

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE DE BATNA
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT VETERINAIRE



THESE

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN SCIENCES

OPTION

PATHOLOGIE DES ANIMAUX DOMESTIQUES

Présentée par:

AMMAR AYACHI

THEME

EPIDEMIOLOGIE DE SALMONELLA TYPHIMURIUM ET
SALMONELLA ENTERITIDIS DANS LA FILIERE AVICOLE

Thèse soutenue publiquement devant le jury le 15-12-2010

Membres du Jury

BOUNECER H.	Pr, Univ. Batna	Président
ALLOUI N.	Pr, Univ. Batna	Rapporteur
KASSAH LAOUAR A.	Pr, Univ. Batna	Examineur
BENMAHDI M.	M.C, Ecole Nat. Vet. Alger	Examineur
EL HADEF EL OKKI S.	Pr, Univ. Constantine	Examineur
BENLABED K.	Pr, Univ. Constantine	Examineur

Année 2009-2010

REMERCIEMENTS

Mes remerciements vont avant tout à mon promoteur le Professeur Alloui N. pour toutes les péripéties encourues et l'aide précieuse qu'il m'a prodigué qu'il trouve dans l'accomplissement de cette thèse le produit bénéfique de son effort.

Je tiens à remercier le Professeur Bouncer H. qui nous a fait l'honneur de présider notre thèse et évaluer la valeur scientifique de notre travail. Comme je tiens à remercier le Professeur Benlabed K pour son dévouement aux causes scientifiques qu'il en soit félicité d'avance.

Dr Benmahdi M. est aussi remerciée pour sa participation à notre soutenance de thèse ainsi que pour son déplacement pour nous honorer de sa présence.

Aussi je tiens à remercier le Professeur Kassah Laouar A. pour l'honneur qu'il nous a fait en assistant à notre soutenance de thèse.

Enfin mes remerciements vont aussi au Professeur Hedef El Okki pour avoir accepté à examiner notre travail qu'il en soit remercié !

Je tiens à remercier le service de la post graduation de l'Université de Batna pour l'aide substantielle qu'il a consenti à déboursier pour les débuts difficiles et le bon fonctionnement de cette thèse.

Je tiens à reconnaître que ce travail a été en grande partie financé par l'ANDRS (Agence Nationale pour le Développement de la Recherche dans la Santé) dans le cadre de leur aide aux jeunes doctorants pour subvenir aux besoins de la partie pratique de leur document.

Mes remerciements vont aussi au correspondant de l'ANDRS région EST, Monsieur Dehane, qu'il trouve ici le respect et la gratitude pour son dévouement exemplaire.

Comme je n'oublierai pas de remercier mes collègues : Bennoune O, Benterki MS et tous les autres enseignants du département Vétérinaire.

SOMMAIRE

I. PREMIERE PARTIE : PARTIE THEORIQUE

INTRODUCTION.....	1
<u>CHAPITRE I : ETUDE DE LA FILIERE AVICOLE.....</u>	5
PYRAMIDE D'ELEVAGE AU NIVEAU DE L'INDUSTRIE AVICOLE DE LA WILAYA DE BATNA.....	10
METHODOLOGIE HACCP APPLIQUEE A LA FILIERE AVICOLE.....	15
SALMONELLOSES HUMAINES ET TOXIINFECTION ALIMENTAIRES COLLECTIVES.....	17
IMPACT ECONOMIQUE.....	19
<u>CHAPITRE II : ETUDE DES SALMONELLES.....</u>	20
DESCRIPTION DU MICRO-ORGANISME ET NOMENCLATURE.....	20
METHODE D'ISOLEMENT ET D'IDENTIFICATION DES SALMONELLES.....	21
METHODE DE CARACTERISATION PHENOTYPIQUE ET GENEOTYPIQUE.....	32
<u>CHAPITRE III : EPIDEMIOLOGIE DES SALMONELLES</u>	35
HABITAT.....	35
SURVIE DANS LA NATURE.....	37
TYPES DE SALMONELLES.....	39
SALMONELLOSES AVIAIRES AU NIVEAU DU MONDE.....	41
SALMONELLOSES AVIAIRES AU MAGHREB.....	41
SALMONELLOSES AVIAIRES EN AFRIQUE.....	43
SALMONELLOSES AVIAIRES AU NIVEAU DE L'EUROPE.....	44
SALMONELLOSES AVIAIRES AU NIVEAU DU RESTE DU MONDE.....	46

II. DEUXIEME PARTIE : PARTIE PRATIQUE

<u>CHAPITRE I : DETECTION BACTERIOLOGIQUE DE SALMONELLES MINEURES AU NIVEAU D'UN ELEVAGE DE REPRODUCTEURS CHAIR.....</u>	48
INTRODUCTION.....	48
MATERIELS ET METHODES.....	48
RESULTATS.....	51
DISCUSSION.....	52
CONCLUSION.....	54
<u>CHAPITRE II : RECHERCHE DE SALMONELLES MINEURES DANS UN ELEVAGE DE REPRODUCTEURS PONTE DU SECTEUR PUBLIC AU NIVEAU DE L'EST ALGERIEN.....</u>	56
INTRODUCTION.....	56
MATERIELS ET METHODES.....	56
RESULTATS	59
DISCUSSION.....	60
CONCLUSION.....	61

<u>CHAPITRE III : RECHERCHE DE SALMONELLOSES MINEURES AU NIVEAU DE BATIMENTS AVICOLES DE MULTIPLICATEURS CHAIR ET PONTE DANS LA REGION DE BATNA</u>	62
INTRODUCTION.....	62
MATERIELS ET METHODES.....	62
RESULTATS	65
DISCUSSION.....	67
CONCLUSION.....	68
 <u>CHAPITRE IV : DETECTION DE SALMONELLES MINEURES AU NIVEAU DES COUVOIRS DU SECTEUR ETATIQUE ET PRIVE</u>	69
INTRODUCTION.....	69
MATERIELS ET METHODES.....	70
RESULTATS	71
DISCUSSION.....	71
CONCLUSION.....	
 <u>CHAPITRE V : REHERCHE DES SALMONELLOSES MINEURES AU NIVEAU DES ABATTOIRS ET TUERIES DANS LA WILAYA DE BATNA</u>	72
INTRODUCTION.....	72
MATERIELS ET METHODES.....	73
RESULTATS	73
DISCUSSION.....	76
CONCLUSION.....	
 <u>CHAPITRE VI: RECHERCHE DES SALMONELLES MINEURES DANS LES OEUFS DESTINES A LA CONSOMMATION HUMAINE AU NIVEAU DE POINTS DE VENTE DANS LA WILAYA DE BATNA</u>	77
INTRODUCTION.....	77
MATERIELS ET METHODES.....	77
RESULTATS	78
DISCUSSION.....	79
CONCLUSION.....	
 <u>CHAPITRE VII: RECHERCHE DES SALMONELLES DANS LES PLATS CUISINES SERVIS AUX RESTAURANTS UNIVERSITAIRES ET LES VIANDES SEPREES MECANIQUEMENT (VSM) DANS LA WILAYA DE BATNA</u>	80
INTRODUCTION.....	80
MATERIELS ET METHODES.....	80
RESULTATS	81
DISCUSSION.....	81
CONCLUSION.....	82
 CONCLUSION GENERALE.....	83
RECOMMANDATIONS.....	85
	86
BIBLIOGRAPHIE.....	
ANNEXES.....	116
	117

ABREVIATIONS

ABC medium: Alpha β Chromogenic Agar
AFSSA: Agence Française de la Sécurité Sanitaire des Aliments
AFLP : Amplified Fragment-Length Polymorphism
AFNOR: Association Française de Normalisation
AP-PCR: Arbitrary Primed Protein Chain reaction
ATP: Adénosine Tri-Phosphate
BGA: Brilliant Green Agar
BGSA: Brilliant Green Sulpha Agar
BPW: Buffered Peptone Water
BSA: Bismuth Sulphite Agar
BSV: Bulletin Sanitaire Vétérinaire
CFU: Colony Forming Unit
CAS: CHROMagar Salmonella
CDC: Centers for Disease Control
CHU: Centre Hospitalier Universitaire
CLSI : Clinical and Laboratory Standards Institute
CMV: Complexe Minéral Vitaminé
CNIE : Centre National de Lysotypie Entérique
CNR : Centre National de Référence
CRSS: Centre de Référence de Salmonelles Shigelles
CRC : Centre de Reproducteur Chair
CSE: Chromogenic Salmonella Esterase Agar
CSA: COMPASS Salmonella Agar
CT: Coliformes Totaux
CF: Coliformes Fécaux
D.B.O: Demande Biologique en Oxygène
DCA: Desoxycholate Citrate Agar
DCLS: Desoxycholate Citrate Lactose Sucrose
DDA: Direction Départementale de l'Agriculture
DM: Dilution Mère
DT: Definitive Type
EFSA: European Food Safety Authority
EK: Edel-Kampelmacher
ELISA : Enzyme Linked Immunosorbent Assay
ERIC: Enterobactériale Repetitive Intergenic Consensus
EQAP: Egg Quality Assurance Programs
FAO: Food and Agriculture Organisation
FDA: Food and Drug Administration
FOS: Fructo-Oligo-Saccharide
FSIS: Food Safety and Information System
FTAM: Flore Totale Aerobie Mésophile
HACCP: Hazard Analysis Control Critical Point
HE: Hektoen Enteric Agar
HPFB: Health Product and Food Branch
IF : Immuno-Florescence

IPP: Institut Pasteur de Paris
ISO: International System Organisation
ITS: Internally Transcribed Spacer
JORADP : Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire
KGy: KiloGray
LDC: Lysine Décarboxylase
LIA : Lysine Iron Agar
LRVE: Laboratoire Régional Vétérinaire de l'Est
MCA: MacConkey Agar
MKTTn: Mueller-Kauffman Tetrathionate Broth+Novobiocine
MLCB: Mannitol Lysine Crystal Violet Brilliant Green Agar
MLIA: Modified Lysine Iron Agar
MLVA: Multilocus Variable Number Tandem Repeat Analysis
MSRV: Modified Semi solid Rappaport-Vassiliadis Agar
MSLT: Multilocus Sequence Typing
NARMS: National Antimicrobial Resistance Monitoring System
NGBL: Novobiocin- Brilliant Green-Glycerol-Lactose Agar
NPP: Nombre le Plus Probable
NTS: Non Typhi Salmonella
OAC: Œufs A Couver
OIE: Organisme International des Epizooties
ODC : Ornithine Décarboxylase
OMS: Organisation Mondiale de la Santé
ONU : Organisation des Nations Unies
ORAVIE: Office Régional de l'Aviculture de l'Est
PCA: Plate Count Agar
PCR: Protein Chain Reaction
PDA: Phenylalanine Désaminase
PFGE: Pulsed Field Gel Electrophoresis
PGDA: Propylene Glycol Desoxycholate Agar
PM: Partie par Million
PT: Provisional Type
RAPD: Random Amplified Polymorphic DNA
RDNC: Routine Dilution No Conformity
REA: Restriction Endonuclease Analysis
REP: Repetitive Extragenic Palindromic
RFLP: Restriction Fragment-Length Polymorphism
RV : Rappaport-Vassiliadis
SA : *Staphylococcus aureus*
SCB : Sélénite Cystine Broth
SCE : Céphalosporines à Spectre Elargi
SCP : Staphylocoques Coagulase Positive
SE: *Salmonella Enteritidis*
SEB et Revive: *Salmonella* Enrichment Broth
SGP: *Salmonella Gallinarum Pullorum*
SM-ID 2 Agar: CHROM-ID *Salmonella* Agar
SS: *Salmonella-Shigella* Agar
ST: *Salmonella Typhimurium*
TTB: Tetrathionate Broth
TDA: Tryptophane Désaminase

TIAC: Toxi-infections Alimentaires Collectives
TSI: Triple Sugar Iron
UB: Pre-Enrichment Broth
UOC: Unité d'Œufs à Couver
UPD: Unité de Poulettes Démarrées
USD: Dollar US
UV: Ultra Violet
VBCN: Viable But Non Culturable
WHO: World Health Organisation
XLD: Xylose Lysine Desoxycholate Agar
XLT4: Xylose Lysine Tergitol 4 Agar

