.4.1.1.1. Sur la chaîne d'abattage. _____	76
3.4.1.1.2. Sur les carcasses. _____	77
3.4.1.2. Analyse des résultats de dénombrement des Coliformes fécaux (CF) : _____	79
3.4.1.2.1. Sur les surfaces entrant en contact direct avec la carcasse. _____	79
3.4.1.2.2. Sur les carcasses. _____	80
3.4.1.3. Conclusion : _____	82
3.4.2. Analyse des résultats de la deuxième phase _____	82
3.4.2.1. Analyse des résultats de dénombrement de la Flore Aérobie Mésophile Totale. _____	82
3.4.2.1.1. Sur la chaîne d'abattage. _____	82
3.4.2.1.2. Sur les carcasses. _____	83
3.4.2.2. Analyse des résultats de dénombrement des Coliformes thermotolérants. _____	84
3.4.2.2.1. Sur la chaîne d'abattage. _____	84
3.4.2.2.2. Sur les carcasses. _____	84
4. Discussion _____	87
4.1. Discussion des résultats de l'audit d'hygiène. _____	87
4.2. Discussion des résultats des courbes de réfrigération. _____	87
4.3. Discussion de résultats obtenus après la première phase _____	87
4.3.1. Discussion de résultats de la recherche des <i>Salmonella spp</i> _____	87
4.3.2. Discussion des résultats de la recherche et de dénombrement des <i>Staphylococcus aureus</i> _____	88
4.3.3. Discussion des résultats de dénombrement de la FAMT et des Coliformes Fécaux : _____	88
4.3.3.1. Sur les surfaces en contact avec les carcasses : _____	88
4.3.3.2. Sur la carcasse : _____	89
4.4. Discussion de résultats obtenus après la deuxième phase : _____	92
4.4.1. Discussion de résultats du dénombrement de la FAMT et des coliformes Fécaux _____	92
4.4.1.1. Sur les surfaces entrant en contact avec la carcasse : _____	92
4.4.1.2. Sur les carcasses : _____	92
5. Conclusion Générale: _____	94
6. Recommandations. _____	95

Références bibliographiques :	96
Références électroniques	100
Annexes	104

Liste des Tableaux

Tableau 01 : Etablissements d'abattage de volailles, agréés en Algérie depuis 2009	7
Tableau 02 : Production des viandes de poulet dans quelques pays.	8
Tableau 03 : Composition moyenne des principaux aliments d'origine animale (g/ 100g de partie comestible).	10
Tableau 04 : Teneurs en acides aminés essentiels des protéines musculaires de Bœuf et de volaille (Valeurs en g/ 16g de N).	10
Tableau 05 : Teneur des viandes en vitamines et en oligoéléments (mg/100g)	11
Tableau 06 : Disponibilité et contribution des viandes de volaille dans la nutrition.	12
Tableau 07 : Pathogènes causant ; des maladies d'origine alimentaire, des cas d'hospitalisation et des cas de mortalité aux USA durant la période 2000-2008.....	13
Tableau 08 : Intensités minimales nécessaires pour l'étourdissement des volailles.....	18
Tableau 09 : Couples (temps /température) idéals à utiliser dans un bac d'échaudage.....	20
Tableau 10 : Métabolites essentiels de processus glycolytique en (μ Mole/g) et valeurs de pH dans les viandes de Bovin et de volaille	22
Tableau 11 : Facteurs intrinsèques et extrinsèques affectant le développement des microorganismes	23
Tableau 12 : Classification des microorganismes selon leurs températures de croissance	25
Tableau 13 : Bactéries pouvant constituer un danger biologique dans la viande de volaille	28
Tableau 14 : Dénombrement bactérien sur un poulet de chair entrant dans un abattoir.....	31
Tableau 15 : Nombre de Salmonella et de Campylobacter : log (NPP /carcasse) sur des carcasses de volaille échaudées à différentes températures	34
Tableau 16 : Surfaces et étapes à prélever.	59
Tableau 17 : Surfaces et étapes examinées au cours de la deuxième phase.	68
Tableau 18: Résultats de colonies présumées <i>Salmonella spp</i> sur les surfaces.	69
Tableau 19: Résultats de colonies présumées <i>Salmonella spp</i> sur la carcasse.	69
Tableau 20: Résultats de colonies présumées des <i>Staphylococcus aureus</i> sur les surfaces	69
Tableau 21 : Résultats de colonies présumées des <i>Staphylococcus aureus</i> sur les carcasses.....	69
Tableau 22: Résultats de dénombrement de la FAMT/ sur les différentes surfaces (Log_{10} ufc/cm ² ou ml).....	71
Tableau 23: Résultats de dénombrement de la FAMT/ sur la carcasse (Log_{10} ufc/cm ²), après chaque étape du process.	71
Tableau 24: Résultats de dénombrement des Coliformes fécaux/ sur les surfaces (log_{10} ufc/cm ² ou ml).....	72
Tableau 25: Résultats de dénombrement des Coliformes fécaux/ sur la carcasse (Log_{10} ufc/cm ²) après chaque étape du process	73
Tableau 26: Résultats de dénombrement de la FAMT sur les différentes surfaces (Log_{10} ufc/cm ² ou ml)	73
Tableau 27: Résultats de dénombrement de la FAMT sur la carcasse (Log_{10} ufc/cm ²), après quelques étapes du process.....	74
Tableau 28: Résultats de dénombrement des Coliformes fécaux/ sur les différentes surfaces entrant en contact direct avec la carcasse (Log_{10} ufc/cm ² ou ml).....	74
Tableau 29: Résultats de dénombrement des Coliformes fécaux/ sur la carcasse (Log_{10} ufc/cm ²), après quelques étapes du process.	74
Tableau 30: Evolution de la température à cœur des carcasses dans la salle de ressuage de l'abattoir AKKFA VOLAILLE.....	75

Tableau 31 : FAMT/ Comparaison des moyennes de contamination bactérienne des surfaces avec l'exigence du règlement CE n° 2073/2005.....	77
Tableau 32: FAMT/ évolution de la charge bactériologique superficielle de la carcasse, en microorganismes totaux au cours du process.	78
Tableau 33: FAMT/corrélation linéaire entre la charge bactériologique sur la surface et sur la carcasse.	79
Tableau 34: Coliformes fécaux/ Comparaison Moyennes de contaminations des surfaces avec les exigences de la réglementation européenne: Règlement (CE) N° 2073/2005	79
Tableau 35: Coliformes Fécaux/ évolution de la charge bactériologique superficielle de la carcasse au cours du process	81
Tableau 36: FAMT/Comparaisons de charges bactériologique superficielles des carcasses entre la première et la deuxième phase.....	84
Tableau 37: Coliformes fécaux/ comparaisons des charges bactériologiques superficielles de la carcasse entre la première et la deuxième phase	85

Liste des Figures

Figure 01 : Structure de la Filière Avicole en Algérie (secteur public):.....	6
Figure 02: Classement des produits de l'agriculture selon leurs contributions dans la valeur ajoutée agricole en Algérie.....	9
Figure 03: Aliments associés aux épidémies causées par <i>Salmonella</i> spp aux Etas Unies d'Amérique.....	13
Figure 04: Diagramme de fabrication dans un abattoir avicole.....	17
Figure 05: Analyse de risque.....	41
Figure 06: Arbre de décision permettant de déterminer les CCP.....	48
Figure 07: Logique d'intégration des BPH et de l'HACCP dans l'ISO 22000.....	49
Figure 08: Plan de Maîtrise Sanitaire des Aliments selon le Paquet d'Hygiène.....	49
Figure 09 : Diagramme de fabrication abattoir avicole AKFFA VOLAILLE.....	60
Figure 10 : Photos personnelles. Mesures d'aseptise.....	63
Figure 11 : Photos personnelles prélèvement des échantillons.....	63
Figure 12 : Photo personnelle / Aspect de colonies présumées de <i>Salmonella</i> spp sur le milieu Wilson Blaire.....	70
Figure 13 : Photos personnelles/ aspect de colonies présumées <i>Staphylococcus aureus</i> sur le milieu de Baird-Parker.....	70
Figure 14 : photos personnelles/ aspect des colonies des microorganismes totaux sur la gélose PCA.....	70
Figure 15 : photos personnelles / Aspect des colonies de Coliformes fécaux s ur la gélose VRBL.....	72
Figure 16 : courbes de réfrigération de la salle de ressuage de l'abattoir AkFFA VOLAILLE.....	75
Figure 17: FAMT/ Comparaison des niveaux de contamination des surfaces avec les exigences de la réglementation européenne.....	76
Figure 18: FAMT/ évolution de la charge microbiologique superficielle de la carcasse au cours du process.....	77
Figure 19 : CF / Comparaison des niveaux de contamination des surfaces avec l'exigence du Règlement : CE n° 2073/2005.....	80
Figure 20: CF / Evolution de la charge bactériologique superficielle des carcasses au cours du process.....	81
Figure 21 : Deuxième phase/ FAMT comparaison de contamination des surfaces: première phase, deuxième phase et l'exigence du règlement : CE n° 2073/05.....	83
Figure 22: FAMT/ évolution de la charge microbiologique superficielle des carcasses au cours du process à la deuxième phase.....	83
Figure 23 : Coliformes Fécaux : comparaison des niveaux de contamination des surfaces : deuxième phase, première phase et le seuil d'acceptabilité fixé par la réglementation européenne $\mu_0 = 0$	85
Figure 24: Coliformes Fécaux : évolution de la charge bactériologique superficielle des carcasses après les étapes sélectionnées du process.....	86

Liste des Abréviations

1. A.F.S.S.A: l'Agence Française de la Sécurité Sanitaire des Aliments.
2. ALGERAC: l'Organisme Algérien d'Accréditation.
3. A_w : Activité de l'Eau.
4. B.P.A: Bonnes Pratiques de l'Agriculture.
5. B.P.F: Bonnes Pratiques de Fabrication.
6. B.P.H: Bonnes Pratiques d'Hygiène.
7. B.P.V: Bonnes Pratiques Vétérinaires.
8. C.A.C / RCP: Codex Alimentarius Commission/ Recommended Code of practice.
9. C.A.C/ GL: Codex Alimentarius Commission/ Guideline
10. C.C.P: Critical Control Point.
11. C.D.C: Centers for Disease control and Prevention/USA.
12. ClO_2 : Dioxyde de chlore.
13. D.F.D: Dark, Firm and Dry.
14. D.G.A.L : Direction Générale de l'Alimentation/ Ministère de l'Agriculture/France
15. D.S.V : Direction des Services Vétérinaires/ Ministère de l'Agriculture et du développement Rural/ Algérie.
16. E.C.D.C: European Centre for Disease Prevention and Control.
17. E.F.S.A: European Food Safety Authority.
18. E.H.E.C : Entérohemorragiques *Escherichia Coli*.
19. E.I.E.C : Entéroinvasives *Escherichia Coli*.
20. E.P.E.C : Entéropathogènes *Escherichia Coli*.
21. E.T.E.C : Entérotoxino gènes *Escherichia Coli*.
22. E.U: European Union
23. EPT : Eau Peptonée Tamponnée.
24. F.A.O/N.U: Food and Agriculture Organization.
25. F.D.A: US Food and Drug Administration.
26. F.S.A.NZ: Food Standard Australia New Zealand.
27. F.S.I.S: Food Safety and Inspection Service/USA.
28. FAMT: Flore Aérobie Mésophile Totale.
29. G.A.C: Groupe Avicole Centre.
30. G.A.E: Groupe Avicole Est.
31. G.A.O: Groupe Avicole Ouest.
32. HACCP: Hazard Analysis Critical Control point.
33. H.C.A : Hôpital Central de l'Armée
34. $HClO_2$: l'Acide Chloreux

35. I.N.R.A: Institut National de Recherche Agronomique/ France.
36. I.S.O: International Organization for Standardization.
37. I.T.A.V.I : Institut Technique de l'Aviculture/ République Française.
38. I.N.M.V: Institut National de Médecine Vétérinaire.
39. I.P.A : Institut Pasteur d'Algérie.
40. L.M.R.C: Limite Maximale de Résidu de Codex.
41. LCI : Laboratoire Central de l'Intendance/ ANP/ Algérie
42. M.A.D.R : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural/ Algérie.
43. N.U : les Nations Unies.
44. O.I.E : l'Office International des Epizooties.
45. O.M.S : Organisation Mondiale de la Santé.
46. O.N.A.B : L'Office National des Aliments du Bétail.
47. O.N.S : L'Office National des Statistiques/ Algérie.
48. P.I.B : Produit Intérieur Brut.
49. P.S.E: Pale Soft and Exudative.
50. pH : Potentiel d'hydrogène.
51. PRODA : Société de gestion des participations d'état / Production Animale/ Ministère de l'industrie, de la Petite et Moyenne Entreprise et de la Promotion de l'Investissement/ Algérie.
52. Q.A: Quality Assurance
53. Q.C: Quality control
54. S.A.C : Société des Abattoirs de Centre.
55. S.A.E : Société des Abattoirs de l'Est.
56. S.A.O : Société des Abattoirs de l'Ouest.
57. S.D.S.S.A: Sous-direction de la Sécurité Sanitaire des Aliments/ D.G.A.L/ ministère de l'agriculture France.
58. S.G.P : Société de Gestion des Participation de L'Etat / Ministère de l'Industrie de la Petite et Moyenne Entreprise et de la Promotion de l'Investissement/ Algérie.
59. S.P.A : Société Par Action.
60. S.S.O.P : Sanitation Standard Operating Procedures
61. SARL: Société À Responsabilité Limitée
62. T.Q.M: Total Quality Management.
63. TSE : Tryptone Sel Eau.
64. TSP: Tri Sodium Phosphate
65. U.A.B : Unité d'Aliments de Bétail.
66. U.S.A: United States of America.
67. U.S.D.A: United States Department of Agriculture.

ملخص

منذ سنة 2010 أصبح نظام تحليل الأخطار والتحكم في النقاط الحرجة (HACCP) إجباري في الجزائر ويعتبر تحديد النقاط الحرجة عملية مهمة لنجاح هذا النظام. هدف هذه الدراسة هو المساهمة في تحديد النقاط الحرجة على مستوى سلسلة لذبح الدواجن. قصد تحديد المراحل التي تمثل نقاط ضعف في عملية التحكم في سلسلة الإنتاج, تم إجراء اختبارات بكتريولوجية لكل الأسطح التي تلامس هياكل الدجاج أثناء الإنتاج وكذلك مستويات التلوث الخارجي لهياكل الدجاج على مرحلتين في المرحلة الأولى بعد فحص للنظافة والشروط الصحية تم إجراء 06 اختبارات حيث بينت النتائج إن كل الأسطح جد ملوثة وأن مراحل نزع الأحشاء والتبريد هما الأكثر تلويثاً. على ضوء هذه النتائج تم إدخال تعديلات على الشروط الصحية قبل إجراء 03 اختبارات أخرى حيث بينت النتائج أنه رغم التحسن في الضر وف الصحية والانخفاض المحسوس في مستوى التلوث الخارجي لهياكل الدجاج، إلا أن مراحل نزع الأحشاء والتبريد تبقى نقاطاً حرجة يجب متابعتها.

المفاتيح:

مذبح الدواجن، نظام (HACCP)، هياكل الدجاج، التلوث البكتيري، الأسطح.

Summary

In Algeria, the Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP) system has been mandatory since 2010, the determination of critical control points (CCP) is crucial for the successful of any HACCP system. The aim of this study is to contribute at the determination of CCP on a poultry slaughterhouse process.

In order to determine the points in which the process control does fall down. We examined the contamination of the different surfaces, which are in contact with the processing carcasses, and we tracked the carcasses' bacteriological loads, throughout the target process, before and after each retained stage, in tow times

In first time, after an audit and 06 series of bacteriological exams, our results showed, that all the surfaces are very contaminated, the evisceration and the chilling are the most contaminants stages,

In the light of those results, some hygienic rectifications had brought before to start 03 other series of bacteriological exams (second time). After this phase, the results showed an improvement in hygienic status and significant reductions of a carcass' bacteriological loads, but the evisceration and the shilling still as critical stages in the process control.

Key words:

Poultry Slaughterhouse, HACCP, Surface, Contamination, Carcass.

Résumé:

En Algérie, le système (HACCP) est devenu obligatoire depuis 2010. La détermination des points critiques (CCP) représente une étape cruciale dans la réussite de ce système HACCP. L'objectif de cette étude est de contribuer à la détermination des points critiques sur une chaîne d'abattage de volaille.

Pour cela, nous avons examiné la contamination des surfaces, qui entrent en contact avec les carcasses, et suivi l'évolution de la contamination superficielle des carcasses, au niveau des différentes étapes retenues pour chaque phase.

Après un audit d'hygiène et 06 séries d'examen bactériologiques nos résultats ont montré que toutes les surfaces sont très contaminées et que l'éviscération et le ressuage sont les étapes les plus contaminatrices. A la lumière de ces résultats, des mesures correctives dans les conditions hygiéniques ont été apportées avant d'entamer 03 autres séries d'examen bactériologiques, dont les résultats ont montré une amélioration du niveau de l'hygiène et des réductions significatives des charges bactériologiques superficielles des carcasses, cependant l'éviscération et le ressuage demeurent comme étant des points critiques dans la maîtrise hygiénique du process.

Mot clés :

Abattoir de volaille, HACCP, Contaminations, surfaces, Carcasse.

Introduction générale

Introduction Générale :

Le développement scientifique, à partir de la deuxième moitié du siècle précédent, dans les domaines de la génétique, de la santé animale, de la nutrition des animaux et de la technologie a conduit à l'apparition de l'élevage intensif qui contribue au développement de l'aviculture chair, la production des viandes blanches prend dès lors une allure croissante, le volume de cette production augmente avec un rythme élevé, à un point où cette viande est devenue en 2008, à titre d'exemple, la deuxième viande produite et la première commercialisée dans le monde (ITAVI :institut technique de l'aviculture/France, 2009). Cependant deux autres facteurs, importants, ont contribué à leurs tours à cette augmentation : le premier est la vulgarisation de la culture sanitaire et nutritive parmi les consommateurs, ces derniers devenant conscients des bénéfices de la viande blanche dans la nutrition, la demandent de plus en plus et l'augmentation de la production est en partie une réponse à cette demande accrue. Tandis que le deuxième facteur est économique, en effet le coût de revient relativement bas et la courte durée d'élevage, ont attiré les investisseurs à exploiter cette filière et encouragent les consommateurs à acheter les viandes blanches. En Algérie durant l'ère coloniale et juste après l'indépendance du pays, l'aviculture était essentiellement fermière et destinée à couvrir les besoins familiaux en viande de volaille et en œufs. La consommation de la viande de volaille était limitée à cette époque là et elle portait un aspect social, en effet cette consommation est liée dans nos traditions surtout à des occasions sociales et/ou religieuses. Par la suite, s'inspirant du développement de la filière dans les pays développés, l'aviculture chair a connue quelques transformations : l'élevage devient intensif et la filière porte le caractère industriel et commercial.

Toutefois, comme dans toutes les filières de l'agriculture et de l'industrie agroalimentaire, les conditions d'hygiène, parfois défectueuses dans lesquelles les volailles sont élevées et la viande blanche est produite, étaient à l'origine de quelques crises sanitaires (dioxines) et/ou des maladies d'origine alimentaire comme la campylobactériose. Ce qui nécessite, afin de protéger le consommateur et de préserver les intérêts économiques, un changement radical dans les législations, dans l'organisation et la structuration de la filière mais aussi dans les approches de contrôle qui sont devenues intégrales, complémentaires et surtout préventives. C'est dans cette perspective que vient la généralisation, suite aux recommandations de la commission du codex alimentarius, dans la plupart des pays du monde, de l'utilisation de système HACCP (analyse des dangers et points critiques pour leurs maîtrises), comme système préventif pour éliminer ou réduire les risques à un niveau acceptable. Ce système est applicable à tous les segments de la filière.

En Algérie Le système HACCP est devenu, depuis 2010, obligatoire pour attribuer un agrément sanitaire à tous les établissements dont l'activité est liée aux animaux, produits animaux et d'origine animale ainsi que de leur transport (Décret exécutif n° 10-90 du 10 mars 2010).

Ce système se base sur les bonnes pratiques d'hygiène et a pour but d'exercer un contrôle préventif aux niveaux des points critiques.

Le but du présent travail est de contribuer à la détermination des points critiques sur une chaîne

Introduction générale

d'abattage de volaille. La partie bibliographique est divisée en 03 chapitres: le premier consiste en une évaluation de la filière avicole chair en Algérie son histoire, ses importances économiques et sanitaires sa contribution dans la richesse nationale, le volume de production ainsi que le taux de consommation de la viande blanche en Algérie et les risques sanitaires liés à la consommation de cette viande. Le deuxième chapitre est réservé à l'abattoir avicole, les principales étapes de production et la contamination de la viande de volaille dans l'abattoir. Tandis que le troisième chapitre sera consacré à une révision des importants outils de la sécurité sanitaire des aliments et particulièrement L'HACCP et, en fin, la particularité de ce système dans un abattoir avicole ainsi que ses points critiques génériques.

La partie expérimentale commence d'abord par un audit d'hygiène suivi d'une description des principales étapes du process et du diagramme de fabrication; les deux étapes précédentes sont destinées à déterminer les surfaces entrant en contact direct avec la carcasse et qui comportent, par conséquent, un risque de contamination ainsi que l'enchaînement des différentes étapes du process.

Les essais bactériologiques sont divisés en deux phases : la première est destinée à évaluer l'état d'hygiène dans l'abattoir et sa répercussion sur le niveau de contamination de la carcasse après les étapes choisies. La deuxième phase est destinée à réévaluer l'état d'hygiène et l'évolution de la charge bactériologique sur la carcasse, après avoir corrigé, à la lumière des résultats de la première phase, les défauts d'hygiène et éliminé les sources de contamination autres que celles de la chaîne.

Partie Bibliographique

Premier Chapitre : La Filière Avicole chair en Algérie

1.1. Introduction

L'agriculture, secteur stratégique et patrimoine national, source de nourriture et créateur de richesse et d'emploi, raisons pour lesquelles elle est toujours dans les centres d'intérêts des : politiques, sociologues, économistes, et scientifiques.

La filière avicole chair constitue l'une des importantes branches de la production animale, en effet, durant l'année 2009, les viandes de volailles occupent le premier rang, en matière des échanges commerciaux des viandes dans le monde (F.A.O/N.U, 2010).

1.2. Structure et organisation de la filière avicole chair en Algérie

1.2.1. Historique

Depuis l'indépendance du pays, la structuration et l'organisation de la filière avicole chair connaissent plusieurs phases principales. Avant 1988, Fenardji. F (1990) distingue quatre phases : la période 1962-1969, où l'aviculture était essentiellement fermière, succédée par la période 1969-1979, qui a connu l'amorce du programme d'amélioration des productions animales dont l'aviculture, avec la création de l'office national des aliments du bétail (O.N.A.B), ensuite la période 1980-1984, qui a vu la mise en place d'un programme spécial aviculture « le plan avicole » et, en fin, la période 1984-1989 qui se situe dans le deuxième plan quinquennal.

Alors que, A. Kaci et M. Boukella (2011), considèrent la période 1974-1977, correspondante à l'exécution du second plan quadriennal, comme étant une période charnière dans l'histoire de l'aviculture algérienne, où le contexte économique et social de l'époque (accroissement substantiel de la rente pétrolière, à partir de Février 1971), avait permis des niveaux d'investissements publics sans précédent. Les pouvoirs publics, constatant des niveaux de consommation modestes des viandes, ont alloué des sommes colossales au développement de la production animale, y compris l'aviculture.

1.2.2. Structure et organisation actuelles de la filière avicole chair en Algérie

Depuis 1988, en parallèle, avec la transition de l'économie nationale, d'une économie planifiée à une économie de marché (libre), l'ouverture du marché et la levée du monopole de l'état sur le commerce extérieur en 1995, la filière a connu d'importantes transformations structurelles (Ahcen k, 2011), elle est investie par le secteur privé, une multitude d'investisseurs intervient à tous les niveaux de la filière.

Face à cette concurrence, le secteur public, est structuré et organisé, depuis 1988, autour de l'office national de l'aliment du bétail (ONAB, 2011), ce dernier est chapoté, à son tour, par la Société de Gestion des Participations; SGP Production Animale (Ministère de l'industrie, de la Petite et Moyenne Entreprise et de la Promotion de l'Investissement), la Figure n° 1 illustre cette structuration :

La filière avicole chair en Algérie

Figure 01 : Structure de la Filière Avicole en Algérie (secteur public): Source : O.N.A.B(2011)



L'O.N.A.B, constituant un groupe intégré de la filière avicole, assure la coordination de toutes les activités de cette filière, dans un objectif d'encadrement plus poussé des activités de la filière (ONAB, 2011). Et pourtant, l'analyse des données, officielles, relatives à la production des viandes blanches en Algérie, montre que la part du secteur étatique (65.000 tonnes), dans le marché national, est minime par rapport à celle du secteur privé (ministère de l'agriculture et du développement rurale MADR/Algérie, 2010 ; O.N.A.B, 2011). Cependant, malgré cette dominance, le secteur privé ne connaît aucune organisation, il est caractérisé par la pluralité des intervenants, à tous les niveaux de la filière, sans qu'il y ait une coordination aucune qui existe, pire encore certaines activités sont indûment exercées, échappant, ainsi, à tout type de contrôle que ce soit sanitaire et/ou administratif.

De nos jours, la filière avicole, en Algérie, est loin d'être industrielle, les enquêtes menées par les

La filière avicole chair en Algérie

autorités officielles révèlent ce qui suit : la plupart des élevages sont archaïques soit dans leur conduite, soit dans leurs performances, les conditions de l'habitat, de l'alimentation et de l'hygiène sont loin des normes zootechniques préconisées, de plus l'élevage du poulet de chair se pratique dans des structures fortement atomisées (3000 sujet en moyenne), la plupart des bâtiments sont clairs, à ventilation statique et faiblement isolés (M^r le Ministre de l'Agriculture et du Développement Rural, le Maghreb le quotidien de l'économie parue le 09 Avril 2011).

Quant aux abattoirs, la situation est similaire, pendant l'année 2011 (situation arrêtée fin septembre 2011) les services vétérinaires agréent 73 abattoirs pour les viandes blanches contre 609 tueries pour la même activité (les tueries illicites, ne sont pas prises en compte). Le tableau n°1 montre le nombre des abattoirs et des tueries, pour les viandes blanches, agréés depuis 2009.

Tableau 01: Etablissements d'abattage de volailles, agréés en Algérie depuis 2009 : Source : DSV /MADR (2011).

Etablissement agréé	2009	2010	2011
Abattoirs viandes blanches	66	72	73
Tueries viandes Blanches	597	583	609

Pour pallier à ce dysfonctionnement, les autorités envisagent de créer un office interprofessionnel (MADR, 2011) qui aura pour vocation d'être un espace de concertation et d'action pour une meilleure organisation de la filière.

En outre, dans le contexte actuel, caractérisé d'une part, par une flambée, sans précédent, sur le marché mondial des prix des intrants, dont la majeure partie est importée de l'étranger (M.A.D.R, 2009) et, d'autre part, par la spéculation sur les prix des viandes blanches sur le marché local, les autorités publiques ont chargé l'ONAB de deux importantes missions, il s'agit de la régulation du marché avicole et de la régulation du marché agricole (MADR, 2011; ONAB, 2011).

La régulation du premier marché, consiste en la recherche des partenaires, pour construire un système relationnel, conventionnel, dit triangulaire, entre les fournisseurs d'intrants (ONAB), les éleveurs et les abattoirs avicoles (MADR, 2011; ONAB, 2011). Tandis que le second marché sera régularisé par la recherche des partenaires, mais aussi, par l'implication de toutes les parties intéressées pour le lancement des cultures de maïs, de soja et de la luzerne, dont le but est de réduire les factures d'importation et, par conséquent, le prix du produit fini.

1.3. Importance économique de la filière avicole chair

La production mondiale de viande de volaille a atteint 93 millions de tonnes en 2008, soit 30% de la production mondiale de viande, devant la production de viande de bœuf (63 millions de tonnes). Première

La filière avicole chair en Algérie

viande échangée dans le monde, le Brésil et les États-Unis assurant à eux deux 75% de ce tonnage (INRA-ITAVI/ République française, 2009).

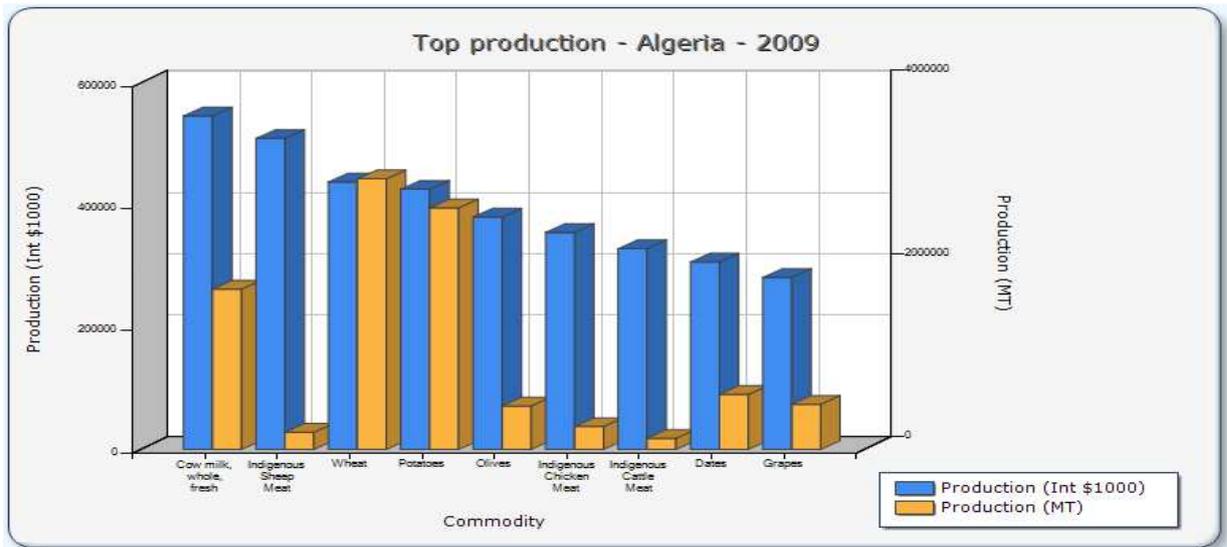
Durant la dernière décennie (1999-2009), la production mondiale des viandes de poulet, passe de cinquante-huit million-dix-sept-mille (58.017.000) à soixante-dix-neuf million Cinque-cent-quatre vingt-seize mille (79.596.000) tonnes, comme le montre le tableau n° 2.

Quant à la production en Algérie, quoique loin de celle des pays les plus producteurs en la matière, elle évolue, quand même, de 236.000 à 254.000 tonnes, durant la même période, cette production, connaît selon les officiels d'autres hausses en 2010 (M^r le Ministre de l' Agriculture et du Développement Rural). Selon la FAO (2011), voir figure n° 2, en 2009, les viandes blanches occupent le sixième rang, en matière de contribution dans la valeur ajoutée agricole, en Algérie (alors qu'elles occupaient la quatrième place en 2008). En 2010, cette valeur ajoutée agricole occupe le quatrième rang, parmi les secteurs créateurs de richesse, avec un taux de 9,73 %, du Produit Intérieur Brute (P.I.B) (office nationale des Statistiques Algérie, 2011).

Tableau 02: Production des viandes de poulet dans quelques pays. Source : Division des statistiques/FAO/NU, (2011).

 FAO statistical Yearbook 2010	Statistical Division FAO 2010				
	production des viandes de poulet (1000 tonnes)				
	1999-2001	2003-2005	2007	2008	2009
Algérie	236	253	254	254	254
Brésil	5905	8098	8988	10216	9940
Egypte	512	560	705	629	625
France	1249	1053	921	932	1039
Maroc	255	338	380	440	450
Tunisie	87	91	96	103	
Etats unies d'Amérique	13943	15396	16628	16994	16334
Monde	58017	66996	75076	78155	79596

Figure 02: Classement des produits de l'agriculture selon leurs contributions dans la valeur ajoutée agricole en Algérie. Source : FAO/ NU (2011).



En somme cette filière a un apport non négligeable dans la création de la richesse nationale, à ce propos, Mr le ministre de l'agriculture et du développement rural a déclaré, lors d'une séance plénière du conseil de la nation tenue le jeudi 07 avril 2011, que « l'année 2010, le chiffre d'affaire de la filière avicole a atteint près de 110 milliard de dinars algérien. Forte de trois mille cinq cents (3500) exploitants, la filière avicole emploie, cent cinquante mille (150.000) travailleurs, dont quatre vingt dix mille (90.000) occupent des emplois directs » (Le MAGHREB le quotidien de l'économie parue le 09 AVRIL 2011).

Néanmoins, la filière avicole chair, et à l'instar de toutes les filières agricoles, est aussi une source, potentielle, des dangers alimentaires, dans cette étude on ne s'intéresse qu'aux dangers liés à la consommation des viandes blanches.

1.4. Importance sanitaire et hygiénique des viandes de volailles

1.4.1. Valeur nutritive de la viande de volaille

De par sa composition, la viande de volaille constitue un aliment diététique, de haute valeur nutritive et une source, importante ; de protéines animales, d'acides aminés essentiels, d'oligoéléments et de vitamines, comme le montre les tableaux n° 3, 4 et 5.

La filière avicole chair en Algérie

Tableau 03: Composition moyenne des principaux aliments d'origine animale (g/ 100g de partie comestible). Source : Charles Alais *et al* (2003).

	Eau	Protides	Lipides	Glucides	Minéraux	Energie (K cal)
Bœuf	66	20	13	traces	1.3	200
Filet de bœuf	66	28	4	traces	1.3	150
Agneau (gigot)	65	18	16	traces	1.3	220
Poulet	73	22	4	traces	1.4	130
Poisson maigre	80	17	1.2	traces	1.6	80
Poisson gras	69	23	6	traces	1.6	150

Tableau 04: Teneurs en acides aminés essentiels des protéines musculaires de Bœuf et de volaille (Valeurs en g/ 16g de N). Source : H-D Belitz (2004), a : valeurs moyennes de Poulet, de Dinde et du canard.

Acide aminé	Muscle de bœuf	Muscle de volaille ^a
Thréonine	4.8	3.5-4.5
Valine	4.8-5.5	4.7- 4.9
Méthionine	4.1-4.5	-
Isoleucine	5.2	4.6-5.2
Leucine	8.1-8.7	7.3-7.8
Phénylalanine	3.8- 4.5	3.7-3.9
Lysine	9.2-9.4	8.3-8.8
Histidine	3.7-3.9	2.2-2.3
Tryptophane	-	-

La filière avicole chair en Algérie

Tableau 05 : Teneur des viandes en vitamines et en oligoéléments (mg/100g). Source : Karl O. Honikel (2009), (a : valeur moyenne de poulet et de dinde).

	Ration quotidienne Recommandée en mg	BŒUF mg/100g	VOLAILLE ^a mg/100g	Foie (bœuf) mg/100g
Thiamine (B1)	1.4	0.06	0.08	0.28
Riboflavine (B2)	1.6	0.26	0.15	2.6
Niacine	18	5.0	7.3	12.5
Pyridoxine (B6)	2	0.24	0.53	0.17
Acide Pantothénique	6	0.31	0.89	7.9
Biotine	0.15	0.003	0.002	0.08
Cobalamine (B12)	0.001	0.005	0.0005	0.06
Vitamine D	0.005	0.0005	0.0005	0.0003
Sodium (Na)	<2400	66	76	87
Potassium (K)	2000	358	289	316
Phosphore (P)	800	190	202	306
Magnésium (Mg)	300	23	24	19
Fer (Fe)	14	2.4	1.4	7.9
Zinc (Zn)	15	4.3	1.6	8.4
Sélénium (Se)	0.05	0.006	0.01	0.024
Chrome (Cr)	0.065	0.005	0.002	.

La filière avicole chair en Algérie

Tableau 06 : Disponibilité et contribution des viandes de volaille dans la nutrition. Source : Division des statistiques F.A.O /N.U (2010)

Région	Disponibilité alimentaire en quantité (Kg/personne/jour)	Disponibilité alimentaire (kcal/personne/jours)	Disponibilité de protéine en quantité (g/jour/personne)	Disponibilité de matière grasse en quantité (g/jour/personne)
Moyenne Mondiale	12.60	50	4.40	3.40
Algérie	7.50	27	2.40	1.90
Afrique du nord	8.00	29	2.70	2.00
Europe	20.30	72	7.60	4.40

1.4.2. Consommation des viandes de volaille

Le taux de consommation, de la viande de volaille, diffère d'un pays à un autre, le tableau n° 6 récapitule la disponibilité des viandes de volailles, ainsi que son apport dans la nutrition, pendant l'année 2008 : dans le Monde (valeurs moyennes), en Algérie, ainsi que dans quelques régions voisines.

Quant au taux de consommation en Algérie, il connaît une légère amélioration. En effet, les quantités de trois cent mille (300.000) tonnes, mises sur le marché, durant l'année 2010 (M.A.D.R ; 2011), correspondent à une population algérienne, de trente-six millions trois-cent mille habitants (36. 300.000) -situation arrêtée le 01 janvier 2011, par l'office national des statistique (ONS) Algérie, 2011- Soit un taux de consommation de 8,26 kg (par habitant et par an).

En matière d'apport énergétique, toujours en Algérie et dans le courant de l'année 2009, le poulet de chair offre 28 k cal/personne/jour. (Division des statistiques de la F.A.O/ N. U, 2011).

1.4.3. Risques liés à la consommation des viandes de volaille

Les maladies d'origine alimentaire, constituent un sérieux problème de santé publique, en effet les aliments sont susceptibles de comporter trois sortes de dangers : biologique, chimique et physique, dans ce travail on s'intéresse beaucoup plus au premier type de danger.

Durant les deux dernières décennies, le nombre des épidémies et des maladies d'origine alimentaire n'a cessé de s'accroître, c'est ainsi que pendant l'année 2005, 1.8 millions de personnes meurent dans le monde suite à des maladies diarrhéiques, dont un grand pourcentage est attribué aux aliments et à l'eau contaminés (O.M.S. /NU ; 2007). Parmi ces maladies, la campylobactériose et la salmonellose sont les plus fréquentes dans le monde et le poulet de chair est considéré comme le vecteur alimentaire le plus important (la commission de codex alimentarius, 2011).

En 2010, l'autorité européenne de sécurité sanitaire des aliments (E.F.S.A.) et le centre européen pour le

La filière avicole chair en Algérie

contrôle et la prévention des maladies (E.C.D.C/ EU), ont rapporté qu'en 2008, le poulet de chair était impliqué dans 3.7 % des épidémies, de salmonelloses vérifiées, de plus l'EFSA (2011) confirme que le poulet de chair est la source majeure des cas humains de campylobactérioses.

Aux Etats Unies d'Amérique, la situation est presque semblable. En 2011, le Centre Américain pour le contrôle et la prévention des maladies (C.D.C/U.S.A) estime que chaque année ; 1 américain sur 6 (soit 48 million américains) tombe malade, 128.000 personnes hospitalisées et 300 meurent suite à des maladies d'origine alimentaire, *Salmonella* non typhoïdiques est l'agent pathogène le plus incriminé, les viandes de volailles occupent le premier rang sur la liste des aliments les plus impliqués, comme le montrent la figure n° 3 et le tableau n° 7.

Figure 03: Aliments associés aux épidémies causées par *Salmonella* spp aux Etas Unies d'Amérique. Source : CDC/ USA. (juin 2011).

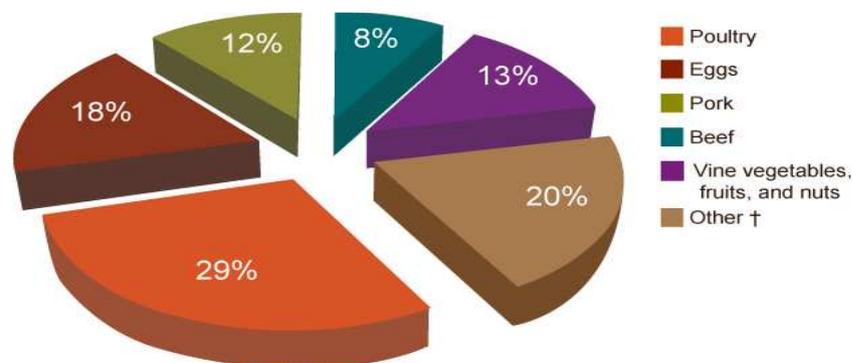


Tableau 07 : Pathogènes causant ; des maladies d'origine alimentaire, des cas d'hospitalisation et des cas de mortalité aux USA durant la période 2000-2008. Source : C.D.C/U.S.A (2011).

Type de pathogène	pathogène	Nombre de malade estimés /année	Nombre estimé de cas d'hospitalisation	Nombre estimé de morts/ année
Bactérie	<i>Salmonella spp</i> non typhoïdiques	1.000.000	19.000	380
	<i>Clostridium perfringens</i> , alimentaire	970.000	440	20
	<i>Campylobacter spp</i>	850 .000	8.500	76
	<i>E-coli</i> (STEC) O157	63.000	2100	20
	<i>E-coli</i> (STEC) non-O157	110.000	270	1

La filière avicole chair en Algérie

Quant à la situation en Algérie, l'absence des publications officielles, ne permet pas d'évaluer l'importance sanitaire et hygiénique des viandes blanches.

Un autre problème de santé publique vétérinaire qui préoccupe aussi bien les vétérinaires que les hygiénistes et les médecins, il s'agit de l'utilisation abusive et non réglementée, des médicaments vétérinaires en général, les antibiotiques en particulier avec le non respect des délais d'attente, pratiques qui ont pour conséquence le développement des résistances aux antibiotiques chez l'homme.

En somme, les données, sus citées, résument l'importance et l'impact de l'hygiène dans la filière avicole, en particulier au niveau de l'abattoir qui représente l'interface de cette filière avec le consommateur. Tout manque d'hygiène, à ce niveau, pourrait, non seulement contrecarrer tous les efforts, investis au niveau de tous les segments en amont, mais de plus, être à l'origine : soit d'un danger sur la santé du consommateur soit d'une altération rapide du produit.

Deuxième Chapitre: L'abattoir Avicole

2.1. Définition

Les littératures scientifiques (bibliographie consultée) ainsi que les textes réglementaires, ne réservent pas une définition propre à l'abattoir avicole. Cependant, on trouve des définitions de l'abattoir de façon générale, parmi lesquelles on cite celle du codex alimentarius (troisième paragraphe –définitions- du code d'usages en matière d'hygiène pour la viande ; CAC/RCP 58-2005), ainsi que celle de l'office international des épizooties (OIE) (Glossaire du code sanitaire des animaux terrestre), car les volailles figurent sur la liste des animaux spécifiés dans ces deux définitions qui sont presque semblables, mais pour un souci d'actualisation de la bibliographie nous avons choisi la deuxième :

L'abattoir désigne tout établissement, ou locaux, y compris les installations destinées à l'acheminement ou à la stabulation des animaux, utilisé pour l'abattage d'animaux, en vue d'obtenir des denrées destinées à la consommation, et agréé par les services vétérinaires ou toute autre autorité compétente à cet effet (OIE ; juin 2011).

L'abattage des volailles est l'opération qui permet d'obtenir des carcasses, des abats (cœurs, foies et gésiers) et des cous pouvant être commercialisés en l'état ou destinés à une transformation ultérieure (Jean Louis Jouve et *al.* 1996).

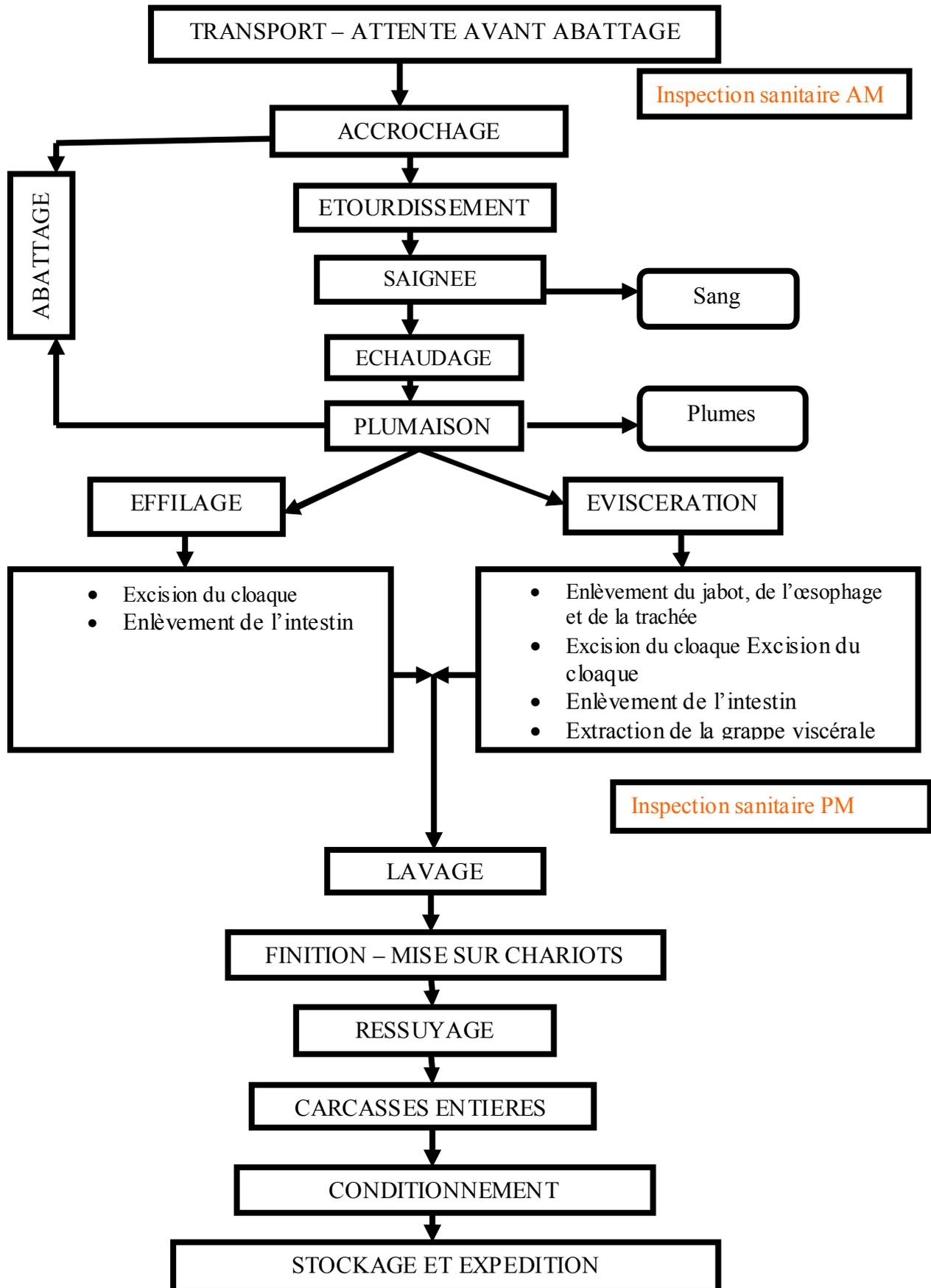
2.2. Diagramme de fabrication et principales opérations

Les opérations d'abattage des volailles comportent plusieurs étapes essentielles à savoir : la réception, l'étourdissement, la saignée, l'échaudage, la plumaison, l'éviscération, le refroidissement et l'emballage. Toutefois la réglementation tolère l'abattage sans étourdissement, si cela est nécessaire, pour le respect d'un abattage rituel (Art 19, Arrêté du 14 janvier 1994 ; Journal officiel de la république française du 12 février 1994).

En vue d'améliorer l'hygiène du produit et lui donner un aspect attractif, les étapes précédentes sont souvent complétées par d'autres, supplémentaires (comme le flambage, la coupure des pattes, la coupure des cous et des ailerons, l'enlèvement du jabot...etc.). Il va sans dire, que d'autres étapes s'ajoutent, selon le degré de transformation subi par la carcasse, s'il s'agit d'un atelier de découpe ou de transformation, cependant le champ de cette étude se limite à l'opération de l'abattage – telle qu'elle est définie, ci dessus, par Jean Louis Jouve et *al.* La figure n° 4 montre un diagramme de fabrication type dans un abattoir.

L'abattoir avicole

Figure 04: Diagramme de fabrication dans un abattoir avicole. Source (ITAVI /Institut Technique de l'Aviculture/France, 2010).



2.2.1. Réception

Les oiseaux sont transportés, vers l'abattoir, dans des cages empilées sur des camions. A l'arrivée, un temps de repos est recommandé, avant de déempiler les cages et de décharger les oiseaux qui seront ensuite accrochés, en mettant les pattes dans les trolleys de convoyeur. Toutes ces manutentions doivent être pratiquées en évitant autant que possible de stresser les oiseaux, à cet effet, des systèmes de manutention automatisés ont été développés, ils permettent de glisser l'oiseau de la cage jusqu'au convoyeur (Juana Fern'andez-L'opez *et al*, 2010).

2.2.2. Etourdissement

Cette opération permet de rendre l'animal inconscient, diminuant ainsi : la douleur, la souffrance, le stress et facilitant l'opération de saignée par l'immobilisation des volailles (Juana Fern'andez-L'opez, 2010).

Trois méthodes d'étourdissements sont préconisées : électrique, mécanique et chimique, la première est la plus utilisée, pour le poulet de chair, parce qu'elle est la plus efficace et la moins coûteuse (OIE, 2011), de plus, elle réduit le risque de convulsion (Food Security & Inspection Services FSIS/USDA, 2010), elle est, généralement, pratiquée dans un bain d'eau électrifiée.

Selon l'OIE, le courant électrique doit être appliqué pendant, au moins, 4 secondes. Le tableau n° 8 montre les intensités minimales requises selon l'espèce animale et selon la fréquence du courant électrique.

Tableau 08 : Intensités minimales nécessaires pour l'étourdissement des volailles. Source : OIE, (2011).

Espèces	Intensité minimale (en milliampère par volaille)	
Poulet de chair	100	
Poule pondeuse (de réforme)	100	
Dindons	150	
Canards et Oies	130	
	Intensité minimale (en milliampère par volaille)	
Fréquence (Hz)	Poulets	Dindes
De 50 à moins de 200 Hz	100	250
De 200 à 400 Hz	150	400
De 400 à 1500 Hz	200	400

Cependant, il faut noter que l'étourdissement pose un problème de certification s'il s'agit d'un abattage halal, surtout avec l'expansion importante de ce marché dans le commerce international (Yaakoub. B et Awis Q, 2010). Selon (Joe M. and Muhammad. C, 2001 ; A. B. M. Raj, 2004 ; Yaakoub. B et Awis Q, 2010) d'un point de vue religieux, l'étourdissement électrique, contrairement aux autres types d'étourdissement, constitue un sujet de polémique entre : ceux qui considèrent que la saignée, profonde et

rapide par un couteau tranchant, est le seul moyen autorisé pour la mise à mort et que l'étourdissement constitue une pratique qui contrevient les prescriptions d'abattage selon le rite musulman et par conséquent il faut l'éviter. Et ceux qui considèrent que l'étourdissement électrique ne pose pas de problème pour l'abattage halal si certaines conditions sont respectées notamment : l'intensité du courant électrique reçu par chaque oiseau qui ne doit pas entraîner ni la mort ni des blessures permanentes et que la perte de la conscience soit réversible et, par conséquent, la mort ne survient que par la saignée, de plus, aucune autre opération n'est autorisée avant la mort définitive de l'animal et, en fin, cette opération doit être contrôlée par une autorité religieuse. Ils argumentent leur avis par les motifs suivants: les animaux sont des êtres sensibles et il faut que leur mise à mort se fasse sans douleur et sans souffrance, d'ailleurs cette condition constitue une prescription de l'abattage selon le rite musulman. De plus, l'abattage sans étourdissement dans un grand abattoir industriel, même s'il produit du halal, n'est pas pratique au moins du point de vue d'efficacité, en outre l'étourdissement électrique entraîne la perte rapide de conscience et, donc, immobilise l'animal et facilite une bonne saignée selon le rite musulman, diminue les fractures, les contusions et les ecchymoses et, en fin, contribue à la protection de personnel contre les dangers professionnels (surtout les blessures par couteaux).

En Algérie, la plupart des grands abattoirs industriels sont dotés de machines d'étourdissement électrique, généralement installées au départ comme parties intégrantes du processus, elles sont utilisées pour immobiliser les oiseaux, sans tenir compte de cette problématique.

2.2.3. Saignée

La saignée est une méthode de mise à mort, par section des principaux vaisseaux sanguins : carotide et jugulaire, au niveau du cou (Juana Fernández-López, 2010), ce qui entraîne une chute rapide de la pression artérielle conduisant à une ischémie cérébrale et à la mort (OIE, 2011).

La saignée assure, d'une part, que l'animale meurt suite à l'abattage et, d'autre part, qu'aucun oiseau conscient ou vivant n'entre dans le bain d'échaudage (article 7.5.7 chapitre 7.5 titre 7 du code sanitaire pour les animaux terrestres de l'OIE).

Le temps requis pour le saignement dépend de la méthode d'étourdissement et du laps de temps séparant cette opération de la saignée 60 à 90 secondes après un étourdissement électrique, le taux d'exsanguination dépasse les 40% (Juana Fernández-López, 2010).

2.2.4. Échaudage

L'échaudage prépare la volaille à la plumaison par la dégradation (décomposition) des protéines qui tiennent en place les plumes et par l'ouverture des follicules plumeux (FSIS/USDA, 2010).

Trois méthodes d'échaudage sont utilisées: l'application de la cire, l'aspersion de l'eau chaude et l'immersion dans des bacs d'eau chaude. La dernière méthode, est la plus pratique, la plus utilisée dans le monde (Jean-Louis Jouve et al, 1996) et la seule utilisée en Algérie.

Un bon couple : température /temps, est important, non seulement, pour préparer la carcasse à la

plumaison, mais aussi pour réduire certains défauts de préparation (Juana Fern'andez-L'opez, 2010), de respecter l'intégrité structurelle de la peau et ne donne pas un aspect de début de cuisson.

À cet effet il ya deux modes d'échaudage : haute ou hard (température élevée et un temps court) et basse ou soft (température moins élevée et un temps plus long).

Toutefois, ce couple (temps/température) est critique, en effet, une température trop élevée rend la carcasse huileuse et facilite ainsi l'attachement des bactéries à la surface, de plus, la carcasse peut manifester un aspect de début de cuisson, tandis qu'une température basse transforme le bac en un milieu propice pour la multiplication et le développement des bactéries (Juana Fern'andez-L'opez, 2010). Le tableau n° 9 résume les différentes températures utilisées par espèce et selon le mode d'utilisation du produit fini.

Tableau 09 : Couples (temps /température) idéals à utiliser dans un bac d'échaudage. Source : FSIS/USDA (2010).

Espèce	Temps (seconde)	Température du bac °C	Destination
Poulet (échaudage haute)	30-75	59-64°	Destiné pour la congélation
Poulet (échaudage basse)	90-120	51-54°	Destiné à être vendu en l'état réfrigéré
Dinde	50-125	59-63°	
Caille	30	53°	
Volailles aquatiques	30-60	68-82°	

2.2.5. Plumaison

La carcasse doit être déplumée immédiatement après l'échaudage, cette opération est destinée à enlever les plumes et la couche la plus superficielle de la peau, selon la température d'échaudage (FSIS/USDA, 2010).

Les doigts plumeurs en frappant, avec une certaines pression, les carcasses, permettent l'enlèvement efficace des plumes. La force requise pour enlever les plumes est déterminée par la température d'échaudage (Juana Fern'andez-L'opez, 2010).

La plupart des auteurs montrent que la plumaison est parmi les étapes les plus contaminatrices. Pour réduire le niveau de cette contamination, des plumeuses dotées d'un système de rinçage intégré, ont été développées, elles permettent à la fois : le rinçage des carcasses, l'élimination des plumes et la maintenance des doigts en caoutchouc (par refroidissement).

2.2.6. Eviscération

L'étape d'éviscération, s'étend de la fin de plumaison jusqu'à avant l'entrée de la salle de ressuage, elle

consiste en l'extraction des organes internes et en l'élimination de toutes les parties non comestibles, les méthodes et les techniques d'éviscération, utilisées, sont nombreuses.

Cette étape inclut, notamment : la coupure des pattes au niveau de l'articulation tarso-métatarsienne, la coupure de la tête, l'ouverture du cloaque et de l'abdomen, l'enlèvement et l'élimination de l'ovaire, l'extraction des viscères, la collecte des abats comestibles et l'élimination des entrailles non comestibles (les intestins, les sacs aériens, la trachée, l'œsophage et les poumons).

L'éjection du contenu intestinal dévalorise la qualité du produit, de plus il diminue l'efficacité de la production car il requiert un travail laborieux pour être éliminé, comme il augmente considérablement les chances de contamination de la carcasse (Juana Fernández-López, 2010).

2.2.7. Refroidissement et ressuage

Le refroidissement inhibe la croissance des bactéries, en diminuant la température de la carcasse et en ralentissant les réactions enzymatiques et chimiques (Romain Jeantet et al, 2006).

Deux modes de réfrigération, des carcasses de poulet de chair, sont actuellement utilisés soit par immersion dans de l'eau froide soit par air pulsé, ce dernier mode est le seul utilisé dans notre pays.

Quoique le refroidissement par immersion est plus rapide que celui par air pulsé, l'efficacité du refroidissement est la même dans les deux systèmes (F.S.I.S/ U.S.D.A, 2010), mais il y a moins de risque potentiel de contaminations croisées dans le système d'air pulsé car il y a moins de contacts physiques entre les carcasses (CAC/RCP 46-1999, 2003), toutefois l'utilisation des antimicrobiens (comme l'eau de javel) dans l'eau d'immersion peut diminuer davantage le taux des microbes sur les carcasses (F.S.I.S/ U.S.D.A, 2010).

De plus le refroidissement par air pulsé constitue un bon exemple du concept des haies en série (Codex Alimentarius, CAC/RCP 46-1999, 2003) qui par effet de synergie freinent l'activité microbienne, en effet, la dessiccation de la couche superficielle de la viande qui s'installe au cours du ressuage limite à son tour la multiplication des germes appartenant à la flore de contamination superficielle, car ces germes ont besoin, pour se multiplier, d'une activité d'eau (A_w) supérieure à 0.96 (R. Rosset, 1996).

2.2.8. Emballage

L'emballage est destiné à maintenir la fraîcheur et/ou d'allonger la vie commerciale du produit en évitant toute sorte de contamination : microbiologique ou chimique, ultérieure. Dans l'industrie de volaille plusieurs types d'emballage sont utilisés, à titre d'exemple des sachets en plastique pour les carcasses entières, des barquettes pour les carcasses entières ou pour les parties, dans certains pays comme les Etats Unies d'Amérique le poulet est aussi emballé dans un film en plastique sous vides ou sous atmosphère modifiée (Paul L. Dawson, 2001).

2.3. La Viande de volaille

Dans le muscle blanc de volaille, les myofibrilles sont grosses et occupent un volume plus important que celui du sarcoplasme (H-D Belitz et al, 2004), alors que l'inverse est vrai pour le muscle rouge.

La plupart des fibres musculaires chez les volailles sont de type II (fibres blanches, métabolisme glycolytique et une vitesse de contraction moyenne) (William O. Reece, 2006 ; Estrella Sayas-Barberá et al, 2010).

L'évolution post-mortem est, par conséquent, rapide la rigidité cadavérique s'installe 2-4 h, à +3°C, la maturation dure plus de 36 h (H. D. Belitz, 2004), le pH ultime se stabilise à une valeur de 5,8 (Romain Jeantete et al, 2006). La vitesse et l'amplitude de la diminution de pH dépendent : des réserves énergétiques voir tableau n°10, de la température mais aussi du type de fibres musculaires (Jimmy T. Keeton et al, 2009), de plus, elles affectent nombreuses composantes de la qualité de la viande comme la couleur, le pouvoir de rétention de l'eau et la texture (Casey M. Owens et Jean-Francois C. Meullenet, 2010).

Tableau 10 : Métabolites essentiels de processus glycolytique en (μ Mole/g) et valeurs de pH dans les viandes de Bovin et de volaille. Source: H-D Belitz *et al*, 2004.

	Bovin			Volaille		
	Anti-mortem	Post-mortem		Anti-mortem	Post-mortem	
		Normale	DFD		Normale	PSE
Glycogène	60–100	16- 37	1-10	35-56	0-7	0-1
Lactate	10 –16	72 - 100	5-10	10-40	89-120	<87
PH	7,0 –7,1	5,6 – 5,	6,3-6,7	7,0-7, 3	5,7-6,0	<5,6

(PSE: pale, soft, and exsudative; DFD: dark, firm and dry).

2.4. Contamination Superficielle des Carcasses dans un Abattoir Avicole

Dans un abattoir, la volaille se trouvera dans un nouvel environnement, sa flore d'origine est concurrencée par d'autres contaminants, bien adaptés à cet environnement et colonisant certaines surfaces, avec lesquelles elle entrera en contact. Pour comprendre cette contamination on doit répondre aux questions suivantes : quels sont les facteurs qui favorisent cette contamination, quelle est la flore d'origine des volailles et comment elle évolue pendant les différentes étapes, quelles sont les autres sources de contamination et quels rôles pourraient jouer les différentes opérations technologiques.

2.4.1. Facteurs affectant le développement des bactéries

2.4.1.1. Les Nutriments

Dans un abattoir, les viandes de volaille, vu leur composition biochimique, représentent un milieu idéal

L'abattoir avicole

pour le développement des microorganismes. De même, pour les déchets accumulés sur les différentes surfaces et sur le matériel. Toutefois, l'activité des microorganismes est conditionnée par plusieurs facteurs, intrinsèques et extrinsèques, qui sont récapitulés dans le tableau n° 11.

Tableau 11 : Facteurs intrinsèques et extrinsèques affectant le développement des microorganismes.

Source : S.J. Forsythe (2000).

Facteurs intrinsèques	Facteurs extrinsèques
Activité de l'eau (A_w)	Température
Disponibilité de l'oxygène	Humidité relative
pH	Composition gazeuse de l'atmosphère
Pouvoir tampon	Emballage
Nutriments disponibles	
Substances antimicrobiennes naturelles	
Présence et identité de la microflore normale	

Parmi les facteurs précédents l' A_w , le pH, la température et la disponibilité de l'oxygène sont souvent cités par leurs rôles, importants, dans l'orientation des phénomènes de contamination des viandes dans l'abattoir (S.J. Forsythe, 2000 ; Romain Jeantet *et al*, 2006).

2.4.1.2. L'Activité de l'eau (A_w)

Les microorganismes ont besoin de l'eau pour qu'ils puissent se développer, sinon il y a plasmolyse et blocage de l'activité enzymatique (Joseph-Pierre Guiraud, 2003), de plus, l'eau est aussi le milieu qui véhicule les nutriments et les déchets comme elle est indispensable pour la synthèse du matériel cellulaire (Bibek Ray, 2005). En somme elle est vitale pour la cellule.

Dans un aliment, l'eau se trouve sous forme de plusieurs états : fortement liée, liée et libre (Romain Jeantet *et al*, 2006), en outre, de point de vue stabilité, l'état de l'eau, dans un aliment, est plus important que la teneur en eau en elle-même (Christian Carip *et al*, 2008), en effet, c'est la fraction libre de l'eau, qui représente la quantité de l'eau disponible (A_w) pour le développement des microorganismes. Ces derniers entrent en compétition avec les solutés, pour cette eau libre, la plupart des bactéries d'importance alimentaire sont peu compétitives, sauf *Staphylococcus aureus*, qui peut survivre à une A_w proche de 0,85 (Marie-Laure De. Buyser et Laurent. Sutrat, 2005), alors que les moisissures sont des très bon compétiteurs (S.J. Forsythe, 2000).

La plupart des microorganismes sont bloqués à une $A_w < 0,97$, une $A_w < 0,7$ ne permet que la croissance lente des xérophiles ou osmophiles, alors qu'une $A_w < 0,62$ bloque tout développement microbien

(Joseph-Pierre Guiraud, 2003).

Dans l'abattoir, l'eau est abondamment utilisée avec une quantité estimée de 25 à 35l par chaque oiseau abattu (FAO/NU, 1992), depuis les premières étapes, et seul un ressuage efficace peut diminuer l' A_w à la surface.

2.4.1.3. Le pH

Le pH est le logarithme de l'inverse de la concentration en ions hydrogène $[H^+]$ d'une solution (Joseph-Pierre Guiraud, 2003).

Le pH affecte la disponibilité de certains nutriments et la perméabilité membranaire (J.F. Mescle et J. Zucca, 1996). L'activité métabolique des microorganismes est, aussi, perturbée, car chaque enzyme a une valeur de pH optimum, au-delà ou en-deçà de laquelle, son activité est perturbée (H.D. Belitz *et al*, 2004).

Le pH d'un aliment exerce un effet sélectif sur les microorganismes, d'ailleurs ces derniers sont classés selon leur pH optimum en : acidophiles (levures et moisissures, bactéries lactiques...), neutrophiles (*Acinetobacter*, *Moraxella*...) et basophiles (*Vibrio cholerae*...) (Joseph-Pierre Guiraud, 2003), leurs intervalles de pH, où la croissance est possible, sont respectivement: [0.5–5], [5–9] et [9–12] (Joan L. Slonczewski, 2004).

Dans l'abattoir : la glycolyse poste-mortem chez le poulet est très rapide et le pH atteint sa valeur ultime en moins d'1 heure (D.A. Ledward, 2009), cette valeur de pH a un rôle important, avec la disponibilité de l'oxygène, dans la sélection de certaines flores, entre autres les *Pseudomonas* (H.D Belitz et al, 2004).

Le pH de la viande de volaille, après l'abattage, varie de 5,6 à 6,4 et tout décalage hors cet intervalle peut refléter une activité microbienne (S.J. Forsythe, 2000).

2.4.1.4. La Température

De nombreuses fonctions du microorganisme, sont affectées par la température, dont la plus importante est l'activité enzymatique (Alain Branger *et al*, 2007), toute augmentation de la température de 10°C double la vitesse des réactions enzymatiques et toute réduction de 10° C la divise par deux (Bibek Ray, 2005). En outre, la température peut entraîner la dénaturation des macromolécules (protéines, acides nucléiques surtout l'ARN) (Alain Branger *et al*, 2007), en effet, la température induit des modifications des structures secondaires et tertiaires, de même pour les protéines dont l'activité dépend de l'hydratation (Charles Alias *et al*, 2003).

La classification des microorganismes, selon leurs températures de croissance est récapitulée dans le tableau n° 12.

Tableau 12 : Classification des microorganismes selon leurs températures de croissance. Source : (a : S.J. Forsythe, 2000 ; b : J.F. Mescle et J. Zucca, 1996).

Groupes	Exemples	Minimum °C	Optimum °C	Maximum °C
Psychrophiles	<i>Microcoques cryophilus</i>	-5a	12-15	20a
Psychrotrophes	<i>Pseudomonas</i> ,	0b	25-30b	35b
Mésophiles	<i>Enterobacteries</i>	5a	30-45a	47a
Thermotrophes	<i>Streptococcus thermophilus</i>	15b	50b	80b
Thermophiles	<i>Bacillus stearothrmophilus</i>	40a	55-75a	60-90a

A l'abattoir, vu les techniques utilisées pour refroidir les carcasses, ce sont surtout les germes psychrotrophes qui sont les prédominants causant ainsi l'altération des viandes.

2.4.1.5. L'Oxygène et la composition gazeuse de l'atmosphère

Les microorganismes qui requièrent de l'oxygène (O₂) pour leur métabolisme énergétique sont appelés des aérobies (*Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Micrococcus*...), tandis que, ceux qui sont incapables de l'utiliser, à cette fin, sont appelés des anaérobies (*Clostridium*, *Propionibacterium*...), ils empruntent, alors, la voie fermentative. Néanmoins, il y en a d'autres qui sont capables d'utiliser les deux voies ils s'appellent aéro-anaérobie facultatifs (Entérobactéries, *Staphylococcus*...).en outre, plusieurs bactéries (*Haemophilus*, *Neisseria*, *Brucella*, *Campylobacter*) exigent, au moins, une fraction de 5-10% de dioxyde de carbone (CO₂), dans l'atmosphère, pour initier leur croissance (Albert G. Moat *et al*, 2002).

Au niveau de l'abattoir, au cours des étapes de la réfrigération et d'emballage des carcasses, la disponibilité de l'oxygène et la composition gazeuse de l'atmosphère, orientent la flore d'altération, c'est ainsi que sous un emballage sous vide et imperméable, la prédominance se déplace des *Pseudomonas* vers *Serratia liquefacence*, en particulier (C. Lahellec *et al*, 1996).

2.4.1.6. Interaction entre les différents facteurs et le concept des Séries de haies

Certes, comme il a été déjà expliqué, que chaque facteur peut jouer un rôle important dans l'activité ainsi que dans la sélection des microorganismes, mais en fait, c'est l'interaction, entre les différents facteurs, qui détermine la nature du microorganisme ou de la flore qui se développera dans un aliment (S.J. Forsythe, 2000). Deux sortes d'interactions sont connues : la synergie et l'antagonisme (Joseph-Pierre Guiraud, 2003). Beaucoup d'avantages ont été tirés, de ces interactions, soit pour empêcher le développement de certaines flores nuisibles ou, au contraire, de favoriser la sélection d'autres flores, utiles pour certaines technologies alimentaires.

En outre, plusieurs facteurs peuvent être utilisés comme une série de haies pour empêcher le développement d'un microorganisme, en effet, ce dernier pourrait s'adapter pour surmonter les conditions

du stress créées par une valeur extrême d'un seul facteur (pH, Température, A_w), par contre, il serait très difficile à ce microorganisme de lutter contre les stress, créés par plusieurs facteurs réunis, par exemple la température et le pH ou la température et l' A_w , au fait, dans un abattoir ce dernier couple (A_w/T°) concrétise bien ce concept dans une salle de ressuage.

2.4.2. Statut Microbiologique des volailles

La bactériologie des animaux, dépend des conditions sous lesquelles ils ont été élevés, nourris, abreuvés, transportés à l'abattoir, abattus et transformés.

2.4.2.1. La flore originelle des volailles dans le bâtiment d'élevage

Dans les bâtiments d'élevage, le poulet de chair a une microflore complexe, constituée, à la fois, de Gram positif et de Gram négatif (Wilhelm H. HOLZAPFEL, 2005). Le mode d'élevage du poulet de chair industriel est caractérisé par : des troupeaux d'oiseaux de nombre important, à croissance rapide, élevés dans des bâtiments clos et sur la même litière. Il est, donc, évident qu'une partie, importante, de cette microflore est d'origine intestinale. Ce mode d'élevage est, aussi, à l'origine de la contamination des volailles par des pathogènes humains comme : *Salmonella*, *Campylobacter*, *Listeria*, *Escherichia Coli*, *Clostridium* et *Staphylococcus aureus* (N.M. Bolder, 2008), dans les bâtiments d'élevage, les deux dernières bactéries sont, souvent, détectées sur le sol, dans la poussière et dans les matières fécales (Jean Louis Jouve, 1996).

N.M. Bolder (2008) rapporte que des bactéries de la flore d'altération constituées, essentiellement, de psychrotrophes telles : *Pseudomonas*, *bactéries lactiques* et *levures*, sont, souvent, présentes sur les volailles vivantes. Toutefois, le personnel de bâtiment, l'aliment de bétail, l'eau de boisson, les oiseaux, les insectes et les conditions météorologiques (le vent), sont, à leurs tours, des facteurs qui jouent un rôle important dans la contamination des volailles dans les bâtiments (FAO/OMS, 2009 ; FSAN, 2005), sans oublier la possibilité de contamination verticale par *Salmonella* dans le couvoir (OMS/FAO, 2009).

Les bactéries, entrant en contact avec les surfaces de volaille, construisent des liaisons physiques, mais aussi, chimiques (polysaccharides) avec ces surfaces (N.M. Bolder, 2008), le temps de liaison est important dans la force d'attachement (phénomène des bio films).

Les volailles contaminées par ces bactéries, sont, généralement, des porteurs sains, sauf les plus jeunes sujets qui expriment, occasionnellement, des symptômes d'infection, (Jean. Louis. Jouve, 1996 ; FSAN, 2005 ; N.M. Bolder, 2008; FAO/OMS, 2009), de plus, les performances zootechniques des volailles, ne sont pas affectées (Jean. Louis. Jouve, 1996). Donc seul le contrôle microbiologique à ce niveau permet de déceler ces infections.

2.4.2.2. Influence de la phase de transport sur le profil bactériologique

Avant d'être abattues, les volailles sont d'abord capturées, chargées dans des caisses, transportées vers l'abattoir et déchargées des caisses. Toutes ces opérations sont stressantes, de plus, la diète hydrique pourrait accentuer les effets du stress (N .M. Bolder, 2008). Pendant le transport à l'abattoir, les matières

fécales représentent la principale source de contamination extérieure (FAO/OMS, 2009).

L'excrétion des bactéries pathogènes, pendant cette phase, conduit, évidemment, à des contaminations croisées, mais aussi, à la contamination des caisses, ces dernières, si elles ne sont pas bien nettoyées et désinfectées, pourraient demeurer une source de contamination pendant plusieurs cycles du transport, un nettoyage et une désinfection, efficaces, diminuent la prévalence des *Salmonella* parmi les troupeaux ultérieurement transportés (N .M. Bolder, 2008).

2.4.2.3. Evolution du profil bactériologique des volailles dans l'abattoir

Plusieurs contaminants bactériens sont, souvent, détectés sur les carcasses au cours ou à la fin de la chaîne d'abattage, ces bactéries peuvent être divisées, selon leurs effets sur la santé du consommateur et/ ou sur la salubrité de la carcasse, en deux groupes : le premier est celui de la flore d'altération, représentée, essentiellement, par les bactéries psychrotrophes, tandis que le deuxième regroupe les bactéries appartenant à la flore pathogène menaçant la santé du consommateur voire même celle du manipulateur.

2.4.2.3.1. La Flore d'altération

La majorité des bactéries de la flore d'altération, souvent, détectées sur les carcasses de volaille, après l'abattage et la transformation, appartient à la flore psychrotrophe (Jean Louis Jouve, 1996).

quant à l'origine de cette flore, N.A. COX *et al* (1998) rapportent que : ces mêmes bactéries, sont parallèlement isolées des plumes, de la peau et des pieds, des volailles vivantes, mais aussi de l'eau, utilisée dans les différentes opérations dans l'abattoir et des équipements, par contre, elles ne sont que rarement détectées dans la flore intestinale.

M.L. Garcia Léopez *et al* (2008), rapportent que la majorité de cette flore, est éliminée pendant l'échaudage et que les niveaux de contamination, par les entérobactéries et les psychrotrophes, augmentent, souvent, après la plumaison.

Parmi les bactéries de la flore psychrotrophe, contaminant les carcasses du poulet, on cite surtout des bactéries à Gram négatif : *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Enterobacteries*, *Corynebactéries* (J. E. L. Corry, 2007). Mais aussi, des Gram positifs : *Bactéries lactiques*, *Microcoque*, *Brochothrix...* etc. (Wilhelm. H. Holzapfel, 2008).

Les *Acinetobacter* suivis de *Corynebactéries* sont les bactéries dominantes sur les volailles vivantes (N. M. Bolder, 2008). Toutefois, cette flore évolue aux différents points de la chaîne d'abattage, en effet, les différentes conditions écologiques (pH et A_w , Température et disponibilité d'oxygène) données aux bactéries au niveau de chaque point de la chaîne, orientent (phénomènes de compétition bactérienne) la dominance de telle ou telle bactérie ; d'où les différences, du profil qualitatif du poulet selon l'abattoir (C. Lahellec *et al*, 1996). Mais ce sont, généralement, les *Pseudomonas* non pigmentées qui dominent pendant le stockage aéré et sous froid, du produit fini (James. M. Jay *et al*, 2005).

2.4.2.3.2. La Flore pathogène

Les bactéries pouvant constituer un danger biologique dans le poulet de chair sont : *Salmonella* spp, *Campylobacter* thermotolérants, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia. Coli*, *Listeria monocytogenes*, mais aussi *Clostridium perfringens* et *Clostridium botulinum*. (DGAL/ Ministère de l'agriculture/ république Française, 2008) et *Yersinia* (C. Lahellec et al, 1996). Les sources habituelles de contamination sont récapitulées dans le tableau n° 13.

Les trois essentielles bactéries pathogènes d'origines alimentaires associées à la viande de volailles : *Salmonella*, *Campylobacter* et *Listéria Monocytogenes*, sont portées asymptomatiquement dans les intestins des oiseaux infectés, alors que *Escherichia Coli* et *Staphylococcus* font partie, respectivement, des flores normales de l'intestin et de la peau des oiseaux (Marcelo L. Signorini et Jos'e L. Flores-Luna, 2010)

Tableau 13 : Bactéries pouvant constituer un danger biologique dans la viande de volaille. Source : DGAL/SDSSAN/ Ministère de l'agriculture, République française (2008).

Origine digestive	Origine environnementale	Origine cutanée
<i>Salmonella Spp</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
<i>Campylobacter thermotolérants</i>		
<i>Clostridium perfringens</i>		
<i>Clostridium botulinum</i>		

2.4.2.3.2.1. *Salmonella* et *Campylobacter*

Dans un abattoir avicole, il y a toujours un risque de contamination des carcasses, par *salmonella*, via le contenu intestinal, mais aussi, par les plumes et/ou la peau contaminée, pendant l'échaudage, la plumaison, l'éviscération et même pendant les autres étapes (AFSSA, 2009). Idem pour *Campylobacter*, en effet, les intestins de volaille offrent à cette dernière bactérie les conditions idéales pour sa croissance, car pour se développer, les *Campylobacter* d'intérêt alimentaire (thermotolérantes) ont besoin d'une température de l'ordre de 42°C et une respiration micro-aérophile (Julien Fosse et Catherine magras, 2004). Or, à la différence des autres animaux qui ont une température intestinale de 37° C, la température des intestins de volaille est de l'ordre de 42°C (Food Standards Australia New Zealand- FSAN-, 2005), en outre, sous la couche , épaisse, du mucus des intestins de volaille, la bactérie trouve son climat favoris ; la micro-aérophile (AFSSA, 2006 ; Camille Delarras, 2007). Ces deux conditions font des volailles le réservoir par excellence de *Campylobacter*.

La campylobactériose, est une maladie banale dont les symptômes (diarrhée accompagnée, souvent de sang dans les selles, douleurs abdominales, fièvre, céphalées et nausées) ne dépassent pas, généralement, les 10 jours. Cependant, elle pourrait être fatale pour les personnes sensibles comme elle peut laisser des graves séquelles dont la plus connue est le syndrome de Guillain-Barré (poly-neuropathie subaigüe).

L'homme s'expose à cette maladie en mangeant surtout de la viande de volaille insuffisamment cuite (OMS/NU, 2012). Les deux espèces du genre *Campylobacter* souvent détectées dans l'industrie de volaille sont *C. Jejuni* et *C. coli* (Marcelo L. Signorini et Jos'e L. Flores-Luna, 2010).

La salmonellose est l'une des toxi-infections alimentaires les plus courante et les plus répandue, le cours clinique de la salmonellose humaine est caractérisé habituellement par une poussée aiguë de fièvre, des douleurs abdominales, des diarrhées, des nausées et parfois des vomissements, dans certains cas, et en particulier chez les très jeunes enfants et les personnes âgées, la déshydratation associée peut être sévère et parfois mortelle (OMS/NU, 2012). L'intoxication par *S. Enteritidis* est couramment associée aux œufs contaminés alors que *S. typhimurium* représente le pathogène d'origine alimentaire régulièrement associé aux volailles (Marcelo L. Signorini et Jos'e L. Flores-Luna, 2010).

Quant à la prévalence de ces deux maladies, elles sont les plus fréquentes dans le monde comme il a été déjà signalé. De plus, en 2010, l'autorité européenne de sécurité sanitaire des aliments (E.F.S.A.) et le centre européen pour le contrôle et la prévention des maladies (E.C.D.C/ EU), ont rapporté ce qui suit : En 2008, *Salmonella spp* demeure le premier responsable des maladies d'origine alimentaire, dans les pays membres de l'union européen (35.4 % des épidémies rapportées et 51.1 % de toutes les épidémies vérifiées), suivi, par les virus d'origine alimentaire (13.1%), alors que, *Campylobacter spp* était à l'origine de 9.2% des épidémies rapportées. Le poulet de chair était impliqué dans 3.7 % des épidémies vérifiées. Des analyses des risques, menées dans 22 états membre, liés aux *Salmonella spp* et *Campylobacter spp*, dans le poulet de chair ont montré que ; *Campylobacter* a été détecté dans 71% des intestins et sur 76% des carcasses des volailles, de plus, l'EFSA (2011) confirme que le poulet de chair est la source majeure des cas humains, de campylobactérioses. Alors que *Salmonella spp* a été détectée dans 15.7% dans les carcasses examinées (EFSA, 2010), quant aux sérovars les plus identifiés ; *Salmonella Enteritidis* était la cause la plus fréquente, suivi de *Salmonella Typhimurium*, des salmonelloses humaines dans les pays membre de l'Union Européen en 2008 (EFSA, 2010).

On constate donc que, les deux bactéries partagent la même importance hygiénique, dans le poulet de chair, d'ailleurs elles sont souvent citées ensemble, et pourtant, on constate que *salmonella* est beaucoup plus recherchée, dans cette matrice, que *Campylobacter* et même que *Listeria monocytogenes*, qui pourrait contaminer le produit à n'importe quel point de la chaîne, en effet, de par son pouvoir entéro-invasif, *Salmonella* représente un risque potentiel de passer au muscle, alors que les deux autres bactéries, ne détenant pas ce pouvoir, ne présentent qu'un risque de contamination superficielle (Jean Louis Jouve, 1996).

2.4.2.3.2.2. Listeria Monocytogenes

Le genre *Listeria* comprend plusieurs espèces de bactéries (bacille à gramme positif) dont *L. monocytogenes*, qui provoque chez l'homme de sérieuses maladies comme les méningites et méningo-encéphalites, chez la femme enceinte elle peut causer l'avortement ou la naissance prématurée et septique

(OMS). De par son pouvoir de se croître dans des basses températures *Listéria* peut causer de nombreux problèmes, une fois introduite dans l'abattoir, cette bactérie relativement résistante, peut se croître sur n'importe quelle surface mouillée (Marcelo L. Signorini et Jos'e L. Flores-Luna, 2010).

2.4.2.3.2.3. *Staphylococcus aureus*

Cette bactérie est souvent présente en faible quantité sur les volailles vivantes (Lahellec et al ,1996), mais il semble que les doigts en caoutchouc, des plumeuses, jouent un rôle, déterminant, dans la dissémination de ce contaminant sur les carcasses (Marcelo L. Signorini et Jos'e L. Flores-Luna, 2010), toutefois le rôle du manipulateur dans la dissémination de ce germes n'est pas négligeable.

Le genre *Staphylococcus* constitue un groupe de bactéries causant plusieurs types de maladies chez l'homme et chez les animaux, elles sont divisées, selon leur pouvoir de coaguler le plasma de lapin, en Staphylococcies à coagulase positif et Staphylococcies à coagulase négatif (ISO : 6888). Parmi les éléments du premier sous groupe, *Staphylococcus aureus* est le plus pathogène, par contre, les staphylocoques du deuxième sous groupes sont considérés comme une partie de la microflore normale de la peau (Marcelo L. Signorini et Jos'e L. Flores-Luna, 2010).

Si les conditions de toxinogénèse lui sont favorables, *Staphylococcus aureus* sécréterait, dans l'aliment, certains composés : entérotoxines, hémolysine, coagulase, nucléase et lipase.

Les entérotoxines provoquent les symptômes d'intoxication par *Staphylococcus aureus* (surtout céphalée et vomissement) (Marie-Laure De Buyser et Laurent Sutrat, 2005).

2.4.2.3.2.4. *Escherichia. Coli*

La plupart des études montrent que les nombres anormalement élevés, de ce contaminant, sont toujours en relation avec les mauvaises conditions d'éviscération (Marcelo L. Signorini et Jos'e L. Flores-Luna, 2010).

Les souches d'*Escherichia coli* sont à l'origine, chez le consommateur, des diarrhées, elles sont groupées en plusieurs catégories spécifiques selon leurs virulences, mécanismes de pathogénéicité et symptômes. Certaines catégories sont : Entéropathogènes (EPEC), Entérotoxinogènes (ETEC), Entéroinvasives (EIEC), Entérohemorragiques (EHEC)...etc.

Les faibles prévalences des maladies causées par : *Listéria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*, ne reflètent pas l'incidence élevée de ces bactéries dans les aliments en général (N. M Bolder, 2008 ; Marcelo L. Signorini et Jos'e L. Flores-Luna, 2010).

2.4.3. Sources de contamination superficielle de la viande volailles dans l'abattoir

Dans l'abattoir, en plus de la flore d'origine présente au moment de la réception, il ya toujours un risque de contamination des carcasses, du premier poste jusqu'au dernier, ces contaminations peuvent provenir des milieux naturels (sol, air et eau), de plus, les instruments et le matériel, mal nettoyés et/ou mal désinfectés, des méthodes de travaux mal exécutées (entrecroisement des secteurs incompatibles et/ou une gestion inappropriée des flux), sont à leur tour une source de contaminations croisées, toutefois, c'est

L'abattoir avicole

le personnel de l'abattoir qui demeure le facteur le plus actif, car non seulement il est porteur des germes, mais de plus, par ses mauvais gestes hygiéniques, il peut véhiculer les germes entre le matériel, les surfaces de travail et entre les différents postes.

2.4.3.1. Matière Première.

La volaille vivante arrive à l'abattoir avec : des pieds, des plumes, une peau et un tractus gastro-intestinal très chargés avec des bactéries de la flore originelle de l'espèce (Arthur Hinton jr et al, 2004), le tableau n° 14 représente un exemple de dénombrement de certaines bactéries, sur les plumes et sur la peau de différentes régions anatomiques du poulet, au moment de la réception à l'abattoir.

Tableau 14 : Dénombrement bactérien sur un poulet de chair entrant dans un abattoir. Source : Kotula et Pandaya, 1995 cité par N.M. Bolder (2008).

Echantillon	LOG ₁₀ du CFU /g			
	La flore totale	<i>Escherichia coli</i>	<i>Salmonella</i>	<i>Campylobacter</i>
Plumes sur				
Brechet	7.6	8.0	7.2	7.5
Cuisse	7.7	7.8	6.5	7.3
Pilon	7.7	7.9	6.5	7.4
Peau sur				
Brechet	8.3	7.4	6.3	.69
Cuisse	8.0	6.3	5.9	6.4
Pilon	8.3	6.6	5.8	6.4

2.4.3.2. Main d'œuvre.

L'homme pourrait contaminer les aliments ou les surfaces, par ses flores (cutanées, oropharyngées et intestinales), s'il ne respecte pas les mesures d'hygiène et /ou par ses mauvais gestes.

-La matière fécale de l'homme contient 10^{10} à 10^{11} germes/ g (Elisabeth Chachaty et Antoine Andermont, 2007), elle est composée essentiellement des anaérobies strictes (*Clostridium*) (Jean Figarella *et al*, 2007), mais aussi, des aéroanérobies (Entérobactéries, les Entérocoques et les lactobacilles) (Chantal Baudry et Huguette Brezellec, 2006) et d'une flore transitoire constituée de levures, des *Pseudomonas*, *Staphylococcus aureus* (Chantal Baudry et Huguette Brezellec, 2006).

Dans le milieu extérieur, elles ne persistent que : les aérobies et les *Clostridium* (anaérobies sporulées) qui constituent donc des indices de contamination fécale.

-La peau, héberge de 10^{10} à 10^{14} microorganismes, sous les couches desquamées de l'épiderme et dans

les follicules pilo-sébacés (Joseph Pierre Guiraud, 1998).