LISTES DES TABLEAUX , FIGURES ET HISTOGRAMMES

1. Liste des tableaux

- Tableau. 1 : Taux de croissance de la population au niveau des pays du Maghreb
- Tableau. 2 : Revenu pécuniaire par habitant
- Tableau. 3 : Place des pays maghrébins au niveau de la production mondiale
- Tableau. 4 : Importation, consommation par habitant de viande de volaille des pays du Maghreb
- Tableau. 5 : Production par habitant d'œufs et de chair de volailles dans le Maghreb
- Tableau. 6 : Consommation de produits avicoles au niveau des pays du Maghreb
- Tableau. 7 : Pyramide de la filière avicole du secteur public de la wilaya de Batna
- Tableau. 8 : Pyramide de la filière avicole du secteur privé de la wilaya de Batna
- Tableau. 9 : Situation et production des abattoirs et tueries agréées entourant la Wilaya de Batna
- Tableau. 10 : Caractères particuliers de quelques sérotypes de salmonelles spécifiques d'espèces.
- Tableau. 11 : Caractères biochimiques de SG et SP
- Tableau. 12 : Formules antigéniques des sérotypes les plus courants de *S. Enterica*
- Tableau. 13 : Type d'antibiorésistance aux céphalosporines à spectre élargi
- Tableau. 14 : Résultats des différents germes dénombrés dans l'eau
- Tableau. 15 : Résultats de la recherche des salmonelles dans tous les prélèvements confondus
- Tableau. 16 : Antibiogramme de 2 profils de résistances de *S. Typhimurium*
- Tableau. 17 : Hygiénogramme concernant la sécurité sanitaire des bâtiments d'élevage des reproducteurs ponte.
- Tableau. 18 : Résultats de la recherche des salmonelles dans tous les prélèvements confondus des reproducteurs ponte
- Tableau. 19 : Nombre d'échantillons par exploitation
- Tableau. 20 : Nombre de souches de salmonelles par type de production
- Tableau. 21 : Distribution des sérotypes de *Salmonella*
- Tableau. 22 : Antibiogramme global des 07 salmonelles isolées
- Tableau. 23 : Degré de salissure au niveau des incubateurs du secteur public.
- Tableau. 24 : Degré de salissure au niveau des incubateurs du secteur privé
- Tableau. 25 : Nombre de salmonelles isolées dans les différents échantillons prélevés
- Tableau. 26 : Prévalence des salmonelles au niveau des abattoirs et tueries.
- Tableau. 27 : Prévalence des salmonelles au niveau des sites de prélèvements
- Tableau. 28 : Sérotypes des souches isolées dans les abattoirs et tueries
- Tableau. 29 : Echantillons, sérotypes et nombre de salmonelles isolées
- Tableau. 30 : Isolement de *Salmonella* sur milieux sélectifs.
- Tableau. 31 : FTAM, CT, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* dans les pâtés de volailles au niveau de différents points de vente de Batna
- Tableau. 32: FTAM, CT, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* dans les plats de poulets de chair frais et cuisinés de 3 cités universitaires de Batna.

2. Listes des figures

Figure. 1 : Carte administrative de la wilaya de Batna.

Figure. 2 : Carte de la production avicole Wilaya de Batna.

Figure. 3 : Structure pyramidale de la production avicole.

Figure. 4 : Protocole ISO AFNOR 6579 de la recherche des salmonelles dans les fientes de volaille.

Figure. 5 : Schéma de la recherche des salmonelles dans la filière avicole.

Figure. 6 : Evolution des Salmonelloses en Algérie.

3. Liste des Histogrammes

Histogramme.1. : Prévalence des salmonelles au niveau des abattoirs.

Histogramme.2. : Prévalence des salmonelles au niveau des sites de prélèvements.

INTRODUCTION

L'élevage avicole constitue une source non négligeable d'apport protéique dans les pays en voie de développement. La maîtrise des conditions d'élevage est pour la plupart des éleveurs chose facile, mais pour assurer une production économiquement bénéfique peu d'éleveurs arrivent à ce but. Cependant la maîtrise du risque sanitaire touchant la santé humaine et animale reste un problème posé même dans les pays modernes. Dans notre pays ce risque est de taille. !

Problématique

En Algérie, la filière avicole a connu depuis 1980 un développement notable, soutenu par une politique incitative. Cependant, les pratiques d'élevage et d'abattage accusent un retard technologique considérable par rapport aux pays industrialisés, ceci retentit non seulement sur la productivité des ateliers avicoles, mais aussi et surtout sur la santé publique. En effet, la problématique de la filière avicole sur le plan sanitaire reste toujours tributaire des conditions d'élevage en général, et plus particulièrement de l'hygiène des bâtiments. Les ateliers d'élevage et d'abattage dans la wilaya de Batna sont pour la plupart étatiques bien que le privé ait investi le terrain de façon grandissante. Ces derniers ne répondent nullement aux exigences hygiéniques et sanitaires recommandées par la législation nationale et internationale, tout cela pour un pays en négociations avancées pour l'adhésion à l'organisation mondiale du commerce.

La barrière sanitaire au niveau des élevages et tueries est tellement faible, qu'elle est à l'origine de taux de mortalités excessifs, d'utilisation abusive des produits vétérinaires et de la propagation de diverses maladies.

Néanmoins durant les deux dernières décennies ; un nouvel essor a caractérisé la filière avicole, nouvelle structuration de la filière, instauration de Holding, mais la filière avicole « chair » reste fragile et accuse un retard technologique considérable par rapport aux pays industrialisés. Ce facteur retentit sur la productivité des ateliers avicoles privés. Force est de constater que cela est dû principalement à

Des structures de production atomisées caractérisées ;

- Par des ateliers de taille modeste : 3000 sujets en moyenne.
- Problème d' « isolation-ventilation ». Cela se traduit par des difficultés à maîtriser les conditions d'ambiance, notamment en saison estivale.
- Une faiblesse dans la mise en place de la barrière sanitaire qui est à l'origine de taux de mortalité excessif

Une médiocrité des performances des élevages

- La modicité des performances des élevages privés tient à la nature extensive des processus de production mis en œuvre (qui se traduisent par un allongement du cycle d'élevage, un gaspillage d'intrants.)

- Par ailleurs, le sous équipement chronique de ces ateliers n'aide guère ces élevages à tirer profit des autres atouts maitrisables.

Importations de l'aliment

- La quasi-totalité de l'aliment de bétail du matériel biologique des produits vétérinaires, et équipements proviennent de l'étranger, provoquant une hausse des coûts de revient se répercutant sur les prix du poulet.
- **Hausse des prix des céréales** : Les cours mondiaux des céréales ne cessent de grimper. Par conséquent, l'aliment nécessaire à l'élevage, composé essentiellement de maïs, de soja et de tourteaux, devient de plus en plus cher (**plus de 70% du coût de revient à la production du poulet de chair pour l'aliment**).

Autres problèmes

- **Grippe Aviaire** : apparue dans de nombreux pays du continent asiatique, à la fin de 2006 et au début de 2007, ainsi qu'en Egypte, a eu son effet sur le commerce des produits avicoles.
- La dépendance en aliment vis-à-vis des importations se fait grandissante : **ce que les éleveurs essayent de corriger par des ajustements** sur les rations. Une pratique qui se répercute sur le rythme de croissance du cheptel. Les poules n'arrivant pas à croître dans les délais exigés s'exposent aussi à des maladies en particulier les salmonelloses aviaires.

Ces maladies constituent une pathologie touchant aussi bien les pays industrialisés que les pays en voie de développement avec *Salmonella Enteritidis* (S.E) et *Salmonella Typhimurium* (S.T) comme zoonoses majeures. Ce sont les principales pandémies de salmonelloses non typhoïdes (SNT) qui s'observent chez l'homme et ces sérotypes depuis ces dernières décennies sont devenus les sérotypes les plus communs chez la volaille. Ils se retrouvent aussi dans les sous produits; par ailleurs, si la bactérie se retrouve dans un bâtiment avicole il serait très difficile de l'éradiquer. (**Van Immerseel *et al.* 2005**).

Les mesures de lutte contre ces zoonoses demeurent difficiles du fait que cette bactérie se retrouve dans tous les maillons de la chaîne avicole, en plus les traitements proposés sont pour la plupart empiriques. Ces zoonoses jouent un rôle très important dans le risque sanitaire associé à la consommation des produits alimentaires d'origine animale. Dans les pays développés, elles constituent une des causes principales des toxi-infections alimentaires collectives ou (TIAC) par la contamination des circuits de consommation et de production avicole. Ce qui fait que l'épidémio-surveillance ne doit pas se relâcher du fait que les pertes économiques et humaines sont énormes.

Si la pullorose à *Salmonella Gallinarum Pullorum* (S.G.P) représente un véritable fléau pour les aviculteurs, des mesures de lutte ont permis de limiter sa progression. Mais le vide biologique créé par la réduction du taux de SGP aurait favorisé l'émergence d'autres salmonelles (**Guard-Petter., 2001**) et (**Bulletin SanitaireVétérinaire 2003-2008**). En

l'occurrence les salmonelloses à S.E et S.T restent encore un problème de taille et ne sont recherchées qu'à l'occasion d'envoi de sujets suspects aux laboratoires vétérinaires régionaux.

Ce travail est divisé en deux parties : une partie théorique et une partie pratique. Dans la partie théorique le premier chapitre est réservé à l'étude de la filière avicole est une présentation de cette filière au niveau de la Wilaya de Batna, le deuxième, quant à lui est réservé à l'étude des salmonelles enfin le troisième chapitre traitera l'épidémiologie des salmonelloses aviaires et leur distribution dans le monde comprenant des généralités et une bibliographie récente sur les problèmes non élucidés de l'épidémiologie et la transmission des salmonelles dans la filière avicole puis une partie pratique comprenant la méthodologie utilisée pour la détection des salmonelles dans les différents compartiments de la filière avicole.

Notre travail pratique rentre dans le cadre de l'étude de l'épidémiologie des salmonelles mineures et a pour but de rechercher ces bactéries dans l'élevage avicole, en commençant par les reproducteurs chair et ponte ensuite les multiplicateurs chair et ponte ; tout en passant par les couvoirs, les abattoirs de poulets de chairs et enfin de compte à la table des consommateurs de produits avicoles.

Cette recherche se fait par la poursuite d'un protocole normalisé qui est celui appliqué aux salmonelles dans les élevages de reproducteurs (**Norme ISO, AFNOR 6579 et 2002**) et suivant la charte sanitaire réglementant le mode d'échantillonnage et les techniques de prélèvements pour cette analyse (**COHS., 2003**). La recherche des salmonelles dans les différents maillons de la filière avicole se fera sur les sujets élevés en bâtiments, dans les couvoirs, les abattoirs et les produits mis sur la table du consommateur. (**AFNOR., 1998**) ; (**COHS., 2003**).

De même que la filière avicole du secteur étatique qui est dotée d'une infrastructure assez moderne et suit des programmes nationaux de lutte contre la salmonellose sera contrôlée d'une manière officieuse et ces résultats seront comparés aux résultats des contrôles effectués sur les productions avicoles privées. Les souches isolées seront sérotypées et leur sensibilité vis-à-vis des antibiotiques sera étudiée.

Enfin l'étude de l'utilisation de quelques plantes médicinales, baies et fruits (phytobiotics) seront utilisées sur les souches multiresistantes isolées afin de montrer l'utilité du palliatif phytothérapique pour contourner l'utilisation abusive des antibiotiques dans le domaine avicole et pour se préparer au retrait définitif des antibiotiques facteur de croissance de l'alimentation avicole.

Chaque chapitre dans la partie pratique de cette thèse est écrit dans un format approprié à la publication indépendamment de l'autre. Ainsi, chaque chapitre a une introduction, des matériels et méthodes, des résultats et la discussion. Ce format a été choisi en se référant aux thèses d'épidémiologie des universités américaines. Ce modèle de présentation de la thèse se rapproche de la réalité. (**Mallia., 1998**) ; (**Myint., 2004**) ; (**Boxall., 2005**).

Objectifs

- Evaluer les prévalences des salmonelloses aviaires mineures dans les différents maillons de la chaîne avicole.
- Isoler les souches de salmonelles et les sérotyper dans les différents compartiments du secteur avicole et des différents prélèvements faits au niveau des organes et viscères de la volaille.
- Estimer le degré de sensibilité des souches isolées envers différents antibiotiques utilisés dans le traitement des pathologies avicoles et leur suppléments dans l'alimentation de la volaille.
- Essayer de trouver un palliatif à l'utilisation des antibiotiques dans les pathologies et l'alimentation de la volaille en utilisant des molécules biologiques actives sur ces germes.