Staphylococcus epidermidis, des *Staphylococcus* (autres que *Staphylococcus aureus*), et *propionibacterium*, constituent la flore résidante (Chantal Baudry et Huguette Brezellec, 2006), elles sont constamment présentes et difficilement éliminables, en totalité, par un nettoyage voire même après l'utilisation des antiseptiques (Jean. Fegarella et al, 2007).

Staphylococcus aureus, *Streptococcus pyogènes*, *Pseudomonas*, *Entérobactéries*, *Acinetobacter*, constituent la flore transitoire et elles sont facilement éliminables (Jean Figarella et al, 2007). Ces bactéries sont, soit pathogènes, soit occasionnellement pathogènes soit opportunistes, d'où l'utilité de nettoyage des mains, car ces dernières en portent des pathogènes responsables de certaines intoxications alimentaires (*Salmonella*, *Shigella*, *Staphylococcus aureus*...).

-La flore oropharyngée est très abondante, sa composition varie selon le territoire anatomique ; la cavité buccale est hébergé les streptocoques (*S. Salivarius*, *S. mitis*, *S. sanguis*...), le pharynx est peuplé de *Neissiria*, alors que, les microcoques et les staphylocoques sont prédominantes dans les fosses nasales, (Chantal Baudry et Huguette Brezellec, 2006 ; Jean Figarella et al, 2007).

2.4.3.3. Milieu.

1. L'eau utilisée pour plusieurs opérations du process, pour le nettoyage et la désinfection du matériel, des surfaces et par le personnel, pourrait être une source, potentielle, de contamination, à tous les niveaux de la chaîne. Elle contient une flore très diversifiée (J.F.Mescle et J.Zucca, 1996). L'eau peut contenir aussi, des pathogènes spécifiques comme : *Salmonella* (typhi et paratyphi A et B), *Escherichia Coli*, *Shigella*, *Yersinia enterocolitica*, *vibrio cholerae*, mais aussi des pathogènes opportunistes (H. Leclerc et A. A. Mossel, 1989). En somme, on y retrouve des bactéries d'altération, psychrotrophes et mésophiles, mais aussi des pathogènes comme *Salmonella* et *Shigella*, d'où l'importance de la maîtrise de sa qualité bactériologique.
2. Le sol contient, pratiquement, les mêmes microorganismes cités pour l'eau (James. M. Jay et al, 2005), en effet, de point de vue microbiologique, l'eau et le sol sont, souvent, rassemblés, du fait de nombreuses interactions entre les deux milieux (J.F. Mescle et J. zucca 1996). De point de vue quantitatif, le nombre de microorganisme du sol dépend de sa richesse en matière organique (Romain Jeantet et al, 2006), Néanmoins, le changement, en continu et de façon brutale, des conditions physico-chimiques (pH, Aw, Température), ne le fait pas un milieu idéal pour la survie des microorganismes, raison pour laquelle les microorganismes résistants aux conditions environnementales sévères (Gram positif, moisissures, spores...etc.) y sont les prédominants (Jean Fegarella et al, 2007).
3. L'air est chargé de microorganismes, en transit, dont l'origine est : le sol, les eaux ainsi que l'homme et les animaux (Chantal Baudry et Huguette Brezellec, 2006). En raison de l'absence des nutriments dans l'air, les microorganismes, ne s'y multiplient pas, ils y sont portés et véhiculés par

les poussières ou par des microgouttelettes (H. Miettinen *et al*, 2005). La composition de la flore de l'air dans une salle dépend, essentiellement, de l'activité qui y est exercée (Jean Figarella *et al*, 2007), elle est composée, notamment, de bactéries à Gram positif et de moisissures (microorganismes résistants), s'il s'agit d'une salle vide, alors que dans une salle où l'homme et /ou des animaux sont présents, s'ajoute, aux flores précédentes, la flore commensale des sphères oropharynx de l'homme et des animaux (*Streptocoque et Neissiria*).

2.4.3.4. Matériel.

Durant toutes les étapes du process, les carcasses sont en contact avec le matériel et les surfaces, qui sont sujets à des abrasions, des fissures et des ébréchures, sous l'effet, d'une part, de l'action mécanique et, d'autre part, des produits chimiques, en conséquent, elles se chargent avec de la matière organique et deviennent des nids bactériens.

En outre, les opérations de nettoyage et de désinfection inefficaces et mal programmées dans un abattoir, ont pour conséquence le développement, sur ses surfaces, des biofilms, difficile à éliminer, qui se forment, principalement, en deux temps : d'abord les microorganismes s'attachent, par une simple attraction électrostatique, aux surfaces, le process est réversible à cette étape (S. Notermans and S. C. Powell, 2005), ensuite les microorganismes libèrent une matière, polysaccharidique, qui forme une matrice extracellulaire, cette dernière relie, fermement, les cellules bactériennes aux surfaces, cet attachement est irréversible et difficile à éliminer (K. P. Lemon *et al*, 2008), les bactéries se multiplient et forment d'abord des microcolonies et ensuite un biofilm (J.F. Mesle et J. Zucca, 1990), qui représente l'instrument de la contamination par les surfaces.

2.4.3.5. Méthodes du Travail.

Les volailles arrivent à l'abattoir avec une charge bactérienne, généralement, élevée, à la différence des autres industries agroalimentaires, la difficulté de décontamination des carcasses, dans un abattoir, réside dans l'absence d'un traitement thermique, même l'utilisation des produits chimiques est réglementée dans certains pays, voire interdite dans d'autres. La mise en place et l'application des méthodes scientifiques (les bonnes pratiques d'hygiène et HACCP) pour maîtriser les dangers inhérents à l'activité, restent donc, les seuls moyens disponibles pour décontaminer les carcasses. Mais, pour ne pas contrecarrer les avantages de ces approches, il faut travailler avec des méthodes correctes, pour empêcher, d'une part, l'apport de nouveaux contaminants et d'autre part la multiplication des bactéries existantes, cela impose deux impératifs :

1. La séparation dans l'espace et/ou dans le temps, des secteurs incompatibles (Sales/propres et chaud /froid), ceci est possible par le respect des principes, de marche en avant et de non entrecroisement des flux (la gestion raisonnée des flux) (CAC /RCP 58-2005).
2. L'abaissement, aussitôt que possible et rapide, de la température des carcasses à un niveau qui

permet d'assurer et la sécurité et la salubrité des carcasses (CAC /RCP 58-2005).

2.4.4. Contamination des viandes de volaille lors de l'abattage.

a) L'Étourdissement

Sur le plan hygiénique, les volailles libèrent des matières fécales pendant l'étourdissement (Food Security & Inspection Services FSIS/USDA, 2010), les frémissements et les battements des ailes, provoqués par la charge électrique, peuvent ainsi transférer les bactéries de l'intérieur vers l'extérieur de l'oiseau. Une bonne diète hydrique et un rinçage après l'étourdissement peuvent diminuer cette contamination.

b) La Saignée.

Sur le plan sanitaire, il va de soi que l'utilisation d'un seul couteau pour saigner plusieurs oiseaux (surtout sales ou malades) sans qu'il y ait de mesures pour le décontaminer constitue une source de contaminations croisées.

c). L'Échaudage

Plusieurs paramètres, de cette étape, influent sur la qualité bactériologique des carcasses : le premier paramètre est la température du bac, en effet, contrairement aux carcasses échaudées à des températures basses, et qui arrivent à la salle de ressuage sans aucune détérioration de la couche épidermique de la peau (N.M. Bolder, 2008), les carcasses préparées pour une congélation, subissant un haut échaudage de 58-60°C, perdent cette même couche à la plumaison (FSIS/USDA, 2010), or, le détachement de la couche superficielle de la peau, facilite la contamination des carcasses par les bactéries (N.M Bolder, 2008), le tableau n° 15 montre cette influence sur l'incidence de *Salmonella* et de *Campylobacter* sur les carcasses.

Tableau 15 : Nombre de *Salmonella* et de *Campylobacter* : log (NPP /carcasse) sur des carcasses de volaille échaudées à différentes températures. Source : Slavic et al (1995), cité par N.M. (Bolder 2008).

Bactérie	Température du bac d'échaudage C°	Essai		
		1	2	3
<i>Salmonella</i>	52	3.00	3.17	3.09
	56	3.16	3.17	3.34
	60	3.50	3.48	3.36
<i>Campylobacter</i>	52	3.64	3.30	4.18
	56	3.39	2.94	3.39
	60	4.08	3.59	3.98

Le deuxième paramètre est la capacité d'abattage : il est évident qu'avec des carcasses portant des charges bactériennes et organiques, énormes, plus la capacité d'abattage est élevée, moins sera la capacité du bac à éliminer toutes les charges qui le submergent à chaque moment.

Pour palier cet inconvénient, d'autres alternatives sont proposées entre autres le recours à l'échaudage sur

plusieurs étapes (plusieurs bac).

Une diète hydrique diminue sensiblement la défécation, de plus, l'utilisation des homogénéisateurs (dans le bac) facilite la dissolution : des matières fécales, des bactéries et des matières organiques suspendues dans l'eau et, en fin, une bonne fréquence du changement de l'eau évacue ces sources de contamination vers l'extérieur du bac.

Le troisième paramètre est le pH du bac, ce paramètre avec la présence des matières organiques influence la valeur de destruction décimale (D_{10}) à une température donnée (N.M. Bolder, 2008). En effet, pendant l'abattage commercial des volailles, l'acide urique des fèces diminue, en l'espace de 02 heures de travail, le pH du bac passe de 8,4 à 6, alors que les matières organiques jouent un rôle de tampon pour maintenir le pH à une valeur de 6 à 7 (FSIS/USDA, 2010). De plus, N.M. Bolder (2008) constate qu'à un pH = 6 la valeur de destruction décimale (D_{10}), de tous les microorganismes est à son apogée et toute déviation du pH aura pour conséquence, la diminution de cette valeur, il ajoute que la diminution du pH à 6, augmente à 52 ° C, la valeur D_{10} de *Salmonella typhimurium*, de 17 à 49 minutes.

d). La Plumaison

La nature des matériaux, utilisés pour fabriquer les doigts plumeurs (caoutchouc), crée des problèmes d'ordre microbiologique (Jean-Louis Jouve, 1996), en effet, à force d'utilisation, les doigts en caoutchouc présentent des fissures et de porosités qui deviennent des nids d'accumulation des matières fécales, en outre, la force de contact entre les doigts plumeurs et la carcasse, provoquant la libération des matières fécales, des plumes et de la peau, entraînent l'attachement des bactéries aux doigts.

Selon N.M. Bolder (2008) plusieurs études ont montré que les *Staphylococcus aureus*, s'attachent aux doigts malgré leur force de rotation. Lesquels doigts, traitent des centaines voire des milliers de carcasses dans un laps de temps court, par conséquent, ils deviennent des nids microbiens et une source de contaminations croisées, à un point où une même bactérie peut être isolée à partir de plus de 700 carcasses, après le passage d'une carcasse contaminée par cette bactérie (N.M. Bolder, 2008). En outre, l'eau réutilisée, constitue une autre source de contamination croisée à cette étape (FSIS/USDA, 2010).

Les niveaux de contamination par : *salmonella* et *Campylobacter* (FSIS/USDA, 2010), mais aussi, *Staphylococcus aureus*, *E. coli*, et *Pseudomonas* (Jean-Louis Jouve et colla, 1996), augmentent sensiblement après cette étape.

La maîtrise, des opérations de nettoyage et de désinfection, représente un outil incontournable pour abaisser le risque des contaminations croisées, au niveau de cette étape.

Une plumeuse dotée d'un système de rinçage intégré, pourrait prévenir l'attachement des bactéries sur les doigts de caoutchouc et sur les carcasses (N.M. Bolder, 2008 ; FSIS/USDA, 2010).

e). L'Éviscération

Qu'elle soit manuelle ou automatique, l'éviscération comporte toujours un risque de perforation des intestins et une contamination de la carcasse par le contenu intestinal, ce dernier renferme 10^{10} à 10^{11}

germe par gramme de matière fécale (DGAL /Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, République Française ; 2008).

Prendre soin à l'hygiène des mains et des instruments et manipuler avec adresse, s'il s'agit d'une éviscération manuelle. Si l'opération est mécanique il faut veiller au bon réglage, au bon fonctionnement des machines et à l'homogénéité des carcasses.

Le lavage, rapide et à plusieurs étapes, des carcasses peut, non seulement, empêcher la contamination mais aussi l'adhérence des bactéries sur les carcasses (CAC/RCP 58-2005).

f). Le Refroidissement

La croissance des bactéries psychrotrophes, responsables de l'altération des viandes et de poulet, est possible à des températures allant de 0 à 5°C (James. M. Jay et *al*, 2005). Quant aux pathogènes, *Clostridium botulinum* type E est le seule capable de se multiplier dans cet intervalle (à 3,3° C), mais il est plutôt pisciaire et ne concerne, généralement, pas cette matrice alimentaire.

En somme, il est important donc que la température finale du produit soit, au moins, inférieure à 5°C, d'ailleurs, la réglementation exige +4°C (Arrêté interministériel du 21 Novembre 1999, relatif aux températures et procédés de conservation par réfrigération, congélation ou surgélation des denrées alimentaires). De plus, et afin d'éviter toute multiplication des pathogènes, il est recommandé que cette température, spécifiée, doit être atteinte dans un laps de temps ne dépassant pas, dans la mesure du possible, les deux heures (02h) (CAC/RCP 46-1999).

Les aérosols constituent la source majeure de contamination dans les salles de refroidissement par aération (N.M. Bolder, 2008). En effet, après un temps donné, l'eau se givre sur les condensateurs, leur maintenance nécessite un dégivrage. Or au cours de cette opération, surtout, dans les grands tunnels, comportant plusieurs unités de refroidissement, les ventilateurs soufflent de l'eau contaminée sur les carcasses. Alors que dans les bacs de refroidissement par immersion, la seule solution pour limiter les contaminations croisées est le recours à l'utilisation des antimicrobiens.

g). L'emballage

Le poulet de chair est un produit hautement périssable, dans les chambres de ressuage la flore psychrotrophe surtout les *Pseudomonas*, est la prédominante. A la sortie de ces chambres les carcasses, seront manipulées, elles sont soit conditionnées et emballées entières soit après être coupées, en partie ou en totalité. Or, la température des salles d'emballage est généralement ambiante, elle favorise, par conséquent, la croissance des psychrotrophes. De plus, tout manque d'hygiène lors de la manipulation contribuera davantage à la contamination des carcasses (Alfonso Totosaús-Sánchez, 2010), en effet, l'emballage requiert une grande manipulation surtout lorsqu'il est réalisé après des découpes.

D'un autre côté, l'utilisation de certains types d'emballage comme le sous vide ou sous atmosphères modifiées, déplace la prédominance de *Pseudomonas* vers d'autres bactéries et particulièrement *Serratia liquefacence* comme il a été déjà signalé.

L'abattoir avicole

Donc la maîtrise des conditions d'hygiène lors de manipulations et la maîtrise des conditions de l'environnement est nécessaire pour prévenir ou réduire la contamination à ce niveau.

En conclusion, dans l'abattoir la volaille est exposée à la contamination bactérienne à toutes les étapes, mais il est fort probable que : l'échaudage, la plumaison et l'éviscération sont les étapes les plus contaminatrices.

La maîtrise de la qualité bactériologique à l'abattoir constitue donc un impératif pour assurer la sécurité sanitaire des viandes de volaille et pour limiter l'altération du produit et, par conséquent, allonger sa durée de vie commerciale.

Troisième Chapitre : Maîtrise de la qualité microbiologique et de la sécurité sanitaire de la viande de volaille

3.1. Introduction

Le développement de la science et de la technologie a contribué à la modernisation des moyens de production dans les secteurs de l'agriculture et de l'agroalimentaire. Les surplus de la production ont inspiré les technologues à créer, pour chaque type d'aliment, de multiples branches de transformations. Néanmoins, cette grande diversité dans l'industrie agroalimentaire et la pluralité des investisseurs ont créé un climat de concurrence déloyale. Les industriels pensent, souvent, à augmenter la production sans tenir en compte la qualité des aliments. Ce déséquilibre a conduit, surtout, dans les deux dernières décennies du siècle précédent à l'apparition de plusieurs crises sanitaires. Le consommateur, perdant confiance dans tout ce que lui est exposé, adopte un comportement de suspicion et devient de plus en plus exigeant, exerçant ainsi une sorte de contrôle rétroactif, il revendique la sécurité et la qualité des aliments qu'il achète, dans les pays développés il requiert, à travers les associations de protection des consommateurs, même la certification de la qualité (Ioannis. S. et Aikaterini. K, 2009). Dans notre pays, malgré l'existence depuis 2005 d'un organisme d'accréditation : l'ALGERAC (Organisme Algérien d'Accréditation) l'importance de ces notions, d'accréditation et de certification, ne trouve pas encore sa place dans les esprits des industriels et des consommateurs algériens.

La sécurité sanitaire des aliments devient une préoccupation majeure des pouvoirs publics et des associations de protection des consommateurs, de profonds changements ont été apportés aux législations et aux approches de contrôle et d'inspection des aliments. Alors que la notion de la qualité s'est installée et s'est développée parmi les industriels et les distributeurs de grandes marques de telle sorte qu'elle est devenue même une arme de concurrence entre les professionnels.

3.2. Les outils de la qualité et de la sécurité des aliments

La définition de la qualité selon la norme ISO 9000:2000 est : l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit, d'un processus ou d'un service qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins implicites ou explicites (FAO/NU, 2004).

Le contrôle de la qualité, l'assurance de la qualité et Le Management de la qualité totale sont parmi les outils importants pour maîtriser la qualité.

3.2.1. Le contrôle de la qualité (QC) et l'assurance qualité (QA)

QC et QA sont deux approches différentes, même si elles partagent les moyens, leurs motivations et leurs finalités sont différentes, chaque approche requiert : des compétences, des méthodes de travail et une organisation à part. En effet, selon C. de W. Blackburn (2007), le contrôle qualité est une approche réactive influencée par les textes réglementaires et/ou les spécifications commerciales, elle est destinée à assurer la conformité du produit avec ces exigences, alors que, l'assurance qualité est une approche préventive guidée par les standards propres à l'entreprise et qui a pour but de satisfaire le consommateur. L'Assurance qualité est définie comme étant l'ensemble des activités planifiées et systématiques, mises en œuvre dans le cadre du système qualité, dont il est possible de démontrer le cas échéant qu'elles

permettent d'avoir confiance dans la capacité d'une entité à satisfaire aux exigences de la qualité (FAO, 2006). L'importance de l'assurance qualité réside dans le fait que même elle n'assure pas la supériorité d'un produit elle donne par contre la confiance que le produit en question est fabriqué, constamment, en conformité avec des mêmes standards et elle facilite, par conséquent sa commercialisation.

3.2.2. Le Management de la qualité totale (TQM)

Le TQM est défini comme étant, tout effort consenti pour une amélioration continue de la qualité de tous : process, produit ou service, par l'implication du tous le personnel, ce qui conduit à : la satisfaction du consommateur, la loyauté, et l'amélioration des revenus commerciaux (N. B. Webb & J. L. Marsden, 1999).

La philosophie du management de la qualité totale, telle qu'elle a été conçue par monsieur Deming en 1959, se base sur l'amélioration continue de la qualité en suivant quatre Principes : planification des objectifs, mise en œuvre de ce qui à été planifié, vérification de l'efficacité de ce qui à été mis en œuvre et réaction pour progresser vers d'autres objectifs meilleurs, qui se répètent en continu, en quête de satisfaire les attentes des utilisateurs.

Un système qualité avec ses composantes (QA, QC et MQT) malgré les avantages qu'il apporte à la qualité des aliments et même à leur sécurité reste cependant facultatif et volontaire. Un industriel même si il certifié conforme à un standard, de qualité, doit d'abord suivre d'autres outils obligatoires pour assurer la sécurité des aliments qu'elle produit, parce que cette sécurité et du domaine de la législation et/ou de la réglementation et donc obligatoire. En outre la sécurité et la salubrité des aliments sont parmi les attentes, explicites, du consommateur (Olivier Boutou, 2006) et ils constituent donc un point d'articulation entre un système qualité et les exigences de la réglementation.

Un aliment est considéré comme sûr, lorsqu'il ne comporte aucun danger, qui menace la santé des consommateurs. Ce danger pourrait être un agent : biologique, chimique ou physique, présent dans un aliment, ou état de cet aliment pouvant avoir un effet adverse sur la santé (Codex alimentarius, 2011). Seul le danger biologique, spécialement bactériologique, relève du propos du présent travail.

Jusqu' à un passé récent, l'approche suivi pour garantir la sécurité bactériologique des aliments, se basait d'abord sur l'application rigoureuse des principes d'hygiène, confirmée, selon une fréquence déterminée ou en cas de besoin, par un contrôle microbiologique des produits finis. Cependant, cette approche n'a pas protégé les consommateurs des dangers, c'est ainsi que plusieurs crises sanitaires et des épidémies, d'origine alimentaire, avaient paniqué les consommateurs et ébranlé les pouvoirs publics et les industriels. Certaines de ces crises résultaient de la contamination des aliments en amont (ESB, Dioxines), alors que d'autres résultent de la contamination du produit après sa fabrication (listériose). Face à cette situation et en quête de protéger le consommateur et de regagner sa confiance, les scientifiques et les pouvoirs publics ont pensé à des nouveaux outils pour assurer la sécurisé des aliments

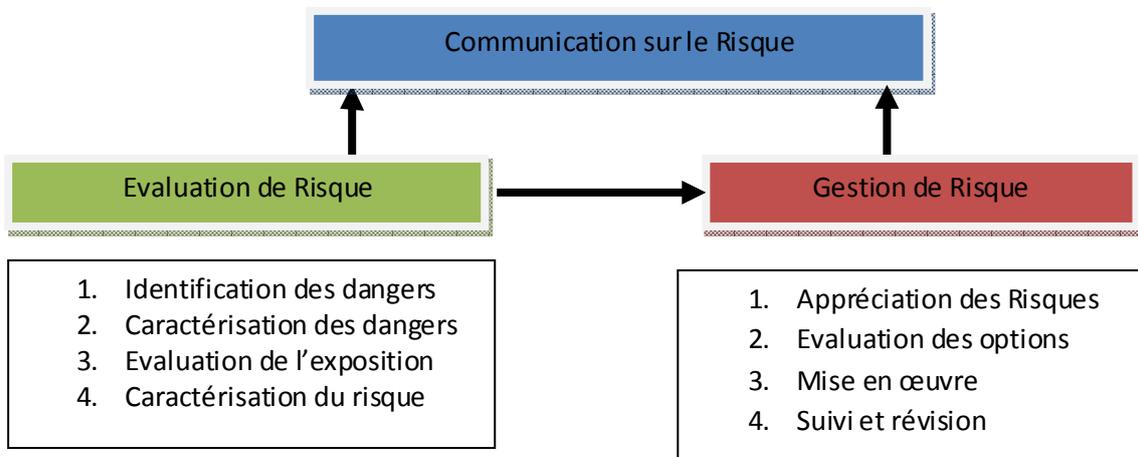
Pour maîtriser les dangers, il faut mettre en place un système qui permet : d'évaluer ces dangers, de

mesurer les niveaux de contamination de l'aliment, par ces dangers, à chaque segment d'une filière et de caractériser leurs effets sur la santé des consommateurs. Toutefois, les données scientifiques et la réalité du terrain montrent que le concept d'un aliment, totalement, exempt du danger n'existe pas (Jean-Louis Jouve, 1996 ; S. J. Forsythe, 2000 et James. M. Jay et *al* 2005) et il y a toujours un risque de contamination - le risque est par définition : une fonction de probabilité de l'apparition du danger (codex alimentarius, 2011) - la sécurité et la salubrité des aliments sont reliées, à un niveau du risque, préalablement fixé et jugé acceptable dans un contexte donné (S. J. Forsythe, 2000). L'établissement d'un niveau de risque acceptable, dans un contexte donné, implique l'application d'une analyse de risque.

3.2.3. L'Analyse de Risque

L'analyse de risque est une approche scientifique, pluridisciplinaire et intégrale, appliquée sur toute une chaîne alimentaire, elle est composée, selon le codex alimentarius, en trois composantes interconnectées, dont une est purement scientifique à savoir l'évaluation du risque, les deux autres sont : la gestion et la communication sur le risque (codex alimentarius, 2011), les relations entre ces trois composantes ainsi que les étapes de chacune d'entre elles (Codex alimentarius/ CAC/GL 62-2007) sont schématisées dans la figure n° 05.

Figure 05 : Analyse de risque. Source : (Codex alimentarius, 2007)



Dans une filière donnée, les études d'analyse des risques constituent la matrice de tous les autres programmes destinés à assurer la sécurité sanitaire des aliments, autrement dit, la majorité de ces programmes n'est autre que des moyens pour gérer les risques en question.

Toute étude d'évaluation d'un risque biologique et particulièrement microbiologique, dans un aliment, après identification des dangers, renseigne sur les niveaux de contamination de l'aliment dans chaque segment de la filière et dans chaque étape dans un segment et caractérise les niveaux de risques encourus par les différentes catégories de consommateur à chaque segment de la filière. Pour gérer le risque biologique en question, il faut donc mettre en place des critères d'évaluation qui confirment qu'un

aliment ne dépasse pas le risque toléré, qu'une surface, dans un process, n'est pas contaminatrice, de plus, ils doivent constituer un moyen d'expertise pour toutes les parties intéressées, à cet effet, l'analyse des risques permet l'établissement des critères microbiologiques.

3.2.4. Les Critères Microbiologiques

Les critères microbiologiques précisent : l'identification de l'aliment et les ingrédients qu'il contient, les profils qualitatifs et quantitatifs des microorganismes (et/ou leurs toxines/métabolites) concernant la sécurité mais aussi la salubrité d'un aliment, les plans d'échantillonnage et de traitement des échantillons et l'interprétation des résultats (CAC/GL 21-1997 ; k. B. Harris et al, 1999), l'acceptabilité d'un procédé, d'un produit ou d'un lot de produit basé sur l'absence ou la présence, ou le nombre de microorganismes/ou une quantité de leur(s)toxine/métabolites, par unité de masse, de volume ou de surface (Centre québécois d'inspection des aliments et de santé animale/ gouvernement québécois / Canada, 2009). En effet, ils constituent, avec les méthodes d'analyse normalisées, une feuille de route pour fiabiliser et harmoniser les analyses bactériologiques et contribuent, par conséquent, à la sécurité des aliments.

Chaque pays, à la lumière des études d'analyse des risques inhérents à une matrice alimentaire, doit établir ses propres critères microbiologiques, Cependant cette règle n'est pas suivie dans notre pays. En effet les critères microbiologiques sont transposées, à partir d'autres textes (généralement celles de codex alimentarius), dans la réglementation nationale, sans prendre en considération le contexte dans lequel les aliments sont produits ou les spécificités de notre pays.

Le risque zéro n'existe pas, chaque industriel doit donc se préparer à l'avance pour agir en cas d'apparition du danger dans un segment donné de la chaîne alimentaire, en mettant en place les moyens nécessaires lui permettant de retirer l'aliment, susceptible de contenir ce danger, de la consommation et de déterminer les causes de son apparition, pour les éviter prochainement. D'où vient la notion de la traçabilité.

3.2.5. La Traçabilité

La commission du codex alimentarius (CAC/GL 60-2006) définit la traçabilité/traçage des produits comme étant: la capacité à suivre le mouvement d'une denrée alimentaire à travers une (des) étape(s) spécifiée(s) de la production, de la transformation et de la distribution.

Cet outil devrait, d'une part, contribuer à la protection des consommateurs et d'identifier, d'autre part, à n'importe quel point de la chaîne alimentaire (de la production à la distribution) l'origine du produit (une étape en amont) ainsi que sa destination (une étape en aval).

De sa part la réglementation européenne (Art 18 /Règlement 178/2002 du paquet d'hygiène), exige aussi la traçabilité comme outil de sécurité sanitaire des aliments.

En somme, pour assurer la sécurité des aliments, les critères microbiologiques et la traçabilité sont donc des moyens de gestion de risque appliqués sur tous les segments d'une chaîne alimentaire.

A l'échelle d'un segment (d'une filière donnée), les nouvelles approches, axées sur la notion de prévention pour assurer la sécurité des aliments, requièrent que l'aliment doive être produit dans un environnement d'hygiène parfait, cela implique la mise en place et l'application des programmes préalables à tout système destiné à assurer la sécurité des aliments.

3.2.6. Les Programmes Prérequis

Ces programmes représentent les mesures et les activités de base nécessaires pour maintenir, un environnement hygiénique, tout au long d'une chaîne alimentaire (Didier Blanc, 2006) leurs appellations découlent du segment, de la chaîne alimentaire, sur lequel s'applique tout système destiné à assurer la sécurité et/ou la qualité des aliments (BP = Bonnes pratiques : BPA d'agriculture, BPV vétérinaires, BPP de production, BPF de fabrication, BPH d'hygiène). Ils sont, généralement, rassemblés dans des guides spécifiques de chaque secteur, établis par ses professionnels, en concertation ou après consultation des organes scientifiques et, en fin, validés par les autorités compétentes.

Dans un abattoir, qui représente le sujet de cette étude, les bonnes pratiques d'hygiène, constituent le prérequis adéquat, il s'agit de mesures destinées à minimiser la contamination et à garantir l'hygiène (sécurité et salubrité) tout au long de la chaîne de production (FAO/NU, 2006), le code d'usage en matière d'hygiène pour la viande, de codex alimentarius (CAC/RCP 58-2005) en constitue un texte de référence. Il faut noter que certaines mesures de ce code sont transposées dans les réglementations nationales de quelques pays, leur application est devenue, par conséquent, obligatoire.

Les bonnes pratiques d'hygiène dans un abattoir spécifient, généralement, les mesures relatives aux:

- Locaux de production (installation, construction, et disposition ...etc.).
- Matériel fixe et instruments (installation, disposition, nature des matériaux ...etc.).
- Méthodes de travail (déroulement de l'abattage et d'habillage et spécification techniques de certaines opérations).
- Personnel (formation, santé, hygiène).
- Matières premières (la volaille vivante) : santé, propreté, conditions de transport.
- Contrôle des opérations (y compris la température, les matières premières, l'approvisionnement en eau, les documents et procédures de rappel...etc.).
- Critères microbiologiques, méthodes d'échantillonnage, le traitement des échantillons et même l'interprétation des résultats.
- Le nettoyage et la désinfection.

De par son importance, le dernier chapitre se distingue nettement des autres, en effet, tout échec dans la conduite de ces opérations aura de graves conséquences sur la salubrité et la sécurité des aliments, d'ailleurs, certain pays comme les Etats Unies d'Amérique ont standardisé les opérations de nettoyage et

de désinfection, elles portent le nom SSOP (Sanitation Standard Operating Procedure), elles requièrent alors une mise en place à part et des audits d'accréditation.

3.2.7. Le Nettoyage et la Désinfection

L'application avec succès des opérations de nettoyage et de désinfection, nécessite la mise en place d'un protocole qui spécifie : la nature des produits, leurs doses, les fréquences ainsi que les procédures d'application. Ce protocole nécessite aussi une validation moyennant des analyses de laboratoire et des tests statistiques ainsi qu'une surveillance d'efficacité (Muriel Jérôme Bariller, 1998). Plusieurs techniques ou méthodes sont suivies pour réaliser ces opérations.

D'autre part, il faut noter que la connaissance des caractéristiques physicochimiques (dureté, pH) de l'eau qui constitue le solvant de base, est cruciale pour maîtriser ces opérations (L. Keener, 2005).

Dans tous les cas il est important de laver d'abord, avec de l'eau, pour éliminer toute trace de matière organique visible, ensuite appliquer des détergents et rincer et en fin désinfecter et rincer (FSIS/USDA, 2010).

L'efficacité des opérations de nettoyage et de désinfection est liée à quatre facteurs essentiels à savoir :

1. L'action liée au temps de contact (Temps) entre le produit et la surface à nettoyer.
2. L'action mécanique liée au matériel du nettoyage (Action).
3. L'action physico-chimique liée au produit (Concentration).
4. L'action liée à la température (T°) de l'eau et/ou du produit chimique.

D'où l'abréviation « TACT » (Franck Demeziere et GSF Celtus, 1999).

Une gamme de produits chimiques (détergent et désinfectant) est disponible sur le marché, le choix d'un produit obéit aux critères suivants : le numéro d'homologation officielle, la biodégradabilité, le spectre d'activité, la compatibilité avec le secteur d'activité et avec le matériel en place, d'autre part, il est important de diversifier les produits chimiques (détergent et désinfectants) pour empêcher l'apparition des phénomènes d'accoutumance et aux biocides.

Comme il a été déjà signalé, les anciennes approches de contrôle ne conviennent plus à gérer les risques, car à chaque niveau de la chaîne alimentaire il faut aussi analyser les dangers, déterminés par l'évaluation des risques, pour les éliminer ou les réduire, à cet effet, la commission de codex alimentarius, en tant qu'organe de référence international en matière d'hygiène et de sécurité sanitaire des aliments, avait recommandé de substituer l'ancienne approche rétrospective, par une autre qui est d'abord préventive mais, surtout : totale, intégrale et applicable sur tous les segments d'une chaîne alimentaire, d'où la généralisation du système HACCP. Qui est devenu le système universellement préféré pour éliminer ou réduire les risques, relatifs aux aliments, à un niveau acceptable.

HACCP est l'acronyme de l'expression en anglais « Hazard Analysis Critical Control Points » son équivalent en français est : système d'analyse des dangers et points critiques pour leur maîtrise, il s'agit

d'un système conçu vers la fin des années 60 du siècle précédent aux Etats Unis d'Amérique, son adoption dans le secteur agroalimentaire, revient à l'armée américaine et à la NASA (National Aeronautics and Space Administration), ces deux institutions ne tolérant aucun risque dans l'alimentation des astronautes, avaient collaboré avec la compagnie Pillsbury pour produire la subsistance des astronautes en appliquant ce système.

3.2.8. L'HACCP

Le texte du codex alimentarius : principes généraux d'hygiène alimentaire CAC/RCP 1-1969, Révision 4 (2003), notamment son appendice pages 20-29, relative au système d'analyse des dangers - points critiques pour leur maîtrise (HACCP) et directives concernant son application, constitue la référence internationale en la matière. Raison pour laquelle il a été préféré, dans ce travail, comme texte de référence pour traiter la présente section.

Le HACCP est un système qui conduit à la production d'un aliment sûr et sain par une analyse des dangers qui pourraient le contaminer à chaque étape de la production et de la transformation (James M. Jay *et al*, 2005), c'est un protocole fondé sur des bases scientifiques et cohérentes et qui définit des dangers spécifiques et indique les mesures à prendre en vue de les maîtriser et de garantir la sécurité de l'aliment (S.J. Forsythe, 2000). Il constitue un outil qui permet d'évaluer les dangers et de mettre en place des systèmes de maîtrise axés davantage sur la prévention que sur l'analyse du produit fini (commission de codex alimentarius, 2003).

Le système HACCP peut être appliqué d'un bout à l'autre de la chaîne alimentaire, depuis le stade de la production primaire jusqu'à celui de la consommation, sa mise en application doit être guidée par des preuves scientifiques des risques pour la santé humaine (commission de codex alimentarius, 2003).

Pour être appliqué avec succès, le système HACCP requiert l'engagement sans réserve et la pleine participation de la direction et du personnel. Il exige de plus une approche pluridisciplinaire devant comprendre, dans la mesure du possible, une expertise dans les domaines de l'agronomie, de la santé vétérinaire, de la production, de la microbiologie, de la médecine, de la santé publique, de la technologie de l'alimentation, de l'hygiène de l'environnement, de la chimie et de l'ingénierie selon les besoins de l'étude (commission de codex alimentarius, 2003).

Le système HACCP repose sur les sept (07) principes suivants (commission de codex alimentarius, 2003) :

1. Procéder à une analyse des dangers.
2. Déterminer les points critiques pour la maîtrise (CCP).
3. Fixer le ou les seuil(s) critiques(s).
4. Mettre en place un système de surveillance permettant de maîtriser les CCP.
5. Déterminer les mesures correctives à prendre lorsque la surveillance révèle qu'un CCP donné n'est pas

maîtrisé.

6. Appliquer des procédures de vérification afin de confirmer que le système HACCP fonctionne efficacement.
7. Constituer un dossier, dans lequel figureront toutes les procédures et tous les relevés concernant ces principes et leur mise en application.

Avant d'appliquer le système HACCP à un secteur quelconque de la chaîne alimentaire, il faut que ce secteur fasse appel à des programmes préalables tels que les bonnes pratiques d'hygiène, conformément aux principes généraux d'hygiène alimentaire et aux codes d'usages correspondants du Codex et aux exigences appropriées en matière de sécurité sanitaire des aliments (commission de codex alimentarius, 2003).

Les conditions nécessaires au bon fonctionnement du système HACCP, notamment la formation, devraient être dûment mises en place, pleinement opérationnelles et vérifiées afin de permettre une application et une mise en œuvre concluantes du système HACCP (commission de codex alimentarius, 2003).

Le système HACCP a pour but d'exercer des contrôles au niveau des points critiques pour la maîtrise (CCP). Il faudrait envisager une nouvelle conception de l'opération, si l'on constate qu'un danger doit être maîtrisé, sans qu'aucun CCP n'y corresponde. Pour décider qu'une étape constitue un CCP ou non, un arbre de décision, est conçue pour guider l'équipe HACCP dans sa démarche comme le montre la figure n° 6.

La mise en place des principes HACCP consiste en l'exécution des 12 étapes suivantes (commission du codex alimentarius, 2003).

1. Constituer l'équipe HACCP.
2. Décrire le produit.
3. Déterminer son utilisation prévue.
4. Etablir un diagramme des opérations.
5. Vérifier sur place le diagramme des opérations.
6. Enumérer tous les dangers potentiels, effectuer une analyse des dangers et envisager les mesures de maîtrise.
7. Déterminer les CCP.
8. Fixer un seuil critique pour chaque CCP
9. Mettre en place un système de surveillance pour chaque CCP.
10. Prendre des mesures correctives.
11. Appliquer des procédures de vérification.
12. Tenir des registres et constituer un dossier.

La combinaison d'un système de TQM avec un système HACCP, fournit une approche totale pour le traitement d'un aliment en maîtrisant et la sécurité et la qualité des aliments (N. B. Webb & J. L. Marsden, 1999). La norme ISO 22000 représente un exemple concret de ces combinaisons, cette norme spécifique de management totale de la sécurité des aliments, intègre dans sa logique les BPH et le HACCP comme système d'assurance qualité selon la figure n° 07. De plus, l'TQM pourrait aider à implanter et à entretenir, avec succès, un système HACCP dans une entreprise.

En Algérie le système HACCP est devenu depuis 2010 obligatoire (Décret exécutif n° 10-90) pour attribuer un agrément sanitaire à tous établissement dont l'activité est liée aux animaux, produits animaux et d'origine animale ainsi que de leur transport. Et pourtant, selon la direction des services vétérinaires (2012) aucun abattoir avicole n'est agréé selon se système jusqu'à 2012.

Figure 06: Arbre de décision permettant de déterminer les CCP. Source (Ioannis. S. et Aikaterini. K, 2009).

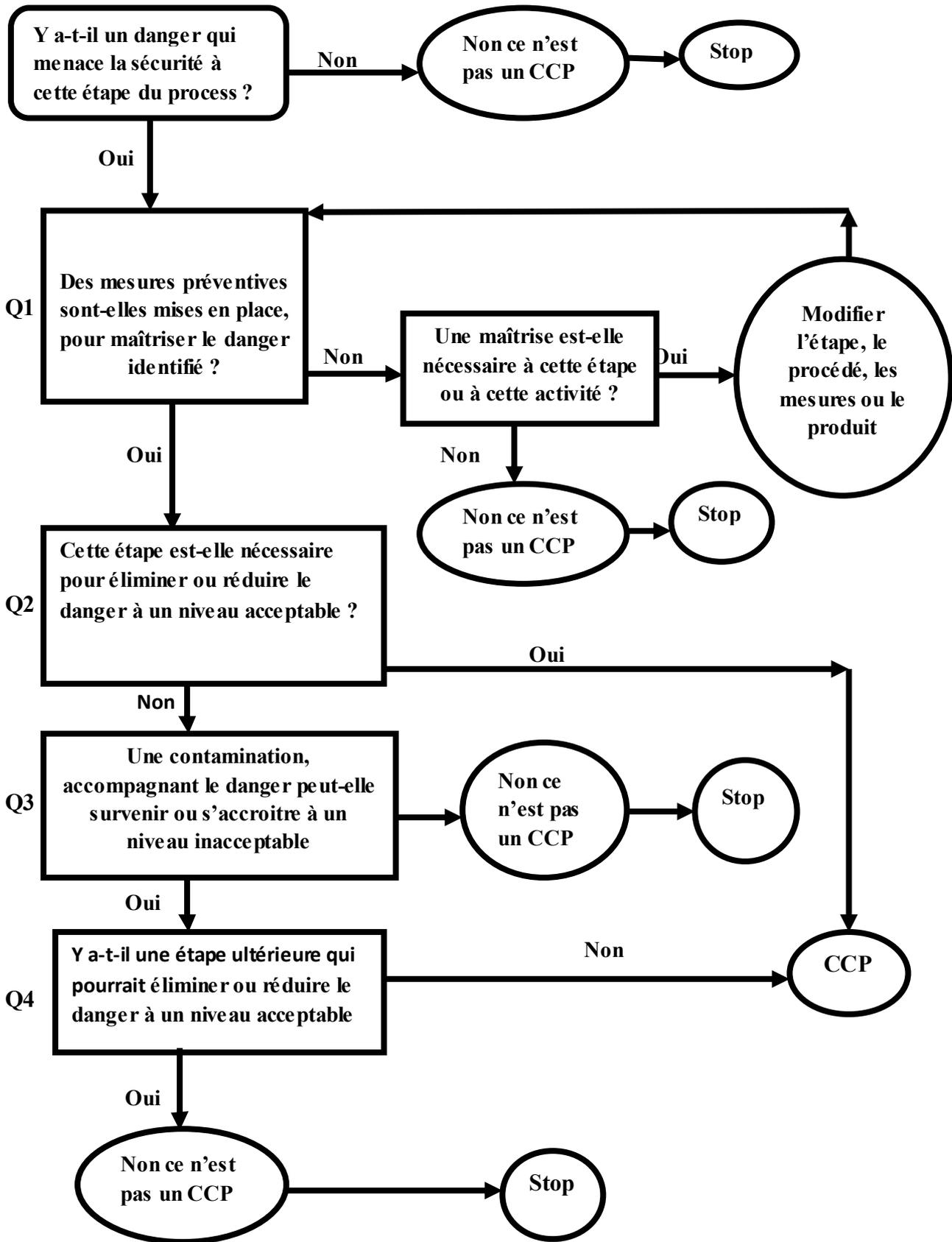
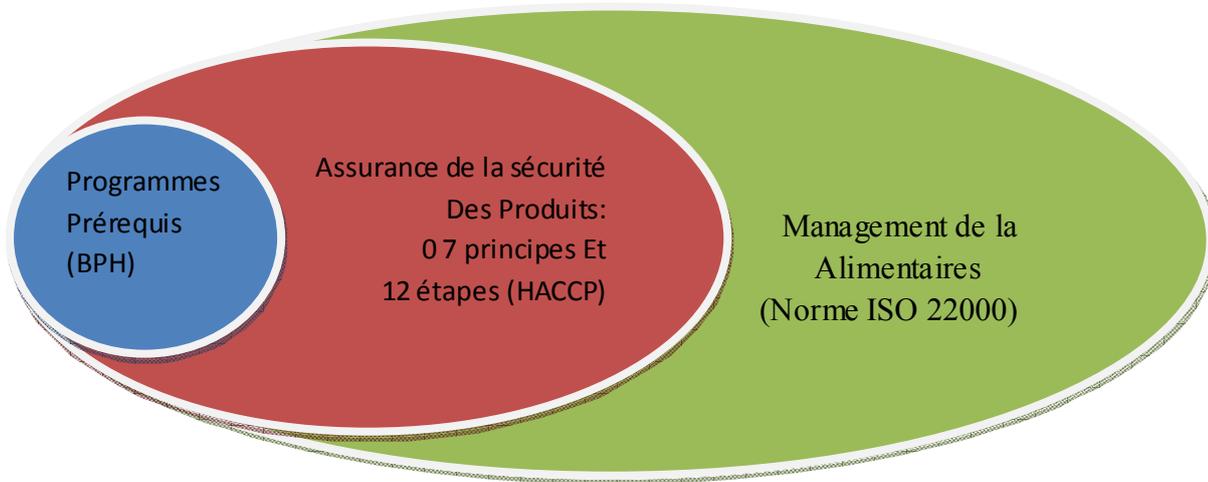
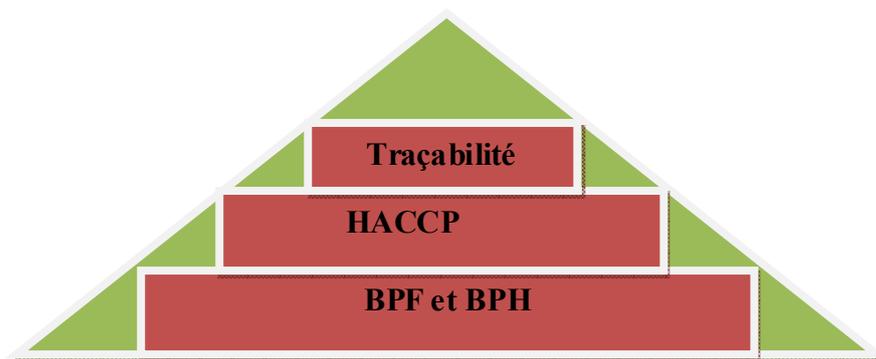


Figure 07: Logique d'intégration des BPH et de l'HACCP dans l'ISO 22000. Source : Olivier Boutou (2006).



En somme, l'analyse des risques, les critères microbiologiques, la traçabilité, les bonnes pratiques d'hygiène et l'HACCP sont des outils essentiels voir obligatoires pour maîtriser la sécurité sanitaire des aliments. Toutefois si l'accomplissement des études d'analyse des risques et l'établissement des critères microbiologiques sont du ressort des pouvoirs publics, la traçabilité, les bonnes pratiques d'hygiène et le plan HACCP sont incombés aux professionnels, d'ailleurs selon la réglementation européenne chaque exploitant d'un segment doit établir son propre plan de maîtrise sanitaire selon le schéma n°8

Figure 08: Plan de Maîtrise Sanitaire des Aliments selon le Paquet d'Hygiène. Source : Alain Branger *et al*, (2007).



3.3. Maîtrise de la sécurité sanitaire des viandes de volaille

Les résultats de plusieurs études, d'analyses des risques menées sur cette filière, par différentes institutions, scientifiques et gouvernementales : nationales, régionales ou internationales, (Codex alimentarius, FSIS /USDA/ USA, EFSA et d'autre) convergent vers l'importance particulière du danger biologique et particulièrement bactériologique. Dans cette filière, la maîtrise de la sécurité sanitaire, passe donc, obligatoirement, par la maîtrise de sa sécurité biologique.

3.3.1. La décontamination des carcasses de volaille dans l'abattoir.

A l'abattoir avicole, comme il a été déjà mentionné, les réglementations de plusieurs pays, y compris celles de l'Algérie, interdisent l'utilisation des moyens chimiques pour décontaminer les carcasses, par conséquent, l'eau reste le seul moyen pour y faire, il est donc très important de connaître les caractéristiques de cette eau : sa source, sa qualité bactériologique, ses caractéristiques physico-chimiques (dureté, pH ...etc.) et son traitement. En revanche, certains pays tolèrent le recours, réglementé, aux produits chimiques pour décontaminer les carcasses de volaille, plusieurs produits sont utilisés, avec une efficacité variable, mais, généralement, c'est le bilan d'avantages et d'inconvénients, selon la situation, qui conditionne l'utilisation du tel ou tel produit. Parmi ces produits on cite: l'acide chloreux (HClO_2), le dioxyde de chlore (ClO_2), le phosphate tri-sodique (TSP), ... etc.

Un simple rinçage avec de l'eau fraîche peut contribuer à diminuer le niveau de contamination par *Salmonella* (FSIS/USDA, 2010), alors qu'un traitement avec de l'eau chaude (75°C /40 S), suivi d'un rinçage par de l'eau froide ($12-15^\circ\text{C}$ / 13S), diminue, significativement, les niveaux de contamination par : la flore aérobie totale, les Entérobacteriaceae et *Campylobacter* (Graham. P *et al*, 2002). L'application de l'eau sous pression peut aussi renforcer cette décontamination (FSIS/USDA, 2010).

En fin, la précocité du lavage des carcasses constitue une priorité pour empêcher la formation des biofilms comme il a été déjà signalé.

3.3.2. L'HACCP dans un abattoir avicole

Pour assurer la sécurité sanitaire des viandes de volaille, il faut éviter, autant que possible, de recontaminer les carcasses, pour cela, il est impératif, avant tous, de mettre en place et maintenir des bonnes pratiques d'hygiène, et surtout un protocole de nettoyage et de désinfection.

Dans une petite unité d'abattage, l'application, stricte, des BPH conjointes avec des inspections ante-mortem et post-mortem rigoureuses, fondées sur une analyse des risques menée sur toute la filière avicole jusqu' au consommateur (CAC/RCP 58-2005 ; OIE, 2011), et confirmées, si nécessaire, par une analyse bactériologique, sont largement suffisantes, pour assurer la sécurité des viandes de volaille (Art 5 /Règlement 852/2004 du paquet d'hygiène). A condition que les volailles présentées à l'abattoir soient bien identifiées (par lot) (CAC/RCP 58-2005), cette identification doit rassembler toutes les informations, depuis les grands parentaux, pertinentes au lot en question et concernant : l'origine géographique, les conditions d'élevage, l'alimentation, mais surtout les informations concernant la sécurité des viandes

(agents pathogènes ou maladies, produits vétérinaires donnés ainsi que le non dépassement des LMRC, l'application des mesures prophylactiques ou les programmes d'éradication de certains pathogènes spécifiques). Toute information, ayant trait à la sécurité, décelée à ce niveau (l'abattoir), doit faire l'objet de retour à l'éleveur, pour qu'elle soit prise en considération ultérieurement, en outre, toutes les informations de contrôle des opérations d'abattage et d'habillage des volailles, doivent être ajoutées au flux informationnel (codex alimentarius, CAC/RCP 58-2005 ; FSIS/USDA, 2010).

Néanmoins, dans un grand abattoir, les BPH doivent être renforcées par l'HACCP, car elle est la méthode, universellement, préférée pour prévenir la contamination des produits à toutes les étapes de la production, de plus, les inspections ante-mortem et post-mortem doivent être, non seulement menées avec rigueur, mais aussi, fondées scientifiquement et établies dans le cadre d'une étude complète d'analyse de risque et intégrées dans l'étude d'analyse des dangers (CAC/RCP 58-2005 ; OIE, 2011).

Certes, le plan HACCP, dans un abattoir avicole, est spécifique mais, en fait, il ressemble aux autres plans, son implantation requiert le plein engagement de la direction et l'implication de tout le personnel, il est basé sur les mêmes principes et sa mise en œuvre suit les mêmes étapes, la différence capitale réside dans l'absence de tout traitement bactéricide, le but du plan est, en fait, de réduire la contamination et non la décontamination totale (S.J. Goodfellow, 1999), qui n'est pas possible, au moins, du point de vue pratique.

Dans l'abattoir, le système HACCP est utile pour améliorer la qualité microbiologique du produit par la réduction des niveaux des contaminations par : les pathogènes (*Salmonella*, *Campylobacter*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*...etc.) et la flore d'altération psychrotrophe (notamment les *Pseudomonas*), par conséquent, il contribue à assurer la sécurité microbiologique et allonger la durée de vie des viandes blanches.

3.3.2.1. Points critiques génériques dans un abattoir avicole

Plusieurs études génériques, d'HACCP dans les abattoirs avicoles, ont été développées, il en ressort la détermination de quelques points critiques pour la maîtrise de la contamination, il s'agit surtout de : la réception, l'échaudage, la plumaison, l'éviscération, le lavage final, le ressuage, l'emballage. ... (M.G. Manis, 1999 ; Lisa H. McKee, 2010), ces études génériques constituent des modèles utiles pour aider, surtout, les petites entreprises ne disposant pas les compétences humaines et matérielles requises. Mais en fait, chaque abattoir nécessite une étude détaillée pour l'analyse des dangers et l'établissement des points critiques, c'est, justement, le propos de la partie expérimentale de notre travail, qui représente une contribution à la détermination des points critiques sur une chaîne d'abattage située au centre du pays, par un suivi des niveaux de contaminations bactériologiques, à toutes les étapes de la chaîne en question.

Conclusion

La filière avicole chair est l'une des plus importantes branches de l'agriculture dans le monde comme dans l'Algérie et si elle connue d'énormes transformations et modernisations dans les pays développés, elle demeure, en revanche, archaïque et modeste en Algérie où elle est caractérisée par l'anarchie et le manque de coordination. La plupart des structures y compris celles de l'abattage sont traditionnelles et caractérisées par le manque d'hygiène.

La viande blanche, qui constitue le produit fini le plus important de cette filière, est largement consommée, vu sa composition et son prix relativement abordable par rapport aux autres types de viandes, toutefois elle comporte plusieurs risques sanitaires. La contamination par des germes pathogènes et/ou d'altération est possible à tous les segments de cette filière mais particulièrement dans l'abattoir. En outre, les conditions dans lesquelles la volaille est élevée et abattue, dans notre pays, sont en faveur de l'accroissement des niveaux de contamination. Toutes ces conditions nécessitent donc l'application de tous les outils de la sécurité sanitaire des aliments entre autres l'HACCP qui est devenu le système universellement préféré, voir obligatoire, pour éliminer ou réduire le niveau de contamination par les germes pathogène mais aussi d'altération et contribue, par conséquent à la réduction des risque sanitaires à un niveau acceptable et à l'allongement de la durée de vie de la viande blanche.

Partie Expérimentale

Objectifs

1. Objectifs

En Algérie, le système HACCP est devenu, depuis 2010, obligatoire pour attribuer l'agrément sanitaire à toute unité de production des denrées alimentaires d'origine animal. La présente étude a pour objectif de contribuer à la détermination des points critiques pour la maîtrise sur une chaîne d'abattage avicole.

Pour cela nous avons choisi de suivre l'évolution des niveaux de contamination des étapes du process de transformation, par certaines bactéries dont les profils qualitatifs et quantitatifs ont des significations sur le plan hygiénique, ainsi que la répercussion des ces contaminations sur l'évolution du profil bactériologique des carcasses.

Notre travail a consisté d'abord en une évaluation de l'hygiène au niveau de l'abattoir par un audit pour comprendre l'origine ainsi que le risque de contamination à chaque étape du process, suivi d'un développement du diagramme de fabrication de la chaîne pour comprendre l'enchaînement des différentes étapes et voir quelles sont les surfaces entrant en contact direct avec la carcasse.

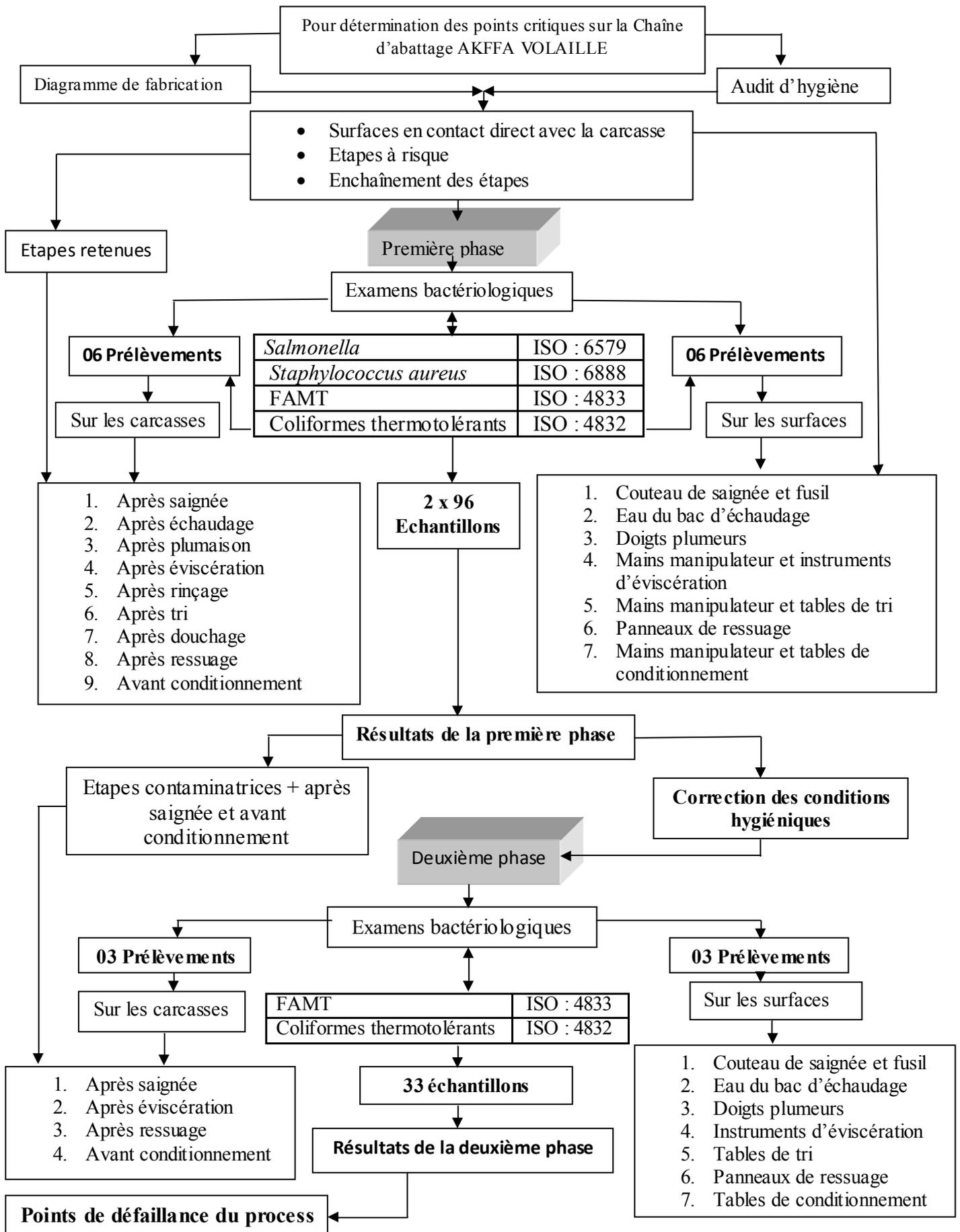
Le suivi de l'évolution de la qualité bactériologique est réalisé en deux phases, la première série de mesures, commence juste après l'audit, elle est destinée à donner l'image réelle de l'abattoir en l'état, tandis que la deuxième série a lieu après les corrections apportées à la lumière des résultats obtenus mais aussi en tenant compte des écarts constatés dans l'audit de l'hygiène, cette deuxième phase est destinée à éliminer les étapes faussement contaminatrices (c.-à-d. des contaminations provenant d'autres facteurs; environnementaux, physico chimiques, erreurs du process, autres que l'étape en elle-même).

Pour suivre l'évolution de la contamination des carcasses au cours de la production, nous avons mesuré à chaque étape retenue le niveau de contamination des surfaces en contact direct avec la carcasse, ainsi que les niveaux de contamination des carcasses avant et après cette étape.

Toutefois, à partir de l'étape de ressuage, vu sa longue durée, pour éliminer l'éventualité d'une croissance bactérienne importante, suite à une défaillance du système de réfrigération, l'efficacité de ce système est évaluée par un suivi, dans les bonnes conditions, du rythme de refroidissement et du temps requis pour abaisser la température au seuil de sécurité (+ 4°C) (courbes de refroidissement) en mesurant la moyenne de la température de plusieurs carcasses placées dans des différents endroits de la chambre de ressuage, toutes les 30 minutes. Cette opération a été réalisée en trois reprises.

2. Matériel et méthodes

2.1. Logigramme de la partie expérimentale



2.2. Présentation de l'abattoir

L'abattoir AKFFA VOLAILLE, est un établissement privé (SARL), sis dans une zone agricole sur le lieu dit El Hamiz /commune de Bordj El Kiffan / wilaya d'Alger. Agréé officiellement, sous le numéro 161008, pou exercer l'abattage industriel de poulet de chair, Il est entré en exploitation depuis 2008 avec une capacité d'abattage de 500 sujets par heure.

Il emploie 17 ouvriers. Il fonctionne 06 jours de la semaine, l'activité journalière commence à 06h et se termine généralement entre 10h et 11h (selon le volume d'abattage).

Le contrôle sanitaire est assuré par les vétérinaires officiels, mais cette couverture n'est pas permanente.

2.3. Audit d'hygiène de l'abattoir AKFFA Volaille.

2.3.1. Rapport de l'audit

2.3.1.1. Lieu de l'audit

Chaîne d'abattage de poulet de chair « AKFFA Volaille » sise à El Hamiz Wilaya d'Alger.

2.3.1.2. Date de l'audit

Du 21 au 25 Avril 2011.

2.3.1.3. Textes de références

Textes de Codex Alimentarius:

- Principes généraux d'hygiène alimentaire CAC/RCP 1-1969 (4° REV, 2003).
- Code d'usages en matière d'hygiène pour la viande CAC/RCP 58-2005.

2.3.1.4. Moyens de l'audit

- Documents : Agrément sanitaire, certificat d'orientation à l'abattage et dossiers médicaux des employés.
- Check- liste (présenté en Annexe A)
- Enregistrement : Thermomètre et pH-mètre pour mesurer l'acidité et la température.
- Interviews (responsables et ouvriers).
- enregistrement (chambre d'automatisme).
- observation.

2.3.1.5. Critères de l'évaluation

Nous avons utilisé une échelle de notation pour évaluer la conformité des constatations aux exigences des textes de référence, chaque critère est noté d'un point allant de 1 à 5, selon son degré de conformité : 1= non conformité majeure, 2= non conformité, 3= conformité mais nécessite des petites corrections, 4= conformité.

2.3.1.6. Points forts

L'infrastructure, les installations sanitaires, la salle d'échaudage et de plumaison (totalement automatisée), le matériel et le dispositif de réfrigération.

2.3.1.7. Points faibles

La main d'œuvre (suivi médical et qualification), la matière première (identification et suivi sanitaire et vétérinaire), le contrôle des opérations (aucun système n'est mis en place, le temps de refroidissement n'est pas stable de plus la chambre de ressuage est trop petite et surchargée), les méthodes de nettoyage et de désinfection ne sont pas méthodologiquement et/ou scientifiquement fondées, la qualité de l'eau n'est pas contrôlée et, en fin, l'absence de contrôle vétérinaire permanent.

2.3.2. Bilan

Le bilan des points forts et des points faibles, permet de conclure à l'existence d'un risque potentiel de contamination bactériologique, des viandes de volaille, à toutes les étapes principales de la chaîne de production. Raison pour laquelle toutes ces étapes (la saignée, l'échaudage, la plumaison, l'éviscération, la pesée et le tri, le douchage, le ressuage et le conditionnement) ont été retenues pour mesurer la contamination bactériologique.

2.4. Diagramme de fabrication de l'abattoir avicole AKFFA VOLAILLE.

L'abattage et la préparation des volailles se font dans six (06) salles, qui sont physiquement séparées:

La salle de réception, d'étourdissement et de saignée

- Réception des volailles vivantes (sans aucun contrôle sanitaire).
- Désempilage manuel des cages.
- Pesée des volailles, dans les cages de transport, sur une balance à affichage électronique, installée au même niveau que le quai de réception.
- Accrochage manuel des sujets sur les trolleys du convoyeur.
- Etourdissement des sujets par trempage des têtes dans un bain d'eau électrifiée (45 voltes ; 135 Hz).
- Saignée et égouttage.

La salle d'échaudage et de plumaison

L'échaudage des volailles se fait dans un bac d'eau, dont la température est de l'ordre de 52°C, mais en fait la température est réglée selon la cadence de la chaîne. L'échaudoir est muni : d'un thermostat et un afficheur électronique, destiné à contrôler la température et à la maintenir au niveau voulu et des siffleurs, pour faciliter l'homogénéisation de l'eau. Le remplissage du bac se fait bien avant le début du travail, tandis que le changement de l'eau se fait au fur et à mesure de l'avancement du travail.

La plumaison des carcasses se fait dans une machine automatique dotée de tambours portant des doigts en caoutchouc, de plus l'étêtage s'effectue à ce niveau. La plumeuse comporte aussi un système de rinçage avec de l'eau chaude, pour évacuer les plumes et rincer les carcasses.

La salle d'éviscération

Ouverture manuelle du cloaque et de l'abdomen : Un ouvrier, en fixant la carcasse par sa main, pratique à l'aide d'un couteau, une longue fente du cloaque et de l'abdomen.

Matériel et méthodes

Extraction des viscères : Un autre ouvrier extrait les viscères par un instrument dit « louche », il sépare une partie des intestins et laisse les autres viscères accrochés sur la carcasse.

Les couteaux et les louches sont les seuls ustensiles utilisés à cette étape.

Séparation des viscères : D'autres ouvriers séparent manuellement les viscères des carcasses, les abats sont collectés dans des caisses en plastique, tandis que les intestins tombent dans une goulotte métallique, d'où ils sont acheminés vers la salle de traitement des sous produits.

Rinçage : après éviscération, les carcasses passent par une laveuse automatique où elles subissent un rinçage externe.

Coupure des pattes : Un ouvrier coupe les pattes, au niveau de l'articulation tarso-métatarsienne, à l'aide d'un ciseau semi-automatique.

Pesée, calibrage et raccrochage des carcasses : après coupure des pattes, les carcasses sont pesées et triées selon leurs poids, elles sont ensuite raccrochées sur les crochets des panneaux du ressuage (chaque panneau est réservé à des carcasses appartenant à une tranche de poids bien déterminée).

La salle de douchage

Douchage : les panneaux de ressuage remplis sont transférés vers la salle voisine. Avant qu'elles soient introduites dans la salle de ressuage, les carcasses subissent un douchage externe, avec pression.

La salle de ressuage

Ressuage : les carcasses lavées sont introduites dans la salle de ressuage, cette dernière fonctionne avec un système d'air pulsé, cependant on constate que la salle est trop petite et que le temps de séjour dans cette salle n'est pas stable.

La salle de conditionnement

Aspiration des poumons, coupure des ailerons, ablation des cous : après ressuage, les carcasses sont transférées vers la salle de conditionnement, où elles subissent : d'abord une finition manuelle, pour enlever les plumes restantes, ensuite une aspiration, pour en retirer les poumons, à l'aide d'un aspirateur automatique, et, en fin, une ablation éventuelle, des cous et des ailerons.

Présentation et conditionnement : selon les spécifications du client, les carcasses sont livrées entière ou découpées. Le conditionnement des parties se fait dans des barquettes, alors que la carcasse entière est conditionnée soit dans des barquettes, soit dans des sacs alimentaires et emballées dans un filet en plastique.

L'ensemble de ces opérations d'abattage et de finition des carcasses dans l'abattoir avicole AKFFA VOLAILLE est présenté et schématisé dans la figure n° 09.

Suite aux résultats de l'audit d'hygiène et l'analyse du diagramme de fabrication, 09 étapes et 07 surfaces ont été retenues pour être analysées microbiologiquement (tableau n°16).

Il faut noter que les surfaces entrant en contact direct avec la carcasse, dans la même étape et dans les mêmes conditions écologiques ont été rassemblées pour représenter une même unité d'échantillonnage (Mains de manipulateurs, couteaux et louches d'éviscération, Mains de manipulateurs et tables de pesée

Matériel et méthodes

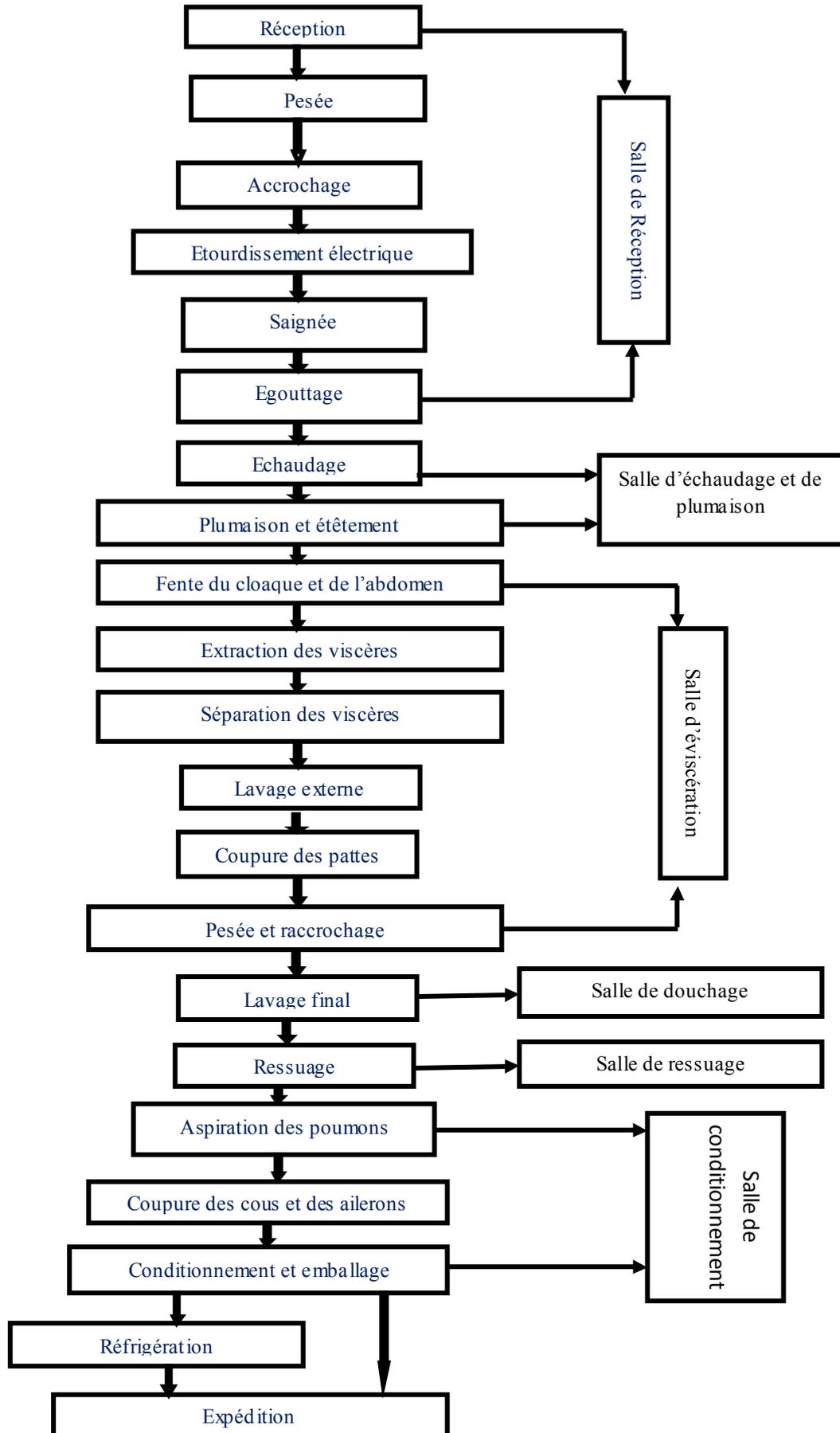
et de tri et Mains de manipulateurs et tables de conditionnement).

Tableau 16 : Surfaces et étapes à prélever.

Etape	Surface en contact avec la carcasse
Saignée	Couteaux et fusil
Echaudage	Eau d'échaudage
Plumaison	doigts plumeurs
Eviscération	Mains de manipulateurs, couteaux et louches d'éviscération
Rinçage	
Pesée et tri	Mains de manipulateurs et tables de pesée et de tri
Douchage	
Ressuage	Crochets des panneaux de ressuage
Conditionnement	Mains de manipulateurs et tables de conditionnement

Matériel et méthodes

Figure 09 : Diagramme de fabrication abattoir avicole AKFFA VOLAILLE.



2.5. Analyses Microbiologiques

2.5.1. Matériel et méthodes d'échantillonnage

2.5.1.1. Sources des échantillons

Les échantillons sont prélevés sur les surfaces, de la chaîne d'abattage de l'abattoir avicole AKFFA VOLAILLE, entrant en contact direct avec les carcasses, mais aussi sur les carcasses de poulets abattues sur cette chaîne, le poulet de chair est ramené par des revendeurs, qui l'achètent auprès des éleveurs installés dans différentes régions du centre d'Algérie (Alger, Tizi-Ouzou, Boumerdes, Brouira), néanmoins, il faut noter qu'au cours de la période d'échantillonnage, l'examen des certificats d'orientation à l'abattage consultés à la réception, nous a permis de conclure que les volailles proviennent d'un grand nombre d'exploitations, de plus les chances de tomber sur la même exploitation, sur une période de 3 à 4 mois, sont très faibles.

Au cours de la période d'échantillonnage, aucun changement n'a été apporté au process.

2.5.1.2. Critères du choix

2.5.1.2.1. Bactéries recherchées.

La viande de volaille est souvent contaminée par plusieurs types de bactéries appartenant aux flores : pathogène et d'altération et il est clair que la surveillance de la contamination par toutes ces bactéries est impossible, par contre l'état d'hygiène, des carcasses et des surfaces de travail, peut être surveillé par le suivi de certaines bactéries témoins de l'état d'hygiène, appelées microorganismes indicateurs (C.O. GILL, 1998). Dans ce travail nous avons recherché : la flore aérobie mésophile totale (FAMT) qui indique l'état général de l'hygiène mais elle n'indique pas la possibilité de contamination par des agents pathogènes (Centre québécois d'inspection des aliments et de santé animale : CQIASA, 2006), les coliformes fécaux (coliformes thermo tolérants) qui indiquent une contamination fécale puisqu'elles sont présentes dans le tube digestif des animaux et de l'homme (Anavella G. H, 2001), *Salmonella spp* qui est le seul critère réglementaire pour le process dans les abattoirs de volaille (journal officiel de la république Algérienne démocratique et populaire du 27 Mai 1998) et *Staphylococcus aureus* naturellement présent sur la peau de l'homme et des animaux (Céline. D et Jacques-Antoine, 2010) et dont la présence avec des taux élevés indique des mauvaises conditions d'hygiène et/ou de manipulation.

2.5.1.2.2. Type de prélèvement.

Dans ce travail nous avons choisi de réaliser des prélèvements de surface, car le but est de suivre la contamination superficielle des carcasses à toutes les étapes du process et de déterminer l'importance de chaque étape dans cette contamination, pour cela deux types de prélèvements ont été effectués : le premier sur les surfaces de travail et/ou les ustensiles entrant en contact avec les carcasses, tandis que le deuxième est effectué sur les surfaces des carcasses avant et après chaque étape du process.

Les raisons qui déterminent le choix de ce type de prélèvement sont les suivantes : d'abord l'objectif de l'étude, car nous cherchons à évaluer l'importance de chaque étape du process dans la contamination superficielle des carcasses, ensuite ce mode de prélèvement nous facilite la comparaison entre la

contamination superficielle des carcasses et des surfaces du travail (nombre de contaminants / cm²) et, en fin, la plupart des microorganismes contaminants sont généralement en surface et donc le dénombrement en surface (microorganisme/cm²) est généralement plus valide qu'un dénombrement en profondeurs et/ou en surface (Martin J. L and David A G, 2005).

La région du bréchet présente les dénombrements bactériens les plus faibles, tandis que la peau du cou est la surface la plus contaminée de la carcasse (Omar. A et Syeda. K, 2010), néanmoins, le cou est souvent ablaté, à une étape quelconque qui diffère d'un process à un autre, et ne peut souvent atteindre l'étape produit final. La région anatomique se situant entre l'entrée de la poitrine (la base du cou) et le bréchet à été choisie pour, d'une part, avoir une moyenne de la charge bactérienne de la carcasse et pouvoir, d'autre part, suivre l'évolution de cette charge à toutes les étapes du process.

2.5.1.2.3. Moyens de prélèvement

Le rinçage de la carcasse, les boites de gélose de contact, l'écouvillonnage et l'excision de peau sont parmi les techniques utilisées pour réaliser des prélèvements destinés à étudier la contamination superficielle de la carcasse de poulet ; C.O.Gill et M. Badoni (2004) ont conclut que l'écouvillonnage est la méthode la plus convenable pour le recouvrement des bactéries, sur la peau des volailles après l'avoir comparé avec l'excision et le rinçage.

D'une autre part, les chiffonnettes, l'écouvillonnage et les boites de gélose de contact sont aussi utilisés pour faire des prélèvements des surfaces. Cependant il a été estimé, qu'il est préférable que la méthode du prélèvement soit la même sur les surfaces du travail et sur les carcasses, pour faciliter les comparaisons : l'écouvillonnage humide, paraît comme la méthode qui répond à ce besoin, de plus, selon C. Griffith (2005) cette technique présente plusieurs avantages : elle est largement utilisée et acceptée pour des analyses qualitatives et quantitatives des surfaces, de plus n'importe qu'elle surface, quelque soit sa forme, sa taille et sa consistance, peut être testée et, en fin, elle est relativement moins couteuse, son inconvénient réside surtout dans sa relative inefficacité de décoller les bactéries des surfaces (G. C. Mead, 2007).

2.5.1.2.4. Surface et nombre d'échantillons nécessaires

Quant au nombre de prélèvement et d'échantillons nécessaires, dans un abattoir industriel et commercial, G.C.Mead, (2007) estime que quelque soit le nombre il est toujours non représentatif, vu le rythme de production, le facteur le plus important est la randomisation. Selon le même auteur la plupart des études impliquent un minimum de 5 répétitions, il ajoute qu'une surface d'au moins 50 cm² est requise pour rechercher des bactéries minoritaires comme *Salmonella*.

2.5.1.3. Matériel d'échantillonnage

Tout le matériel nécessaire pour réaliser des prélèvements représentatifs et dans des bonnes conditions d'asepsie.

Figure 10 : Photos personnelles. Mesures d'aseptise.



Figure 11 : Photos personnelles prélèvement des échantillons.



2.5.1.4. Méthode d'échantillonnage.

Tous les prélèvements sur les surfaces de travail ont été réalisés avant le début de la production (conformément au règlement CE n° 2073/2005). Alors que les échantillons prélevés sur les carcasses pendant la première phase ont été pris d'une manière aléatoire, en changeant à chaque fois la journée, l'heure ainsi que l'ordre des prélèvements, afin de couvrir toutes les journées et toutes les heures du travail et de randomiser l'échantillonnage.

La deuxième phase de prélèvements couvre trois jours de la semaine (le début, le milieu et la fin) et trois moments de la production (le début, le milieu et la fin de la journée de production) dont l'ordre est aussi aléatoire, de plus elle couvre en plus des étapes révélées contaminatrices après la première phase, la première étape, pour comparer les charges bactériologiques à l'arrivée, et le produit fini pour comparer l'efficacité du process avant et après les mesures correctives.

A l'abattoir, à chaque prélèvement on utilise deux écouvillons, l'un contenant l'EPT et destiné à la recherche de *Salmonella*, l'autre rempli de TSE et destiné à la recherche et le dénombrement des autres germes (FAMT, Coliformes fécaux, *Staphylococcus aureus*).

Avant le prélèvement, chaque écouvillon est, aseptiquement, rempli jusqu'au trait désigné par le

fabricant, soit d'EPT soit de TSE. Les informations concernant l'échantillon (code et germes à rechercher) ainsi que la date et l'heure de prélèvement sont portées sur l'écouvillon. Pour éliminer l'excès du diluant le bout de coton est légèrement pressé contre la paroi de l'écouvillon.

Au moment du prélèvement, le gabarit est plaqué contre la surface, à prélever. Si les deux écouvillons seront prélevés sur la même surface on commence toujours avec l'écouvillon contenant du TSE, la tige d'écouvillon est tirée, le bout de coton imbibé est frotté avec pression, dans toutes les directions de la surface délimitée par le gabarit, pendant 15 à 20 secondes et, en fin, après avoir vidé le diluant, la tige d'écouvillon est remise dans son étui et on répète la même opération avec le deuxième écouvillon. Le bout en coton de chaque écouvillon est, aussi tôt, transféré vers un tube à essai contenant le même diluant, après avoir coupé la tige en bas. Les informations portées sur l'écouvillon sont reportées à leurs tours sur les tubes à essais correspondants.

Pour effectuer les prélèvements dans un environnement aseptique, nous avons utilisé un flacon rempli d'alcool (ménager à 90° dénaturé) et de coton cardé, qui a servi de « bec bunsen » (figures : 10 et 11). Avant le prélèvement de chaque échantillon, le gabarit est bien chauffé par la flamme, les écouvillons sont : ouverts, frottés, contre les surfaces à prélever, et remis dans leurs étuis, en tenant le flacon tout près. Après le prélèvement, avant de transférer les écouvillons vers les tubes à essais, contenant le diluant adéquat, le ciseau est bien chauffé, le col du tube à essais est chauffé après ouverture et avant fermeture, le tube et l'écouvillon sont tenus tous près de la flamme.

Les mesures d'asepsie su-citées sont renforcées par la désinfection des mains par un gel hydro-alcoolique, le port des gants et du calot.

2.5.1.5. Traitement des échantillons.

2.5.1.5.1. Transport.

L'ensemble des échantillons prélevés sont, aussitôt, transportés vers le laboratoire dans une glacière électrique à double alimentation (prise de 220 volts et allume cigare de 12 volts), la distance séparant les laboratoires LCI (Laboratoire Central de l'Intendance) et le laboratoire du service de microbiologie de l'HCA (Hôpital Central de l'Armée) de l'abattoir AKFFA VOLAILLE, sis à El Hamiz, ne dépasse pas les 15 km.

2.5.1.5.2. Pré enrichissement et dilutions décimales.

Une fois au laboratoire, les tubes contenant les échantillons destinés à la recherche des *Salmonella spp* ont subi un pré enrichissement, dans le milieu du transport, ils sont directement incubés : 24h dans une étuve réglée à 37°C. Alors que les tubes contenant des échantillons destinés aux dénombrements des autres germes recherchés ont subi d'abord des dilutions décimales. La solution de TSE contenant les écouvillons est considérée comme une dilution 10^{-1} , après une homogénéisation de 5 à 10 secondes à l'aide d'un appareil vortex, on transfère aseptiquement, à l'aide d'une micropipette de volume variable, muni de paille ou d'un embout en plastique stérile et à usage unique, 1ml de chaque tube vers un autre tube contenant 9 ml de TSE, en évitant de toucher la deuxième solution par la paille ou par l'embout, la

solution obtenue est la dilution 10^{-2} , les dilutions 10^{-3} , 10^{-4} et 10^{-5} ont été obtenues en suivant la même opération. Ensuite les dilutions ainsi préparées ont subi des analyses bactériologiques en utilisant le matériel et les méthodes suivants :

2.5.2. Matériel et Méthodes de Laboratoire

2.5.2.1. Matériel du laboratoire:

Annexe B

2.5.2.2. Milieux de cultures, diluants, réactifs et colorants :

La plupart des milieux de cultures utilisés sont des préparations sèches fabriquées, sauf indication contraire, par le laboratoire CONDA. Les compositions, les fabricants, les numéros de lots, les modes de préparation et les dates d'expirations sont portés en annexe B. Alors que certains milieux et réactifs sont des préparations prêtes à utiliser dont la majorité est commercialisées par l'Institut Pasteur d'Algérie.

Les prescriptions des fabricants ont été scrupuleusement respectées pendant la reconstitution des préparations sèches :

N.B La description des milieux utilisés : composition, le mode de préparation, le numéro de lot les dates de fabrication et de péremption est en annexe C

2.5.2.3. Méthodes de laboratoire.

2.5.2.3.1. Méthodes de référence

1. Dénombrement de la Flore Aérobie Mésophile totale, conformément à la norme ISO 4833: 2003 (F) Microbiologie des aliments – Méthode Horizontale pour le dénombrement des microorganismes- Technique par comptage des colonies à 30°C.
2. Dénombrement des coliformes fécaux conformément à la norme française NF en ISO 4832 : 1991 (F) Microbiologie des aliments, Directives générales pour le dénombrement des coliformes, méthode par comptage des colonies.
3. Recherche de *salmonella* conformément à la norme française: NF en ISO 6579 (Décembre 2002, Indice de classement : V 08-013).
4. Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus* conformément à la norme française en NF en ISO 6888-1/A1 : Janvier 2004 Indice de classement : V 08-014-1/A1 (amendement de la norme NF EN ISO 6888-1 Octobre 1999) Microbiologie des aliments/ méthode horizontale pour le dénombrement des *Staphylocoques* à coagulase positive (*aureus* et autres espèces) partie 1: Technique utilisant le milieu gélosé de Baird-Parker

Les deux normes françaises : NF en ISO 6887-1 (1999) / microbiologie des aliments préparation des échantillons, de la suspension mère et des dilutions décimales en vue de l'examen microbiologique et NF en ISO 7218 (Mai 1996) / microbiologie des aliments règles générales pour les examens microbiologiques, notamment ses paragraphes (8.2 transport, 9.1 précautions hygiéniques pendant

l'examen et 9.3.5 expression des résultats), ont servis aussi de référence pour ce travail.

N.B : à l'étape d'ensemencement des boites destinées au dénombrement de la FAMT et les coliformes thermotolérants, les deux normes exigent de transférer 1 ml de chaque dilution dans chacune des deux boites de Petri, chose qui n'est pas respectée au cours de ce travail pour les raisons suivantes : d'abord le laboratoire avait, au cours de la réalisation du présent travail, une charge importante de travail, toutes les étuves étaient pratiquement chargées, de plus les normes exigent de ne pas empiler plus de 06 boites de Petri, ce qui nous a obligé de diminuer leurs nombres. En outre, nous cherchons à calculer une moyenne d'une série de prélèvements et donc cette approche n'altère pas notre objectif.

2.5.2.3.2. Modes opératoires

Annexe D

2.5.3. Séries de mesures

La période d'échantillonnage s'étale entre le 04 Juin 2011 et 25 octobre 2011, elle est divisée en deux phases.

2.5.3.1. Première phase

La première phase a débuté juste après l'évaluation de l'hygiène sur la chaîne d'abattage, elle est réalisée au niveau du laboratoire central de l'intendance et destinée à la recherche de *Salmonella spp*, à la recherche et au dénombrement des *Staphylococcus aureus*, au dénombrement de la Flore Aérobie Mésophile Totale et au dénombrement des coliformes fécaux.

Cette phase comprend six (06) séries de prélèvements, sur 07 surfaces et 09 étapes, donc 96 échantillons. Parmi ces 96 échantillons aucun n'a répondu positivement aux tests de dénombrement des Coliformes fécaux, suite à un problème de préparation du milieu, mêmes des souches d'*Escherichia coli*, apportés du service de microbiologie de l'hôpital central de l'armée dans une gélose de conservation, lancées, après avoir été revivifiées 20 minutes dans un bain marie, parallèlement et dans les mêmes conditions avec les échantillons, ne répondaient pas, ce qui nous a amené à changer de laboratoire.

96 autres échantillons ont été examinés pour le dénombrement des coliformes fécaux dans le service de microbiologie de l'hôpital central de l'armée.

Donc au total 192 échantillons ont été examinés pendant cette phase.

2.5.3.2. Deuxième phase

Sur la base des résultats de la première phase et en s'appuyant sur les résultats de l'audit de l'hygiène, quelques mesures correctives ont été apportées, avec la pleine coopération des propriétaires de l'abattoir.