CHAPITRE I : ETUDE DE LA FILIERE AVICOLE

INTRODUCTION

L'avènement des grandes industries dans le siècle dernier a fait que l'industrie avicole dans les pays industrialisés s'est mise entre les mains de grands investisseurs qui ont monopolisé le secteur avicole de l'industrie primaire au secteur productif, ce qui élimine les petits éleveurs de toute concurrence et les a relégués au niveau de la production rurale. Pour les pays en voie de développement, le phénomène a tendance à s'implanter, mais les petits et les moyens éleveurs persistent, tout en améliorant leur technicité et en développant les produits de terroir ex : poulet Baladi en Egypte... (McLeod *et al.*, 2009).

1. Profil économique des pays du Maghreb

L'Algérie se caractérise par rapport aux pays du Maghreb par un taux de croissance des plus élevés de l'Afrique du Nord, d'un revenu pécuniaire par habitant moyen, d'une production avicole en deuxième position après le Maroc et d'une consommation des produits avicoles en déclin. (Voir Tab.1 ; Tab.2 ; Tab.4 ; Tab.5 ; Tab.6).

Tableau 1: Taux de Croissance de la population au niveau des pays du Maghreb. (Benabdeljelil., 2004).

Année	2000	2010	2015
Algérie	31.6	38.6	41.7
Lybie	5.3	6.5	7.0
Mauritanie	2.7	3.6	3.9
Maroc	24.0	33.6	35.6
Tunisie	9.8	11.4	12.1
Total	78.4	93.6	100.3

Tableau. 2: Revenu pécunier par habitant. (Benabdeljelil., 2004).

Pays	USD/an (2001)
Algérie	1650
Lybie	9000
Mauritanie	360
Maroc	1190
Tunisie	2070

Tableau. 3 : Place des pays maghrebins au niveau de la production mondiale. (Benabdeljelil., 2004).

Pays	Poulet de chair ¹	Production d'œufs ²	Poules ³
Algérie	43ème (22.4)	46 ème (114)	35
Lybie	59ème (99)	67 ème (59)	811
Mauritanie	151 ème (4)	154 ème (4.9)	2.9
Maroc	38 ème (280)	31 ème (280)	40
Tunisie	60 ème (91)	58 ème (78)	30

1: Produit en tonnage (2002)

2: Milliers de tonnes

3: Millions de poules (2002)

Tableau 4: Importation, consommation par habitant de viande de volaille des pays du Maghreb. (Source: FAO., 2005).

Pays	Imports (1000 tonnes)		Consommation (kg/hab.)	
	2005	2015	2005	2015
Algérie	0.03	0.04	7.71	9.25
Maroc	0.24	234.18	9.73	11.68
Tunisie	0.03	0.04	9.39	12.21
Lybie	0.02	0.26	18.35	23.85

Tableau 5: Production par habitant d'œufs et de chair de volailles dans le Maghreb (Source: FAO., 2005).

Pays	Population en Million (2005)	Production d'œufs Nombre par habitant.		Production de chair de volaille kg / habitant.	
		2005	2015	2005	2015
Algérie	33.858	68	82	7.65	9.25
Maroc	31.224	133	146	10.03	5.68
Tunisie	10.327	156	172	9.75	11.72
Lybie	6.160	195	215	18.35	23.82
Mauritanie	3.124	34	37	1.95	2.30

Tableau. 6 : Consommation de produits avicoles au niveau des pays du Maghreb. (Benabdeljelil., 2004).

	Poulet de chair (1993)	Poulet de chair (2000)	Pourcentage %	Œufs (1993)	Œufs (2000)	Pourcentage %
Algérie	7.5	7.6	1.30	3.3	2.9	-1.21
Lybie	16.7	18.8	12.5	7.4	9.8	32.0
Mauritanie	1.8	2.6	1.44	1.7	1.6	-5.85
Maroc	5.4	8.4	1.55	6.2	6.7	8.06
Tunisie	6.9	11.2	1.62	4.9	7.1	1+

1.2. Situation de la production avicole en Algérie

L'aviculture algérienne produit entre 330 et 342 millions de tonnes de viande blanche (soit environ 240 millions de poulets par an) et plus de 3 milliards d'œufs de consommation par an. Elle est constituée de 20 000 éleveurs, emploie environ 500 000 personnes et fait vivre environ 2 millions de personnes. Enfin elle importe 80% des 2.5 millions tonnes d'aliment (maïs ; tourteaux de soja et CMV), 3 millions de poussins reproducteurs, des produits vétérinaires et des équipements. (OFAL., 2001)

Cette situation résulte de la politique de développement lancée par l'état depuis deux décennies et visant l'autosuffisance alimentaire en protéine animale

Le modèle d'élevage adopté par notre pays est un modèle d'élevage intensif basé sur la technologie moderne et une organisation de la production une planification rigoureuse

Cependant la dépendance de notre aviculture du marché extérieur de l'aliment, du médicament et de l'équipement demeure le principal handicap au développement de l'aviculture algérienne,

ajouté à cela l'augmentation des charges, le désengagement de l'état et les fluctuations de la commercialisation. Ceci a poussé bon nombre d'éleveurs à changer de profil, ce qui laisse le secteur avicole actuellement en crise.

1.3. Situation de la production avicole au niveau de la wilaya de Batna.

La filière avicole de la Wilaya de Batna représente 20% de l'industrie avicole de l'Algérie. Quant aux ORAVIE (secteur public) à Batna, ils couvrent uniquement 10%.

Les reproducteurs chair du secteur public situés au niveau de la daïra de Tazoult et de Chemora, ceux du secteur privé sont situés dans la daïra Ain Touta et Mdoukel Quant aux reproducteurs ponte nous les retrouvons dans la wilaya de Msila (Ain Taghrout) et c'est l'unique office avicole de reproducteurs ponte dans l'est Algérien qui pourvoit toutes les unités de poulettes démarrées dans l'est Algérien en poussins ponte. Ces reproducteurs sont élevés sous des programmes établis correspondant aux différentes souches Highline, Hubbard ou ISA-Brown 15... Les multiplicateurs chair et poulettes démarrées sont par contre implantés sur toutes les dairates environnant la daïra de Batna et sont respectivement au nombre de 43 et

8. Les couvoirs sont destinés à produire des poussins chair et ponte pour les multiplicateurs chair et ponte et sont au nombre de 12 au niveau de la wilaya ; quant aux abattoirs ils sont au nombre de 4 entre publics et privés, les tueries sont trop nombreuses et clandestines. (voir les fig 2 et Tab.7, 8, et 9).

Les élevages de dindes totalisent 27 unités et constituent 214 640 animaux, Les poulets de chair sont élevés en dessous de 61 jours en moyenne.

Les principales pathologies observées sont : la coccidiose, la mycoplasmosse, la colibacillose, la salmonellose, la maladie de Gumboro et les avitaminoses...

Tous les élevages de poulets de chair et de poules pondeuses suivent un élevage intensif moderne (**Source., DDA**).



Fig. 1 : Carte administrative de la wilaya de Batna.

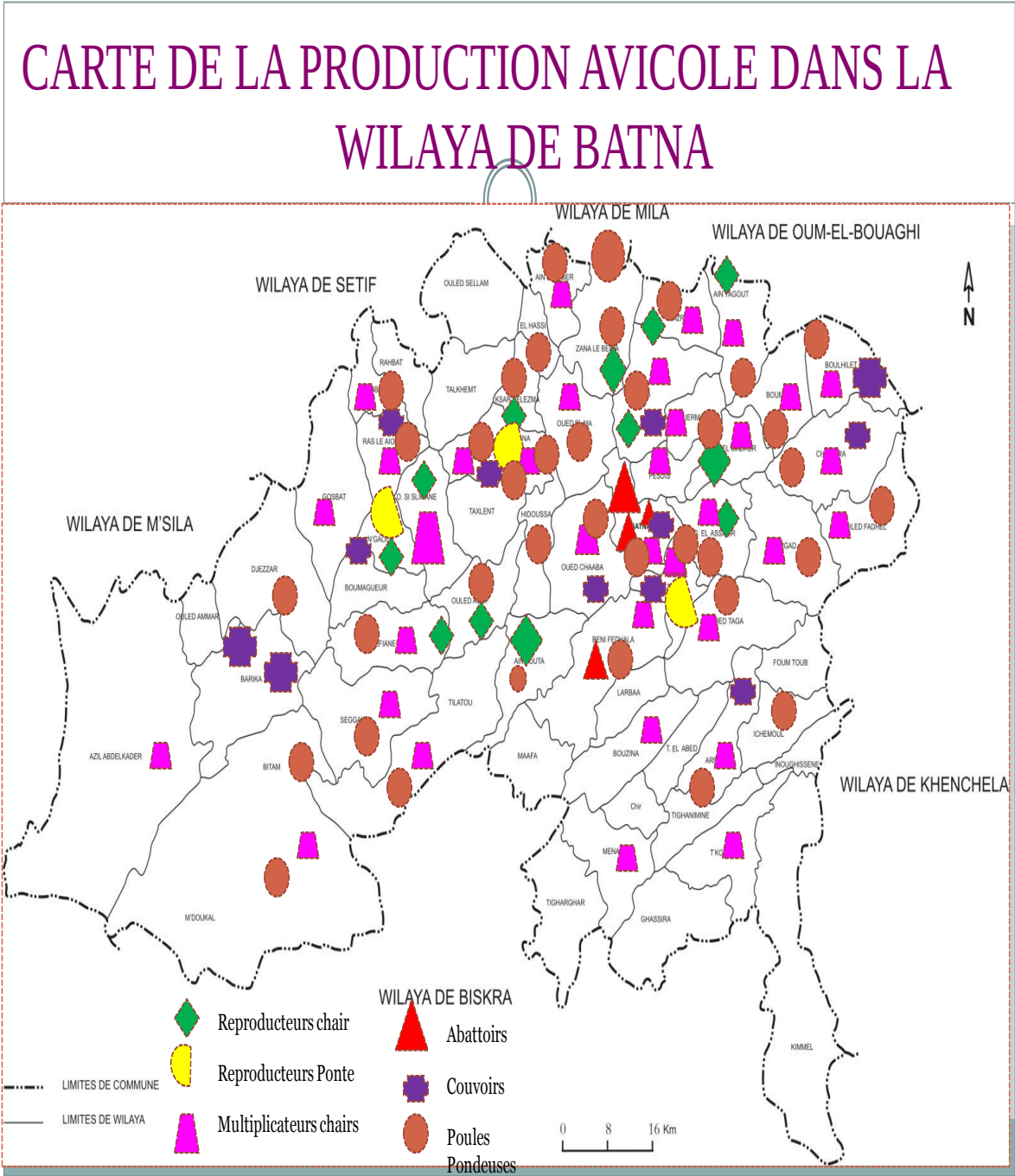


Figure. 2 : Carte de la production avicole Wilaya de Batna. (Source., DDA).

1.4. Pyramide d'élevage au niveau de l'industrie avicole de la Wilaya de Batna

Elle se caractérise par l'introduction des grands parentaux issus de l'unité d'Ain Ouessara mais pour les parentaux pontes de l'unité d'AIN TAGHROUT ils proviennent de l'étranger pour la souche Highline. En principe pour le secteur étatique les bâtiments avicoles sont constitués de grandes bâtisses soumises aux normes de l'élevage avicole des reproducteurs *Gallus gallus* ; néanmoins pour le secteur privé l'implantation fait souvent fi des problèmes de contiguïté avec les productions avicoles secondaires.

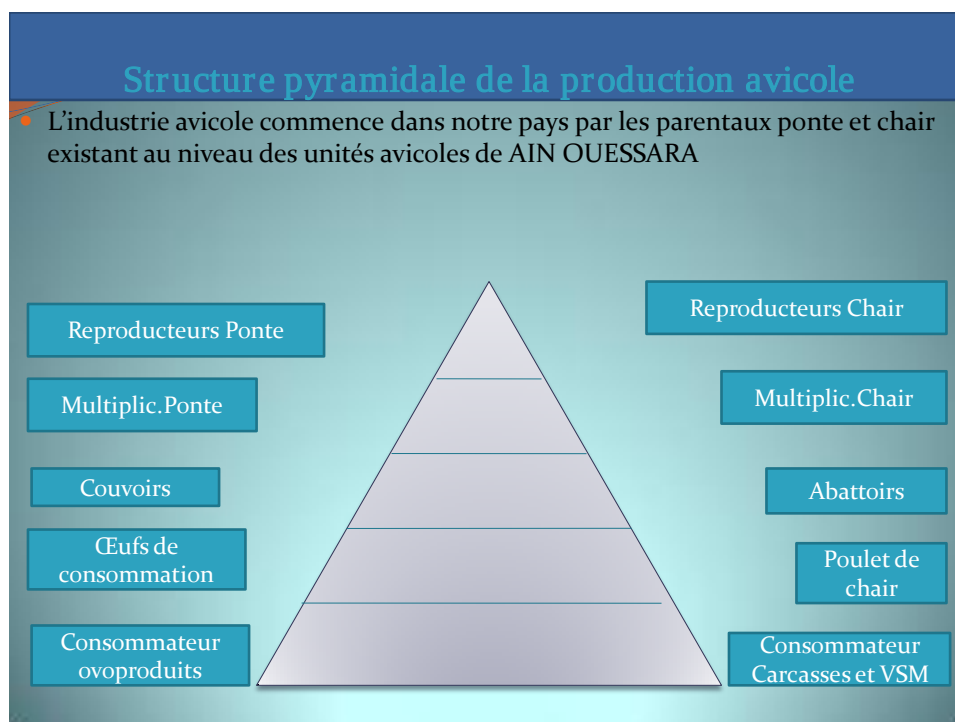


Fig. 3 : Structure pyramidale de la production avicole.

Tableau. 7 : Pyramide de la filière avicole du secteur public de la wilaya de Batna.
(Source., ORAVIE EST).

	Nombre d'unités	Production théorique	Production œufs /an
Grands parents	Non reporté	Non reporté	Non reporté
Reproducteurs Chair	01(CRC Boulhilet) OAC	8 400 000	11 000 000
Poulettes démarrées	01(UPD Ain Kercha) 01(UPD Boulfreis)	232 000 232 000	Non reporté
Poulets de chair	01(UPC de BenBoulaid)	400 000	Non reporté
Œufs de consommation	01(UOC d'Ain Skhouana)	4788352	64 000 000

Tableau. 8 : Pyramide de la filière avicole du secteur privé de la wilaya de Batna.
(Source., ORAVIE EST).

	Nombre d'unités	Nombre d'animaux
Grands parents	Non reporté	Non reporté
Reproducteurs chair	12	336300
Reproducteurs ponte	01	Non reporté
Pouillettes démarrées	06	33640
Poulets de chair	43	3.539940
Œufs de consommation	46	4788352

Tableau. 9 : Situation et production des abattoirs et tueries agréées entourant la Wilaya de Batna. (Source., DDA).

Wilaya	Abattoirs et Tueries	Nombre de pièces abattues
Batna	03 Ab. 19 Tu.	11100 p/j
Biskra	01 Ab. 03 Tu.	1900 p/j
Constantine	10 Ab	60.000 p/j
Setif	01 Ab. 18 Tu.	7700 p/j
Msila	01 Ab	800 p/j
Oum El Bouaghi	0	0
Khenchela	0	0
Mila	01 Ab	24000 p/j

Ab: Abattoir = Capacité de production + de 1 000 p/j

Tu: Tuerie = Capacité de production - de 1 000p/j

2. Présentation des salmonelloses aviaires dans la pyramide d'élevage de l'industrie avicole.

2.1. Reproducteurs parentaux.

Peu d'informations circulent à propos de cette catégorie de volaille qui constitue les grands parents de nos volailles mais en fait ils ne couvrent pratiquement qu'un pourcentage assez faible des demandes au niveau des reproducteurs ponte et chairs. La majorité des aviculteurs achètent leurs produits en poussins à l'étranger.

2.2. Reproducteurs ponte et chair.

En ce qui concerne les sources de contamination des reproducteurs par les salmonelles, elles sont pratiquement illimitées (oiseaux, autres animaux domestiques, rongeurs, eaux, aliments, etc.). Chez les oiseaux infectés, Les matières virulentes principales sont les fientes ; nous notons en particulier la colonisation de l'intestin (les cæcums en particulier) par les salmonelles et chez les pondeuses la possibilité de l'infection des ovaires.

Les Salmonelles ont été détectées dans des troupeaux de reproducteurs. C'est la nourriture et l'eau qui constituent pour les fermes d'élevage et pour les fermes de reproduction, les sources de contamination les plus importantes. (Sasipreeyajan *et al.*, 1996) .

Les reproducteurs ponte et chair se contaminent par des denrées alimentaires transférant les pathogènes à travers la contamination fécale du sperme du fait que le sperme passe par le cloaque et non à travers la colonisation des testicules via les canaux déférents. (Cox *et al.*, 2005).

Le portage inapparent ou chronique est habituel. Certains oiseaux peuvent excréter des salmonelles, de façon continue ou intermittente pendant de longues périodes (plusieurs mois). La production d'œufs contaminés chez les poules pondeuses infectées naturellement par *S.* E est de l'ordre de 1,5 à 2 %. (Gainière., 2001).

Des études sur les productions primaires ne donnent en général que des taux assez bas en salmonelles dans les pays chauds. En effet en Arabie Saoudite, (Al-Nakhli *et al.*, 1999) rapportent une prévalence de 4%, par contre en Malaisie, (Rusul *et al.*, 1996) avancent un taux assez élevé (20%) de salmonelles au niveau de reproducteurs alors que l'aliment ne semble pas être contaminé, et aucune augmentation importante de la consommation de la volaille n'a été notée.

2.3. Pour les multiplicateurs chair ou poulets de chair et multiplicateurs ponte ou poulettes démarrées.

Pour les bâtiments de poulets de chair, l'isolement de salmonelles se fait mieux avec le MRSV et les pedsacs utilisées comme outils de prélèvements, la transmission horizontale des salmonelles aux poulets de chairs pendant la période d'élevage et aux produits finis lors de l'abattage a été montrée comme étant un facteur déterminant. Il a été démontré par (Heyndrickx *et al.*, 2002) que le statut de positivité en salmonelles d'un bâtiment d'élevage de multiplicateurs chairs et corrélé avec l'exaltation de la mue des poulets durant les 2 premières semaines de croissance. Il est négativement influencé par l'utilisation subthérapeutique des antibiotiques. Le risque de propagation des salmonelles est largement favorisé par la sortie de matériaux de l'intérieur des bâtiments d'élevage ainsi que le degré de contamination du cheptel et l'hygiène des locaux caractérisé par (l'aliment, l'eau d'abreuvement, la volaille et les matériaux inanimés).

Cinquante pour cent des litières ainsi que les fientes dans les bâtiments de poulets de chairs destinés à la commercialisation de la volaille se sont montrés contenir des salmonelles, ce qui se répercute sur la contamination des carcasses après abattage et éventuellement par une contamination croisée. (Payne *et al.*, 2006).

(Huneau-Salaün *et al.*, 2007) dans une étude multidimensionnelle rapporte que les facteurs de risque de contamination par *Salmonella spp* pourraient être liés à certaines pratiques, ex : l'utilisation de poulettes en cage et des troupeaux de plus de 10 000 pondeuses ainsi que l'abreuvement à partir d'un puits et l'absence de lavage du poulailler avant la mise en place, ce qui élève le taux de contamination à 32.6% contre 17.9 % pour les poules pondeuses n'ayant pas subies ces pratiques.

Le concept des changements dans le microenvironnement du tractus gastro-intestinal, comme ceux créés durant le manque de nourriture, encourage la virulence de *Salmonella Enteritidis* et la sensibilité des poulettes en mue. (Duke *et al.*, 2002).

Pour les poules pondeuses en fin de production le retrait de l'aliment pendant 10 à 14 j et son remplacement par une alimentation à base d'orge permet d'augmenter la production d'œufs bien que l'exaltation des salmonelles se fait au moment de cette période mais le remplacement de l'aliment avec un concentré approprié permet de limiter le relarguage de salmonelles (Murase *et al.*, 2006).

Autrement la contamination par S.E de poules pondeuses diminue la production en œufs et transmet les salmonelles horizontalement à des sujets indemnes par l'eau d'abreuvement (Nakamura *et al.*, 1994). La surveillance de SE dans les bâtiments de poules pondeuses et de leur environnement arrive à réduire le taux d'isolement de ces bactéries dans l'unité avicole sur le plan de la biosécurité quand tous les points critiques sont contrôlés. (Kinde *et al.*, 2005).

2.4. Abattoirs et couvoirs.

2.4.1. Abattoirs.

La perspective annoncée pour la prohibition en décembre 2010 de la chair de volaille contaminée par *Salmonella* sur les étals de supermarchés suggère le recours aux méthodes rapides de détection des Salmonelles dans cette denrée. Les résultats montrent qu'il n'existe aucune méthode de détection commercialisable pour ce faire, mais les méthodes disponibles sont trop longues pour suivre la production lors du processus d'abattage ce qui implique l'installation obligatoire de ces techniques de détection avant la date de prohibition (Eijkelkamp and Arts., 2009).

Les chaînes d'abattage de volailles ne disposent d'aucun moyen ni de barrières efficaces capables de contrôler les salmonelles. Depuis l'origine de la production à travers l'ensemble de la filière la microflore du poulailler est transférée à l'abattoir puis aux ateliers de découpe sur les parties externes des volailles mais aussi avec leur microflore digestive. La contamination croisée se produit particulièrement pendant l'échaudage, le plumage, la section de la tête, l'éviscération et le refroidissement. (Fries., 2002). De même qu'une étude faite sur un abattage de porc reporte des contaminations croisées qui ne rétrocedent qu'après des désinfections et nettoyages réguliers entre lots de carcasses. (Bouvet *et al.*, 2003).

La prévalence et la distribution de *Salmonella* dans la viande crue et les abats (foie, gésier et cœur) de poulet provenant d'établissements de transformation de volailles et de marchés montre que les gésiers sont les plus contaminés, à l'opposé de la peau qui est la moins contaminée et le sérotype le plus commun est S.T. (Molla and Mesfin., 2003).

Les résultats d'une étude indiquent qu'il y a un fort taux de contamination de la viande de poulet et des abats dans les abattoirs en Turquie ce qui prouve que les établissements de transformation et les marchés de détail, constituent un danger potentiel pour le citoyen. (Olsen *et al.*, 2003).

D'une façon générale S.E est connue comme sérotype véhiculé surtout par les œufs et les ovoproduits, mais des recherches récentes ont montré la prépondérance de ce sérotype dans

les eaux de rinçage des carcasses de poulets de chairs à la sortie de l'abattoir. (Altekruse *et al.*, 2006).

2.4.2. Couvoirs.

Le couvoir est le point central de toutes les exploitations intégrées de poulets de chair. Comme tous les poussins passent par cet endroit, il est le lieu par excellence où les agents pathogènes peuvent se transmettre et atteindre tous les poulaillers de l'exploitation. Les œufs à couvrir de reproducteurs chair ayant une charge microbienne interne de l'œuf au moment de l'incubation. Cette charge se voit augmenter au moment de l'éclosion (Pradhan *et al.*, 2005). Un faible niveau de biosécurité peut aussi provoquer la propagation des maladies aux élevages de reproduction. L'exposition des poussins de 1 jour à 100 CFU de *Salmonella* peut contaminer 50% des poussins par contact dans le même enclos durant les 17 jours de la période de croissance (Byrd *et al.*, 1998).

Les agents infectieux tels que les mycoplasmes et les salmonelles peuvent se transmettre verticalement à partir d'élevages de reproduction infectés. Les agents peuvent aussi être introduits dans le couvoir, par des personnes, des mouches, des véhicules ou équipements portant les germes de la maladie (Bailey *et al.*, 2001).

Les procédures de biosécurité en couvoirs sont élaborées pour permettre la détection précoce de ces infections ou mieux, empêcher leur introduction ou limiter leur propagation horizontale, en cas de présence des agents pathogènes. Tout comme les fermes de sélection, les couvoirs sont installés pour offrir le niveau de biosécurité le plus strict pour l'éclosion des poussins reproducteurs et servant à la multiplication (Ozbey and Ertas., 2006).