D'abord concernant l'hygiène générale de l'abattoir : une opération de nettoyage et de désinfection, de grande envergure a été lancée, elle couvre : le milieu intérieur de l'abattoir (murs, sols et plafond), les machines (échaudoir et plumeuse), le convoyeur, les ustensiles (couteaux, fusil, louches d'éviscération), les surfaces (tables de tri, de pesée et de conditionnement). Cette opération comprend dans l'ordre: un

Matériel et méthodes

lavage avec de l'eau chaude sous pression (karcher), un brossage, rinçage par de l'eau chaude (55°), application soigneuse d'un détergeant (Déterclean), à l'aide d'une lance mousse, un rinçage, application d'un désinfectant polyvalent (TH5 : Bactéricide, fongicide et virucide) et un rinçage. Les petits ustensiles sont désinfectés, après lavage et brossage, dans de l'eau chlorée (eau de javel), après rinçage ils sont suspendus pour séchage.

L'opération de nettoyage et de désinfection est devenue, dès lors quotidienne, dont on veille au bon déroulement la veille de chaque prélèvement.

Concernant la maintenance : un changement des doigts plumeurs usés, ainsi qu'un changement de la plupart des panneaux de ressuage, dont le nettoyage est difficile.

Concernant les étapes du process :

- Demander au personnel de ne plus se déplacer entre les différentes salles et d'emprunter les voies réservées à cette fin.
- Afin d'éviter la contamination des carcasses dans la salle d'éviscération, les panneaux de ressuage sont transférés rapidement, vers la salle de douche où l'opération est faite sans tarder, soigneusement et sous pression, pour empêcher la formation des biofilms.
- Dans la salle de ressuage on a veillé à la bonne disposition des panneaux en laissant, dans les mesures de possible, des petits couloirs entre les panneaux juxtaposés pour permettre une bonne aération.
- Avant chaque prélèvement, un gel hydro-alcoolique et des gants stériles ont été distribués aux manipulateurs, il est demandé à chaque manipulateur, qui intervient à une étape qui précède l'étape à prélever, d'appliquer, juste avant le prélèvement, le gel sur les mains et les avant-bras avant de mettre les gants.

Deux étapes de process sont examinées, l'éviscération et le ressuage (les plus contaminatrices), mais il est évident, pour qu'on puisse comparer, d'examiner aussi l'étape de saignée qui présente, à vrai dire, la contamination de la carcasse à l'arrivée, mais aussi le produit fini pour voir l'état de la contamination superficielle et l'efficacité du process. Alors que toutes les surfaces entrant en contact direct avec la carcasse ont été examinées pour vérifier l'efficacité des corrections d'hygiène, Les surfaces et les étapes examinées sont résumées dans le tableau n° 17.

Après ces modifications apportées, trois séries de mesures ont été effectuées sur 07 surfaces et 04 étapes, donc au total 33 échantillons ont été traités.

Les analyses microbiologiques ont été effectuées dans le laboratoire de bactériologie du service de microbiologie de l'hôpital central de l'armée (HCA).

Matériel et méthodes

Tableau 17 : Surfaces et étapes examinées au cours de la deuxième phase.

Surfaces examinées	Etapes examinées
Couteau de saignée	Après saignée
Bac d'échaudage	Après éviscération
Doigts plumeurs	
Instrument d'éviscération	
Tables de pesée et de tri	Après ressuage
Panneau de ressuage	
Tables de conditionnement	Avant conditionnement

2.6. Contrôle de l'efficacité du système de réfrigération

L'efficacité de ce système a été étudiée par un traçage des courbes de réfrigération. Trois séries de mesures ont été effectuées, de telle sorte qu'elles couvrent la période d'échantillonnage, dans des bonnes conditions du stockage en début de journée pour écarter l'effet de surcharge. Plusieurs panneaux ont été placés dans des différents endroits de la chambre de ressuage en gardant une distance, entre les panneaux, pour assurer une bonne aération. A chaque série de mesure la température des carcasses a été prélevée, grâce à un thermomètre à sonde de marque TESTO 105, de la façon suivante : mesure de la température moyenne de plusieurs carcasses avant le ressuage ensuite toute les 30 on relève la température moyenne de plusieurs autres carcasses, prises au hasard et de plusieurs panneaux de ressuage, la série de mesure est arrêtée quand la température moyenne des carcasses descend légèrement au dessous du seuil de +4°C.

3. Résultats et interprétations.

Au total 225 échantillons ont été traités :

Après transformation logarithmique, tous les résultats sont exprimés en Log 10 d'ufc/ cm² ou / ml.

3.1. Résultats de la première phase

3.1.1. Résultats de recherche de *Salmonella spp* :

Parmi les 96 échantillons traités, au cours de la première phase, aucun échantillon n'a été révélé positif, néanmoins 25 échantillons (12 sur la chaîne et 13 sur les carcasses) ont donné des colonies caractéristiques, sur le milieu Wilson blaire (figure n°12), voir tableaux n°18 et 19, mais leurs identifications biochimiques ne permettent pas de confirmer des *Salmonella spp*. Le soupçon de la présence des *Salmonelles* qui a été suscité par les profils biochimiques classiques, a été infirmé par les galeries miniaturisées API 20.

Tableau 18: Résultats de colonies présumées *Salmonella spp* sur les surfaces.

Surface	Couteaux et fusil de saignée	Bac d'échaudage	Doigts plumés	Couteaux, louches et Mains de manipulateurs	Balance et tables de tri	Crochets de panneaux de ressuage	Tables de conditionnement
Nombre d'échantillons suspectés	2	2	2		1	2	3

Tableau 19: Résultats de colonies présumées *Salmonella spp* sur la carcasse.

Etape	Après saignée	Après échaudage	Après plumaïson	Après éviscération	Après rinçage	Après tri	Après douchage	Après ressuage
Nombre d'échantillons suspectés	1	1	2	2	2	2	2	1

3.1.2. Résultats de recherche et de dénombrement des *Staphylococcus aureus* :

27 échantillons, voir tableaux n° 20 et 21 parmi les 96 analysés ont donné des colonies caractéristiques et/ou non caractéristiques de *Staphylococcus*, sur la gélose de Baird Parker (figure 13), toutefois aucune colonie n'a répondu positivement au test du coagulase, sur le plasma de lapin.

Tableau 20: Résultats de colonies présumées des *Staphylococcus aureus* sur les surfaces

Surface	Couteaux et fusil de saignée	Bac d'échaudage	Doigts plumés	Couteaux, louches et mains de manipulateurs	Tables de tri et mains de manipulateurs	Crochets de panneaux de ressuage	Tables de conditionnement et mains de manipulateurs
Nombre d'échantillons suspectés	2	1	2	1	1	2	2

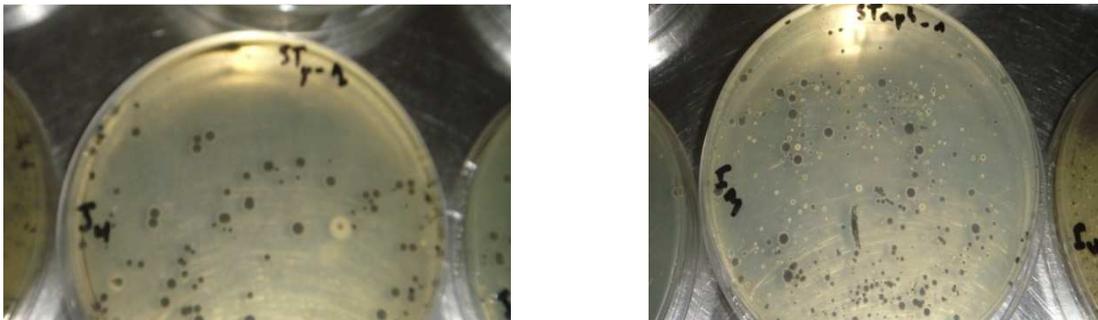
Tableau 21 : Résultats de colonies présumées des *Staphylococcus aureus* sur les carcasses.

Etape	Après saignée	Après échaudage	Après plumaïson	Après éviscération	Après rinçage	Après tri	Après douchage	Après ressuage	Avant conditionnement
Nombre d'échantillons suspectés	3	2	3	2	1	1	2	2	

Figure 12 : Photo personnelle / Aspect de colonies présumées de *Salmonella spp* sur le milieu Wilson Blaire.



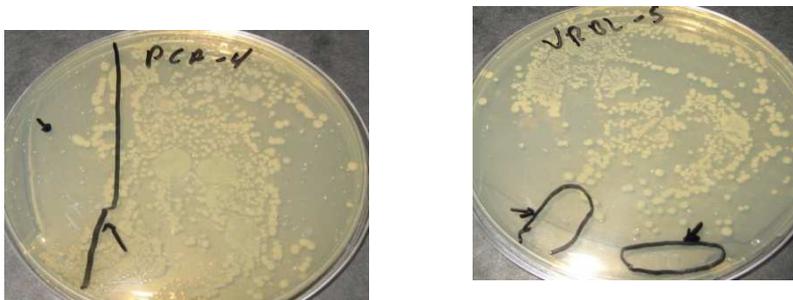
Figure 13 : Photos personnelles/ aspect de colonies présumées *Staphylococcus aureus* sur le milieu de Baird-Parker.



3.1.3. Résultats de dénombrement de la Flore Aérobie Mésophile Totale (FAMT)

Tous les échantillons analysés sont très contaminés, la plupart de temps nous étions obligés d'aller à la dilution 10⁻⁵ (figure 14).

Figure 14 : photos personnelles/ aspect des colonies des microorganismes totaux sur la gélose PCA



3.1.3.1. Sur les surfaces entrant en contact avec la carcasse

Les résultats de dénombrement des microorganismes totaux sur les différentes surfaces, entrant en contact direct avec la carcasse, sont rassemblés dans le tableau n° 22.

Résultats et analyses

Tableau 22: Résultats de dénombrement de la FAMT/ sur les différentes surfaces: log 10 ufc/cm² ou ml

Prélèvement n°	1 Dimanche 05/06 /2011	2 Lundi 13/06 /2011	3 Jeudi 21/07 / 2011	4 Mercredi 27/07/ 2011	5 Samedi 30/07/ 2011	6 Mardi 10/08/ 2011	n	moyenne	Ecart type	IC à 95%	
Surface											
Couteau de saignée	5.39	3.05	6.07	4.29	3.97	5.11	6	4.65	1.09	3.50	5.79
Bac d'échaudage		4.41	5.00	4.13	2.04	4.80	5	4.08	1.19	2.60	5.55
Doigts plumeurs	4.17	6.26	3.75	3.73	4.69	5.47	6	4.68	1.01	3.61	5.74
Mains manipulateurs + instruments d'éviscération	6.19	5.88	4.25	6.60	6.59	4.32	6	5.64	1.08	4.50	6.77
Mains manipulateurs + tables de tri	3.55	5.48	3.99	5.63	6.44	3.72	6	4.80	1.20	3.54	6.06
Panneaux de ressuage	4.66	4.04	4.08	5.63	3.57	3.91	6	4.32	0.73	3.54	5.09
Mains manipulateurs + tables de conditionnement	5.05	4.08	2.65	4.93	3.27	4.58	6	4.09	0.96	3.09	5.10

n nombre d'échantillons

3.1.3.2. Sur la carcasse

Les résultats, de dénombrement des microorganismes totaux sur les carcasses après chacune des étapes retenues, sont récapitulés dans le tableau n°23.

Tableau 23: Résultats de dénombrement de la FAMT/ sur la carcasse (Log₁₀ ufc/cm²), après chaque étape du process.

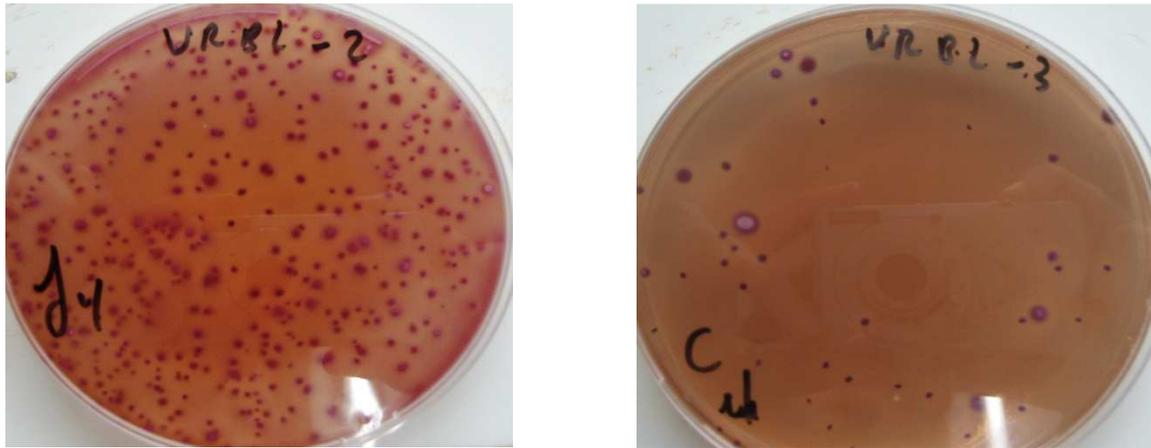
Prélèvement n°	1 ^{er} Dimanche 05/06/ 2011	2 ^{ème} Lundi 13/06/ 2011	3 ^{ème} Jeudi 21/07/ 2011	4 ^{ème} Mercredi 27/07 2011	5 ^{ème} Samedi 30/07/ 2011	6 ^{ème} mardi 10/08/ 2011	n	Moyenne	Ecart- Type	IC à 95%	
Etape											
Après saignée	4.89	4.73	5.16	4.51	5.32	4.07	6	4.78	0.45	4.30	5.26
Après échaudage	5.01	3.82	4.49	4.67	4.59	3.10	6	4.28	0.70	3.55	5.01
Après plumaison	4.12	3.06	3.12	4.34	5.07	2.96	6	3.78	0.86	2.87	4.68
Après éviscération	5.56	4.75	4.31	4.88	4.68	5.70	6	4.98	0.54	4.41	5.55
Après rinçage	5.58	2.82	3.75	3.86	4.86	2.86	6	3.96	1.10	2.81	5.10
Après tri	5.16	3.57	3.64	4.20	4.95	2.98	6	4.08	0.85	3.19	4.97
Après douchage	3.88	3.52	2.61	3.06	3.82	2.92	6	3.30	0.52	2.76	3.84
Après ressuage	5.05	4.63	4.88	4.82	5.34	3.20	6	4.65	0.75	3.86	5.44
Avant conditionnement	5.70	4.86	4.17	4.12	5.53	3.65	6	4.67	0.83	3.80	5.54

3.1.4. Résultats de dénombrement des Coliformes thermotolérants

Qualitativement parlant toutes les surfaces et les carcasses analysées ont donné des résultats positifs (figure 15), cependant le profil qualitatif diffère d'une surface à l'autre et d'une étape à l'autre.

Résultats et analyses

Figure 15 : photos personnelles / Aspect des colonies de Coliformes fécaux sur la gélose VRBL



3.1.4.1. Sur les surfaces entrant en contact avec la carcasse

Les résultats de dénombrement des Coliformes fécaux sur les surfaces, entrant en contact avec la carcasse, sont présentés dans le tableau n° 24.

Tableau 24: Résultats de dénombrement des Coliformes fécaux/ sur les surfaces (\log_{10} ufc/cm² ou ml)

Prélèvement n° Surface	1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	6 ^{ème}	n	moyenne	Ecart type	IC à 95%	
	Jeudi 25/08/ 2011	Mardi 30/08/ 2011	Lundi 5/09/ 2011	Mercredi 14/09/ /2011	Samedi 17/09/ 2011	Dimanche 25/09/ / 2011					
Couteau de saignée	2.08	3.76	4.82	4.79	4.8	4.01	6	4.04	1.06	2.93	5.16
Bac d'échaudage	1.77	4.22	5.02	5.5	3.96	4.11	6	4.10	1.29	2.75	5.45
Doigts plumeurs	2.94	2.15	3.77	4.98	4.79	2.87	6	3.58	1.13	2.39	4.77
Mains manipulateurs + instruments d'éviscération	3.63	3.67	3.43	4.49	4.15	2.43	6	3.63	0.71	2.89	4.37
Mains manipulateurs + tables de tri	1.34	1.85	2.9	2.71	4.22	2.41	6	2.57	0.99	1.53	3.61
Panneaux de ressuage	0.71	1.43	2.59	3.33	4.04	4.02	6	2.69	1.38	1.24	4.13
Mains manipulateurs + tables de conditionnement	2.67	1.5	1.69	2.83	2.18	3.01	6	2.31	0.62	1.66	2.97

3.1.4.2. Sur la carcasse

Les charges bactériologiques superficielles des carcasses, après chaque étape du process, sont résumées dans le tableau n° 25.

Résultats et analyses

Tableau 25: Résultats de dénombrement des Coliformes fécaux/ sur la carcasse (Log_{10} ufc/cm²) après chaque étape du process

Prélèvement n°	1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	6 ^{ème}			Ecart type	IC à 95%	
Etape	Jeudi 25/08 /2011	Mardi 30/08 /2011	Lundi 05/09/ 2011	Mercredi 14/09/ 2011	Samedi 17/09/ 2011	Dimanche 25/09/ 2011	n	moyenne			
Après saignée	3.47	2.58	1.16	5.11	3.13	3.75	6	3.20	1.31	1.83	4.57
Après échaudage	2.35	1.89	1.80	4.66	2.10	3.17	6	2.66	1.10	1.51	3.81
Après plumaison	4.08	2.58	2.83	3.00	1.95	3.16	6	2.93	0.70	2.20	3.67
Après éviscération	3.69	3.37	5.22	4.50	3.80	3.77	6	4.06	0.68	3.35	4.77
Après rinçage	1.39	2.45	4.16	3.46	1.62	2.10	6	2.53	1.08	1.40	3.66
Après Tri	1.56	3.10	2.72	4.92	2.54	2.70	6	2.92	1.11	1.76	4.08
Après douchage	1.54	1.10	1.83	2.79	1.89	1.99	6	1.86	0.56	1.27	2.44
Après ressuage	1.58	3.88	2.57	5.03	2.56	1.93	6	2.93	1.30	1.56	4.29
Avant conditionnement	1.64	3.50	2.64	4.50	3.81	2.78	6	3.15	1.01	2.09	4.20

3.2. Résultats de la deuxième phase

3.2.1. Résultats de dénombrement de la Flore Aérobie Mésophile Totale

3.2.1.1. Sur les surfaces entrant en contact direct avec la carcasse

Les résultats, de dénombrement des microorganismes totaux sur les surfaces, entrants en contact avec la carcasse, après les corrections apportées sont résumés dans les tableaux 26.

Tableau 26: Résultats de dénombrement de la FAMT sur les différentes surfaces (Log_{10} ufc/cm² ou ml).

Surface	1 ^{er} Dimanche 09/10/2011	2 ^{ème} Jeudi 13/10/2011	3 ^{ème} Mardi 25/10/2011	n	Moyenne	Ecart-Type
Couteau de saignée	1.95	1.58	2.91	3	2.15	0.69
Bac d'échaudage	2.59	3.33	3.08	3	3.00	0.38
Doigts plumés	2.99	1.53	3.30	3	2.61	0.94
Instruments d'éviscération	1.83	3.20	3.57	3	2.87	0.92
Tables de tri	3.78	2.96	1.70	3	2.81	1.05
Crochets de panneaux de ressuage	3.13	2.95	3.68	3	3.25	0.38
Tables de conditionnement	2.78	2.67	3.67	3	3.04	0.55

3.2.1.2. Sur la carcasse

Les résultats, de dénombrement des microorganismes totaux après chacune des étapes retenues pour la deuxième phase, sont synthétisés dans le tableau 27.

Résultats et analyses

Tableau 27: Résultats de dénombrement de la FAMT sur la carcasse (Log_{10} ufc/cm²), après quelques étapes du process.

Etape	1 ^{er} Prélèvement du Dimanche 09/10/2011	2 ^{ème} Prélèvement du Jeudi 13/10/2011	3 ^{ème} Prélèvement du Mardi 25/10/2011	n	Moyenne	Ecart-Type
Après saignée	3.82	2.90	0.46	3	2.39	1.23
Après éviscération	3.92	2.51	0.40	3	2.27	1.77
Après ressuage	1.88	2.90	0.46	3	1.75	1.74
Avant conditionnement	2.73	2.75	0.44	3	1.97	1.33

3.2.2. Résultats de dénombrement des coliformes thermotolérants

3.2.2.1. Sur les surfaces entrant en contact direct avec la carcasse

Les résultats de dénombrement des Coliformes thermotolérants sur les surfaces, entrant en contact avec la carcasse, après les corrections apportées sont présentés dans le tableau n° 28.

Tableau 28: Résultats de dénombrement des Coliformes fécaux/ sur les différentes surfaces entrant en contact direct avec la carcasse (Log_{10} ufc/cm² ou ml)

Surface	1 ^{er} Dimanche 09/10/2011	2 ^{ème} Jeudi 13/10/2011	3 ^{ème} Mardi 25/10/2011	n	Moyenne	Ecart type
Couteau de saignée	1.36	0.00	0.62	3	0.66	0.68
Bac d'échaudage	1.95	0.00	0.00	3	0.65	1.13
Doigts plumeurs	1.19	0.00	0.00	3	0.40	0.68
Instruments d'éviscération	0.00	0.00	0.00	3	0.00	0.00
Tables de tri	0.00	0.00	0.00	3	0.00	0.00
Crochets de panneaux de ressuage	0.62	0.00	0.00	3	0.21	0.36
Tables de conditionnement	0.00	0.00	1.18	3	0.39	0.68

3.2.2.2. Sur la carcasse

Les résultats de dénombrement des Coliformes thermotolérants sur les carcasses après les étapes retenues pour la deuxième phase, sont rassemblés dans le tableau n° 29.

Tableau 29: Résultats de dénombrement des Coliformes fécaux/ sur la carcasse (Log_{10} ufc/cm²), après quelques étapes du process.

Etape	1 ^{er} Prélèvement du Dimanche 09/10/2011	2 ^{ème} Jeudi 13/10/2011	3 ^{ème} Mardi 25/10/2011	n	Moyenne	Ecart-Type
Après saignée	4.02	1.56	3.17	3	2.92	1.25
Après éviscération	2.42	1.40	1.00	3	1.61	0.73
Après ressuage	0.66	0.00	1.11	3	0.59	0.56
Avant conditionnement	0.64	1.39	0.60	3	0.88	0.45

Résultats et analyses

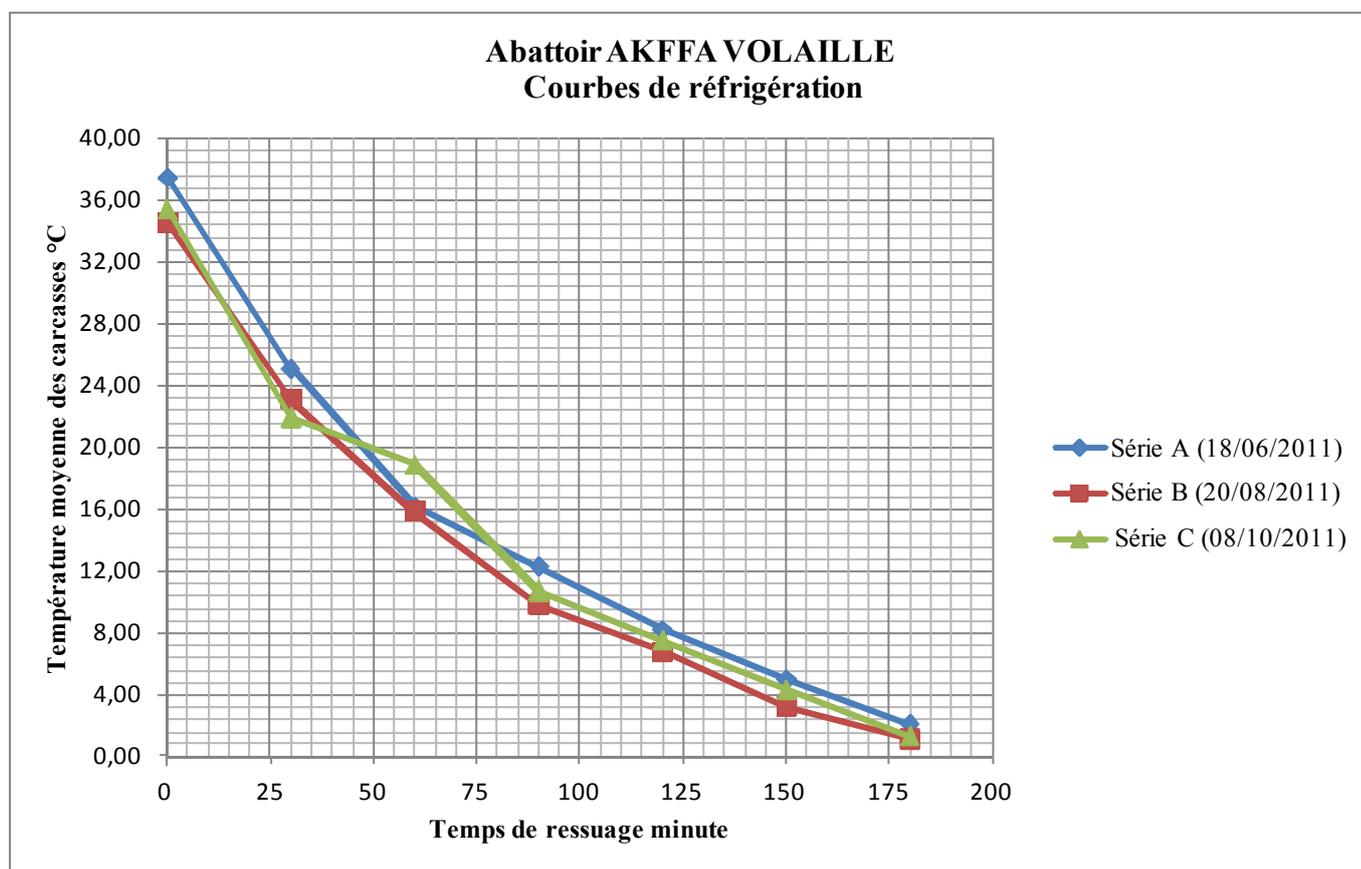
3.3. Résultats de courbes de réfrigération :

Les résultats des trois séries, résumés dans le tableau n°30 et illustrés dans la figure n°19, montrent que la température à cœur des carcasses atteint le seuil de 4°C dans un laps du temps qui varie entre 147 et 160 minutes, donc en moyenne (153.5 minutes) ce qui est conforme à la réglementation.

Tableau 30: Evolution de la température à cœur des carcasses dans la salle de ressuage de l'abattoir AKKFA VOLAILLE.

Temps (minute)	Température C°		
	Série A (18/06/2011)	Série B (20/08/2011)	Série C (08/10/2011)
0	37.47	34.54	35.40
30	25.11	23.16	21.96
60	16.24	15.93	18.93
90	12.32	9.87	10.73
120	8.22	6.81	7.54
150	5.01	3.27	4.34
180	2.12	1.17	1.32

Figure 16 : courbes de réfrigération de la salle de ressuage de l'abattoir AkFFA VOLAILLE.



3.4. Analyse statistique des résultats

L'analyse statistique est réalisée en utilisant : Excel 2007, STATISTICA pour visualiser les diagrammes en boîtes et quelques tables statistiques (de Student, de test de Shapiro-Wilk, de Mann-Whitney-Wilcoxon, Wilcoxon, de coefficient de corrélation linéaire de Pearson).

Après avoir transformé les résultats en logarithme décimale, la normalité des distributions a été vérifiée graphiquement (droites d'Henry générées sur un tableur Excel) et statistiquement, grâce au test de Shapiro-Wilk ($\alpha = 0.05$, $n = 6$ sauf les résultats de dénombrement de la FAMT dans le bac d'échaudage où $n = 5$), développé sur un tableur Excel (2007) en suivant étape par étape la procédure décrite par : S.S. Shapiro et M.B. Wilk (1965). Tous les tests se sont avérés non significatifs (les valeurs W des tests > aux valeurs critiques du test : 0.788 pour $n = 6$ et 0.762 pour $n = 5$), et on accepte, par conséquent, à 95% que tous les résultats de la première phase ont des distributions normales.

NB : les valeurs critiques et les coefficients du test Shapiro-Wilk sur la table sont lus dans des tables annexées au même document.

3.4.1. Analyse des résultats obtenus après la première phase.

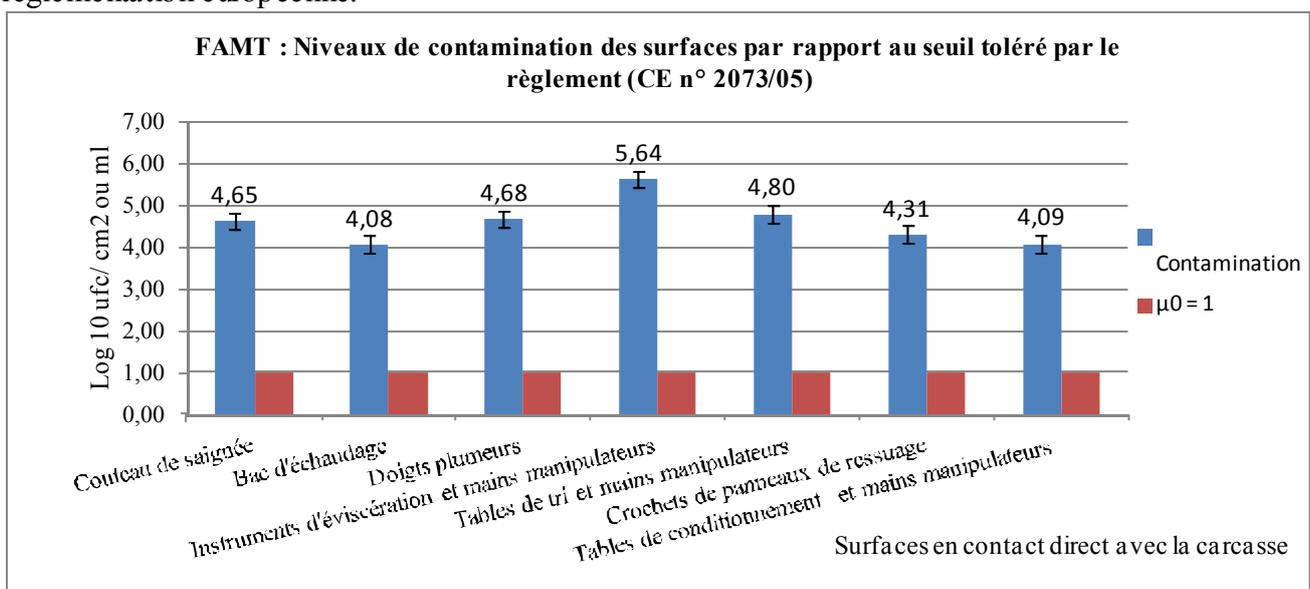
3.4.1.1. Analyse des résultats de dénombrement de la Flore Aérobie Mésophile Totale.

3.4.1.1.1. Sur la chaîne d'abattage.

Les charges en microorganismes totaux, sont comparés avec les exigences de règlement CE n° 2073 :2005) qui tolère une contamination des surfaces, avant le début de travail, ne dépassant pas 10 ufc/cm² en Flore totale soit : 1 Log₁₀ ufc/cm² ou ml.

Les résultats sont illustrés sur la figure 17 et récapitulés dans le tableau n° 31.

Figure 17: FAMT/ Comparaison des niveaux de contamination des surfaces avec les exigences de la réglementation européenne.



Résultats et analyses

Tableau 31: FAMT/ Comparaison des moyennes de contamination bactérienne des surfaces avec l'exigence du règlement CE n° 2073/2005.

Test unilatéral de conformité de Student (échantillons appariés) avec la réglementation Européenne $\mu_0=1$ (risque $\alpha=0,05$)					
Surface	Moyenne (Log10 ufc/cm ² ou ml)	n	μ_0 (Log10 ufc/cm ²)	p unilatéral ($\alpha=0,05$)	conclusion
Couteau de saignée	4.65	6	1	0.00021898	(***)
Bac d'échaudage	4.08	5	1	0.00220617	(**)
Doigts plumeurs	4.68	6	1	0.00015068	(***)
Instruments d'éviscération et mains manipulateurs	5.64	6	1	6.7737E-05	(***)
Tables de tri et mains manipulateurs	4.80	6	1	0.00028658	(***)
Crochets de panneaux de ressuage	4.32	6	1	5.2768E-05	(***)
Tables de conditionnement et mains manipulateurs	4.09	6	1	0.00026324	(***)

(**): Différence Très Significatif.

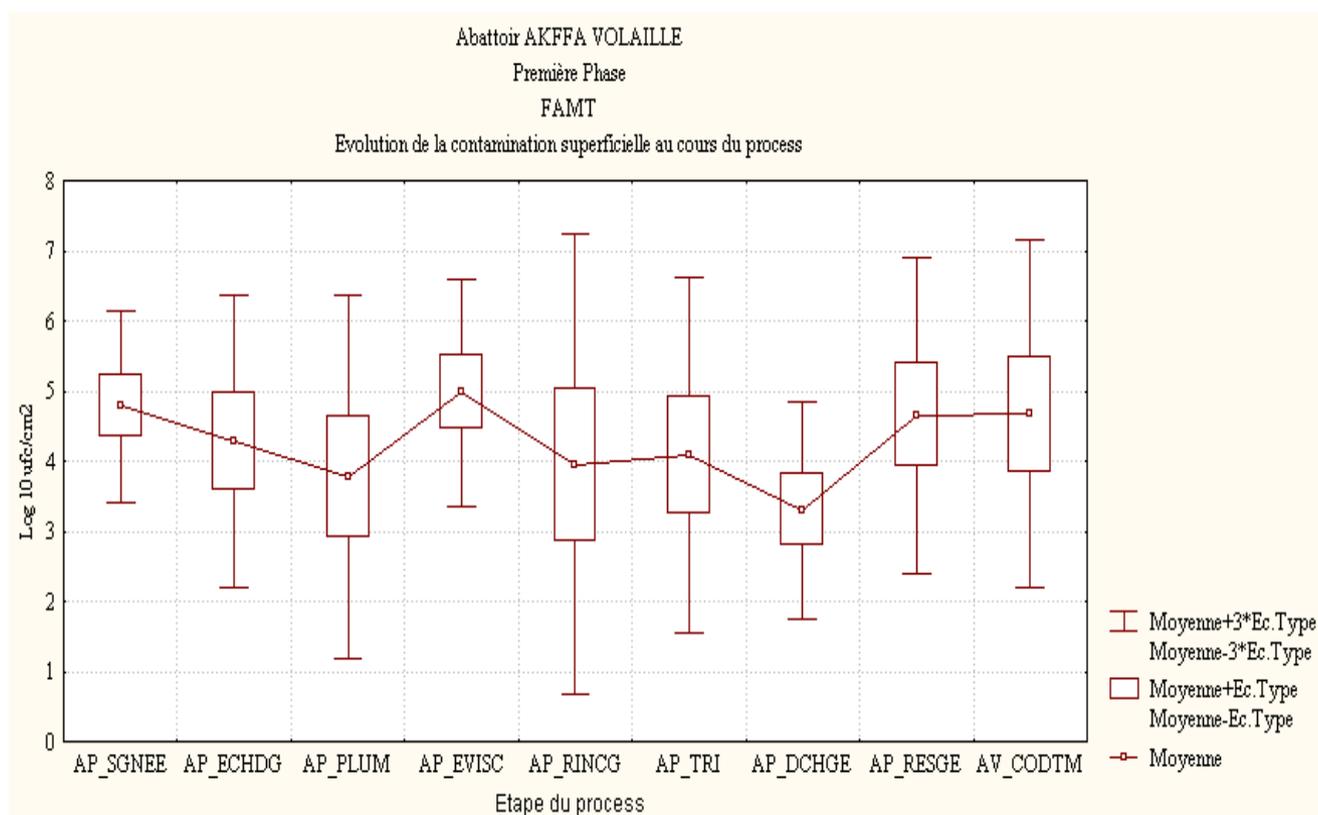
(***): Différence Hautement significative.

Toutes les surfaces sont très contaminées.

3.4.1.1.2. Sur les carcasses.

L'évolution de la contamination superficielle de la carcasse, au cours du process (figure n° 18), est évaluée en suivant la différence de la moyenne de cette contamination sur la carcasse avant et après chaque étape.

Figure 18: FAMT/ évolution de la charge microbologique superficielle de la carcasse au cours du process



Résultats et analyses

Avant de comparer les moyennes des étapes successives deux à deux, une comparaison globale de ces moyennes a été faite par un test ANOVA à un facteur dont le résultat est très significatif ($P = 0,0069$) : par conséquent il a été conclut à 95% de l'existence d'au moins une différence entre deux moyennes. Les comparaisons, entre moyennes des étapes successives, sont récapitulées dans le tableau n°32.

Tableau 32: FAMT/ évolution de la charge bactériologique superficielle de la carcasse, en microorganismes totaux au cours du process.

Test unilatéral d'homogénéité de Student ($\alpha = 0.05$)				
Etape	Etape précédente	P (F-test)	P	Conclusion
Après échaudage (M2 = 4.28; n = 6)	Après saignée (M1 = 4.78; n = 6)	0.42	0.086	DNS
Après plumaison (M3 = 3.78; n = 6)	Après échaudage (M2 = 4.28; n = 6)	0.33	0.14	DNS
Après éviscération (M4 = 4.98; n = 6)	Après plumaison (M3 = 3.78; n = 6)	0.16	0.008	(**) M4 > M3
Après rinçage (M5 = 3.96; n = 6)	Après éviscération (M4 = 4.98; n = 6)	0.07	0.033	(*) M5 < M4
Après tri (M6 = 4.08; n = 6)	Après rinçage (M5 = 3.96; n = 6)	0.29	0.41	DNS
Après douchage (M7 = 3.30; n = 6)	Après tri (M6 = 4.08; n = 6)	0.15	0.041	(*) M7 < M6
Après ressuage (M8 = 4.65; n = 6)	Après douchage (M7 = 3.30; n = 6)	0.22	0.0023	(**) M8 > M7
Avant conditionnement (M9 = 4.67; n = 6)	Après ressuage (M8 = 4.65; n = 6)	0.42	0.48	DNS

(**) : Différence Très Significative.

(*) : Différence Significative.

DNS : Différence Non Significative.

L'éviscération est une étape très contaminatrice, le ressuage est mal exécuté et constitue aussi une étape contaminatrice alors que le rinçage et le douchage contribuent à la décontamination des carcasses.

La corrélation linéaire entre la charge bactérienne en microorganismes totaux sur la chaîne et sur la carcasse, a été examinée par le test d'égalité du coefficient de corrélation vrai à 0. Par étape (n = 6, $\alpha = 0.05$), Sept étapes correspondantes aux sept surfaces entrant en contact direct avec la carcasse ont été choisies tableau n°33, les valeurs de p sont lues sur la table des valeurs critiques de coefficient de corrélation linéaire (Aviva. Petrie and Paul. Watson. 2006).

Toutes les valeurs de r correspondent, selon la table statistique des valeurs critiques de coefficient de corrélation « r » de Pearson (n = 6, $\alpha = 5\%$), à une valeur de $P > 0.05$, et on accepte donc avec un risque de 5% qu'il n'y ait pas de corrélation linéaire entre les charges microbiennes en microorganismes totaux sur la chaîne et sur la carcasse.

Résultats et analyses

Tableau 33: FAMT/corrélation linéaire entre la charge bactériologique sur la surface et sur la carcasse.

Surface entrant en contact direct avec la carcasse	Etape	r	Test d'égalité de coefficient de corrélation à 0 : ($\alpha = 0.05$), n = 6.
Couteau de saignée	Après saignée	0,04	$P > 0.05$
Bac d'échaudage	Après échaudage	-0,45	$P > 0.05$
Doigts plumeurs	Après plumaison	-0,43	$P > 0.05$
Mains manipulateurs et instruments d'éviscération	Après éviscération	-0,05	$P > 0.05$
Mains manipulateurs et tables de tri	Après Tri	0,27	$P > 0.05$
Crochets de panneaux de ressuage	Après ressuage	0,15	$P > 0.05$
Mains manipulateurs et tables de conditionnement	Avant conditionnement	0.01	$P > 0.05$

3.4.1.2. Analyse des résultats de dénombrement des Coliformes fécaux (CF) :

3.4.1.2.1. Sur les surfaces entrant en contact direct avec la carcasse.

Les charges bactériologiques sont comparées avec le seuil d'acceptabilité toléré par le règlement CE n° 2073 :2005 qui exige une contamination des surfaces, avant le début de travail, ne dépassant pas 1ufc/cm² en Entérobactéries soit : 0 Log₁₀ ufc/cm² ou ml. Les résultats de comparaisons sont illustrés sur la figure n° 19 et résumés dans le tableau n°34.

Tableau 34: Coliformes fécaux/ Comparaison moyennes de contaminations des surfaces avec les exigences de la réglementation européenne: Règlement (CE) N° 2073/2005.

Coliformes Fécaux Comparaison de conformité avec le règlement CE n° 2073/05				
Surface en contact direct avec la carcasse	Moyenne Log ₁₀ ufc/cm ² ou ml	n	u ₀ (ufc/cm ²)	comparaison
Couteau de saignée	4,04	6	0	M > u ₀
Bac d'échaudage	4,10	6	0	M > u ₀
Doigts plumeurs	3,58	6	0	M > u ₀
Instruments d'éviscération et mains manipulateurs	3,63	6	0	M > u ₀
Tables de tri et mains manipulateurs	2,57	6	0	M > u ₀
Crochets de panneaux de ressuage	2,69	6	0	M > u ₀
Tables de conditionnement et mains manipulateurs	2,31	6	0	M > u ₀

M : moyenne de contamination de la surface

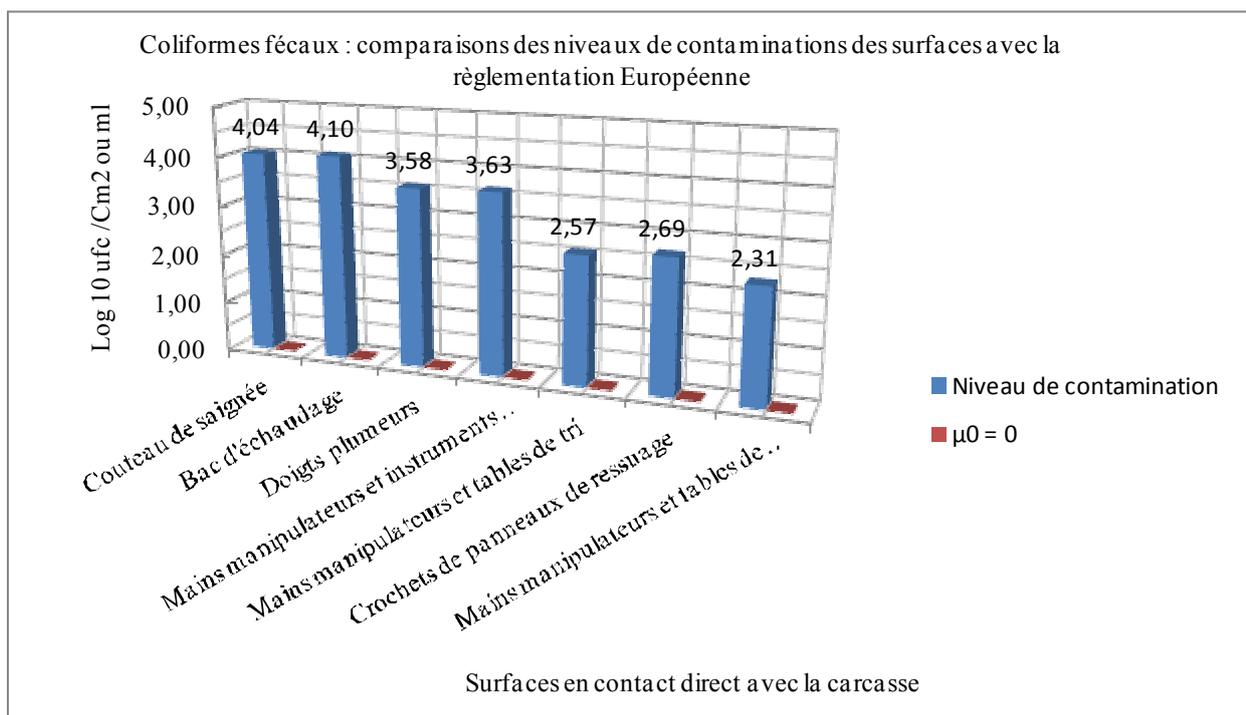
(**): Différence très Significative.