Les couvoirs sont entourés pour les poussins reproducteurs d'une clôture et seuls les camions de livraison des œufs et des poussins ont l'autorisation d'entrer dans cette enceinte, non sans avoir subi un nettoyage et une désinfection. Ces poussins sont supplémentés en zinc pour stimuler leur immunité et augmenter le poids de leur organes lymphoïdes (Pimentel *et al.*, 1991). Les travailleurs et visiteurs stationnent leurs véhicules à l'extérieur de cette enceinte et n'y pénètrent qu'après avoir signé un journal de bord, avoir pris une douche et avoir enfilé une combinaison spécialement conçue pour pénétrer dans les couvoirs. Dans les élevages de multiplication et les couvoirs de poulets de chair commerciaux, tous les employés et les visiteurs enfilent un survêtement sur leurs vêtements et chaussures. En cas d'apparition d'une maladie, des douches sont aussi accessibles. Tous les véhicules de livraison de poussins et d'œufs sont uniquement assignés à cette tâche et sont soumis à une fumigation quotidienne (Carrique-Mas and Davies., 2008).

2.5. Carcasses et œufs de consommation.

Les carcasses : après être préparées et au bout de la chaîne, elles sont réfrigérées, la réfrigération par air sec permet de réduire la flore bactérienne sur la peau de la volaille mais altère aussi le poids, la couleur et la forme. (James *et al.*, 2006).

Les œufs de consommation : La présence de *Salmonella* sur la surface extérieure de la coquille de l'œuf et la contamination du contenu de l'œuf présente une menace pour la santé publique. La surface peut être contaminée soit dans la partie distale de l'oviducte, soit par le biais d'une contamination fécale. (Van Immerseel *et al.*, 2005).

Les œufs sont plutôt contaminés par SE PT4 que les autres SE PT du fait que ces germes sont munis de flagelles et de fimbriaes ondulés qui trouvent du mal à proliférer dans le blanc de l'œuf mais une fois passés dans le jaune de l'œuf, ces salmonelles prolifèrent vite, dans pratiquement la plupart des œufs surtout s'ils sont laissés à température ambiante (Cogan *et al.*, 2004).

Si le nombre d'organismes de S.E supposé dans tous les œufs contaminés est au départ de 10 ou de 100, le risque anticipé de maladie par portion serait le même. Cela s'explique peut-être par le fait que l'incidence de la croissance de S.Enteritidis est plus importante que le niveau initial de contamination dans les œufs. Ceci nous suggère la manière à titre d'exemple, par laquelle l'efficacité des interventions visant à réduire la prévalence parmi les troupeaux peut être évaluée (Golden *et al.*, 2008).

3. Méthodologie HACCP appliquée à la filière avicole.

Définition : Pour le risque que présente l'agent pathogène *Salmonella spp* pour la santé du consommateur, le seuil est « ZERO tolérance » c'est-à-dire que la détection de ce risque dans l'aliment est inacceptable. La stratégie utilisée pour viser l'élimination de ce risque ou sa réduction à un seuil tolérable dans les denrées alimentaires est l'objectif du système de HACCP (Alli., 2004) ; (The National Academy Press., 2001).

Chaque agent pathogène est décrit conformément au nouveau système d'évaluation des risques microbiologiques établi conjointement par (l'ONU) : Organisation des Nations Unies pour l'Organisation de l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), qui prévoit l'identification et la caractérisation des dangers, l'évaluation de l'exposition et la caractérisation du risque ; évaluations approfondies réalisées par la FAO et l'OMS à l'échelle internationale. Ils soulignent qu'en matière de prévention des toxi-infections alimentaires, la diminution durable du risque pour la santé humaine passe obligatoirement par des programmes scientifiquement fondés de réduction des agents pathogènes à certaines étapes pertinentes de la chaîne de production alimentaire dans son ensemble, « de l'étable à la table ». (Schludt *et al.*, 2004).

Contrôle des salmonelles chez les reproducteurs.

Il serait utile de mettre au point, en plus de celles qui existent, des mesures de contrôle de ces microorganismes. Le contrôle bactériologique et le suivi sérologique des bâtiments de reproducteurs au milieu de la période d'élevage sont des analyses indispensables pour la maîtrise du risque salmonellique au niveau de la production primaire. Le suivi sérologique permet de déceler les infections à *Salmonella* en milieu de période d'élevage alors que les contrôles bactériologiques ne sont concluants qu'en période de production. (Davies *et al.*, 1997).

Plusieurs autres possibilités existent, pour intervenir dans le contrôle de *Salmonella*. Bien que généralement bien connues, elles ne sont pas encore mises en place dans la séquence de la production. Mais celles qui paraissent correspondre aux points critiques d'introduction des salmonelles et surtout S.E dans le circuit de la filière avicole sont la production primaire et les unités de transformation de la volaille en produit fini. (Kim *et al.*, 2007).

Le contrôle des salmonelles peut utiliser des combinaisons de vaccination et de sélection génétique de sujets résistants aux salmonelles (Prevost *et al.* 2008). Pour la sélection génétique il s'est avéré qu'il existe 3 types de lignées dont le statut vis-à-vis des salmonelles est soit : sensible, intermédiaire ou résistante. La contamination des ces dernières ne paraissent pas être des « porteurs sains » mais secrètent peu de salmonelles et leurs ovaires sont moins touchées par rapport aux autres lignées (Guillot *et al.* 1995). Néanmoins l'immunité innée de résistance au salmonelles s'exprime mieux avec l'âge et serait dépendante de la colonisation de l'intestin par les salmonelles pour booster l'immunité innée à partir d'une immunité adaptative (Sadeyn *et al.*, 2006).

Par ailleurs des essais de vaccins contre des sérotypes de salmonelles pour des poussins de 1 jour avec des vaccins tués et vivants (Poultac S.T) au niveau des reproducteurs chair et avec des rappels à la 2^{ème} et à la 6^{ème} semaine ont aboutis à une réduction des taux de salmonellose par ces souches testées au préalable sur leur progéniture. (Young *et al.*, 2007).

Contrôle des salmonelles dans les bâtiments de poules pondeuses.

Pour réaliser les causes d'échec dans la décontamination des bâtiments de poules pondeuses après contamination par SE, un flot important de points critiques est à observer et tout commence par le premier facteur de risque qui est le facteur humain, l'éleveur, celui-ci a besoin d'être soutenu, encadré. Une équipe de décision dite équipe HACCP doit être mise en place pour aider les éleveurs dans l'entreprise de nettoyage-désinfection (Valancony *et al.*, 2001), comme il est aussi nécessaire de décontaminer les œufs par l'utilisation de radiations ionisantes à des doses moyennes 0.5 à 1.5 KGy. Ils peuvent éliminer les bactéries non sporulantes et surtout SE et ceci sans causer des effets secondaires sur la qualité des œufs (Verde *et al.*, 2004), sauf peut être pour la perte de la couleur du jaune d'œuf (Brennan *et al.*, 2006).

Contrôle des salmonelles dans les abattoirs.

Les animaux dirigés vers l'abattoir doivent subir des traitements (McReynolds., 2004) ; en l'occurrence par des produits à exclusion compétitive grâce aux levures et d'autres bactéries (*Saccharomyces boulardii* ; *Bacillus subtilis*...) ou avec des substances chimiques (chlore experimental), pour limiter leur portage en salmonelles durant le transport sous l'effet du stress. (Line *et al.*, 1997 ; Maruta *et al.*, 1996).

La littérature scientifique recommande le retrait des aliments avant l'abattage pour réduire le risque de contamination de la carcasse par les contenus du jabot et de l'intestin. Beaucoup de travaux ont étudié le temps optimal du retrait pour obtenir une bonne efficacité d'abattage et de traitement des carcasses de volaille. La possibilité de contamination des carcasses, qu'elle soit constatée visuellement ou par comptage microbiologique, la perte de ressuyage et le rendement d'abattage sur la base des poids vendus doit être prise en compte dans la conception, la mise en place et le contrôle des programmes de retrait d'aliment. (Bilgili *et al.*, 2002).

Les techniques et procédures qui contrôlent les salmonelles dans les unités de transformation comprennent l'adaptation de containers pour le transport ; la distribution d'une eau chargée d'acide formique ou lactique pendant leur transport à l'abattoir peut réduire la quantité de salmonelles dans le jabot. (Byrd *et al.*, 2001). Elles reposent aussi sur la mise en place de

procédés comme le passage à la flamme, l'adaptation du matériel comme une conception adaptée des bacs à échauder ou des conceptions de machines à échauder et les bacs de lavage en prenant en compte des données scientifiques comme les relations entre la survie de *Salmonella* dans différentes combinaisons durée, température. (FAO/OMS Roma 2009).

Contrôle des salmonelles dans les couvoirs et œufs à couvrir.

Cox *et al.*, (2000) ont bien certifiés que la présence de salmonelles sur les œufs fertiles et à couvrir était un point critique de la contamination des futurs multiplicateurs chairs qui vont en découler. La décontamination des OAC et des couvoirs devient une nécessité et se voit utiliser plusieurs artifices ; des rayons UV, aux ultrasons, à l'eau électrolysée oxydativequi donnent des résultats très prometteurs pour la limite de la propagation de SE dans les parquets de multiplicateurs chair (Russel., 2003). Les plateaux de rangement des OAC à base de lamelles de fer ou de plastic sont plus appropriés pour diminuer la charge microbienne que celle à base de bois (Sander *et al.*, 2003).

Contrôle des salmonelles dans les œufs de consommation et les carcasses de poulets de chairs.

L'instauration du Programme EQAP (Egg Quality Assurance Programm) dans plusieurs Etats aux USA a réduit le taux de contamination des œufs à consommer d'une façon appréciable et ce programme est basé surtout sur la maîtrise des risques qui menacent le circuit de distribution et de commercialisation des œufs. (Mumma *et al.*, 2004).

Contrôle des salmonelles par les différentes substances.

Par ailleurs plusieurs substances peuvent agir sur les salmonelles in vitro pour limiter leur survie comme le citron doux , ce dernier peut être additionné à la litière pour diminuer le taux de salmonelles (Beneditt *et al.*, 2003) , de même que les acides organiques (acide tannique , butyrique, acétique, lactique...), (Eljalil *et al.*, 2008), les fructooligosaccharide (FOS) préviennent les contaminations horizontales entre élevages alors que les probiotiques s'opposent à la colonisation des salmonelles au niveau des jabots. Leur combinaison aurait des effets de contrôle sur la contamination de S.E (Jarquin *et al.*, 2005) ; (Bailey *et al.*, 2002). Les bactériophages sont indiqués pour lutter contre S.E, s'ils sont administrés oralement et simultanément avec les salmonelles en cas de challenge. (Higgins *et al.*, 2007).

4. Salmonelloses humaines et intoxications alimentaires collectives.

Les toxi-infections alimentaires sont le plus souvent liées à des bactéries qui agissent directement ou par l'intermédiaire de toxines. Le déclenchement d'une toxi-infection alimentaire dépend moins de la nature de l'aliment que des conditions dans lesquelles il a été récolté, préparé et conservé. D'où l'importance de respecter quelques règles d'hygiène simples tant dans l'industrie agro-alimentaire que dans la cuisine familiale. (Bourlioux., 2000).

Avec l'apparition des TIA ces dernières décennies, beaucoup de germes apparurent avoir de l'importance dans le déclenchement de ces maladies ex : *Campylobacter*, *Clostridium* et *Staphylococcus* mais aucune n'a égalée les salmonelloses à l'échelle des prévalences (Hardy, 2004). Pour cela elle fut désignée comme étant le problème de santé publique majeur pour les années d'après guerre. (Velge *et al.*, 2005).

En France, de 1995 à 1999, il a été estimé une incidence de 32 000 à 43 000 cas annuels confirmés de salmonelloses entraînant de 6000 à 10700 hospitalisations (compliquées de 100 à 560 décès). Entre 2001 et 2006, de 109 à 127 souches de *S. enterica* serotype Typhi et de 24 à 52 souches de *S. enterica* sérotype Paratyphi A ont été identifiées annuellement au CNR. Pour les *Salmonella* non-typhiques, deux sérotypes largement prédominants, Typhimurium et Enteritidis, représentent 70 % de tous les isollements de *Salmonella* chez l'homme en France. Mais pour la cause directe de la contamination de l'homme par S.T ; il paraît que la filière porcine puis la bovine et enfin la filière avicole sont les plus incriminées dans les TIAC. (Chemaly *et al.*, 2005). Les investigations microbiologiques et de biologie moléculaire ont montrées que sur le plan de la résistance aux antibiotiques, les souches de sérotype Typhi résistantes à l'ampicilline, au chloramphénicol, au co-trimoxazole et à l'acide nalidixique sont prédominantes en Asie alors que les souches africaines restent sensibles. De plus en plus de souches de *Salmonella* non-typhiques (NTS) résistantes aux céphalosporines de 3^e génération et aux quinolones sont décrites (San Martin *et al.*, 2005). S.T et S.E sont les serovars les plus communs associés avec les résistances de type BLSE rencontrées dans les infections humaines, surtout chez les enfants et les nouveaux nés. Le fait de contrecarrer les bactéries par une action éradicatrice susciterait l'implantation d'autres souches dans la niche écologique en conséquence de l'évolution du génome de la bactérie déjà très fluide (Velge *et al.*, 2005). Les salmonelles à résistance BLSE sont isolées le plus souvent à partir d'animaux et de denrées alimentaires animales en premier lieu, la volaille. (Arlet *et al.*, 2006). La sélection de telles souches serait principalement due à une utilisation de ces classes d'antibiotiques chez l'animal. (Weill., 2008).

La recherche de porteurs asymptomatiques de *Salmonella spp.* parmi le personnel de la restauration est une pratique ancienne, est bien connue des professionnels qui en ont la charge. La responsabilité de ces porteurs dans la survenue de toxi-infections alimentaires collectives n'est cependant pas bien établie pour les salmonelles non typhiques. Il apparaît de plus en plus que le dépistage systématique à l'embauche est une mesure coûteuse et inutile. (Morillon., 2008)

On estime que les infections diarrhéiques dans les pays les moins développés tuent chaque année près de 1,9 million de personnes. Dans les pays développés, jusqu'à un tiers de la population serait touché chaque année par une toxi-infection alimentaire microbiologique.

Un lien est généralement établi avec l'évolution des systèmes de production animale et de la chaîne de production alimentaire, notamment, qui modifie le type d'exposition et de sensibilité au sein de la population humaine.

En ce qui concerne les aliments pour animaux, la plupart des échantillons analysés provient de matières premières. Un suivi particulier est réalisé pour les matières premières d'origine animale importées en Suède. Ainsi sur 18 930 échantillons examinés, 1,9 % sont contaminés par des salmonelles. Les matières premières les plus fréquemment contaminées sont les farines de sang (5,2 %), les farines d'os (3,3 %), les farines de viandes (2,9 %) et les farines de

plumes (2,6 %). La fréquence des contaminations varie en fonction de l'origine géographique des matières premières **WHO (INFOSAN) (2005)**.

Les sérotypes les plus fréquents dans les matières premières d'origine animale sont *S. cubana* (17 %), *S. ohio* (13 %), et *S. anatum* (8 %). Dans les matières premières végétales, les sérotypes fréquemment rencontrés sont *S. rissen* (21 %), *S. havana* (15 %) et *S. cubana* (11 %). Sur 282 échantillons de poussières et dépôts contaminés, provenant d'usine de fabrication d'aliments, les sérotypes les plus fréquents sont *S. montevideo* (13 %), *S. senftenberg* (9 %), *S. livingstone* (9 %) et *S. anatum* (6 %). Dans les 23 échantillons d'aliments contaminés, les sérotypes les plus souvent présents sont *S. livingstone* (39 %) et *S. newport* (39 %) (**WHO, 2002**).

5. Impact économique

La viande et les œufs de volaille sont des sources de pathogènes pour l'homme. *Salmonella* est la principale cause des infections d'origine alimentaire consécutives à la consommation des produits avicoles. L'ambition initiale de l'Unité Européenne d'éradiquer les agents de zoonoses dans la chaîne alimentaire s'est limitée à réduire la pression infectante de certains agents spécifiques au niveau de la chaîne de production. Ceci peut être réalisé en combinant des mesures avant, après et pendant l'enlèvement des animaux à la ferme. Les additifs alimentaires sont les moyens importants de mesures avant enlèvement qui permettent de faciliter la maîtrise des *Salmonella* à la ferme.

Les additifs alimentaires employés pour le contrôle de *Salmonella* sont de différents types, antibiotiques, prébiotiques, probiotiques et symbiotiques en tant que facteurs de croissance dans les aliments des monogastriques dans l'UE. Les effets de ces additifs sur la résistance aux infections, l'importance de l'excrétion et la persistance de l'infection sont passés en revue. Une attention particulière est donnée aussi à des effets indésirables possibles de ces substances. (**Van Immerseel et al., 2002**) ; (**Wegener et al., 2003**).

CHAPITRE II. ETUDE DES SALMONELLES

Les salmonelles sont des bactéries appartenant à la famille des Entérobactériaceae largement distribués à travers des habitats variés : sol ; eau ; aliments ; intestins de l'homme et des animaux. Leur propension à provoquer des maladies systémiques et intestinales chez les humains et les animaux ont fait d'eux des pathogènes importants et en dépit de l'amélioration hygiénique dans l'industrie des aliments ; ils demeurent parmi les principaux germes causant les toxi-infections alimentaires (TIA). Les manifestations cliniques de la maladie dépendent de l'hôte et du sérotype. (Anderson and Ziprin in Hui and Gorham., 2001).

Certains sérotypes adaptés à leur hôtes causent des maladies spécifiques quant à d'autres ils exhibent un large éventail de spécificité à l'hôte. Les salmonelles présentent un (G+C) de 50 à 53 % (Le Minor and Veron., 1989).

1. Description du microorganisme et nomenclature

Bacilles droits de 0.7-1.5 à 2.0-5.0 μ de longueur. Ils ne possèdent ni spores ni capsules ; Gram négatifs généralement mobiles grâce à une ciliature péritriche (à l'exception de *Salmonella Gallinarum Pullorum* : S.G.P qui est immobile). Anaérobies facultatifs ; les colonies sont en général de 2 à 4 mm de diamètre. (Popoff and Le Minor., 1997).

Découvert en 1880 par Eberth ; isolé par Gafky comme agent de la fièvre typhoïde et le genre nommé par Ligneres en l'honneur de Salmon en 1900. Anderson and Ziprin in (Hui and Gorham., 2001).

Antérieurement, le genre *Salmonella* était divisé en 4 sous genres selon Kauffmann sur la base de quelques caractères biochimiques. Dans ce système, les sérotypes ou sérovars étaient considérés comme des espèces. Le sous genre I rassemblait la grande majorité des souches et le sous genre III regroupait les *Arizona*. (Le Minor and Veron., 1989).

(Le Minor and Popoff., 1987) ont conduits des études sur les caractères phénotypiques et génomiques (hybridation ADN/ADN) qui ont permis de démontrer que le genre *Salmonella* n'était constitué que par une seule espèce pour laquelle ces auteurs ont proposé le nom de *Salmonella entérica*. Au sein de cette espèce, 7 sous-espèces furent individualisées dont *Salmonella bongori* qui fut ensuite élevée au rang d'espèce. (Reeves., 1989) ; (Le Minor, et al 1987). Donc le genre *Salmonella* comporte deux espèces : *Salmonella entérica* (renfermant les majorités des sous espèces pathogènes) et *Salmonella bongori*.

Les formules antigéniques des salmonelles figurent dans le catalogue du « schéma de KAUFFMAN-WHITE » cette classification des sérovars est actualisée en permanence. C'est à partir de ce document que sont conduites les recherches. (Popoff and Le Minor., 1997).

Actuellement 2541 sérotypes sont reconnus officiellement et classés en sérogroupes. La majorité des sous-espèces sont récoltées à partir d'hommes et des animaux. (Korsak, et al 2004). Leur répartition géographique est mondiale. *Salmonella Typhimurium* est l'un des sérotypes les plus répandus dans le monde, suivi de *Salmonella Enteritidis* ; ils varient avec le lieu, dans une période relativement brève, parfois 1 ou 2 ans, on observe des changements importants dans la fréquence relative des sérotypes. (OIE., 2005).

Les épithètes (*Enteritidis* ; *Typhimurium*...) de ces derniers s'écrivent en majuscule quand il s'agit de sérotypes (Euzéby., 2005).

1.1. Différents Sérovars.

1355 pour *S. entérica* (I) dont 99% des souches ont été isolées chez l'homme.

454 *S. salamae* (II),

93 *S. arizonae* (IIIa),

305 *S. diarizonae* (IIIb)

64 *S. houtenae* (IV)

10 *S. indica* (V)

15 sérovars appartenant à l'espèce *S. bongori*. (Le Minor *et al.*, 1989) ; (Bourgeois *et al.*, 1996) ; (Threlfall *et al.*, 1997).

1.2. Fréquence chez l'homme et les animaux.

Pour l'homme : les fièvres typhoïdes et paratyphoïdes A, B, C dans les pays industrialisés sont des maladies d'importation quant aux TIAC (Toxi-Infections Alimentaires Collectives), elles sont en augmentation et sont taxées de mal typique des pays « surdéveloppés » mais dans les pays en voie de développement elles sont plus insidieuses. (Humbert., 1995).

Pour les salmonelloses des animaux domestiques. : Le taux d'infection est de 1 à 3%, pour les salmonelloses aviaires, elles sont inférieures à 1 % au Suède, à 5% au Danemark et de 7% en Finlande. La fréquence est plus élevée dans les autres pays (60 % des poulets anglais en sont infectés) (Lecoannet., 1992).

Enfin dans les pays sous développés les salmonelloses des animaux domestiques sont de 1 à 2%, mais le portage des salmonelles est de loin plus important 34%.

Par contre les salmonelloses aviaires à SGP ont alerté les pouvoirs publics et imposé le contrôle et la lutte contre ces maladies infectieuses des volailles (Zrelli *et al.*, 1992).

Le portage des salmonelles par des animaux cliniquement sains nous oblige à rechercher ces bactéries chez les animaux pour espérer contrôler dans un cheptel l'incidence de cette maladie.

2. Méthodes d'isolement et d'identification des salmonelles.

Les salmonelles peuvent être isolées en utilisant des techniques variées, qui peuvent inclure un pré-enrichissement pour revivifier les salmonelles mourantes, des milieux d'enrichissement contenant des substances inhibitrices pour éliminer la flore compétitive, et des géloses pour l'isolement sélectif afin de différencier les salmonelles des autres entérobactéries.

Un nombre impressionnant de méthodes de culture pour l'isolement des salmonelles ont été publiés mais aucun consensus n'apparaît désigner une meilleure méthode. (Rostagano *et al.*, 2005). Le manque de coopération inter-laboratoires a fait de l'isolement de *Salmonella*, une des méthodes les plus variables dans les laboratoires vétérinaires. Ainsi il paraît du moins que chaque année; 2 milieux d'isolement de salmonelles sont proposés pour promettre une sensibilité; une rapidité et une spécificité. Avec ce potentiel de milieux et de techniques les laboratoires ont optés vers les méthodes de diagnostic efficaces reproductibles pour des résultats épidémiologiques et cliniques nets.

Plusieurs laboratoires participent même dans les programmes d'assurance qualité pour rassurer leurs clients (Hyatt *et al.*, 2004).

Ces méthodes sont développées dans le but de permettre aux différents pays d'une communauté à pouvoir permettre la circulation des denrées alimentaires sans être obligés de refaire les analyses microbiologiques des denrées importées. (Waltman and Maltinson., 1995).

2.1. Méthodologie.

Pour les méthodologies classiques, nous retrouvons, d'une part la méthode au double enrichissement horizontale c'est à dire la méthode de référence NF EN ISO 6579 largement utilisée par les entreprises agroalimentaires (Association Française de Normalisation). Dans la nouvelle version 2002, le Bouillon Sélénite cystéine (SC) a été remplacé par le milieu de Mueller Kauffmann au tétrathionate (MKTTn) ; le Rappaport-Vassiliadis à base de Soja (RVS) par le Rappaport-Vassiliadis (RV) et le Xylose Lysine Desoxycholate (XLD) comme gélose d'isolement. (Beckers *et al.*, 1986) ; (Feldsine *et al.*, 2003) ; (Korsak *et al.*, 2004).