(***) : Différence Hautement Significative.

Résultats et analyses

Toutes les surfaces en contact avec la carcasse sont très contaminées par les coliformes thermotolérants

Figure 19 : CF / Comparaison des niveaux de contamination des surfaces avec l'exigence du Règlement (CE) N° 2073/2005.



3.4.1.2.2. Sur les carcasses.

Le diagramme en boîtes figure n°20 montre l'évolution de la charge bactériologique superficielle au cours du process.

Le test ANOVA à un facteur, pour comparer globalement les moyennes de charge bactérienne superficielle en coliformes fécaux sur la carcasse après les différentes étapes est non significatif ($p = 0.065$), donc on peut dire que il n'y a pas une différence globale entre ces différentes moyennes.

Néanmoins les comparaisons des moyennes (Student d'homogénéité) des étapes successives ont montré quand même l'existence de certaines différences significatives (tableau n°35).

Résultats et analyses

Figure 20: CF / Evolution de la charge bactériologique superficielle des carcasses au cours du process.

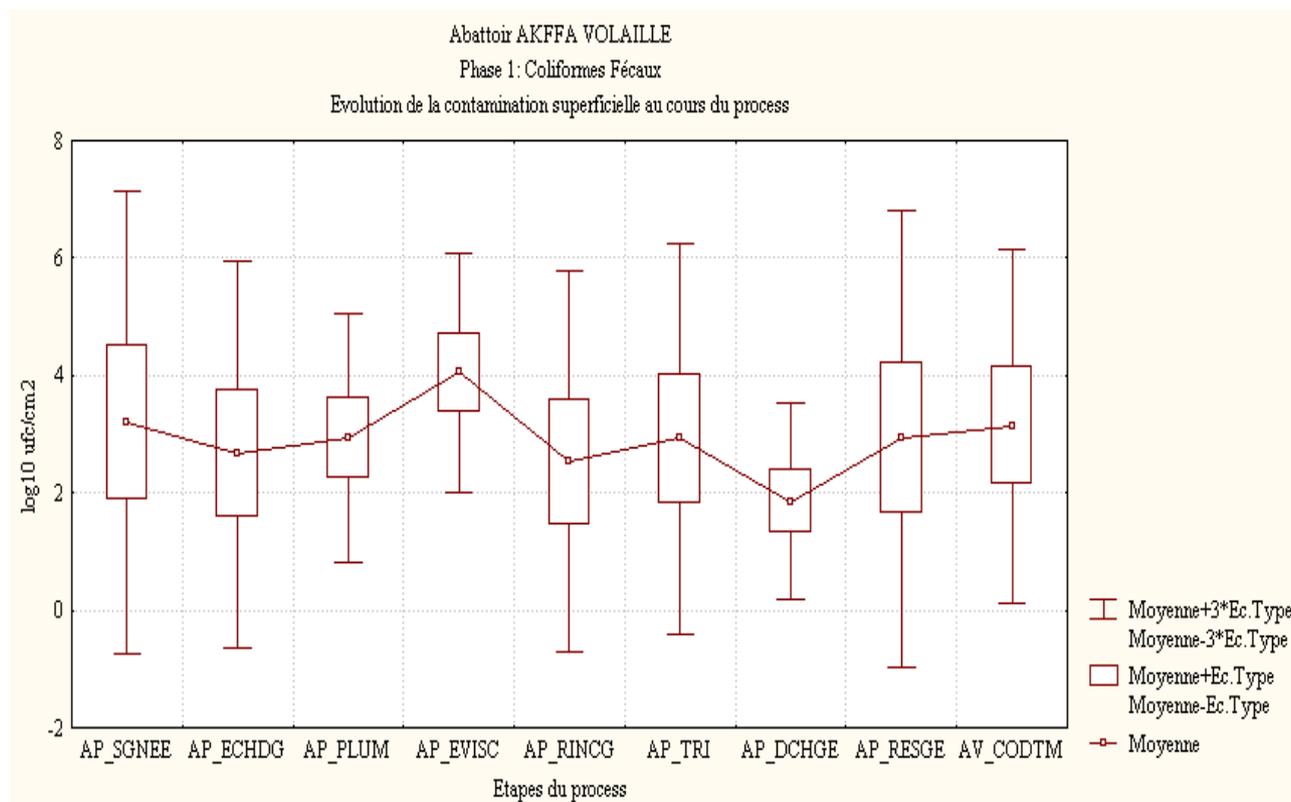


Tableau 35: Coliformes Fécaux/ évolution de la charge bactériologique superficielle de la carcasse au cours du process.

Coliformes fécaux : évolution de la charge superficielle des carcasses au cours du process				
Test unilatéral d'homogénéité de Student ($\alpha = 0.05$)				
Etape	Etape précédente	P (F-test)	P	Conclusion
Après échaudage (M2 = 2.66; n = 6)	Après saignée (M1 = 3.20; n = 6)	0.35	0.23	DNS
Après plumaison (M3 = 2.93; n = 6)	Après échaudage (M2 = 2.66; n = 6)	0.17	0.31	DNS
Après éviscération (M4 = 4.06; n = 6)	Après plumaison (M3 = 2.93; n = 6)	0.47	0.0091	(**) M4 > M3
Après rinçage (M5 = 2.53; n = 6)	Après éviscération (M4 = 4.06; n = 6)	0.17	0.0074	(**) M5 < M4
Après tri (M6 = 2.92; n = 6)	Après rinçage (M5 = 2.53; n = 6)	0.48	0.27	DNS
Après douchage (M7 = 1.86; n = 6)	Après tri (M6 = 2.92; n = 6)	0.08	0.031	(*) M7 < M6
Après ressuage (M8 = 2.93; n = 6)	Après douchage (M7 = 1.86; n = 6)	« 0.044 »	0.053	DNS
Avant conditionnement (M9 = 3.15; n = 6)	Après ressuage (M8 = 2.93; n = 6)	0.29	0.37	DNS

N.B : la comparaison entre la moyenne de contaminations après le ressuage et après le douchage se fait par un test d'égalité des espérances avec variances différentes.

Le rinçage et le douchage diminuent la charge bactériologique superficielle alors que l'éviscération constitue une étape contaminatrice, le ressuage est exécuté.

Quant à la corrélation linéaire entre la charge bactérienne en coliformes fécaux sur la chaîne et sur la carcasse, elle a été examinée par le test d'égalité du coefficient de corrélation linéaire vrai à 0. Par étape ($n = 6$, $\alpha = 0.05$), les mêmes étapes (tableau 33) ont été choisies, toutes les valeurs de r correspondent à des valeurs de $P > 0.05$, par conséquent le test est non significatif et on accepte qu'à 95 % des cas, qu'il n'y ait pas de corrélation linéaire entre les charges bactériennes en coliformes fécaux sur la chaîne et sur la carcasse.

3.4.1.3. Conclusion :

La chaîne d'abattage est très contaminée, par la FAMT ainsi que par les coliformes fécaux, les étapes d'éviscération et de ressuage sont les plus contaminatrices, alors que le rinçage et le douchage contribuent à la décontamination des carcasses.

Les surfaces de la chaîne d'abattages ne sont pas les seuls facteurs qui conditionnent la contamination, d'autres facteurs interviennent aussi.

3.4.2. Analyse des résultats de la deuxième phase

Le nombre d'échantillons à chaque étape (3), ne demande pas de tests statistiques, car les résultats sont explicites et la visualisation graphique suffit pour commenter l'allure des charges bactériologiques, sauf dans les cas de comparaison des charges bactériologiques superficielles des carcasses, entre la première et la deuxième phase, nous avons recouru à l'utilisation des tests non paramétriques (Man-Whitney-Wilcoxon).

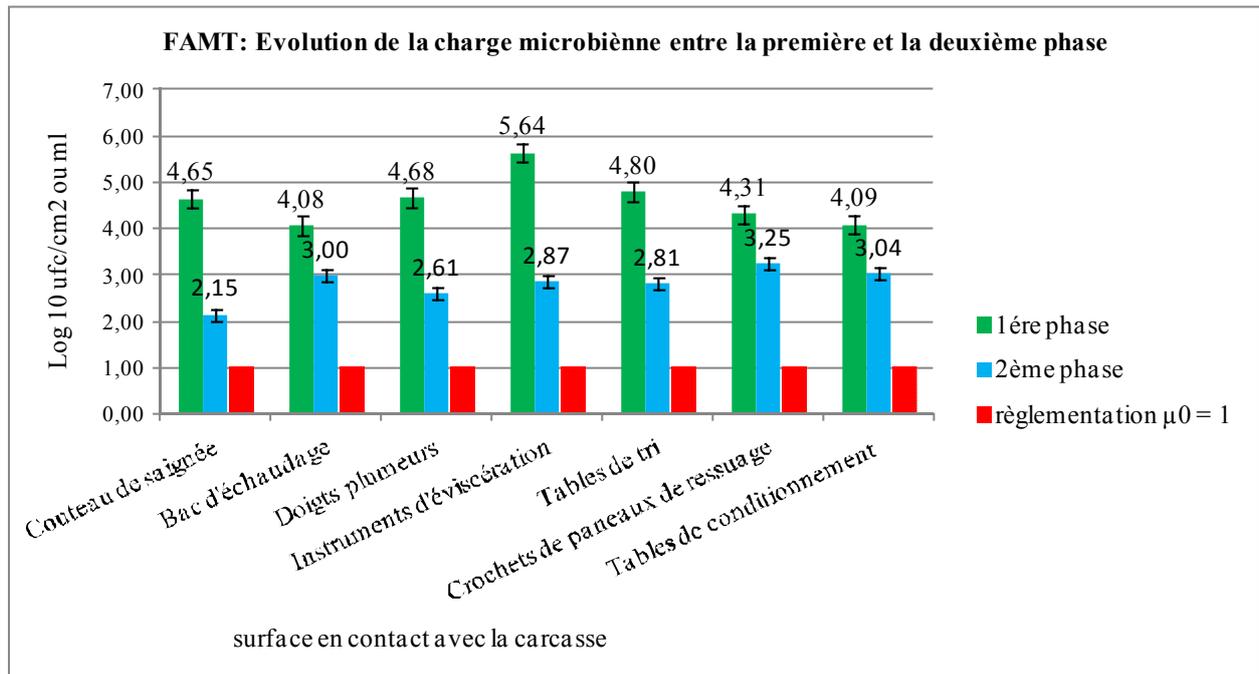
3.4.2.1. Analyse des résultats de dénombrement de la Flore Aérobie Mésophile Totale.

3.4.2.1.1. Sur la chaîne d'abattage.

Les charges microbiologiques après cette phase sont comparées avec celle de la première phase et avec la réglementation européenne (Figure n° 21).

Résultats et analyses

Figure 21 : Deuxième phase/ FAMT comparaison de contamination des surfaces: première phase, deuxième phase et l'exigence du règlement : CE n° 2073/05.

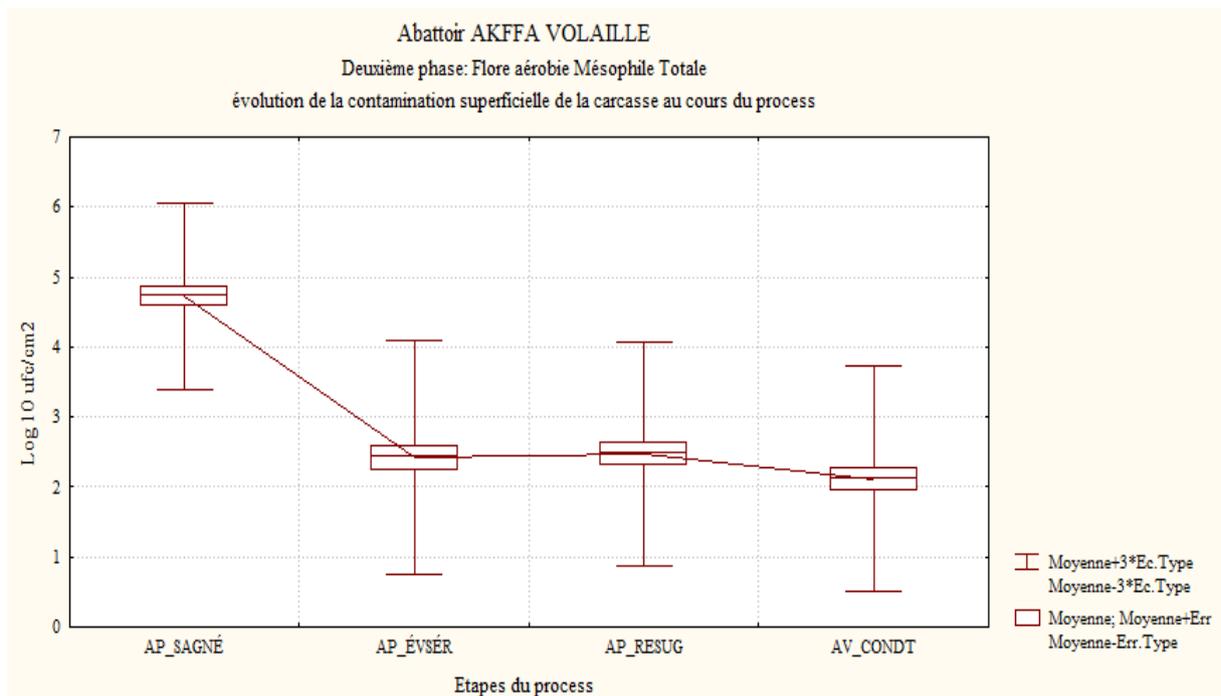


Malgré la diminution des niveaux de contamination sur toutes les surfaces, mais ces niveaux restent nettement au dessus de seuil de l'acceptabilité.

3.4.2.1.2. Sur les carcasses.

L'évolution de la contamination superficielle après quelques étapes est visualisée sur le diagramme en boîte figure n°22.

Figure 22: FAMT/ évolution de la charge microbiologique superficielle des carcasses au cours du process à la deuxième phase.



Résultats et analyses

La comparaison entre les moyennes de contamination, après les étapes retenues à cette phase et les moyennes de contaminations après les mêmes étapes de la première phase, est récapitulée dans les tableaux n°36.

Tableau 36: FAMT/Comparaisons de charges bactériologique superficielles des carcasses entre la première et la deuxième phase.

FAMT :					
Comparaison de l'évolution de la charge microbiologique superficielle au cours du process, entre la première et la deuxième phase					
Test Manne-Whitney –Wilcoxon d'homogénéité des distributions					
Etape	phase 2	phase 1	$[-M\alpha - + M\alpha]$	valeur calculée	conclusion
Après saignée	(M1' = 3.01; n = 3)	(M1 = 4.78; n = 6)	[-1.962 1.962]	-0.26	DNS
Après éviscération	(M4' = 3.14; n = 3)	(M4 = 4.98; n = 6)	[-1.962 1.962]	-2.32	DS (M4' < M4)
Après ressuage	(M8' = 1.5; n = 3)	(M8 = 4.65; n = 6)	[-1.962 1.962]	-2.32	DS (M8' < M8)
Avant conditionnement	(M9' = 1.57; n = 3)	(M9 = 4.67; n = 6)	[-1.962 1.962]	-2.32	DS (M9' < M9)

Malgré la diminution significative de la charge bactériologique après l'éviscération, le ressuage et avant le conditionnement, on constate clairement sur le diagramme en boîte (figure 22), que le ressuage est encore mal conduit.

3.4.2.2. Analyse des résultats de dénombrement des Coliformes thermotolérants.

3.4.2.2.1. Sur la chaîne d'abattage.

La figure n° 23 montre clairement la diminution significative de la charge bactériologique des surfaces, quoique certaines surfaces présentent des contaminations supérieures au seuil d'acceptabilité toléré par le règlement CE n° 2073/2005.

3.4.2.2.2. Sur les carcasses.

Les comparaisons des moyennes de contamination superficielle des carcasses après les étapes retenues pour la deuxième phase avec les moyennes de contamination après les mêmes étapes au cours de la première phase (tableau 37), montrent une diminution significative de la charge bactériologique malgré que les carcasses arrivent avec les mêmes charges bactériologiques.

Le diagramme en boîte (figure 24) montre que le ressuage et la manipulation avant le conditionnement posent encore un problème.

Résultats et analyses

Figure 23 : Coliformes Fécaux : comparaison des niveaux de contamination des surfaces : deuxième phase, première phase et le seuil d'acceptabilité fixé par la réglementation européenne $\mu_0 = 0$.

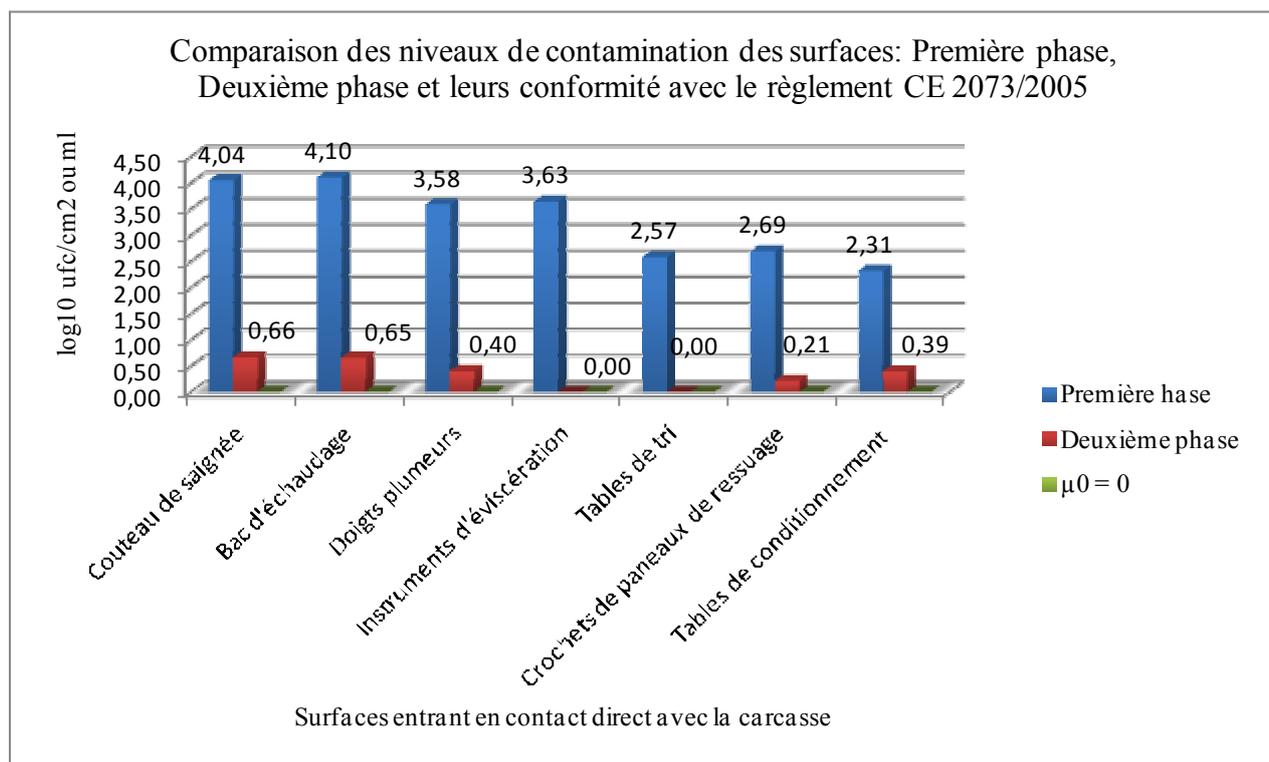


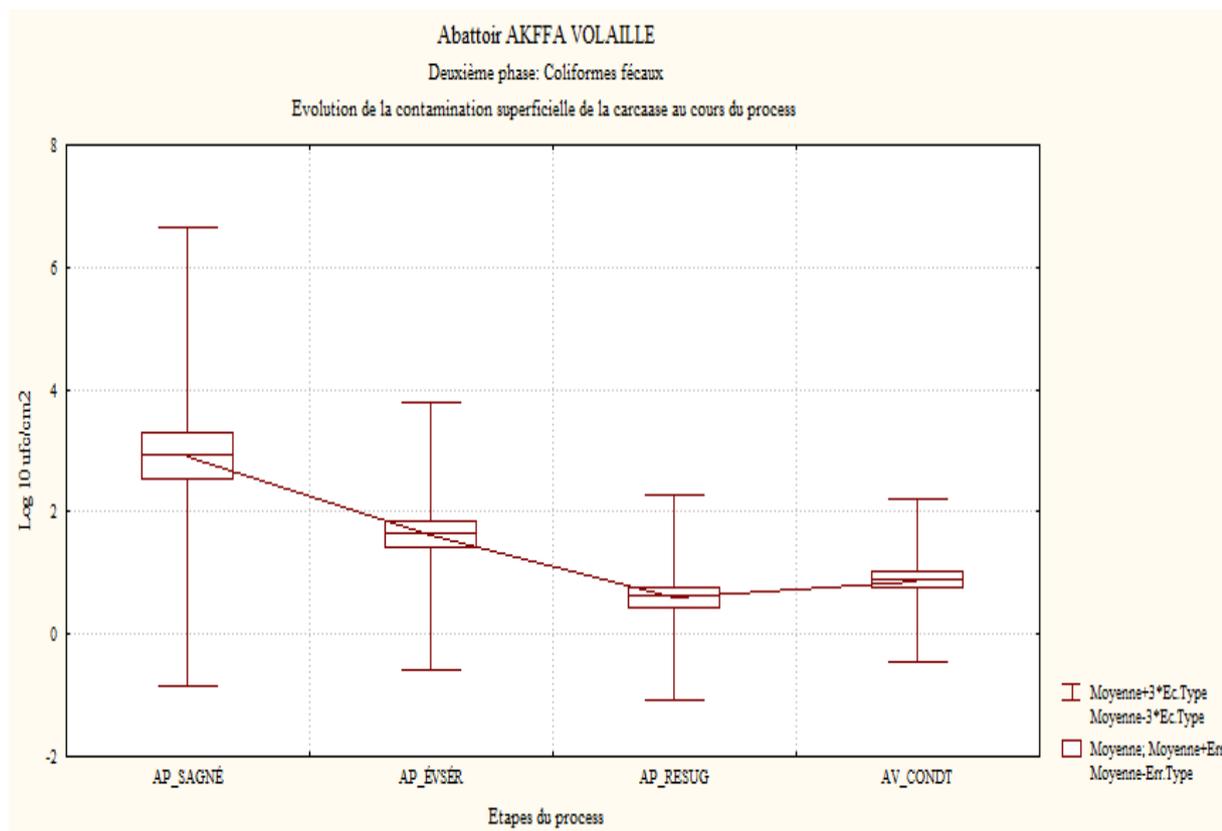
Tableau 37: Coliformes fécaux/ comparaisons des charges bactériologiques superficielles de la carcasse entre la première et la deuxième phase.

CF : Comparaison de l'évolution de la charge microbiologique superficielle au cours du process, entre la première et la deuxième phase
Test Mann-Whitney –Wilcoxon d'homogénéité des distributions

Etape	phase 2	phase 1	$[-M\alpha - + M\alpha]$	valeur calculée	conclusion
Après saignée	(M'1 = 2,92; n'1 = 3)	(M1 = 3,20; n = 6)	$[-1,962 \ 1,962]$	0	DNS
Après éviscération	(M'4 = 1,61; n'4 = 3)	(M4 = 4,06; n = 6)	$[-1,962 \ 1,962]$	-2,34	DS : M'4 < M4
Après ressuage	(M'8 = 0,59; n'8 = 3)	(M8 = 2,93; n = 6)	$[-1,962 \ 1,962]$	-2,34	DS: M'8 < M8
Avant conditionnement	(M'9 = 0,88; n'9 = 3)	(M9 = 3,15; n = 6)	$[-1,962 \ 1,962]$	-2,34	DS: M'9 < M9

Résultats et analyses

Figure 24: Coliformes Fécaux : évolution de la charge bactériologique superficielle des carcasses après les étapes sélectionnées du process.



4. Discussion

Sur le plan hygiénique, pour qu'un process soit efficace, il faut qu'il empêche la recontamination des carcasses et permette d'abaisser le plus rapidement possible leurs températures (Direction Générale de l'Alimentation DGAL / France, 2009). En d'autres termes, le niveau de contamination de la carcasse à chaque étape doit être inférieur ou au moins égale à son niveau de contamination à l'étape précédente.

4.1. Discussion des résultats de l'audit d'hygiène.

Il était difficile de mener un audit, selon les textes du Codex Alimentarius, dans le contexte d'activité de l'abattoir et de la filière avicole en Algérie. D'abord aucun abattoir n'est agréé conformément à ces textes de références, de plus l'absence d'un interlocuteur fiable (absence de la main qualifiée et de personnes compétentes pour gérer ce type d'activité) rend difficile d'avoir des réponses exactes.

4.2. Discussion des résultats des courbes de réfrigération.

Les résultats des courbes de réfrigération montrent que la température à cœur des carcasses atteint le seuil légal (+4° C), dans un laps du temps, en moyenne, de 153.5 minutes et ceci pendant toute la période d'échantillonnage. Cette durée est très satisfaisante. En effet, Daniel. C (1972) préconise, pour abaisser la température à cœur, des carcasses de volaille à +4°C, une durée qui peut aller de 4 à 5 heures de ressuage par air froid (0 à -1°C). Marcia. E.C.S et al (2010), estiment que la température des carcasses de volailles doit être abaissée de 39 à 5°C dans une durée de deux à trois heures. La norme codex (CAC/RCP 46-1999) recommande d'abaisser la température à cœur à 4°C dans un laps du temps ne dépassant pas, dans la mesure de possible, 02 heures. Ce résultat permet d'exclure la défaillance du système de réfrigération comme cause de contamination des carcasses après l'étape de ressuage et implique beaucoup plus les conditions de ressuage.

4.3. Discussion de résultats obtenus après la première phase

4.3.1. Discussion de résultats de la recherche des *Salmonella spp*

L'absence de *salmonella spp* aussi bien sur les carcasses que sur les surfaces est attribuée soit à l'utilisation dès les premières étapes du process et juste après l'éviscération, de l'eau chaude (55° C) qui contribue à la réduction des charges bactériennes en bactéries pathogènes et d'altération (Graham. P et al, 2002 ; FSIS, 2010), soit à la grande diversité des origines de provenance des échantillons, soit à la difficulté de l'écouvillonnage de décoller les bactéries de la surface (G. C. Mead, 2007), soit à la méthode et au plan d'échantillonnage. En effet, le règlement CE n° 2073/2005 prévoit une excision de la peau du cou et exige un nombre important d'échantillons ; de plus G. C. Mead, (2007) a constaté aussi que le nombre des *Salmonella spp* sur une carcasse est faible et il est préférable d'échantillonner un très grand nombre de carcasse pour pouvoir la détecter, il estime en outre, contrairement à certains auteurs, que la charge bactérienne sur le bréchet, est faible. Il faut cependant noter que tous les prélèvements effectués par les services vétérinaires officiels (Inspection Vétérinaire de la Wilaya d'Alger) avec une méthode destructive, au niveau de l'abattoir et analysés au niveau de l'Institut National de la Médecine vétérinaire (INMV) se sont révélés négatifs (Bureau d'hygiène Communale de Bordj El Kiffan).

Quant à l'absence des *Salmonella spp* sur les surfaces de travail, malgré le niveau de contamination élevé par la FAMT et les coliformes fécaux, elle est attribuée soit à la méthode d'échantillonnage soit aux traitements des échantillons.

Néanmoins le risque de contamination des surfaces et des carcasses est toujours existant, car selon Joseph-Pierre Guiraud (2003) il y a une corrélation fortement positive entre le niveau de contamination par les coliformes fécaux, notamment *Escherichia .coli* et *Salmonella spp*.

4.3.2. Discussion des résultats de la recherche et de dénombrement des *Staphylococcus aureus*

L'absence de *Staphylococcus* à coagulase positive est attribuée à l'utilisation de l'eau au cours de la plumaison et au cours des étapes ultérieures. En effet, les niveaux de contamination par *Staphylococcus aureus* augmentent sensiblement après la plumaison et l'utilisation de l'eau dans cette étape contribue à l'abaissement de cette contamination (Jean-Louis Jouve et colla, 1996 ; N.M Bolder, 1998). Cette absence peut être aussi expliquée par le port des gants par les manipulateurs. *Staphylococcus aureus* fait partie de la flore normale des volailles, les souches associées aux volailles diffèrent de celles d'origine humaine (Jacques-Antoine. H et Marie-Laure de Buyser, 2010). En terme de *Staphylococcus aureus* à coagulase positive les souches sont typiquement d'origine humaine et, par conséquent, les manipulateurs sont les premiers responsables de la contamination des carcasses par *Staphylococcus aureus* dans l'abattoir (Donald E. et al, 2001). L'absence peut être, aussi, attribuée aux réactifs de la coagulase et/ou au milieu de culture (BHIB), car la présence de plusieurs colonies caractéristiques sans qu'aucune d'entre elles ne réponde positivement, suscite des questions quant à la qualité des milieux et des réactifs (problème de qualité des milieux ou le mode de leurs conservation).

4.3.3. Discussion des résultats de dénombrement de la FAMT et des Coliformes Fécaux :

4.3.3.1. Sur les surfaces en contact avec les carcasses :

Toutes les surfaces en contact direct avec la carcasse sont très contaminées. Les différences statistiques entre les charges bactériennes en microorganismes totaux sur les surfaces et celles énoncées par la réglementation (règlement CE n° 2073/2005) voir tableau n°31, sont hautement significatives ($p < 0.001$). De plus il n'y a pas de différence globale entre les moyennes de contamination des différentes surfaces (le test d'analyse de variance sur des moyennes d'échantillons appariés n'est pas significatif ; $p = 0.131$) ceci est dû aux nombreuses contaminations croisées, aux déplacements non contrôlés et de façon générale à la non délimitation des zones propres et des zones sales dans l'abattoir.

Quant aux coliformes fécaux, toutes les surfaces ont une différence statistique au moins significative ($p < 0.05$) (tableau n° 34) par rapport aux seuils tolérés par la même réglementation. Cette contamination est attribuée aux méthodes inefficaces de nettoyage et de désinfection. En effet, l'abattoir applique un nettoyage quotidien avec de l'eau chaude (55° C) tandis que le nettoyage et la désinfection complète n'est appliqué qu'une fois par semaine et sans protocole écrit et validé. Bendeddouche. B et Bensid. A (2009) trouvent dans une récente étude comparative - bactériologique et physico-chimique (ATP-métrie)- menée dans abattoir de volaille en Algérie n'appliquant pas des méthodes de nettoyage et de désinfection

Discussion

correctes, que plus de 85% des surfaces, en contact direct avec la carcasse, ont une différence hautement significative par rapport aux seuils d'acceptabilité.

Néanmoins les niveaux de contaminations par les coliformes fécaux diffèrent d'une surface à une autre (le test d'analyse de variance sur des moyennes d'échantillons appariés est très significatif ; $p = 0.00101$), le bac d'échaudage est le plus contaminé ($4.09 \log_{10}$ ufc/ml) ceci est du à la dissolution des matières fécales dans le bac (N.M. Bolder, 1998 ; FSIS, 2010), suivie respectivement du matériel de saignée ($4.04 \log_{10}$ ufc/cm²), instruments d'éviscération ($3.63 \log_{10}$ ufc/cm²) et doigts plumés ($3.58 \log_{10}$ ufc/cm²), ces niveaux de contamination élevés sont attribués aux méthodes de nettoyage et de désinfection inefficaces qui sont à l'origine de formation des biofilms qui représentent des supports permanents de contamination (Bibek ray, 2004).

4.3.3.2. Sur la carcasse :

Après la saignée : Il faut noter d'abord que le niveau de contamination après la saignée représente le niveau de contamination des carcasses à l'arrivée parce qu'à cette étape la région anatomique prélevée n'est pas encore touchée. De plus il n'y a aucune norme qui spécifie les limites de contamination superficielle des carcasses, le but de cette étude est de vérifier l'efficacité d'un process à réduire la charge bactériologique superficielle initiale. Quoique l'efficacité d'un process est intimement liée à cette charge initiale.

Après l'échaudage :

FAMT :

La non augmentation (différence statistique non significative) de la charge bactériologique après cette étape ($4.28 \log_{10}$ ufc/ml) par rapport à l'étape précédente ($4.78 \log_{10}$ /cm²) (tableau n° 32) malgré la charge bactériologique élevée du bac d'échaudage est due d'une part à la température du bac qui élimine la majorité des bactéries psychrotrophes portées initialement sur les plumes et sur la peau (H.A. Modi, 2009) et d'autre part à la dissolution dans le bac, des matières fécales et organiques, déposées sur la carcasse et chargées de bactéries, (N.M. Bolder, 1998).

Coliformes Fécaux :

Le résultat figurant dans le tableau 35 montre que la charge bactériologique des carcasses après l'échaudage ($2.66 \log_{10}$ ufc/ml) est presque égale (différence non significative) à la charge à l'arrivée ($3.20 \log_{10}$ /cm²), ceci peut être attribué à la température du bac (52°C), qui ne permet pas de tuer les bactéries thermotolérantes (DGAL/ République Française, 2009), le bac devient par conséquent un milieu de contaminations croisées (IRENE V. W, 2009).

Après la plumaison :

FAMT :

La différence non significative de la charge bactériologique en microorganismes aérobies mésophiles totaux de cette étape ($3.78 \log_{10}$ ufc/cm²) par rapport à l'étape précédente ($4.28 \log_{10}$ ufc/cm²) malgré la contamination élevée des doigts plumés, est attribuée au système de rinçage intégré qui contribue

Discussion

largement à la décontamination des carcasses (N.M Bolder, 1998 ; FSIS, 2010).

Il faut noter que la charge bactériologique en microorganismes aérobies totaux après ces deux étapes, en somme, diminue significativement par rapport à la charge initiale ($P = 0.015$).

Coliformes Fécaux :

La charge superficielle en coliformes fécaux à cette étape ($2.93 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$), malgré qu'elle ne diffère pas significativement ($p = 0.31$) de celle de l'échaudage ($2.99 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$), change l'allure de la courbe d'évolution de la charge bactériologique superficielle (figure 19), de telle sorte que la charge superficielle en coliformes fécaux après cette étape ne diffère pas significativement de celle de la carcasse après la saignée ($p = 0.33$), ceci peut être attribué à la libération des matières fécales par les plumes lorsque elles sont frottées par les doigts plumeurs (FSIS, 2010), ces derniers deviennent contaminés et source de contaminations croisées et augmentent ainsi la charge bactérienne superficielle (H.A. Modi, 2009).

Après l'éviscération :

FAMT et Coliformes Fécaux :

Cette étape est entièrement manuelle, les augmentations très significatives (les valeurs respectives de p pour la FAMT et pour les coliformes fécaux = 0.008 et 0.0091) de la charge bactériologique superficielle des carcasses (tableaux n° 32 et 35 ; figures n°18 et 20), après cette étape en comparaison avec l'étape précédente (de 3.78 à $4.98 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$ en microorganismes aérobies mésophiles totales et de 2.93 à $4.06 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$ en coliformes fécaux) est attribuée aux instruments d'éviscération contaminés, aux contaminations croisées inévitables à cette étape (N.M Bolder, 1998) suite aux différentes manipulations des carcasses (les intestins et les viscères sont, dans un premier temps, arrachés et laissés sur la carcasse, pour qu'ils soient ensuite séparés), le même auteur préconise que la meilleure amélioration de l'hygiène à cette étape consiste en son automatisation.

Après le rinçage :

FAMT et Coliformes Fécaux :

L'abaissement des charges bactériologiques, différences significatives ($p = 0.033$; $p = 0.0074$) par rapport à celle de l'éviscération (de 4.98 à $3.96 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$ en microorganismes aérobies mésophiles totales et de 4.06 à $2.53 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$ en coliformes fécaux) (tableaux n° 32 et 35 ; figures n° 18 et 20) est peut être attribué à l'utilisation de l'eau juste après l'éviscération qui élimine la majorité des bactéries déposées après l'éviscération (Graham. P et al, 2004).

Après la pesée et le tri :

FAMT et coliformes fécaux:

Les charges bactériologiques superficielles après cette étape ($4.08 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$ en microorganismes aérobies mésophiles totales et $2.92 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$ en coliformes fécaux) ne diffèrent pas significativement, ($p > 0.05$), avec l'étape précédente ($3.96 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$ en microorganismes aérobies mésophiles totales et $2.53 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$ en coliformes fécaux), malgré la manipulation et la contamination des surfaces en contact direct avec la carcasse. Ceci peut être attribué au fait que la carcasse n'est pas trop manipulée

Discussion

(juste une pesée et raccrochage), ou à la courte durée de cette étape ou au fait que la région du bréchet ne touche pas souvent les surfaces contaminées (tables de tri). Mais les courbes d'évolutions des charges bactériologiques changent, après cette étape, et montrent une tendance vers l'ascension (figures n° 18 et 20)

Après le douchage

FAMT et Coliformes fécaux

Les diminutions significatives respectivement ($p = 0.041$; $p = 0.031$) de la charge bactériologique en FAMT (de 4.08 à 3.30 \log_{10} ufc/cm²), et en Coliformes fécaux (de 2.92 à 1.86 \log_{10} ufc/cm²) sont attribuées à l'utilisation de l'eau sous pression, en effet si le simple rinçage avec de l'eau diminue la charge bactériologique superficielle de la carcasse, l'utilisation de l'eau sous pression renforce cette diminution (FSIS, 2010). Et si le laps de temps séparant les deux étapes est raccourci (les carcasses sont laissées un bon moment dans la salle d'éviscération), cette réduction aurait pu être plus importante, en effet ce temps de séjour dans la salle d'éviscération peut conduire à la contamination et même à l'adhésion des bactéries à la peau. En effet, C. Beloin et al. (2008) montrent la capacité des Gram négatifs, notamment *E. Coli*, d'adhérer aux surfaces mêmes liquides, tel est le cas de la peau de volaille après le rinçage.

Après le ressuage :

FAMT :

Étant donné que l'efficacité du système de réfrigération a été vérifiée pendant toute la période d'échantillonnage, l'augmentation significative (tableau n°32) de la charge bactériologique en microorganismes aérobies totaux après cette étape (de 3.30 à 4.65 \log_{10} ufc/cm²) est due à la contamination des panneaux de ressuage, aux contaminations croisées entre les carcasses. En effet ces dernières sont collées les unes aux autres dans le même panneau et souvent avec les carcasses des panneaux juxtaposés, sans oublier le rôle que pourrait jouer l'eau utilisée pour le douchage comme vecteur de contaminations croisées au début de cette étape. En effet cette surcharge a pour effet d'empêcher la bonne circulation de l'air entre les carcasses. En outre l'augmentation de la charge microbiologique est due aussi à la multiplication des bactéries psychrotrophes.

Coliformes fécaux : la différence non significative par rapport à l'étape précédente (de 1.86 à 2.93 \log_{10} ufc/cm²) (tableau 34), malgré la contamination excessive des panneaux de ressuage, peut être attribuée à la température de la salle de ressuage qui ne permet pas un bon développement des thermotolérants (G. C. Mead, 2007).

Avant le conditionnement :

FAMT et Coliformes Fécaux :

Après l'étape de ressuage qui est destinée à stabiliser l'activité bactériologique, les carcasses sont manipulées (aspiration des sacs aériens, ablation des cous et des ailes et parfois coupure de la carcasse en morceaux) avant qu'elles soient conditionnées.

Discussion

Les différences non significatives des deux flores ($p = 0.48$ et 0.37) par rapport à l'étape précédente (de 4.65 à $4.67 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$ microorganismes aérobie mésophile totale et de 2.93 à $2.15 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$ coliformes fécaux), malgré ces manipulations, sont peut être attribuées à la courte durée de cette étape.

Cependant, la charge bactériologique superficielle des carcasses, en microorganismes totaux, à cette étape ($4.67 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$), qui reflète l'efficacité du process, ne diffère pas significativement ($P = 0.39$) de la charge bactériologique de la carcasse à l'arrivée ($4.78 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$), idem pour les coliformes fécaux ($P = 0.47$, charge bactériologique à l'arrivée et avant conditionnement) ceci est du au cumul des contaminations des surfaces, des manipulations excessives y compris à cette étape, aux mauvaises conditions de la réfrigération et aux conditions d'hygiène générale dans l'abattoir.

N.B l'absence de corrélation entre les charges bactériologiques, en FAMT et en Coliformes fécaux, sur les surfaces entrant en contact avec les carcasses et ces dernières, est expliquée par l'existence d'autres facteurs environnementaux et écologiques qui interviennent sur les phénomènes de contamination.

4.4. Discussion de résultats obtenus après la deuxième phase :

4.4.1. Discussion de résultats du dénombrement de la FAMT et des coliformes Fécaux

4.4.1.1. Sur les surfaces entrant en contact avec la carcasse :

Les résultats, illustrés par les figures n°21 et 23, montrent que malgré l'amélioration du niveau d'hygiène, les niveaux de contamination de certaines surfaces, par les microorganismes aérobies mésophiles totaux, restent encore au dessus du seuil d'acceptabilité notamment les panneaux de ressuage : $3.25 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$, les tables de conditionnement $3.04 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$ et le bac d'échaudage $3.00 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$.

Quant aux coliformes fécaux, les niveaux de contamination de quelques surfaces deviennent conformes avec les exigences de la réglementation : instruments d'éviscération et tables de tri tandis que les autres, restent légèrement au dessus du seuil d'acceptabilité : Couteau de saignée 0.66 , bac d'échaudage 0.65 et doigts plumeurs $0.40 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$. Ceci est attribué soit à l'inefficacité des produits utilisés (détergent et désinfectants) suite aux mauvaises conditions de stockage, ces dernières pourraient être aussi à l'origine de mauvaises estimations, par nous-mêmes, de paramètres d'application des produits (TACT) et conduisent donc à l'inefficacité du protocole suivi pour appliquer ces produits. Soit à la formation des biofilms sur ces surfaces et/ou à la courte durée de cette deuxième phase qui ne permet pas d'éliminer ces biofilms, en effet les biofilms sont difficilement éliminables et requièrent de multitudes applications correctes des détergents et des désinfectants et une parfaite connaissance des types de bactéries qui les forment, pour être éliminés (G. Wirtanen and S. Salo, 2005).

4.4.1.2. Sur les carcasses :

Malgré que les carcasses arrivent avec les même charges bactériologiques superficielles, en microorganismes aérobies totaux et en coliformes fécaux (différences non significatives) pendant la première phase (FAMT = $4.78 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$; Coliformes fécaux = $3.20 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$) et la deuxième phase (FAMT = $3.01 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$; Coliformes fécaux = $2.92 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$), les niveaux de

Discussion

contaminations des carcasses, par la FAMT après les étapes retenues à cette phase diminuent (différences significatives) par rapport aux mêmes étapes de la première phase, de 4.98 à 3.14 (après éviscération), de 4.65 à 1.5 (après ressuage) et de 4.67 à 1.57 (avant conditionnement). De même pour les coliformes fécaux, qui diminuent (différences significatives) : de 4.06 à 1.61 (après éviscération), de 2.93 à 0.59 (après ressuage) et de 3.15 à 0.88 (avant conditionnement). Ces réductions des charges bactériologiques sont attribuées à l'amélioration de l'hygiène sur la chaîne. Bolder (1998) et E. Tsola et al (2006), montrent que l'amélioration de l'hygiène, sur la ligne de production, diminue la charge bactériologique d'au moins une unité logarithmique à chaque étape du process.