Des versions locales pour les différents pays de la Communauté Européenne peuvent exister elles ne sont pas acceptées dans les commerces internationaux. Comme il a été rapporté que la préparation des milieux de cultures à partir d'ingrédients au niveau des laboratoires était équivalente à l'utilisation des milieux de culture achetés dans les commerces. (Beckers *et al.*, 1987).

Les organismes de contrôle des denrées alimentaires, en l'occurrence les HPB, FDA, FSIS, USDA... sont autorisés à appliquer la méthode aux denrées suspectes et il existe pour chaque recherche de bactérie pathogène une méthode codifiée. (D'Aoust *et al.*, 1992). Ces méthodes peuvent être évaluées par rapport aux méthodes ISO par une batterie de tests expérimentaux comparatifs. Des substances nutritives expérimentalement contaminés par ST II505 peuvent être utilisées pour tester la performance des milieux et la reproductibilité de la méthode à isoler les salmonelles. L'isolement de ces dernières est en rapport avec le nombre et le type de microorganismes de la flore compétitive. La plupart des résultats négatifs ont été obtenus avec les aliments ayant un taux élevé de flore aérobie et de flore d'entérobactéries. (Blivet *et al.*, 1998). Comme il est aussi possible de recouvrir des salmonelles à partir de prélèvements d'eau de rinçage de carcasses ou d'eau de ressuyage des poulets au sortir de l'abattoir contaminés par ces pathogènes en les conservant pendant plusieurs jours dans des blocs de glace (Cox and Bailey., 1995).

Une étude comparative visant l'isolement de *Salmonella* à partir d'échantillons d'aliment pour volaille constitués de poudre de viande-os ont été examinés par 4 méthodes (Méthodes de 1 à 4) à plusieurs étapes préparée par des auteurs et cherchant à mettre au point une nouvelle méthode d'isolement de *Salmonella* plus sensible ; ainsi que l'évaluation d'un nouveau milieu sélectif BxLH, en le comparant au milieu d'Edel et Kampelmacher. L'étude a été faite sur 173 échantillons de poudre viande-os contaminés par *Salmonella oranienburg* de façon naturelle.

La nouvelle méthode proposée par les auteurs (Méthode 3) s'est avérée la plus efficace des quatre méthodes utilisées. Il semble que sa supériorité repose sur :

- (1) l'homogénéisation des échantillons dans l'eau distillée avant de les mettre à préincuber et sur le temps de repos à la température ambiante pendant 2–4 h;
- (2) l'utilisation d'une nouvelle gélose sélective BxLH;
- (3) l'utilisation de plusieurs ensemencements après l'enrichissement sélectif. Le milieu BxLH s'est montré plus adapté que la gélose BGE à l'isolement de *Salmonella*; il permet une

croissance massive de cette dernière et en même temps inhibe mieux la croissance d'autres bactéries. L'avantage supplémentaire de l'utilisation du milieu BxLH favorise la croissance de *Salmonella* lactose-positif. Cela garantit un bon isolement car sur milieu lactosé les colonies de salmonelles ressemblent aux colonies d'*Escherichia coli*. (Hoszowski and Truszczynski., 1999).

2.1.1. Pré-enrichissement.

Le RV medium s'est montré plus propice à la récupération de salmonelles quand une faible culture sur Eau Peptonée Tamponnée (EPT) ou BPW est observée par contre une culture abondante sur EPT est plus efficace avec le SC. (Corrente *et al.*, 2004).

L'addition de ferroxiamine à l'EPT et aux milieux d'enrichissement améliore la méthode d'isolement des salmonelles bien que les salmonelles ont été expérimentalement mélangées à une flore compétitive à raison de 1 germe / 10^4 dans l'EPT et ensuite couronnée par un isolement sur Xylose Lysine Tergitol 4 (XLT4) ou XLD (Reissbrodt *et al.*, 1996). La performance de deux nouvelles méthodes de culture de *Salmonella* à (1j), utilisant des bouillons d'enrichissement (SEB) et Revive, et un bouillon de pré-enrichissement, désigné universellement par pré-enrichment broth (UB), ont été comparé à l'EPT, l'étude a été dirigée envers la détection des salmonelles dans 100 prélèvements de peau de nuque de volaille. La sensibilité du conventionnel EPT est de 0.66 quant à la combinaison de l'EPT avec le UB débouche sur une haute sensibilité pour la volaille qui est de (0.95). En conclusion un pré-enrichissement additionnel de prélèvement sur UB peut augmenter substantiellement la sensibilité de la culture pour les contrôles routiniers de larges prélèvements (Hoorfar and Baggesen., 1998).

2.1.2. Enrichissement.

La détection des salmonelles dans les produits alimentaires peut être réalisée par l'utilisation plusieurs milieux d'enrichissement : le SC, le RV surtout à base de soja (McGibbon *et al.*, 1984) ; le MK medium et le TBG ; (Tongpim *et al.*, 1984) ainsi que le SBG (Selenite Brilliant Green broth) (Chang *et al.*, 1999) ; c'est le RV qui produit plus de salmonelles même s'ils sont maintenus sous réfrigération 5-10 °C (Mavrommati *et al.*, 1984) ; comme il est aussi recommandé pour la détection de 10^1 SE même en présence d'une flore compétitive importante 10^8 UFC (Fries and Steinhof., 1997). De même que l'isolement de salmonelles sur Brilliant Green Agar (BGA) et Brilliant Green Sulpha Agar (BGSA), Bismuth Sulphite Agar (BSA) à partir de bouillon d'enrichissement RV et TBG s'est révélée plus productive qu'à partir de Bouillon SC (Mavrommati *et al.*, 1984).

Trois milieux d'enrichissements (MK, TBG, RV, SC) ont été comparés à un nouveau milieu d'enrichissement (WIB) ou KIMAN broth pour déduire que ce dernier pouvait mieux récupérer les salmonelles majeures et mineurs S.T, S.E, S.G.P, S.Typhi, S. Paratyphi ; mais ce milieu devrait être supplémenté en Novobiocine ; Iodure de Potassium ; vert de malachite (Blivet *et al.*, 1997).

En outre l'enrichissement secondaire tardif après 10 jours à la température du laboratoire sur les RV et CS a révélé une amélioration nette de l'isolement de salmonelles ce qui se traduit bénéfiquement sur le cout global de la manipulation. (Nietfeld *et al.*, 1998).

Par contre un enrichissement sur SC avec une durée d'incubation prolongée suivi d'un isolement sur 4 milieux d'isolement différents en plus de la gélose Hektoen à partir des fèces humains ont permis à (Perez *et al.*, 2000) ; (Nye *et al.*, 2002) ; (Waltman *et al.*, 1993) de montrer la sensibilité de la détection des salmonelles par ces milieux.

Par ailleurs (Maddocks *et al.*, 2002) ; préconise de n'utiliser ni enrichissement ni pré enrichissement préalable pour l'isolement de:s salmonelles sur milieu de CAS pour écourter le temps et économiser les milieux.

Cependant sa sensibilité a été égale à d'autres milieux après enrichissement sur bouillon tétrathionate (Chander, *et al* 2005).

2.1.3. Isolement.

L'isolement des salmonelles à partir de fèces, d'organes d'animaux, de denrées alimentaires et dans l'environnement est un procédé complexe impliquant des facteurs, à savoir, la composition du milieu et sa qualité qui n'est qu'un facteur parmi tant d'autres. Les géloses destinées à isoler ces bactéries emploient une batterie d'agents sélectifs qui malheureusement ne peuvent récupérer l'ensemble des souches présentes dans le prélèvement. Des alternatives ont été optées par un bon nombre de laboratoires pour une détection rapide des salmonelles dans les prélèvements (Manafi and Rotter., 1991) ; (Blivet *et al.*, 1998). Elles consistent en une sensibilité du milieu pour de très faibles quantités de germes (Stephens *et al.*, 2000). Une spécificité de la gélose pour le germe en cause, quant à sa reconnaissance facile et une qualité d'isolement élevée permettant d'éliminer les faux positifs. (Cooke *et al.*, 1999) ; (Maddocks *et al.*, 2002). Plusieurs géloses d'isollements ont été testées : du fait que l'isolement des salmonelles requiert au moins 4 jours et plusieurs tests de confirmation des colonies suspectes. Du moment que 90% des denrées alimentaires analysées se révèlent négatives pour les salmonelles ce qui se traduit par une perte de temps considérable et un coût effarent pour aboutir à des résultants positifs. Un nouveau milieu, le Milieu Semi solide au RV : (MSRV) a été développé par (De Smedt *et al.*, 1986) ; pour pallier à ces problèmes. Il repose sur un milieu semi solide contenant des agents sélectifs en l'occurrence la novobiocine, le vert de malachite le $MgCl_2$ en plus d'un pH acide et une incubation du milieu ensemencé à une T° de 42 °C permettant aux salmonelles mobiles de migrer par phénomène de swarming et empêchant les autres entérobactéries d'y pousser. Par comparaison aux autres milieux d'isollements le MSRV donne une amélioration de plus de 500 fois pour la détection de S.E. (Perales and Erkiaga., 1991). Depuis cette date plusieurs variétés de ce milieu on été utilisées pour augmenter la sensibilité et la spécificité de ce milieu; (Pless and Reissbrodt., 1995) ; (Poppe *et al.*, 1999) ; (Worcman-Barninka *et al.*, 2001).

La simple addition de novobiocine dans l'EPT peut faciliter la lecture des salmonelles isolées sur MRSV et ceci par la diminution de la flore compétitive aboutissant à un rapport Salm / NON Salm assez élevé pour favoriser la récupération de matériel génétique souhaitable pour démarrer une Real PCR (Jensen., 2003). Cependant l'inconvénient de ce milieu de culture est de ne pas pouvoir isoler les souches immobiles S.G.P et d'inhiber partiellement ST. (Zdragas *et al.*, 2000). Au cas où l'isolement de S.G.P est demandé, il est de règle de ne pas utiliser de milieu d'enrichissement TB et d'isoler directement sur gélose de Mac Conkey et BGA. (Shah *et al.*, 2000) ; (Rahman *et al.*, 2006).

Mais pour détecter SE dans les denrées alimentaires, **(De Boer., 1998)** a utilisé de nouveaux milieux caractérisés par l'incorporation d'agents sélectifs ou révélateurs de ces bactéries tels que le cefixime-tellurite-sorbitol-Mc.Conkey Agar ; l'incorporation de la nitrofurantoïne au MRSV qui devient plus efficace que le RV10 et la gélose XLD. Mieux encore l'incorporation du propylène glycol, la fermentation du glucuronate, du glycérol et de l'utilisation du tergitol 4 à un nouveau milieu de culture sélectif donne de plus grandes possibilités d'isolement des salmonelles.

La gélose Novobiocin-Brillant-Green-Glycerol-Lactose Agar (NGBL) développée par **(Poisson., 1992)** et comparée à 4 autres géloses d'isolement (HE, SS; SM et BS) par **(Ruiz et al., 1996)** paraît plus appropriée pour l'isolement primaire des salmonelles à partir de fèces humains et est de moindre coût.

La comparaison de plusieurs milieux d'isolements sélectifs pour déterminer leurs performances pour l'isolement des salmonelles à partir de prélèvements de volailles a abouti à un taux de récupération élevé des salmonelles en faveur du EF 18 et du BGA/l et ceci pour les prélèvements de fientes. La combinaison des deux milieux réduit les faux négatifs ; mais ce milieu est très cher pour les travaux de routine. Quant aux autres ils sont d'égale valeur pour l'isolement des salmonelles. **(Warburton et al., 1994) ; (Petersen., 1997).**

De même **(Cooke et al., 1999)** ont comparés la nouvelle gélose chromogène Chromogenic Salmonella Esterase Agar (CSE) à 4 milieux d'isolement de Salmonelles mineurs : Rambach, XLD, Hektoen et SIM, Il s'est avéré que cette dernière a une meilleure sensibilité par rapport aux géloses respectives. La CSE ne donne pas de pousse pour les faux négatifs qui se confondent avec *Salmonella* tels que *Citrobacter* ou *Proteus* comme elle permet la détection des sérotypes de salmonelles : SE, *S.hadar* *S.agona* *S.anatum*, *S.heidelberg*, *S.infantis*, *S.montivideo*, *S.thompson* ; ST ; *S. virchow* avec un taux de 91.8%.