Les résultats illustrés par les figures, n° 22 et 24, s'ils expriment, d'un côté, l'amélioration de l'efficacité du process à réduire les charges bactériologiques superficielles des carcasses (de 3.01 à 1.57 Log10 ufc /cm² en FAMT et de 2.92 à 0.88 Log10 ufc /cm² en coliformes fécaux), ils montrent, d'un autre côté, que l'éviscération et/ou le ressuage demeurent mal exécutées (une allure décroissante au cours du process jusqu'à l'étape après éviscération ou avant conditionnement), les manipulations avant le conditionnement posent encore des problèmes. E Tsola et al (2006) constatent que même une modernisation d'un abattoir et une adaptation d'un système de sécurité des aliments et de management de la qualité bactériologique des aliments ne diminuent pas le nombre des CCP et ne changent pas les types de dangers mais ils conduisent à la réduction des charges bactériologiques.

5. Conclusion Générale:

Le système HACCP est devenu obligatoire en Algérie, depuis 2010, sans qu'aucun abattoir ne soit agréé selon ce système jusqu'au premier semestre de l'année 2012 (DSV, 2012). Les points critiques représentent les points névralgiques de tout système HACCP. Le présent travail représente une contribution à la détermination des points critiques sur une chaîne d'abattage de volaille.

Dans le but de déterminer les étapes critiques dans la maîtrise d'un process, d'abattage et de transformation des viandes de volaille, nous avons suivi les profils bactériologiques qualitatifs et quantitatifs, des carcasses de volaille au cours de ce process mais aussi les charges bactériologiques des surfaces, entrant en contact avec elles, en deux phases :

Dans un premier temps, après avoir évalué l'hygiène à l'aide d'un audit et étudié le diagramme de fabrication de l'abattoir, toutes les étapes ont été retenues, pour suivre les niveaux de contaminations superficielles des carcasses.

A chaque série de mesure, après examen de contamination de la surface, entrant en contact avec les carcasses au niveau de chaque étape, avant le début de travail, les niveaux de contaminations superficielles des carcasses sont examinés, d'une manière aléatoire, avant et après les différentes étapes retenues.

Nos résultats indiquent que l'éviscération et le ressuage sont les étapes les plus contaminatrices et que toutes les surfaces sont très contaminées. La charge bactériologique de la carcasse avant le conditionnement ne diffère pas de celle de la carcasse à l'arrivée.

Tenant compte de ces résultats et ceux de l'audit, des corrections de l'hygiène ont été apportées avant d'entamer la deuxième phase, trois autres séries d'examens microbiologiques ont été effectués, selon le même protocole, les étapes retenues pour cette phase sont les étapes révélées contaminatrices après la première étape en plus de la première et de la dernière étape du process à savoir : après saignée, après éviscération, après ressuage et avant conditionnement.

Nos résultats montrent une nette amélioration des niveaux d'hygiène sur la chaîne et des réductions significatives des niveaux de contaminations des carcasses et par conséquent dans l'efficacité du process, mais les étapes constatées contaminatrices pendant la première phase le demeurent pendant cette deuxième phase, mais à des niveaux moindres.

L'éviscération et le ressuage sont les étapes les plus contaminatrices qu'il faut surveiller en permanence.

A l'issue de cette étude nous pouvons dire malgré que l'abattoir soit construit récemment selon des principes hygiéniques, et malgré qu'il soit doté d'un matériel moderne : le manque de formation et de qualification du personnel, l'absence des méthodes correctes de nettoyage et de désinfection représentent les points négatifs.

6. Recommandations.

Au niveau de l'abattoir AKFFAVOLAILLE:

Il est fortement recommandé :

- d'organiser des formations au profit du personnel.
- il faut qu'il y est toujours une adéquation entre le nombre de carcasse et l'espace de ressuage (dans notre cas d'ajouter une autre salle de ressuage).
- de retourner à l'utilisation de convoyeur de ressuage (déjà existant) au lieu des panneaux.
- de remplacer les ustensiles actuellement utilisés (couteaux et louches) par de nouveaux.
- de changer les tables de préparation (tables de tri, et de conditionnement).
- Réduire les manipulations non utiles avant le conditionnement.
- d'appliquer les opérations de nettoyage et de désinfection selon un protocole validé

A l'échelle de la filière avicole chair :

Nous suggérons aux autorités vétérinaires officielles :

- de sensibiliser l'ensemble des exploitants des abattoirs de l'importance de la formation du personnel et de contribuer à cette formation par la préparation et la mise à la disposition des exploitants, des supports pédagogique, en langue national simplifiée voir idiomatique.
- de sensibiliser les exploitants sur l'importance des plans de nettoyage et de désinfection validés, et de procéder au contrôle officiel des surfaces de travail.
- d'encourager les exploitants à mettre en place et à entretenir, au fur et à mesure, des autocontrôles pour vérifier l'efficacité de leurs process.

Sur le plan réglementaire :

On suggère :

- d'adopter les méthodes bactériologiques rapides comme méthodes officielles et de réglementer ou de normaliser les limites de contamination des surfaces, le cas échéant adopter des réglementations existantes.

Sur le plan scientifique :

Etant donné qu'il est difficile de décontaminer les carcasses de volaille dans l'abattoir, nous proposons d'ouvrir des pistes de recherche sur les avantages et les inconvénients de l'utilisation réglementée de certains produits chimiques pour traiter les carcasses.

Références bibliographiques

Références bibliographiques :

1. AHCEN KACI et BOUDOUMA DALILA: La production du Poulet de Chair en Algérie : Les Aspects Techniques, Organisationnels Et Economiques, communication orale présentée à l'occasion des 6ème Journées de recherche sur les productions animales, université Mouloud Mammeri Tizi – Ouzou, les 9 et 10 Mai (2011).
2. AHCEN KACI et MOURAD BOUKELLA: La Filière Avicole en Algérie : structures, compétitivité, perspectives. Publication (2010).
3. ALAIN BRANGER MARIE-MADELEINE RICHER et SÉBASTIEN ROUSTEL: Microbiologie et Alimentation, Sécurité et Contrôles Microbiologiques, page 75 (2007).
4. ALBERT G. MOAT, JOHN W. FOSTER and MICHAEL SPECTOR: Microbial Physiology, pages 24-25, (2002).
5. ALFONSO TOTOSAUS-SÁNCHEZ: Poultry Packaging, pages 121-127 chapter 9 part II, In Handbook of Poultry Science and Technology, Volume 1: Primary Processing, Edited by Isabel Guerrero-Legarreta and Y.H. Hui (2010).
6. ANAVELLA GAITÁN HERRERA: coliforms, part 1 Spoilage Organisms, chapter 5 pages 29-36, In Food Microbiology Protocols Edited by John F. T. Spencer and Alicia L. Ragout de Spencer (2001).
7. ARTHUR HINTON JR, J.A. CASON and KIMBERLY D. INGRAM: Tracking spoilage bacteria in commercial poultry processing and refrigerated storage of poultry carcasses, pages 155-165, In International Journal of Food Microbiology, n° 91 (2004).
8. AVIVA. PETRIE and PAUL. WATSON: Statistics for Veterinary and Animal Science, pages 248-273, second edition 2006.
9. BELITZ H. D., W. GROSCH et P. SCHIEBERLE: Food chemistry Third Edition, pages. 128, 566, 581, 592 (2004).
10. BELOIN C., A. ROUX, and J.-M. GHIGO: Escherichia coli Biofilms, pages 250 -279. In Bacterial Biofilms Edited by Tony Romeo (2008).
11. BERNARD AUGÈRE : les enzymes biocatalyseurs protéiques, pages 17-19 (2008)
12. BIBEK RAY: Normal Microbiological Quality of Foods and its Significance, Raw and Ready-to-Eat Meat Products, chapter 4 page 44 In Fundamental Food Microbiology (2005).
13. BIBEK RAY: Sources of Microorganisms in Foods; chapter 6 pages 35-41 and Factors Influencing Microbial Growth in Food; chapter 6 pages 67-79, in fundamental food microbiology, third edition (2005).
14. BLACKBURN C. DE W.: Microbiological Testing In Food Safety And Quality management pages 1-27, In Microbiological analysis of red meat, poultry and eggs, Edited by G. C. Mead (2007).
15. BOLDER N.M: The microbiology of the slaughter and processing of poultry, chapter 5 pages 157-170, In the Microbiology of Meat and Poultry, Edited by Andrew Davies and Ron Board (1998).
16. CAMILLE DELARRAS: Microbiologie pratique pour le laboratoire, *Campylobacter* pages 209-225 (2007).
17. CASEY M. -FRANCOIS C. MEULLENET: Poultry Meat Tenderness pages 492-510 chapter 26 Part V in Handbook of Poultry Science and Technology, Volume 1: Primary Processing, Edited by: Isabel Guerrero-Legarreta and Y.H. Hui (2010).
18. CÉLINE DELBÈS: chapitre 4 habitats, pages 58-62, In *Staphylococcus aureus*. Coordonnateurs: Yves Le Loir et Michel Gautier, 2010.

Références bibliographiques

19. Centre québécois d'inspection des aliments et de santé animale (CQIASA) : Lignes directrices et normes pour l'interprétation des résultats analytiques en microbiologie alimentaire, sixième édition (2006).
20. Chantal Baudry et Huguette Brezellec : Microbiologie – Immunologie Exercices d'application 2ème Edition pages 59-60 (2006).
21. Charles Alais, Guy Linden et Laurent Miclo: Biochimie alimentaire 5ème édition de l'abrégé, pages 6, 82-85 (2003)
22. Corry: J. E. L. Spoilage organisms of red meat and poultry pages 101-115, In Microbiological analysis of red meat, poultry and eggs, Edited by G. C. Mead (2007).
23. Cox N.A., S.M. Russell and J.S. Bailey: The microbiology of stored poultry chapter 8 pages 266-283, In The Microbiology of Meat and Poultry, Edited by Andrew Davies and Ron Board (1998).
24. Crispian Carip et al : microbiologie hygiène bases microbiologiques de la diététique page 29 (2008).
25. Daniel Collin: La viande et le Froid : la Volaille chapitre 04 pages 106-116, 1972.
26. Donald E. Conner, Michael A. Davis, and Lei Zhang: Poultry-borne pathogens: plant considerations, pages 138-156 chapter nine. In Poultry Meat Processing Edited by Alan R. Sams (2001)
27. Elisabeth Charchaty et Antoine Andermont : Ecologie microbienne de tube digestif n° 25, pages 543-457, In Précis de bactériologie, Jean Freny François Renaud, Rolande Leclercq et Philippe Riegai, (2007).
28. Estrella Sayas-Barberá, Juana Fern´andez-L´opez, and Esther Sendra-Nadal: Biochemical changes during onset and resolution of rigor mortis under ambient temperature, pages 220-237, chapter 12 part III, In Handbook of Poultry Science and Technology, Volume 1: Primary Processing, Edited by Isabel Guerrero-Legarreta and Y.H. Hui (2010).
29. Forsythe S.J.: The Microbiology of Safe Food, pages 23-52 ET 265-334 (2000).
30. Franck Demeziere et Gsf Celtus : méthodes, matériel et techniques, pages 109-158 In Nettoyage et Désinfection dans les entreprises alimentaires, Editer par ASEPT (1998).
31. Garcia-Lopez M.L., M. Prieto and A. OTERO, The physiological attributs of Gram-negative bacteria associated with spoilage of meat and meat products, pages 1-28, In the Microbiology of Meat and Poultry, Edited by Andrew Davies and Ron Board (1998).
32. Geert H. Geesink and Eva Veiseth: Muscle Enzymes: Proteinases, Chapter 6, pages 92-105, In Handbook of Muscle Foods Analysis: Edited by Leo M.L. Nollet & Fidel Toldrá (2009).
33. Gill C.O. & M. Badoni: Recovery of bacteria from poultry carcasses by rinsing, swabbing or excision of skin (2004), Pages 101-107, In Food Microbiology, n°22 (2005).
34. GILL C.O.: Microbiological contamination of meat during slaughter and butchering of cattle, sheep and pigs, chapter 4 pages 118- 151. In The Microbiology of Meat and Poultry Edited by Andrew Davies and Ron Board (1998).
35. Graham Purnell, Karen Mattick & Tom Humphrey: The use of 'hot wash' treatments to reduce the number of pathogenic and spoilage bacteria on raw retail poultry, 2002. Pages 29-36, In Journal of Food Engineering n° 62(2004).
36. Griffith C.: Improving surface sampling and detection of contamination, chapter 36, pages 282-292, In Handbook of hygiene control in the food industry. Edited by H. L. M. Lelieveld, M. A. Mostert and J. Holah (2005).

Références bibliographiques

37. Harris K. B., H.R. Cross, G.R. Acuff and N.B. Webb: Risk analysis, HACCP and microbial criteria in meat and poultry systems, chapter 7 pages 134-155, In, HACCP in meat, poultry and fish processing, Edited by A. M. Pearson and T.R. Dutson, (1999).
38. Imprimerie des journaux officiels de la république française édition novembre 1996, Art 19, Arrêté du 14 janvier 1994, p 19 in Hygiène Alimentaire, volailles, lapins et gibier (18 Novembre 1996).
39. Ioannis S. Arvanitoyannis and Theodoros H. Varzakas: Poultry pages 277-308, chapter 5, Part II: Implementing HACCP and ISO 22000 for Foods of Animal Origin, In HACCP and ISO 22000 Application to Foods of Animal Origin, edited by Ioannis S. Arvanitoyannis, 2009.
40. IRENE V. WESLEY: Food Safety Issues and the Microbiology of Poultry, chapter 3 pages 169-183 In Microbiologically Safe Foods. Edited by: NORMA HEREDIA, IRENE WESLEY And SANTOS GARCIA (2009).
41. ISO 6888-2/A12003 : Microbiologie des aliments Méthode horizontale pour le dénombrement des staphylocoques à coagulase positive (*Staphylococcus aureus* et autres espèces) (2003).
42. Jacques-Antoine Hennekinne et Marie-Laure de Buyser : Problèmes sanitaires liées à la présence de *Staphylococcus aureus*. Pages 157-169 Chapitre 3 In *Staphylococcus aureus*. Coordonnateurs : Yves Le Loir et Michel Gautier, 2010.
43. James M. Jay, Martin J. Loessner et David A. Golden: Modern food microbiology, pages 36, 61-91, 395 473-514, seventh edition (2005).
44. Jean Figarella, Guy Leyrale et Michel Terret: Microbiologie générale et appliquée pages 114-144 (2007).
45. Jean-Louis Jouve: La Qualité Microbiologique des Aliments, maîtrise et critères, partie 1 la qualité microbiologique des aliments, pages 13-51 et partie 4 volaille et ovoproduits pages 337-355 (1996).
46. Jérôme Baillet: Surveillance et validation des opérations de nettoyage et de désinfection pages 221-232, In nettoyage et désinfection dans les entreprises alimentaires, Editer par ASEPT (1998).
47. Jimmy T. Keeton, Hakan Benli, and Amy E. Clafin: Carbohydrates, pages 263 -276, Chapter 15 in Handbook of Muscle Foods Analysis, Edited by LEO M.L. NOLLET & FIDEL TOLDRÁ (2009).
48. Joan. L. Slonczewski: pH Stress pages 781- 787 IN The Desk Encyclopedia of Microbiology Edited by Moselio Schaechter: (2004).
49. Joe M. Regenstein and Muhammad Chaudry: A brief introduction to some of the practical aspects of the kosher and halal laws for the poultry industry, pages 282-300 chapter 16 Poultry Meat Processing Edited by Alan R. Sams, 2001.
50. Joseph-Pierre Guiraud: Microbiologie Alimentaire page 337- 367 (2003).
51. Juana Fern´andez-L´opez, Esther Sendra-Nadal, and Estrella Sayas-Barberá: slaughtering equipment and operations pages 80-96 chapter 6 part II slaughtering and cutting In, Handbook of poultry science and technology, volume 1: primary processing, edited by Isabel Guerrero-legarreta and y.h. Hui, (2010).
52. Julien Fosse et Catherine Magras : Dangers Biologiques et Consommation des Viandes, pages 111-114 (2007).
53. Karl. O. Honikel: in Hand Book Of Muscle Foods Analysis, Chapter 21 composition and calories pages 368-383, Edited by Leo M.L. Nollet & Fidel Toldrá (2009).

Références bibliographiques

54. Keener L., Improving cleaning-out-of-place (COP), Chapter 28 In, Handbook of Hygien Control. In The Food Industry, edited by H. L. M. Lelieveld, M. A. Mostert and J. Holah, (2005).
55. Lahellec. C, Salvat et P. Colin: viandes de volaille pages 313-326, in Microbiologie Alimentaire, Aspect Microbiologique de la sécurité et de qualité des aliments, Tome I, Coordonateur C.M. Bourgeois (1996).
56. Le Maghreb Le Quotidien De L'Economie: page 11, Edition n° 3687 du samedi 09 avril 2011 et page 10, Edition n° 3843 du mercredi 12 octobre 2011.
57. Leclerc H. et A. A. Mossel : Microbiologie, le tube digestif, l'eau et les aliments, microbiologie de l'eau partie III, pages 263- 380 (1989).
58. Ledward D.A.: Importance of Analysis and Some Basic Concepts, Chapter1 PAGES 1-7, In Handbook Of Muscle Foods Analysis, Edited by LEO M.L. Nollet & Fidel Toldrá (2009).
59. Lemon. K. P, Earl. A. M, Vlamakis. H. C. C. Aguilar, and R. Kolter: Biofilm Development with an Emphasis on bacillus subtilis, pages 1-16 IN, Bacterial Biofilms, Editor Tony Romeo (2008).
60. Lisa H. Mckee: HACCP for the Poultry Industry, pages 573- 582 chapter 38 part VII, In Handbook of Poultry Science and Technology, Volume 2: Secondary Processing, Edited by Isabel Guerrero-Legarreta and Y.H. Hui (2010).
61. Mar'ia Elena Carranco-J'auregui, Silvia Carrillo-Dom'inguez, and Mar'ia de la Concepci'on Calvo Carrillo : Low-Temperature Storage of Poultry : pages 264- 277 chapitre 14. In Handbook of Poultry Science and Technology Volume 1: Primary Processing. Edited by Isabel Guerrero-Legarreta and Y.H. Hui, 2010.
62. Marcelo L. Signorini and Jos'e L. Flores-Luna, 2010: contamination of poultry products, chapter 31 pages 464-479 Part VI, In Handbook of Poultry Science and Technology, Volume 2: secondary processing, edited by Isabel Guerrero-legarreta and y.h. Hui (2010).
63. Marie-Laure De. Buyser et Laurent. Sutrat : Staphylococcus aureus in Bactériologie Alimentaire/compendium d'hygiène des aliments/ 2ème édition par Michel Federighi pages 25-51 (2005).
64. Martin J. Loessner and David A Golden: Fresh Meats and Poultry, pages 60-91, Chapter 4. In Modern Food Microbiology, Edited by James M Jay, 2005
65. Mead G. C.: Faecal indicator organisms for red meat and poultry, chapter 5, pages 83-97 and Sampling methods for poultry-meat products, pages 148-164, chpater 7 In Microbiological analysis of red meat, poultry and eggs Edited by G. C. Mead (2007).
66. Mescle J.F. et J. Zucca : Les Facteurs du développement, pages 4- 33, In Aspect Microbiologique de la Sécurité et la qualité des Aliments : C. M. Bourgeois (1996).
67. Miettinen: H. Improving air sampling, chapter 37 pages 637-658, In handbook of hygiene control in the food industry Edited by: H. L. M. Lelieveld, M. Mostert and J. Holah, (2005).
68. Modi H.A.: Microbial Spoilage of Foods, Chapter 5 pages 84-89 Spoilage of Poultry and Eggs (2009).
69. Nagaraja, T. G. Gastrointestinal microbiology, chapter 43 pages 514-525 In, The Desk Encyclopedia of Microbiology edited by Moselio Schaechter (2004).
70. NORMAN G. Marriott: Essentials of Food Sanitation, Importance of Sanitation chapter 1page1 (1997).
71. NotermanS. s, S. C. Powell, and E. Hoornstra, introduction, Chapter 1 pages 1-23 IN handbook of hygiene control in the food industry Edited by: H. L. M. Lelieveld, M. Mostert and J. Holah (2005).

Références bibliographiques

72. Omar A. Oyarzabal and Syeda K. Hussain: Microbial Analytical Methodology for Processed Poultry Products, chapter 36 pages 528-540 IN Handbook of Poultry Science and Technology, Volume 2: Secondary Processing, Edited by Isabel Guerrero-Legarreta and Y.H. Hui (2010).
73. Paul L. Dawson: Packaging, pages 74-89 chapter 6 In Poultry Meat Processing Edited by Alan R. Sams, 2001.
74. Raj A. B. M.: Stunning and slaughter of poultry pages 82-102 chapter 4 In Poultry meat processing and quality Edited by G. C. Mead, 2004.
75. Romain Jeantet, Thomas Croguennec, Pierre Schuck et Gérard Brulé: Science des Aliments Volume 2, pages 61 et 101 (2006).
76. Romain Jeantet, Thomas Croguennec, Pierre Schuck et Gérard Brulé: Science des Aliments Volume 1 (2006).
77. SHAPIRO S. S. and M. B. WILK: An analysis of variance test for normality (complete samples), pages 591-611, In Biometrika (1965) 52(3-4): published by Oxford University Press, December 1, 1965.
78. Tsola E., E.H. Drosinos et P. Zoiopoulos : impact of poultry slaughter house modernisation and updating of food safety management systems on the microbial quality and safety of products (2006), pages 423-431 IN Food Control n° 19 (2008).
79. Webb N. B. & J. L. Marsden: Relationship of HACCP system to Total Quality Management In: HACCP In Meat, poultry and Fish Processing, pages 156-179: Edited by A. M. Pearson and T. R. Dutson: advances in meat research volume 10 (1999).
80. Wilhelm H. Holzapfel: The Gram-positive bacteria associated with meat and meat products, chapter 2 pages 36- 74, in The Microbiology of Meat and Poultry, Edited by Andrew Davies and Ron Board (1998).
81. William O. Reece: functional anatomy and physiology of domestic animals, third edition, pages 172-182 (2006).
82. Wirtanen G. and S. Salo: Chapter 3, Biofilm risks, section 3.4.2. Biofilm removal IN Handbook of hygiene control in the food industry Edited by H. L. M. Lelieveld, M. A. Mostert and J. Holah, 2005.
83. Yaakob B. Che Man and Awis Qurni Sazili: Food Production From The halal Perspective pages 183-202, chapter 11 In Handbook of Poultry Science and Technology, Volume 1: Primary Processing, Edited by Isabel Guerrero-Legarreta and Y.H. Hui, 2010.

Références électroniques

1. [www. agriculture.gouv.fr](http://www.agriculture.gouv.fr) Direction générale de l'alimentation/ ministère de l'agriculture et de la pêche/république française, Anonyme : Note de service n° DGAL/SDSSA/N2008-8056 : objet/ Maîtrise des risques sanitaires en abattoir de volailles : priorités en terme d'inspection -lien avec la démarche HACCP du 17/03 (2008). Consulté le 14/10/2011 à 10h :38.
2. www.agriculture.gouv.fr Anonyme: Note de service DGAL/SDSSA/n 2009-8038 du 27 janvier 2009 : Points de contrôle prioritaires en abattoir de volailles / lapins, 2009, consulté le 21/03/2012 à 19/18.
3. www.cdc.gov Anonyme: Making Food Safer to Eat / Reducing contamination from the farm to the table, June (2011). Consulté le 19/11/2011 à 14h: 20.

Références bibliographiques

4. www.ciheam.org Fayçal Fenardji, Institut de Développement des Petits Elevages, Oued el Kerma, Birkhadem (Algérie) : Organisation, performances et avenir de la production avicole en Algérie, pages 253-261, In CIHEAM (centre international des hautes études agronomique méditerranéennes) Options Méditerranéennes, Série A /n° 7, l'aviculture en Méditerranée (1990), consulté le 01/03/2012 à 09h : 35.
5. www.codexalimentarius.net Commission du Codex Alimentarius : anonyme section iv: l'analyse des risques, page 120 In Manuel de Procédures Vingtième édition 2011 ; consulté le 16/03/2012 à 10h : 50.
6. www.codexalimentarius.org Anonyme : code d'usages en matière d'hygiène pour les aliments réfrigérés conditionnés de durée de conservation prolongée : CAC/RCP 46-1999 (1999). Consulté le 21/09/2011 à 21h :11.
7. www.codexalimentarius.org Anonyme : Principes de travail pour l'analyse des risques en matière de sécurité sanitaire des aliments destinés à être appliqués par les gouvernements CAC/GL 62-2007, 2007. Consulté le 03/03/2011à 23h :22.
8. www.codexalimentarius.org Anonyme : Principes Généraux d'hygiène Alimentaire CAC/RCP 1-1969 4ème Révision 2003. Corrections éditoriaux 2011 (2011). Consulté le 25/12/2011 à 13h :33.
9. www.codexalimentarius.org Anonyme: code d'usage en matière d'hygiène pour la viande CAC/RCP 58-2005 (2005). Consulté le 14/05/2011 à 16h : 32.
10. www.codexalimentarius.org: Anonyme : directives pour la maîtrise de *Campylobacter* et de *salmonella* dans la chair de poulet /CAC/GL 78-2011 (2011). Consulté le 28/11/2011 à 10h : 55.
11. www.efsa.europa.eu/en Anonyme: EFSA confirms chicken meat major source of human cases of campylobactérioses, page n° 4 In, EFSA in focus animals, issue 06 April (2010). Consulté le 16/12/2011 à 17h: 03.
12. www.efsa.europa.eu/en Anonyme, Risk of *Salmonella* contamination of chicken carcasses varies across EU EFSA page n° 7 In, In focus FOOD, issue 09 - MAY (2011). Consulté le 20/11/2011 à 19h: 10.
13. www.efsa.europa.eu/en Anonyme: Scientific Report Of E.F.S.A (European Food Safety Authority) and E.C.D.C (European Centre for Disease Prevention and Control): The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2009, EFSA Journal 2011:9(3): (2009). Consulté le 10/01/21012 à 20h: 15.
14. www.eurojournals.com Badis Bendeddouche et Abdelkader Bensid : Contrôle de L'efficacité des Opérations de Nettoyage et de la Désinfection des Équipements dans un Abattoir de Volailles en Algérie (2008). Pages .181-187, In European Journal of Scientific Research Vol.27 No.2 (2009). Consulté le 27/04/2012 à 23h 40.
15. www.fao.org Anonyme : manuel des Bonnes pratiques pour l'industrie de la viande, (2006).
16. www.fao.org Anonyme Sécurité Sanitaire et Qualités des Aliments en Europe: Aspects Relatifs à La Qualité, à L'équilibre Nutritionnel, à L'importance des Terres Agricoles et au Patrimoine Culturel « Terroirs », 2004 consulté le 01/03/2012 à 10h : 43.
17. www.fao.org D. Silverside M. Jones: Small-scale poultry processing Chapter 2, Design and Construction of Small Poultry Processing Plants, (1992), consulté 28/02/2012 à 22h: 58.
18. www.fao.org division de la production et de la santé animale, Anonyme : viande et produits carnés septembre 2009. Consulté le 14/03/2012 à 18 h: 40.

Références bibliographiques

19. www.fao.org Division des statistiques FAO/ Nations Unies, Anonyme : FAO yearbook 2010, (2011). Consulté le 16/12/2011 à 21h : 18.
20. www.fda.gov Wallace H. Andrews and Thomas Hammack: *Salmonella*, Chapter 5 in Bacteriological Analytical Manual, November 2011 Version. Consulté le 12/03/2012 à 23h 19.
21. www.foodstandards.gov.au Anonyme: Scientific assessment of the public health and safety of poultry meat in Australia, November (2005). Consulté le 23/10/2010 à 15h: 19.
22. www.fsis.usda.gov: Anonyme, Compliance Guideline for Controlling *Salmonella* and *Campylobacter* in poultry, Third edition, May (2010). Consulté 10/10/2011 à 23h 05.
23. www.inra.fr : Anonyme: La filière avicole française à l'horizon 2025, 2009. Consulté le 03/03/2012 à 17h :36.
24. www.itavi.asso.fr Institut Technique de l'Aviculture/France. Anonyme: Guide des bonnes pratiques d'hygiène et d'application des principes HACCP pour les petites structures d'abattage et de découpe de volailles (maigres) et de lagomorphes chapitre 2 diagramme de fabrication pour les volailles page 10, juin 2010. Consulté le 03/03/2012 à 19h03.
25. www.mapaq.gouv.qc.ca : Comité sur l'élaboration des critères microbiologiques dans les aliments / Centre québécois d'inspection des aliments et de santé animale : Lignes Directrices et Normes pour L'interprétation des Résultats Analytiques en Microbiologie Alimentaire, 2009. Consulté le 29/02/2012 à 18h :25.
26. www.minagri.dz Anonyme : DSV/MADR, In conférence nationale des cadres, Octobre (2011). Consulté le 15/01/2012 à 19h : 22.
27. www.minagri.dz Anonyme : Réunion des cadres ministère de l'agriculture (2009). Consulté le 19/09/2011 à 16h : 33.
28. www.oie.int Anonyme : Code Sanitaire pour les Animaux Terrestres, Chapitre 6.2. maîtrise des dangers biologiques significatifs pour la santé animale et la santé publique par les inspections ante mortem et post mortem, Chapitre 7.5 : abattage des animaux et Chapitre 7.6 : mise à mort d'animaux à des fins de contrôle sanitaire (2011).
29. www.onab.dz : Anonyme : Présentation, potentiel (O.N.A.B / production avicole), Organisation, Partenaires (régulation de marché avicole et régulation de marché agricole) (2011).
30. www.ons.dz Anonyme : Statistiques économiques, statistiques 2000-2010 : Production de la Nation selon l'activité et le secteur juridique en Millions de DA (2011).consulté le 28/12/2011 à 22h : 00.
31. www.ons.dz Anonyme : Statistiques sociales, population et démographie (2011). Consulté le 28/12/2011 à 22h : 10.
32. www.who.int Anonyme : Salubrité des aliments et maladies d'origine alimentaires, Aide-mémoire n°237 Mars 2007. Consulté le 24/04/1012 à 18h : 35.
33. www.who.int Anonyme: Food Safety and Foodborne Illness, Fact sheet N°237 /Reviewed March (2007). Consulté le 10/09/2011 à 15h: 02.
34. www.who.int Anonyme: Microbiological Risk Assessment, Series 19: *Salmonella* and *Campylobacter* in chicken meat, FAO/ WHO, (2009). Consulté le 20/08/2011 à 24h: 33.

Références bibliographiques

35. www.afnor-validation.org Anonyme: Règlement (CE) No 2073/2005 de la commission, du 15 novembre 2005 concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires, In Journal officiel de l'Union européenne paru le 22/12/2005, L338 version Françaises. Consulté le 11/ 10/2011 à 10h 20.
36. www.joradp.dz Anonyme: Arrêté interministériel du 24/01/1998 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaire, 1998. Consulté le 21/03/2012 à 11h 59.
37. www.joradp.dz Arrêté interministériel du 21 novembre 1999, j.o.r.a.d.p n°87 du 08 décembre 1999 relatif aux températures et procédés de conservation par réfrigération, congélation ou surgélation des denrées alimentaires. Consulté le 18/10/2011 à 22h : 00.
38. www.afssa.fr Anonyme: *Campylobacter* SPP, Mai 2006. Consulté le 14/10/2011 à 20h : 30.
39. www.joradp.dz Anonyme : Décret exécutif n° 10-90 du 10 mars 2010 complétant le décret exécutif n° 04-82 du 26 Moharram 1425 correspondant au 18 mars 2004 fixant les conditions et modalités d'agrément sanitaire des établissements dont l'activité est liée aux animaux, produits animaux et d'origine animale ainsi que de leur transport. In journal officiel de la République Algérienne n° 17, 28 rabie el aoel 1431 / 14 mars 2010. Consulté le 29/02/2012 à 21h 20.
40. www.efsa.europa.eu/fr EFSA Journal: 2010 8(1):1496.consulté le 23/10/2012 à 16h : 03.
41. www.who.int Anonyme: Aide-mémoire N°139 (2011). Consulté le 14/12/2011 à 21h :00.

Annexes

Annexe : A

Check-list d'Hygiène/ Abattoir Avicole AKFA/ El Hamiz Alger

Chapitre	Référence : Textes de Codex Alimentarius: PRINCIPES GÉNÉRAUX D'HYGIÈNE ALIMENTAIRE CAC/RCP 1-1969 (4° REV, 2003) Et CODE D'USAGES EN MATIÈRE D'HYGIÈNE POUR LA VIANDE CAC/RCP 58-2005	Constatations et Commentaires	Documentation	Score
----------	---	-------------------------------	---------------	-------

I. Activité et Agrément Sanitaire

Nom du propriétaire				
Statu juridique		SARL	+	
Adresse		groupe de six El Hamiz bordj El Kiffan Alger	+	
Nom de l'établissement		AKFFA	+	
Lieu d'activité (situation géographique et administrative)		El Hamiz Alger		
Nom et prénom du responsable				
N° de téléphone				
Nature et type d'activité		Abattage du poulet de chair du et de dinde		
Types de matières premières		Poulet de chair		
Volume de production		500 Têtes / heure		
Nombre d'employés: personnel qualifié		Total: 17 (Femmes : 06 Hommes: 11) Non	+	
L'abattoir dispose-t-il d'un agrément sanitaire?	Art 4. CAC/RCP 58-2005	Oui.		
Si la réponse à la question précédente est oui, quel est le numéro n° d'agrément:		161008	+	
Autorité délivrant l'agrément sanitaire	Art 4. CAC/RCP 58-2005	Inspection vétérinaire de la wilaya d'Alger		
Les activités exercées sont-elles uniquement celles autorisées par l'agrément sanitaire?	Art 4. CAC/RCP 58-2005	Oui.		

II. Environnement, Conception et Installations

L'abattoir est-il implanté dans une zone non polluée ?	Art 8.1. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3
L'abattoir est-il implanté en dehors des zones urbaines ?	Art 8.1. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3

L'abattoir est-il clôturé ?	Art 8.1. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	4
L'abattoir est-il conçu de façon à minimiser la contamination des viandes de volaille?	Art 8.1. CAC/RCP 58-2005	Oui, un seul bâtiment orienté en parallèle au sens du vent dominant dans la région.	-	3
Les surfaces non bâties (voies d'accès et parcs) sont-elles revêtues en dur?	Art 8.1. CAC/RCP 58-2005	La voie d'accès, quoique proche de l'autoroute, est une piste dégradée. Tandis que le parc est, complètement, revêtu en dur.	-	3
Les surfaces non bâties sont-elles bien entretenues ?	Art 8.1. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	4
Les accès pour le personnel et les véhicules, sont-ils dotés d'autoluve et des pédiluves ?	Art 8.1. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	4
Si la réponse à la question précédente est oui, l'autoluve et les pédiluves sont-elles remplies de solutions désinfectantes?	Art 8.1. CAC/RCP 58-2005	L'autoluve est rempli, alors que les pédiluves ne le sont pas.	-	2
L'abattoir est-il conçu de manière à permettre au personnel de travailler dans des bonnes conditions d'hygiène?	Art 8.1. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	4
Des locaux de stabulation, permettant de stationner les camions: dans des endroits bien ventilés, à l'abri de la lumière directe du soleil et des intempéries, sont-ils mis en dispositions?	Art 8.2. CAC/RCP 58-2005	Non.	-	1
Les zones d'étourdissement et d'abattage, sont-elles isolées des zones d'habillage?	Art 8.3. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	5
Les zones d'échaudage, de plumaisons et de flambage, sont-elles adéquatement séparées des zones d'habillage?	Art 8.3. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	5
Les zones dans lesquelles se pratique l'habillage, permettent-elles un nettoyage et une désinfection efficaces?	Art 8.4. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3
Les différentes salles sont-elles de dimensions suffisantes et aménagées de façon à permettre d'appliquer les bonnes pratiques d'hygiène alimentaire, y compris la protection contre la contamination croisée pendant et entre les opérations?	Art 4.2.1. CAC/RCP 1-1969 (4 ^e Rév, 2003)	Oui.	-	3
Les surfaces des murs, cloisons et sols, sont-elles en matériaux étanches pour l'usage auquel ils sont destinés?	Art 4.2.2. CAC/RCP 1-1969 (4 ^e Rév, 2003)	Oui.	-	4
Les murs et les cloisons ont-ils des surfaces lisses jusqu'à une hauteur appropriée?	Art 4.2.2. CAC/RCP 1-1969 (4 ^e Rév, 2003)	Oui.	-	4
Les sols sont-ils construits de manière à permettre un drainage et un nettoyage adéquats?	Art 4.2.2. CAC/RCP 1-1969 (4 ^e Rév, 2003)	Oui.	-	3
Le sol présente-t-il une pente suffisante conduisant à des orifices de sortie grillagés ou protégés afin de permettre un drainage constant?	Art 8.4. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	4
Les plafonds et accessoires suspendus au plafond, sont ils construits et finis de manière à minimiser l'accumulation de saleté, la condensation de vapeur, et l'écaillage?	Art 4.2.2. CAC/RCP 1-1969 (4 ^e Rév, 2003)	Non.	-	1
Les portes et les fenêtres possèdent-elles des surfaces lisses, non absorbantes et faciles à nettoyer et, au besoin, à désinfecter?	Art 4.2.2. CAC/RCP 1-1969 (4 ^e Rév, 2003)	Oui.	-	3
Les portes extérieures, donnent-elles accès aux zones de traitement ?	Art 8.4. CAC/RCP 58-2005	Non.	-	4

Les goulottes acheminant des découpes, comportent-elles des trappes nécessaires pour l'inspection et l'assainissement dans le cas échéant?	Art 8.4. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3
Des locaux réservés pour la vidange et le nettoyage des abats, sont-ils prévus?	Art 8.4. CAC/RCP 58-2005	Non.	-	2
Si la réponse à la question précédente est non, quelle est la conduite tenue?	Art 8.4. CAC/RCP 58-2005	Les abats ne sont vidés, dans la salle d'éviscération, qu'après la fin des opérations d'abattage et d'habillage des volailles (séparation dans le temps).	-	3
Des installations adéquates pour le stockage sécurisé des produits chimiques, sont-elles prévues?	Art 8.4. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3
Le système, de gestion, de drainage et d'évacuation des déchets, est-il conçu de sorte à minimiser la contamination: de la viande, de l'approvisionnement en eau potable ou les opérations ou installations de traitement?	Art 8.4. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3
L'abattoir comporte-t-il une zone, suffisamment protégée de toute contamination environnementale et capable de prévenir toute variation de température néfaste, réservée pour l'expédition de la viande?	Art 8.4. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3
Toutes les conduites, sont-elles étanches et dotées de trappes et d'évents appropriées, avec des bassins capteurs, des collecteurs et des puisards, séparés des zones où se pratique l'habillage?	Art 8.4. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3
Les toilettes, sont-elles conçues conformément aux règles d'hygiène?	Art 4.4.4. CAC/RCP 1-1969 (4 ^e Rév, 2003)	Oui.	-	3
L'abattoir comporte-t-il des vestiaires adéquats où le personnel peut se changer?	Art 4.4.4. CAC/RCP 1-1969 (4 ^e Rév, 2003)	Oui, mais de dimensions insuffisantes	-	3
des installations séparées pour le personnel travaillant avec des animaux vivants ou des produits saisis, sont-elles mises en place?	Art 4.4.4. CAC/RCP 1-1969 (4 ^e Rév, 2003)	Oui.	-	3
L'abattoir est-il doté de lave-mains et sèche-mains aux endroits voulus (près de postes de travail)?	Art 8.8 CAC/RCP 58-2005	Uniquement des lave-mains.	-	3
Les installations précédentes sont-elles munies de robinets que l'on ne peut pas faire fonctionner avec les mains?	Art 8.8 CAC/RCP 58-2005	Un seul robinet dans la salle d'éviscération	-	3
les laves mains fournissent-ils de l'eau chaude à une température appropriée et sont-ils équipés de distributeurs de savon liquide ou autre produit de nettoyage des mains?	Art 8.8 CAC/RCP 58-2005	Oui. Mais, la plus part du temps, les distributeurs de savon liquide ne sont pas remplis.	-	2
L'abattoir dispose-t-il de locaux séparés pour les repas?	Art 8.8 CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3
Une ventilation adéquate naturelle ou mécanique est-elle prévue?	Art 8.8 CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3
Les dispositifs de ventilation sont-ils conçus et construits de telle manière que le courant d'air n'aille jamais d'une zone contaminée vers une zone propre et, qu'au besoin, ils puissent être convenablement entretenus et nettoyés?	Art 4.4.6. CAC/RCP 1-1969 (4 ^e Rév, 2003)	Oui.	-	3
Un éclairage adéquat pour le contrôle de l'hygiène des opérations, est-il garanti?	Art 4.4.6. CAC/RCP 1-1969 (4 ^e Rév, 2003)	Oui.	-	3
Un éclairage naturel ou artificiel adéquat est-il assuré pour permettre à l'abattoir d'opérer dans des bonnes conditions d'hygiène?	Art 4.4.7. CAC/RCP 1-1969 (4 ^e Rév, 2003)	Oui.	-	3
Les dispositifs d'éclairage sont-ils protégés de façon à empêcher la contamination des aliments en cas de bris?	Art 4.4.7. CAC/RCP 1-1969 (4 ^e Rév, 2003)	Non.	-	2

Les installations réservées au nettoyage et à la désinfection des équipements, sont-elles: conçues pour le nettoyage et la désinfection efficaces des équipements en question, convenablement situées par rapport aux stations de travail, et munies de conduites d'évacuation des eaux usées reliées à l'égout.	Art 8.5. CAC/RCP 1-1969 (4° Rév, 2003)	Oui.	-	3
Un approvisionnement suffisant, facile d'accès et permanent, en eau, chaude et froide, est-il assuré?	Art 8.6. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	4
quelle est la source de l'eau?		puits	-	
L'eau utilisée pour les différentes opérations d'abattage, d'habillage et pour le lavage et le nettoyage, est-elle de qualité potable?	Art 8.6. CAC/RCP 58-2005	La potabilité de l'eau n'est pas contrôlée.	-	1
La canalisation de l'eau non potable utilisée pour d'autres usages telle que la lutte contre l'incendie, est-elle conçue et identifiée de manière à empêcher toute contamination croisée de l'approvisionnement de l'eau?	Art 8.6. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	4
L'eau utilisée pour les différentes opérations d'abattage et de préparation, sujette-t-elle à des analyses du laboratoire?	Prg 4.4.3.2 CAC/RCP 14 1976	Non.	-	1
Périodicité des analyses et laboratoire d'analyse, si la réponse à la question précédente est oui.			-	1
L'eau potable répond-elle aux critères de la qualité de l'eau de boisson, ou être une eau de qualité supérieure?	Art 4.4.1. CAC/RCP 1-1969 (4° Rév, 2003)		-	1
Lorsque l'eau est chlorée à l'usine, la teneur en chlore résiduel, est-elle contrôlée?	Art 4.4.1. CAC/RCP 1-1969 (4° Rév, 2003)	.	-	1
Score chapitre/ 250 points				140

III. Matières premières

Les personnes en contact direct ou indirect avec des parties comestibles d'animaux ou de la viande au cours de leur travail, subissent-elles un examen médical avant et pendant le terme de leur emploi lorsque c'est nécessaire?	Art 11.2. CAC/RCP 58-2005	Avant l'embauche uniquement.	+	3
Les personnes cliniquement affectées par des agents pathogènes transmissibles et susceptibles d'être transmis par la viande ou si elles sont suspectées d'en être porteuses, sont-elles arrêtées de travailler?	Art 11.2. CAC/RCP 58-2005	Aucun suivi médical n'est effectué.	-	1
Le personnel connaît-il, les exigences concernant la déclaration relative aux agents pathogènes transmissibles à adresser au responsable d'établissement et les appliquer?	Art 11.2. CAC/RCP 58-2005	Non.	-	1
L'établissement conserve-t-il un dossier médical pertinent pour chaque membre du personnel?	Art 11.2. CAC/RCP 58-2005	Non.	-	1
Les personnes en contact direct ou indirect avec des parties comestibles d'animaux ou de la viande au cours de leur travail, adoptent-elles des comportements personnels et des pratiques d'hygiène appropriés?	Art 11.1. CAC/RCP 58-2005	Non.	-	1
Le personnel maintient-il un degré approprié de propreté (corporelle et vestimentaire)?	Art 11.1. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3
Le personnel porte-t-il des vêtements de protection adaptés à la situation et s'assure-t-il que les vêtements de protection non-jetables sont nettoyés avant et après le travail?	Art 11.1. CAC/RCP 58-2005	Non.	-	1
Les personnes qui manipulent les aliments, évitent-elles les comportements susceptibles d'entraîner une contamination des aliments (fumer, cracher, mâcher ou	Art 7.4. CAC/RCP 1-1969 (4° Rév, 2003)	Non.	-	1

manger et éternuer ou tousser à proximité d'aliments non protégés)?				
Le port des effets personnels (bijoux, montres, épingles ou autres objets), s'ils posent une menace pour la sécurité et la salubrité des aliments, est-il évité?	Art 7.4. CAC/RCP 1-1969 (4° Rév, 2003)	Oui.	-	3
Les gants portés au cours de l'abattage et de l'habillage des animaux et pour la manipulation de la viande, sont-ils d'un type autorisé, adapté à l'activité en cours et utilisés conformément aux spécifications (lavage des mains avant port des gants, changement ou désinfection de gants contaminés)?	Art 11.1. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3
Le personnel se lave-t-il et se désinfecte-t-il les mains, ainsi que les vêtements de protection, immédiatement après tout contact avec des parties animales anormales susceptibles d'héberger des agents pathogènes d'origine alimentaire?	Art 11.1. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3
Les personnes, atteintes de coupures et/ou de blessures, les couvrent-elles avec des pansements étanches?	Art 11.1. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3
Le personnel, range-t-il les vêtements de protection et les effets personnels dans des locaux séparés des zones où peut se trouver de la viande?	Art 11.1. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3
Le déplacement du personnel entre les différentes zones, est-il minimisé, autant que possible? le cas échéant, les personnes qui se déplacent prennent-elles les mesures nécessaires pour minimiser les risques de contamination croisée?	Art 11. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3
Les personnes, entreprenant des activités relatives à l'hygiène de la viande, sont-elles formées ou autrement reçues une instruction de sorte qu'elles possèdent la formation, les connaissances, les compétences et les capacités requises	Art 14.1. CAC/RCP 58-2005	Non.	-	1
Si la réponse à la question précédente est oui, les programmes de formation sont-ils adaptés aux activités et opérations	Art 14.2. CAC/RCP 58-2005		-	
Score chapitre/ 80				25

IV Matériel

L'abattoir dispose-t-il de tous les matériels et ustensiles, nécessaires, pour l'accomplissement de son activité dans les conditions, hygiéniques et sanitaires, requises?	Art 8.5 CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	4
La chaîne d'abattage, est-elle conçue pour permettre un défilé des carcasses de manière à empêcher toute contamination croisée d'une partie à l'autre de la chaîne	Art 8.5 CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	4
L'équipement et les récipients, utilisés dans des locaux et autres zones dans lesquelles se pratique l'habillage des corps des animaux ou dans lesquels peut se trouver de la viande, sont-ils conçus et construits de manière à minimiser toute contamination?	Art 8.5 CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	4
Tout les équipements utilisés dans des zones dans lesquelles se pratique l'habillage des corps des animaux, ou dans lesquelles peut se trouver de la viande, facilitent-ils l'application de bonnes pratiques d'hygiène?	Art 8.5 CAC/RCP 58-2005	Oui, sauf le panneau de ressuage.	-	3
Le matériel et les ustensiles, présentent-ils des surfaces, entrant en contact directe avec le produit, lisses et de formes adéquates, qui facilitent les opérations de nettoyage et désinfection?	Art 8.5 CAC/RCP 58-2005	Oui. Cependant quelques surfaces présentent des couches qui se ressemblent à des biofilms	-	3
Le matériel et les ustensiles, sont-ils fabriqués en matériaux imperméables, imputrescibles et résistants aux opérations répétées de nettoyage et de désinfection?	Art 8.5 CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3
Les surfaces en contact avec les aliments sont-elles exemptes de trous de crevasses et	Art 8.5 CAC/RCP 58-2005	Plus ou moins	-	2

d'écaillures?				
Y a-t-il des matériels et/ou des ustensiles qui sont réservés exclusivement pour la manipulation des produits contaminés, condamnés ou non comestible? sont-ils bien identifiés comme tels, et ne sont pas utilisés pour la manutention des produits comestibles?	Art 8.5 CAC/RCP 58-2005	Non.	-	2
Les équipements de saignée, y compris les conduites et les récipients destinés à recueillir le sang, sont-ils en matériaux appropriés et facile à nettoyer?	Art 8.5 CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	4
Les conduites, par les quelles passe le sang, sont-elles de largeur suffisante et d'une conception telle qu'elles puissent être nettoyé?	Art 8.5 CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	4
Les conduites en métal, sont elles-munies des volets protecteurs, latéraux et frontaux?	Art 8.5 CAC/RCP 58-2005	Non.	-	2
Si oui, sont-ils amovibles (pour faciliter leur nettoyage)?	Art 8.5 CAC/RCP 58-2005		-	
Le bac du saignoir, est-il légèrement incliné ?	Art 8.5 CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	4
le bac du saignoir, conduit-il à un récipient destiné à recueillir le sang ?	Art 8.5 CAC/RCP 58-2005	Oui, un tuyau, raccordé au bac du saignoir, est relié à une pompe, à vide, qui aspire le sang et l'amène au brûleur.	-	4
Les plumeuses sont-elles conçues de manière à limiter la dispersion des plumes?	Art 8.5 CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3
Score chapitre/ 85				31

V. Contrôle des Opérations d'Abattage et d'Habillage

Y a-t-il un système de contrôle des opérations, d'abattage et d'habillage, qui est mis en place ?	Art 9.1. CAC/RCP 58-2005	Non.	-	1
Si la réponse à la question précédente est oui, l'efficacité de ce système, est-elle vérifiée par l'autorité vétérinaire ?	Art 9.1. CAC/RCP 58-2005		-	
Toujours si la réponse à la première question est oui, le système se base-t-il sur des bonnes pratiques d'hygiène seules ou renforcées par l'HACCP ?	Art 9.1. CAC/RCP 58-2005		-	
si la réponse à la première question est non, les grands principes de l'hygiène alimentaire sont-ils respectés ?		Oui (les principes : de marche en avant, de non entrecroisement des flux et de séparation des secteurs incompatibles sont respectés)	-	3
Si la réponse à la question précédente est oui, l'efficacité de protocole, est-elle vérifiée par l'autorité vétérinaire ?	Art 9.2.1. CAC/RCP 58-2005		-	
l'accès du personnel aux zones de traitement, est-il strictement contrôlé ?	Art 9.3. CAC/RCP 58-2005	Non.	-	1
L'eau utilisée pour le nettoyage et l'assainissement, est-elle : d'une qualité adaptée à l'activité concernée et utilisée de manière à éviter toute contamination directe ou indirecte de la viande de volaille ?	Art 9.3. CAC/RCP 58-2005	l'eau n'est sujette à aucun contrôle	-	1
Le nettoyage des installations et des équipements, inclut-il, au besoin, le démontage, l'élimination de tous les débris, le rinçage des pièces, l'utilisation d'un détergent autorisé, un second rinçage, le remontage, ainsi que toute autre activité d'assainissement et de rinçage jugée appropriée ?	Art 9.3. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3
Les récipients et les équipements sont-ils manipulés et stockés de manière à	Art 9.3. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3

minimiser le potentiel de contamination de la viande de volaille ?				
Y a-t-il une personne compétente et disponible pour effectuer les inspections ante-mortem et post-mortem ?	Art 9.4. CAC/RCP 58-2005	Non.	-	1
Les volailles acheminées jusqu'au plan d'abattage sont elles abattues sans délai ?	Art 9.4. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3
La cadence à laquelle les volailles sont étourdiées et saignées correspond-elle au rythme d'habillage des corps de volailles ?	Art 9.4. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3
Les volailles sont elles étourdiées avant la saignée ? Si oui, par quel moyen ?		Oui. Dans un bain d'eau électrifiée.	-	3
Si l'étourdissement se fait dans un bain d'eau électrifiée, quelles sont les paramètres techniques utilisés.		Une différence de potentiel de 108 volts, une intensité de 75 Ampère et un temps de passage de 6 secondes.	-	3
La saignée est-elle aussi complète que possible ?	Art 9.4. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3
Quel est le temps d'égouttage.	Art 9.4. CAC/RCP 58-2005	il varie, selon la cadence de la chaîne, entre 30 Sec et 1min.	-	3
quel est le traitement donné au sang	Art 9.4. CAC/RCP 58-2005	Le sang est brûlé.	-	3
L'eau du bac d'échaudage est-elle gérée de sorte qu'elle ne soit pas excessivement contaminée ?	Art 9.4. CAC/RCP 58-2005	Non.	-	2
Quelle est la température et la valeur du pH de l'eau du bac d'échaudage.	Art 9.4. CAC/RCP 58-2005	La température dans le bac d'échaudage, varie, selon la cadence de la chaîne, entre 52° et 55°C. le Ph de l'eau à cette température est de 6,79	-	3
Quel est le temps de passages des volailles dans le bac d'échaudage	Art 9.4. CAC/RCP 58-2005	varie entre 1min 30 et 2 min.	-	3
Après plumaison, les plumes sont-elles tenues à l'écart des carcasses ?	Art 9.4. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3
L'éviscération est-elle réalisée sans délai ?	Art 9.4. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3
L'éviscération se fait par quel moyen (automatique ou manuelle).		Manuelle.	-	
L'écoulement des matières provenant de l'œsophage, du jabot, de l'estomac, des intestins, du cloaque, de la vésicule biliaire, est-il évité ?	Art 9.4. CAC/RCP 58-2005	Pas toujours.	-	2
Un lavage systématique des corps d'animaux, à plusieurs étapes de l'habillage et aussi rapidement que possible, est-il prévu pour réduire l'adhérence des bactéries à la peau et permet ainsi de minimiser la contamination globale de la carcasse ?	Art 9.4. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3
Les viscères, sont-elles retirées, en tout ou en partie, aussi rapidement que possible ?	Art 9.7. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3
Après l'inspection post-mortem, les carcasses sont-elles retirées rapidement de la salle d'habillage ?	Art 9.7. CAC/RCP 58-2005	Non.	-	2
Les carcasses sont-elles lavées avant le refroidissement ?	Art 9.7. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3
Le refroidissement des carcasses est-il appliqué aussi rapidement que possible et à un niveau qui limite toute multiplication microbienne ou toute production des toxines ?	Art 9.7. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3

La vitesse de refroidissement assure-t-elle la sécurité et la salubrité de la viande de volaille ?	Art 9.7. CAC/RCP 58-2005	La courbe de réfrigération (cf. feuille 2) montre qu'il faut 135 min (plus de deux heures) pour diminuer la température à cœur, des carcasses, de 37° à 4° C. Néanmoins il a été constaté que le temps de séjour dans la salle de ressuage n'est pas conditionné par la température finale du produit mais plutôt par l'activité de la salle de conditionnement. De plus la salle est trop petite.	-	4
Les carcasses sont-elles bien ressuées ?	Art 9.7. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3
Après refroidissement, y a-t-il d'autres manipulations (autres que l'emballage et le conditionnement) ?	Art 9.7. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	1
Si la réponse à la question précédente est oui, y a-t-il des mesures préventives qui sont prises pour limiter la recontamination de la viande de volaille ?	Art 9.7. CAC/RCP 58-2005	Non.	-	1
Les conditions environnementales de la zone de conditionnement, sont-elles contrôlées pour réduire, autant que possible, toute activité bactérienne ?	Art 9.7. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3
Score chapitre/ 165				72

VI. Entretien et Assainissement

L'établissement, les installations et l'équipement, sont-ils entretenus et désinfectés de façon à minimiser autant que possible la contamination de la viande de volaille?	Art 10.1. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3
Des programmes documentés, d'entretien et d'assainissement efficaces et appropriés, sont-ils mis en place?	Art 10.1. CAC/RCP 58-2005	Non.	-	1
Si la réponse à la question précédente est oui, y a-t-il un suivi de la performance des opérations d'assainissement et d'entretien?	Art 10.1. CAC/RCP 58-2005		-	
Si la réponse à la deuxième question est non, la méthode utilisée est-elle correcte? c.à.d. (enlever, en premier lieu, les débris visibles des surfaces, puis appliquer une solution détergente pour détacher la saleté et le film bactérien et les maintenir en solution ou en suspension, ensuite, rincer avec de l'eau, pour enlever les saletés détachées et les résidus de détergents et, en fin sécher ou utiliser toute autre méthode appropriée pour enlever et ramener les résidus et les débris et au besoin la désinfection suivie d'un rinçage)?	Art 6.1 2. CAC/RCP 1-1969 (4° Rév, 2003)	Oui. Mais pas toujours.	-	3
L'établissement, les installations et l'équipement, sont-ils maintenus en bon état afin de faciliter toutes les procédures d'assainissement et d'empêcher la contamination de la viande (par exemple par des paillettes de métal, de la peinture qui s'écaille, des produits chimiques ou une substance chimique	Art 10.2. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3

contaminante)?				
L'évacuation et le stockage des déchets, sont-ils prévus dans les procédures et les programmes de nettoyage?	Art 10.2. CAC/RCP 58-2005	NON	-	1
Les procédures et les programmes de nettoyage, empêchent-ils la contamination ultérieure de la viande par des détergents ou des désinfectants?	Art 10.2. CAC/RCP 58-2005	Oui.	-	3
Des programmes de nettoyage particuliers pour l'équipement utilisé lors des opérations d'abattage et d'habillage des carcasses (tel que couteaux, louches d'éviscération...etc.), sont-ils prévus?	Art 10.2. CAC/RCP 58-2005	Non.	-	1
L'équipement évoqué dans la question précédente, est-il: nettoyé et désinfecté au début de chaque nouvelle période de travail, nettoyé et désinfecté par immersion dans de l'eau chaude ou par toute autre méthode équivalente, selon un rythme approprié, pendant et entre les phases de travail, nettoyé et désinfecté immédiatement après tout contact avec des tissus anormaux ou malades, pouvant héberger des agents pathogènes d'origine alimentaire, et stocké dans des zones stipulées à l'abri de toute contamination?	Art 10.2. CAC/RCP 58-2005	Un simple rinçage avec de l'eau.	-	2
Les bâtiments sont-ils maintenus en bon état et entretenus de manière à éviter l'accès des ravageurs et à éliminer les sites de reproduction potentiels?	Art 6.3.2. CAC/RCP 1-1969 (4° Rév, 2003)	Oui.	-	3
Les animaux sont-ils exclus de l'abattoir?	Art 6.3.2. CAC/RCP 1-1969 (4° Rév, 2003)	Oui.	-	3
Les aliments, ou autres produits, susceptibles d'attirer les ravageurs, sont-ils placés dans des récipients hermétiques ou entreposés au-dessus du sol et à l'écart des murs?	Art 6.3.2. CAC/RCP 1-1969 (4° Rév, 2003)	Oui.	-	3
La présence d'infestations, est-elle régulièrement contrôlée?	Art 6.3.4. CAC/RCP 1-1969 (4° Rév, 2003)	Oui.	-	3
Les infestations de ravageurs sont-elles traitées (physiquement, chimiquement ou biologiquement) immédiatement et sans affecter la sécurité et la salubrité des aliments?	Art 6.3.5. CAC/RCP 1-1969 (4° Rév, 2003)	Oui. Chimiquement.	-	3
Pour empêcher l'accumulation des déchets dans les aires de manipulation et de stockage des aliments et dans les zones avoisinantes, Y a-t-il des dispositions adéquates, qui sont prises, pour les enlever et les entreposer?	Art 6.4. CAC/RCP 1-1969 (4° Rév, 2003)	Oui.	-	3
Les entrepôts recevant les déchets, sont-ils maintenus convenablement propres ?	Art 6.4. CAC/RCP 1-1969 (4° Rév, 2003)	Oui.	-	3

L'abattoir Dispose-t-il d'un système de traitement des déchets?		une station de traitement des déchets qui comporte un bruleur de sang et un système d'essorage et de drainage des plumes)	-	3
Les cages de transport sont-elles bien lavées après être vidés?		Non, chaque fournisseur récupère ses cages après déchargement.	-	1
Score Chapitre/90				42

Annexe C : Milieux de culture :

Diluants :

1. Tryptone Sel /TSE :

Fabricant : Laboratoire CONDA, S.A. PRONADISA®

Lot n° : 101131 : date de péremption 01/2015

Composition en gramme /l

Tryptone.....1.00
Chlorure de sodium.....8.50

2. Eau Peptonée tamponnée :

Fabricant : Laboratoire CONDA, S.A. PRONADISA®

Lot n° : 804013, date de péremption 04/2012.

Composition en grammes/l

Digestat enzymatique de caséine..... 10.00
Chlorure de sodium..... 5.00
Disodium hydrogénophosphate
dodécahydraté (Na₂HPO₄, 12H₂O).....3.50
Dihydrogénophosphate de potassium
(KH₂PO₄).....1.50

Milieux de culture :

La plupart des milieux utilisés sont des préparations sèches, les instructions des fabricants ont été suivies scrupuleusement au cours de leurs reconstitutions. Alors quelques milieux sont des préparations prêtes à l'utilisation.

1. Bouillon de Rappaport vassiliadis (RVS) :

Milieu utilisé pour l'enrichissement sélectif des *Salmonella* spp, fabriqué et commercialisé par l'Institut Pasteur d'Algérie dans des tubes de 10 ml.

2. Bouillon de Muller Kauffmann au Tétrathionate-Novobiocine (MKTTn):

Milieu utilisé pour l'enrichissement sélectif des *Salmonella* spp, fabriqué et commercialisé par l'Institut Pasteur d'Algérie dans des tubes de 10 ml, avec l'additif de sélénite sous forme de disques.

3. Gélose Xylose Lysine Désoxycholate (gélose XLD) :

Gélose utilisée pour l'isolement sélectif des *Salmonella* spp.

Fabricant : Laboratoire CONDA, S.A. PRONADISA®

Lot n° : 804013, date de péremption 04/2012.

Composition en grammes/l

Extrait de levure.....3.00
Chlorure de sodium (NaCl).....5.00
Xylose.....3.75

Monohydrate Lactose.....7.50
Saccharose.....7.50
L-lysine5.00
Thiosulfate de sodium.....6.80
Citrate d'ammonium m-fer(III).....0.80
Rouge de phénol.....0.08
Désoxycholate de sodium.....1.00
Agar bactériologique.....3.50

4. Gélose Bismuth Sulfite (Wilson Blair Agar)

Fabricant : Fabricant : Laboratoire CONDA, S.A. PRONADISA®

LOT n°710261, date de péremption : 10/2011

Composition (grammes/litre)

Peptone10.00
Extrait de viande de bœuf.....5.00
Dextrose.....5.00
Phosphate disodique4.00
Sulfate ferreux0.30
Sulfite de bis muth (indicateur).....8.00
Vert brillant.....0.025
Agar20.00

4. Plate Count Agar (PCA) :

Pour le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale

Fabricant : Laboratoire CONDA, S.A. PRONADISA®

Lot n° : 002101, date de péremption 02/2014.

Composition en grammes/l :

Digestat Enzymatique de Caséine ...5.00.
Extraits de levures2.50
Glucose.....1.00.
Agar bactériologique15.00

5. Desoxycholate Lactose Agar (DL) :

Fabricant : Laboratoire CONDA, S.A. PRONADISA®

Lot n° : 703071, date de péremption 03/2011.

Composition en grammes/l :

Peptone Bactériologique..... 10.00
Lactose.....10.00
Chlorures de Sodium.....5.00
Citrate de Sodium.....2.00
Desoxycholate de Sodium.....0.50
Rouge neutre.....0.03
Agar Bactériologique.....15.00

6. Gélose Lactosée Billée au Cristal Violet et au Rouge neutre (VRBL) :

Gélose utilisée pour le dénombrement des coliformes thermotolérants.

Fabriquant : Laboratoire CONDA, S.A. PRONADISA®

Lot n° : 905201, date de péremption 05/2013.

Composition : en grammes/l

Extrait de levure.....	3.00
Gélatine Peptone.....	7.00
Sels biliaires n° 3.....	1.50
Lactose.....	10.00
Chlorures de Sodium.....	5.00
Agar bactériologique.....	15.00
Rouge neutre.....	0.03
Cristal violet.....	0.002

7. Milieu gélosé de Baird-Parker :

Fabriquant : Laboratoire CONDA, S.A. PRONADISA®

Lot n° : 903111, date de péremption 03/2013.

Composition en grammes/l

Digestat pancréatique de caséine	10.00
Extrait de levure	1.00
Extrait de viande.....	5.00
Pyruvate de sodium.....	10.00
L-Glycine.....	12.00
Chlorure de lithium.....	5.00
Agar-agar.....	20.00

Émulsion de jaune d'œuf au tellurite de Potassium

Une préparation commercialisée, dans des flacons de 50 ml.

Fabriquant : Laboratoire Merck.

Lot n° 954, date de péremption 28/02/2012.

Bouillon Infusion cœur-cerveille

Bouillon utilisée pour l'enrichissement des *Staphylocoques*, deux types de préparation ont été utilisées

- milieu déshydraté

Fabriquant : Laboratoire CONDA, S.A. PRONADISA®

Lot n° : 902181, date d'expiration 02/2013.

Composition en grammes/l

Infusion de cervelle de veau	7.50
Infusion de cœur de Bœuf.....	12.00
Peptone de gélatine.....	10.00
Dextrose.....	2.00
Chlorure de sodium	5.00
Phosphate disodique	2.50

Préparation

Dissoudre 37g du milieu complet déshydraté dans l'eau distillée, en chauffant si nécessaire.

Ajuster le pH de sorte qu'après stérilisation il soit de $7,4 \pm 0,2$ à 25 °C.

Répartir le milieu de culture, par quantités de 5 ml à 10 ml, dans des tubes de capacité appropriée.

Stériliser le milieu à 121 °C pendant 15 min.

Milieu prêt à l'emploi : Préparation fabriquée et commercialisée, dans des tubes à essais de 10 ml, par l'institut Pasteur d'Algérie.

Plasma de lapin

Préparation pour épreuve à la Coagulase.

Fabricant BIO-RAD.

Lot n° 1F2427 date de péremption 02/2012

Composition :

R1 (Réactif 1): Plasma de lapin lyophilisé, dans un flacon de 10 ml.

R2 (Réactif 2): Une ampoule de 10 ml de diluant (oxalate de sodium).

Diluants, réactifs et colorants.

- Tryptone Sel /TSE : Eau Peptonée tamponnée : Milieu utilisé pour le Préenrichissement non sélectif de salmonella conformément à la norme ISO 6579.
- Solution de Chlorure de sodium 0.9%. Eau distillée.
- Eau déminéralisée.
- Eau distillée stérilisée.
- **Réactifs et colorants, pour l'Identification biochimique des : Salmonella spp :**

- Bandelettes pour effectuer le test d'oxydase.
- Disques ONPG : Fabriqués par OXOID.
- Gélose TSI (Triple sugar Iron).
- Milieu Clark et Lubs.
- Milieu Urée-Indole.
- Acide Aminée LDC.
- Réactifs de Voges Proskauer : VP1 et VP2.
- Réactif de Cowacs.
- Réactif TDA.
- Réactifs pour la coloration de Gram : Violet de gentiane, lugole, alcool et fushine.
- Galerie biochimique Miniaturisée : API 20.

Bouillons et réactifs pour l'Identification

biochimique des *Staphylococcus aureus*

- Émulsion de jaune d'œuf au tellurite de Potassium
- Bouillon Infusion cœur-cervelle (BHIB).
- Plasma de lapin : Préparation pour épreuve à la Coagulase.

Annexe B

a) Matériel d'échantillonnage

1. Calots.
2. Ciseau
3. Ecouillons stériles.
4. Etiquettes autocollantes.
5. Flacon en verre de 250 ml rempli d'alcool industriel (°) et de Coton cardé.
6. Gabarit métallique de 50 cm².
7. Gants stériles.
8. Gel hydro-alcoolique, en flacon, de marque DERMACOOOL (lot n° 002, date de péremption 12/2012).
9. Glacière électrique.
10. Marqueurs.
11. Petit Briquet.
12. Thermomètres et pH mètre de marques, respectivement : TESTO 105 et TESTO 205.
13. Tubes, à essai, remplis chacun de 10ml, soit de Triptone Sel Eau (TSE) soit d'Eau Peptonée Tamponnée (EPT), stérilisés et conservés sous froid.
14. Pied à coulisse.

b) Matériel du laboratoire

1. Agitateurs magnétiques (marques : Stuart, IKAAct classiques) avec plaques chauffantes.
2. Autoclave de marque müve OT 4060.
3. Bain marie de marque : STABITHERME.
4. Balance de précision de marque

mettler (Min 5g, Max 1600g, e 0,1g et dd 0,01g).

5. Bec Bunsen.
 6. Boîtes de Pétries.
 7. Compteurs des colonies : électronique à stylo et à loupe.
 8. Distillateur de marque Watter still Aquatim/ A 8000
 9. Etuves de marques : MELAG réglée à 44°C, Memert model 600 réglée à 37°C et Memert model 800 réglée à 30°C.
 10. Hotte à flux laminaire verticale.
 11. Matériel en plastique à usage unique : râtaux, anses, pailles et embouts.
 12. Micropipettes de capacité variables.
 13. Microscope de marque Motic B1 series, doté d'une caméra amovible de marque Moticam 1000, 1,3 Méga Pixel USB 2.0, relié à un ordinateur de marque Compaq Pentium Intel.
- Papier Joseph.
 - pH-mètre et thermomètre de paillasse de marque Seven easy S20 Mettler Toledo.
 - Répartiteur automatique des milieux liquides.
 - Verrerie de laboratoire.
 - Vortex de marque Heidelberg Reax 200.

Annexe D

Modes opératoires

Dénombrement de la Flore Aérobique Mésophile Totale (FAMT)

De chaque échantillon ainsi que de chacune de ses dilutions décimales préparées, 1 ml est transféré aseptiquement dans une boîte de Petri stérile, à l'aide d'une micropipette de volume 1 ml ± 0.1 ml, dotée soit de paille ou d'embout stériles à usage unique. Ensuite 15 ml de la gélose PCA, fondue à une température de 44°C à 47°C, sont coulés dans chacune des boîtes de Petri inoculées.

A chaque séance du lancement, une boîte témoin est également préparée avec 15 ml du milieu PCA pour contrôler sa stérilité.

L'inoculum et le milieu de culture sont soigneusement mélangés, en faisant tourner les boîtes de Petri, le mélange est laissé se solidifier en posant les boîtes de Petri sur une surface fraîche et horizontale.

Après solidification complète et afin d'éviter la contamination et l'envahissement de la surface du milieu, 4 ml du même milieu sont ajoutés, dans chaque boîte, et laissés se solidifier comme décrit ci-dessus.

Les boîtes ainsi préparées sont retournées et placées à l'étuve réglée à 30°C, pendant 72h ± 3h.

- **Comptage des colonies :**

Après la période d'incubation spécifiée les colonies, de formes lenticulaires ayant poussé en masse mais aussi les colonies en tête d'épingle, sont dénombrées à l'aide d'un compteur de colonies.

- **Mode de calcul :**

Le nombre N de colonies par millilitre, est calculé, conformément à la norme ISO 7218, en tant que moyenne pondérale à l'aide de l'équation suivante :

$$N = \frac{\Sigma C}{V(n_1 + 0.1n_2)d}$$

Où

- ΣC : est la somme des colonies caractéristiques comptées sur toutes les boîtes retenues.
- n_1 : est le nombre de boîtes retenues à la première dilution.
- n_2 : est le nombre de boîtes retenues à la seconde dilution.
- d : est le taux de dilution correspondant à la première dilution.
- v : est le volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte, en millilitre.
- Etant donné que le nombre de boîtes utilisés pour ensemercer chaque dilution est égal à 1 et que

le volume de l'inoculum $v = 1$ ml, la formule de calcul devient : $N = \frac{\Sigma C}{1.1 \times d}$

Le nombre de microorganismes par millilitre, de la suspension mère, est exprimé par un nombre compris entre 1.0 et 9.9 multiplié par 10^χ où χ est la puissance appropriée de 10.

Le nombre N1 de microorganismes / cm² de surface prélevée a été déduit à partir du nombre N de microorganismes / ml de la suspension mère en appliquant l'équation suivante : $N1 = \frac{N \times 10}{y}$

Où y, est la superficie, de la surface de travail ou de la carcasse, écouvillonnée et qui égale dans la plupart des cas la surface du gabarit (50 cm²), sauf dans quelques cas où le gabarit ne peut être appliqué (surface

petite ou de forme géométrique différente) dans ces cas la superficie est calculée.

Dénombrement des Coliformes thermotolérants

De chaque échantillon ainsi que de chacune de ses dilutions décimales préparées, 1 ml est Transféré aseptiquement dans une boîte de Petri stérile, à l'aide d'une micropipette de volume 1 ml \pm 0.1 ml, dotée soit de paille ou d'embout stérile et à usage unique. Ensuite 15 ml, de la gélose Désoxycholate lactose ou de VRBL fondues à une température de 45°C, sont coulés dans chacune des boîtes de Petri inoculée.

A chaque séance du lancement une boîte témoins est également préparée avec 15 ml de Désoxycholate lactose ou de VRBL fondues à une température de 45°C pour contrôler leurs stérilités.

L'inoculum et le milieu de culture sont soigneusement mélangés, en faisant tourner les boîtes de Petri, le mélange est laissé se solidifier en posant les boîtes de Petri sur une surface fraîche et horizontale.

Après solidification complète et afin d'éviter la contamination et l'envahissement de la surface du milieu, 4 ml de Désoxycholate lactose ou de VRBL sont coulés, dans chaque boîte, et laissés se solidifier comme décrit ci-dessus.

Les boîtes ainsi préparées sont retournées et placées à l'étuve réglée à 44°C pendant 48h \pm 2h.

Comptage des colonies :

Après 48 h d'incubation les colonies caractéristiques (violacées, d'un diamètre de 0.5 mm ou plus et par fois entourées d'une zone rougeâtre due à la précipitation de la bile) sont dénombrées à l'aide d'un compteur de colonies.

- **Mode de calcul :**

Le nombre N de coliformes thermotolérants par millilitre, est calculé en tant que moyenne pondérale à l'aide de l'équation suivante :

$$N = \frac{\Sigma C}{V(n_1 + 0.1n_2)d}$$

Où :

ΣC : est la somme des colonies caractéristiques comptées sur toutes les boîtes retenues.

- n_1 : est le nombre de boîtes retenues à la première dilution.
- n_2 : est le nombre de boîtes retenues à la seconde dilution.
- d : est le taux de dilution correspondant à la première dilution.
- v : est le volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte, en millilitre.

Etant donné que le nombre de boîtes utilisés pour ensemercer chaque dilution est égal à 1 et que le volume de l'inoculum $v = 1$ ml, la formule de calcul devient $N = \frac{\Sigma C}{1.1 \times d}$

Le nombre de coliformes thermotolérants par millilitre a été exprimé par un nombre compris entre 1.0 et 9.9 multiplié par 10^χ où χ est la puissance appropriée de 10.

Le nombre N_1 de coliformes thermotolérants /cm² de la surface prélevée a été déduit, à partir du nombre

N de coliformes thermotolérants / ml de suspension mère, en appliquent l'équation suivante : $N1 = \frac{N \times 10}{y}$

Où y est la superficie, de la surface de travail ou de la carcasse, écouvillonnée et qui égale dans la plupart des cas la surface du gabarit (50 cm²), sauf dans quelques cas où le gabarit ne peut être appliqué (surface petite ou de forme géométrique différente) dans ces cas, la superficie est calculée.

NB :

Aucun échantillon ne répond positivement, dans le laboratoire central de l'intendance (LCI) mêmes des souches d'*Escherichia coli*, apportés de service de microbiologie de l'hôpital central de l'armée dans une gélose de conservation, lancées, après avoir été revivifiées 20 minutes dans un bain marie, parallèlement et dans les mêmes conditions avec les échantillons ne répondent pas ce qui nous amène à changer le laboratoire. Par contre, d'autres échantillons, lancés dans le même milieu de culture (Fabricant, source, n° de lot et date de fabrication) préparé avec de l'eau déminéralisée dans le service de microbiologie de l'hôpital central de l'armée, répondent positivement.

Raison pour la quelle 64 autres échantillons ont été examinés pour le dénombrement des coliformes fécaux dans le service de microbiologie de l'hôpital central de l'armée.

Recherche des *Salmonella spp*

- Préenrichissement non sélectif

La suspension mère est directement incubée à 37 °C ± 1 °C pendant 18 h ± 2 h.

- Enrichissement sélectif

A partir de la culture obtenue après le préenrichissement, 0.1 ml est transféré dans un tube contenant 10 ml de bouillon RVS alors que 1 ml est transféré dans un tube contenant 10 ml de bouillon MKTTn.

Le bouillon RVS ensemencé, est incubé à 41,5 °C ± 1 °C pendant 24 h ± 3 h, tandis que le bouillon MKTTn est incubé à 37 °C ± 1 °C pendant 24 h ± 3 h.

- Isolement et identification

À partir de la culture obtenue dans le bouillon RVS, après 24 h ± 3 h d'incubation, la surface, d'une grande boîte de Petri contenant le premier milieu d'isolement sélectif (gélose XLD), est ensemencée avec une anse de façon à permettre le développement de colonies bien isolées.

La même opération est répétée avec le deuxième milieu d'isolement sélectif (gélose Wilson Blair) en se servant d'une nouvelle anse et de boîtes de Petri de dimensions appropriées.

À partir de la culture obtenue dans le bouillon MKTTn, après 24 h ± 3 h d'incubation, les opérations décrites ci-dessus, sont répétées avec les deux milieux d'isolement sélectifs.

Les boites contenant les deux milieux d'isolement sont incubées, couvercle en bas dans une étuve réglée à 37 °C. Après 24 h ± 3 h d'incubation, les boîtes sont examinées, afin de rechercher la présence de colonies atypiques de *Salmonella*, ainsi que les colonies atypiques susceptibles d'être des *Salmonella*. Leurs

positions sont marquées sur le dessous de la boîte.

Les colonies typiques de *Salmonella* cultivées sur gélose XLD, selon la norme de référence, ont un centre noir et sont entourées d'un halo clair transparent rouge dû à un changement de l'indicateur du milieu.

Alors que sur la gélose Wilson Blaire les colonies de *salmonella* sont : noires ou marrons, accompagnées de précipitations d'éclat métallique (Conda laboratoire, 2009).

- **Confirmation**

- **Choix des colonies pour la confirmation :**

Pour la confirmation, une colonie considérée comme caractéristique ou suspecte, est prélevée à partir de chaque boîte, de chacun des milieux sélectifs

Les colonies sélectionnées sont ensuite ensemencées sur la surface des boîtes de gélose nutritive préalablement séchées, de façon à permettre le développement de colonies bien isolées.

Les boîtes ainsi ensemencées, sont incubées à $37\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ durant $24\text{ h} \pm 3\text{ h}$.

Après incubation des cultures pures sont utilisées pour les confirmations biochimiques.

- **Confirmation biochimique :**

La confirmation biochimique est basée sur :

Recherche de l'oxydase :

A partir d'une colonie pure, la partie active de bandelette d'oxydase est imprégnée, à l'aide d'une anse stérile en plastique, par un fragment, le développement d'une couleur violet indique une réaction positive.

Coloration de Gram :

Le frottis est préparé en mélangeant, à l'aide d'une anse stérile en plastique, un fragment de colonie et 1 ml d'eau physiologique stérile, le mélange est bien étalé, sur la surface d'une lame, préalablement dégraissée à l'aide du papier joseph, ensuite fixé en passant la lame au dessus de la flamme du bec Bunzen. Ensuite on procède à une série de coloration et de décoloration (1 min dans du violet de gentiane, bon rinçage sous un robinet, 30 sec dans du lugol, 30 sec dans de l'alcool, 1 min dans de la fushine, un bon rinçage sous le robinet). Après la fin de coloration la lame est séchée, refroidie avant d'y ajouter quelques gouttes d'huile d'immersion et de la couvrir par une lamelle. La lame ainsi préparée est mise sous le microscope (doté d'une caméra et relié à un ordinateur) afin d'examiner la forme et la couleur des bactéries.

Gélose TSI

Ensemencement de la pente du milieu en stries et le culot par piqûre. Incubation à $37\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ durant $24\text{ h} \pm 3\text{ h}$. L'interprétation est faite de la façon suivante :

a) Culot

- Jaune : glucose positif (utilisation du glucose).
- Rouge : ou inchangé glucose négatif (pas d'utilisation du glucose).
- Noir : formation de sulfure d'hydrogène.
- Bulles ou fissures : formation de gaz à partir du glucose.

b) Pente de la gélose

- Jaune lactose et/ou saccharose positifs (utilisation du lactose et/ou du saccharose).
- Rouge ou inchangé lactose et saccharose négatifs (pas d'utilisation ni du lactose ni du saccharose).

Les cultures caractéristiques de *Salmonella* correspondent à une pente alcaline (rouge) et un culot acide (jaune) avec formation de gaz (bulle), et (dans environ 90 % des cas) formation de sulfure d'hydrogène (noircissement de la gélose).

Milieu urée-indole

Le milieu urée-indole est ensemencé, par une colonie, puis incubé à $37\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ durant $24\text{ h} \pm 3\text{ h}$. En cas de réaction positive, la décomposition de l'urée produit un dégagement d'ammoniac, faisant virer le rouge de phénol au rose, puis au rouge foncé. Après cette lecture, deux gouttes du réactif de Kowacs sont ajoutées dans le milieu pour la recherche de l'indole. La formation d'un anneau rouge indique une réaction positive. Un anneau jaune-brun indique une réaction négative.

Milieu de décarboxylation de la L-lysine

Le milieu liquide est ensemencé juste au-dessous de la surface puis incubé à $37\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ durant $24\text{ h} \pm 3\text{ h}$.

Une turbidité et une couleur violette après incubation indique une réaction positive. Une couleur jaune indique une réaction négative.

Recherche de la β -galactosidase

Une anse de la colonie suspecte a été mise en suspension dans un tube, contenant 0,25 ml de la solution saline, ensuite un disque en papier tout préparé, est ajouté à la suspension.

Une couleur jaune indique une réaction positive.

Milieu pour la réaction de Voges-Proskauer (VP)

Une anse de la colonie suspecte est mise en suspension dans un tube stérile, contenant 3 ml du milieu VP, incubé à $37\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ durant $24\text{ h} \pm 3\text{ h}$.

Après incubation, deux gouttes du réactif VPI et deux autres de réactif VP II, sont ajoutées en agitant après avoir ajouté chaque réactif.

La formation d'une coloration rose à rouge brillant dans un délai de 15 min indique une réaction positive.

Les colonies dont le profil biochimique classique est proche à celui de *Salmonella*, ont subi une

confirmation par une galerie miniaturisée API 20.

Le test de citrate de Simmons a été ajouté aux tests biochimiques dictés par la norme

Citrate de Simmons

A partir d'une colonie, la partie inférieure du tube contenant la gélose de citrate de Simmons, de couleur verdâtre inclinée est ensemencée par une strie, la partie supérieure est laissée comme témoin, après incubation de 24 h à 37 °C , le virage de la partie ensemencée vers le bleu indique une réaction positive et traduit la capacité de la bactérie d'utiliser les citrates de Simmons comme seule source de carbone (FDA/USA, 2011).

Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus*

Ensemencement :

De chaque échantillon ainsi que de chacune de ses dilutions décimales préparées et à l'aide d'une micropipette de volume $1 \text{ ml} \pm 0.1 \text{ ml}$, dotée soit de paille ou d'embout stériles et à usage unique. Un volume de 0.1 ml est aseptiquement transféré, soigneusement et le plus rapidement possible étalé, à la surface d'une boîte de milieu gélosé (Baird Parker) en évitant de toucher les bords de la boîte avec le râteau. Les boîtes, sont laissées sécher avec leurs couvercles en place, pendant environ 15 min à la température ambiante, ensuite retournées et incubées pendant $24 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$, puis réincubées pendant $24 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ supplémentaires dans l'étuve à $37 \text{ }^\circ\text{C}$.

• Sélection des boîtes et interprétation :

Après $24 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ d'incubation, les positions des colonies caractéristiques éventuellement présentes, sont marquées sur le fond des boîtes qui sont à nouveau incubées à $37 \text{ }^\circ\text{C}$ durant $24 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ supplémentaires, les nouvelles colonies caractéristiques sont aussi marquées. Les colonies non caractéristiques éventuellement présentes sont également marquées.

Selon les moyens disponibles, le nombre A de colonies choisies en vue de la confirmation égale à 3 (3 caractéristiques et 3 non caractéristiques)

Les colonies caractéristiques (noires ou grises, brillantes et convexes de 1 à 1,5 mm de diamètre après 24 h d'incubation et 1,5 à 2,5 mm de diamètre après 48 h d'incubation et entourées d'une auréole d'éclaircissement). Après au moins 24 h d'incubation, peut apparaître dans cette zone claire un anneau opalescent immédiatement au contact des colonies.

Les colonies non caractéristiques peuvent présenter l'une des morphologies suivantes :

- a) colonies noires et brillantes avec ou sans bord blanc étroit; la zone claire est absente ou à peine visible et l'anneau opalescent est absent ou à peine visible.
- b) colonies grises dépourvues de zone claire.

• Confirmation (par recherche de la coagulase)

De chaque colonie sélectionnée, une partie est prélevée, à l'aide d'un fil stérile, ensemencée dans un tube ou dans un flacon de bouillon cœur-cerveille et incubée à 37 ° pendant $24 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$. Après incubation une quantité de $0,5 \text{ ml}$ de chaque culture a été ajoutée aseptiquement à $0,5 \text{ ml}$ de plasma de lapin (conformément aux prescriptions du fabricant) dans des tubes stériles à hémolyse ou flacons puis incubée à $37 \text{ }^\circ\text{C}$. La coagulation du plasma est examinée après 4 h à 6 h d'incubation, en inclinant le tube et si le test est négatif, réexaminée après 24 h d'incubation.

Selon le fabricant, les souches de *Staphylococcus aureus* provoquent la coagulation du plasma en un temps variant d'une demi-heure à 24 heures, la prise en masse du plasma est généralement totale, cependant un caillot moins compacte visible avant la 24^{ème} heure doit être considéré comme positif. À titre de contrôle négatif, pour chaque lot de plasma, une quantité de $0,5 \text{ ml}$ de bouillon cœur-cerveille stérile est ajoutée à 0.5 ml du plasma de lapin, le mélange est incubé sans ensemencement. Pour que la

réaction soit valable, le plasma du tube témoin ne devra pas montrer de signes de coagulation.

- **Expression des résultats**

1. Calcul du nombre (a) : de *Staphylococcus* à coagulase positive identifiés pour chaque boîte retenue :

Pour chacune des boîtes, le nombre a de staphylocoques à coagulase positive identifiés, est Calculé selon l'équation suivante:

$$a = \frac{bc}{Ac} \times Cc + \frac{bnc}{Anc} \times Cnc$$

Où :

- A_c : est le nombre de colonies caractéristiques soumises au test de la coagulase.
- A_{nc} : est le nombre de colonies non caractéristiques soumises au test de la coagulase.
- bc : est le nombre de colonies caractéristiques qui ont répondu positivement au test de la coagulase;
- bnc : est le nombre de colonies non caractéristiques qui ont répondu positivement au test de la coagulase;
- Cc : est le nombre total de colonies caractéristiques repérées sur la boîte.
- Cnc : est le nombre total de colonies non caractéristiques repérées sur la boîte.

Le nombre (a_1) : de *Staphylococcus aureus*/ cm^2 de surface prélevée est déduit à partir du nombre a de *Staphylococcus aureus*/ml de la suspension mère en appliquent l'équation suivante : $a_1 = \frac{a \times 10}{y}$

Où y est la superficie de la surface du travail ou de la carcasse prélevée, égale généralement la surface du gabarit (50 cm^2), sauf dans quelques cas où le gabarit ne peut être appliqué (surface petite ou de forme géométrique différente) dans ces cas, la superficie est calculée.