Par ailleurs ; quatre autres milieux chromogènes (ABC medium, COMPASS Salm Agar, CHROM-Agar et SM-ID agar) ont été comparés avec la gélose Hektoen ces milieux ont été testés pour la détection des salmonelles à partir des fèces humains. Les milieux chromogènes se sont montrés plus spécifiques à 24 h d'incubation que la gélose Hektoen et surtout COMPASS Salm Agar et CHROM-Agar. **(Maddocks et al., 2002).** Ces milieux peuvent diminuer le temps d'identification des salmonelles. **(Perez et al., 2002) ;** et surtout l'ABC medium qui est très spécifique aux *Salmonella* sp dans les selles. **(Perry et al., 1999).**

Toutefois le milieu CHROM-Agar *Salmonella* (CAS) utilisé avec succès par **(Maddocks, et al 2002)**, pour la détection rapide de *Salmonella* à partir de fèces humains a été comparé avec le BGA, XLD, et la gélose SS pour l'isolement de *Salmonella* à partir de fumier animal avec et sans enrichissement sur bouillon tétrathionate pour 24 heures. Le CAS a montré comparé aux autres milieux une pauvre récupération de salmonelles, quand les prélèvements ont été incubés sans enrichissement préalable. Cependant sa sensibilité a été égale aux autres milieux après enrichissement sur bouillon tétrathionate. Il se pourrait que ce manque de sensibilité soit du uniquement à la faiblesse de l'échantillonnage. **(Chander et al., 2005).**

Par ailleurs la gélose chromogène CAS a été comparée à la gélose Desoxycholate Citrate lactose Sucrose (DCLS) pour l'isolement de salmonelles de différents biotypes. Cette dernière a montrée une nette efficacité par rapport à la gélose DCLS soit après isolement direct de l'inoculum de fèces ou après enrichissement **(Cassar and Cushieri., 2003).**

Pour (Gast, *et al* 2004) ; les poules pondeuses infectées expérimentalement par SE véhiculent cette bactérie dans l'air de l'environnement du bâtiment, cet air a été collecté par un dispositif électrique et ensemencé sur 6 milieux d'isolement (BGA, Modified Lysine Iron Agar (MLIA); MRSV, XLD, Rambach et XLT4). La gélose d'isolement qui a révélé la supériorité de récupération de SE est la BGA par rapport aux autres milieux (66.7%) et les 3 milieux combinés sont plus performants (BGA ; MLIA; XLT4) avec (83,3%) de même que (Rostagano *et al.*, 2005) préfère l'utilisation d'un préenrichissement sur 90 ml de TTB suivi d'un isolement sur XLT4 pour la récupération de plusieurs sérotypes à partir d'un seul prélèvement.

(Korsak *et al.*, 2004) rapportent que le BGA+N (novobiocine) et le XLT4 sont les plus performants pour les viandes de volailles et les échantillons d'environnement provenant d'exploitations avicoles.

La gélose XLD correspondrait mieux à l'isolement des salmonelles chez des porteurs sains à partir de fèces d'humains et surtout pour les examens de routine (Forward and Rainnie., 1997) ; (Nye *et al.*, 2002).

Par contre la combinaison de deux géloses d'isolement (XLD et MLCB) pour la récupération primaire de salmonelles à partir de fèces très chargées en germes compétitifs s'est avérée meilleure que la gélose DCA et ABC (Nye *et al.*, 2002) ; et cette technique est plus rapide et économique que celle utilisant les milieux de pré et enrichissement bien que cette dernière soit plus productive.

Enfin les milieux d'isolement les moins indiqués pour la production des salmonelles sont la gélose de Mac Conkey et la gélose SS. (Cordoso *et al.*, 2006).

Déjà grâce aux caractères morphologiques et biotypiques plusieurs salmonelles peuvent être reconnues. L'identification biochimique préalable de la souche à tester est obligatoire. Avant de s'attaquer aux caractères antigéniques qui sont communs à de nombreux autres bacilles Gram négatifs. .

3. Méthode de caractérisation phénotypique et génotypique.

3.1. Caractères biochimiques.

3.1.1. Métabolisme.

La majorité des salmonelles sont : Oxydase (-), ONPG (-), réduction des nitrates (+), gaz en glucose (+) ^{*1}, H₂S (+)^{*2}, LDC et ODC (+), Citrate de Simmons (+), Indol (-), Gélatine (-), Uréase (-) La TDA et la PDA ne sont pas hydrolysées. Le saccharose, la salicine, l'inositol et l'amygdaline ne sont pas fermentés (Popoff and Le Minor., 1997) ; (Avril., 1997) ; (Korsak *et al.*, 2006) ; (Benson., 2001).

^{*1} : Sauf pour *Salmonella typhi*

^{*2} : Sauf pour *S. paratyphi A*, *S. abortus equi* et *S. abortus ovis*

Tableau.10 : Caractères particuliers de quelques sérotypes de salmonelles spécifiques d'espèces. (Le Minor and Veron., 1989).

Caractères Espèces	Mobilité	Gaz en glucose	H ₂ S	LDC	Citrate de Simmons
<i>S. paratyphi</i> A	+	+	-	-	-
<i>S. abortus equi</i>	+	+(d)	-	+	+
<i>S. abortus ovis</i>	+	+	-	+	+
<i>S. cholerae suis</i>	+	+	+	+	+
<i>S. typhi</i>	+	-	(+)	+	-
<i>S. gallinarum</i>	-	- ou +	+ ou -	+	- ou +

Certaines salmonelles sont spécifiques d'espèce tel est le cas de SG et de SP qui se distinguent par l'ODC et la production de gaz ; le biotypage peut encore rendre service pour différencier *Salmonella Agona*, *Salmonella Montivideo*, *Salmonella Seftenberg*, *Salmonella Livingstone* et *Salmonella Typhimurium*. (Anderson and Ziprin in Hui and Gorham., 2001).

Tableau.11 : Caractères biochimiques de SG et SP (Le Minor and Veron., 1989).

	<i>S. pullorum</i>	<i>S. gallinarum</i>
TSI { Glucose Gaz lactose Saccharose H ₂ S	+	+
	(d)	-
	-	-
	-	-
	(d)	(d)
Urée	-	-
LDC	+	-
ODC	+	+
Maltose	+	-
Dulcitol	-	+
Mannitol mobilité	-	-

Remarque :

+ : Au moins 90 % des résultats sont positifs

- : Au moins 90 % des résultats sont négatifs

(+) : Résultat tardif

(d) : Résultat variable

3.1.2. Biotypie.

Elle repose sur la mise en évidence des caractères biochimiques différentiels qui permettront de classer les souches selon leur activité métabolique par l'utilisation de sucre et/ou leur activité enzymatique. Ce marqueur est peu discriminant au-delà de l'espèce pour être utilisé

seul, il peut cependant être utile comme système d'alerte ou de surveillance pour repérer une souche. .

Il est nécessaire d'utiliser des tests biochimiques pour confirmer l'identité des salmonelles. Les colonies suspectes sont mises en culture sur des géloses sélectives et non sélectives pour s'assurer de l'absence de contaminants tels que *Proteus spp.* (Vandepitte *et al.*, 2003). Des milieux composés (tels que les géloses TSI [*Triple Sugar Iron*] ; LIA [*Lysine Iron agar*]) (Spencer and Ragout de Spencer., 2001) ou des systèmes commerciaux miniaturisés d'identification rapide des entérobactéries [tels que le système API (*Analytical Profile Index*) Entrotube ; Crystal ID System ; MicroID, RapidID Systems] peuvent être utilisés ; bien que ces systèmes offrent quelquefois des confusions pour certaines souches atypiques de *Citrobacter* identifiées comme étant des *Salmonella*. (Richard., 1979).

Lorsque ce caractère est inhabituel, cela peut être le cas des souches de salmonelles présentant une fermentation du lactose, ou du saccharose ou bien ne produisant pas d'H₂S, caractères inhabituels pour les salmonelles. Plusieurs schémas de biotypie ont été proposés en particulier pour le sérotype Typhimurium. (Brisabois., 2001).

D'autres systèmes plus sophistiqués ont été mis au point : Biolog et Vitek Systems, peuvent être utilisés. Ils se sont montrés efficaces, reproductibles, sensibles et économisent le temps et l'argent. (Wilson., 2008).

3.1.3. Autres techniques.

De même que (Donaghy and Madden., 1992), (Silley and Forsythe., 1996) ; (Blivet *et al.*, 1998) ; (Ogden., 1988) ; ont proposés une méthode conductimétrique utilisant l'impédimétrie pour différencier les *Proteus* et les *Citrobacter*, des salmonelles et permet de récupérer des salmonelles des produits de charcuterie et même de viande crue mieux que le MSRV et les techniques conventionnelles. Les isolats peuvent aussi être testés pour leur sensibilité aux antibiotiques. .

Par ailleurs ; il existe plusieurs méthodes rapides de détection des salmonelles ; elles sont d'inégales valeurs et dépendent des capacités des laboratoires lors des contrôles routiniers des denrées alimentaires. D'une part la technique de mesure de la biomasse (détection du niveau d'ATP de la denrée par la méthode de bioluminescence), Ex : système Lumac, Biotrace, Lightning, et d'autre part la mesure du changement d'impédance dans les aliments par les microorganismes qui est équivalent à un temps de 4 h 15 mn : seuil de tolérance au-delà duquel la courbe d'impédance témoigne de la salubrité de l'aliment et en deçà duquel, il est question d'une contamination de l'aliment. Ex : Bactometer, RABIT et Malthus System. Ensuite il ya le système BacT/AMDS qui utilise une détection colorimétrique de la production de CO₂ par les microorganismes et qui entraîne le changement de couleur d'un capteur ce dernier est automatiquement détecté par un réflecteur colorimétrique (Wilson, 2008) ; (Bourgeois and Leveau., 1991.). La détection d'une culture pure d'*E.coli* se fait de 6 à 8 h.

3.2. Caractères Antigéniques.

3.2.1. Antigènes : Les salmonelles possèdent :

-Des Ag. somatiques « O » : sensibles au formol et thermostables comportant deux fonctions support de la toxicité et de la spécificité.

Ces Ag. « O » sont eux aussi divisés en facteurs majeurs et mineurs servant à caractériser les différents groupes antigéniques ex (O4 = groupe B, O9 = groupe D...) ; Les facteurs mineurs ne sont exprimés qu'en présence d'un bactériophage : cette conversion lysogénique n'est fréquente que pour le groupe E. Seuls les Ag majeurs représentent un intérêt diagnostique

Il existe 87 facteurs pour l'Ag. « O ».

-Des Ag. flagellaires « H » : résistants au formol à 0,5 % thermolabiles qui n'existent que chez les formes ciliées (S.G.P) en est dépourvue. L'agglutination « H » est rapide floconneuse et facilement dissociée, les Ag. « H » sont facilement détruits par la chaleur et l'alcool. La plupart des salmonelles peuvent exprimer 2 spécificités antigéniques « H ». L'Ag. « H » est diphasique lorsqu'il exprime les 2 phases en même temps la phase 1 est indiquée par des lettres et la phase 2 est indiquée par des chiffres. (**Brenner., et al/2000**).

Lorsqu'une phase n'est pas représentée, il est nécessaire de réaliser une « inversion » de phase afin de l'obtenir en quantité suffisante. Cela consiste à cultiver la salmonelle dans une gélose semi-molle additionnée d'Ac. de la phase à éliminer et de la recueillir à distance du dépôt de salmonelles mobiles qui possèdent des flagelles de la phase non agglutinée par les Ac. du milieu (**Technique de Sven-Gard**). Il s'agit de la sélection des bactéries de l'autre phase. (**Joffin et al., 1996**). Une technique simple plus rapide et pas chère permet d'obtenir l'inversion de phase en cultivant la bactérie à inverser sur une gélose au bord d'un papier imprégné d'antisérum flagellaire en phase 1 ou 2 ponté sur un puits creusé dans la gélose les bactéries mobiles et phase inverse non retenues par l'antisérum iront se multiplier à l'autre bout du papier en donnant des colonies sur la gélose au-delà du puits. (**Chiou et al., 2006**).

-Le LPS, (Jenkins in Gillespie and Hawkey., 2006) rapporte que le LPS de certaines salmonelles ressemble à celui des chlamydies.

-L'Ag M (des souches muqueuses)

-L'Ag R (pour les souches rugueuses)

-Un Ag.Vi d'enveloppe, de Virulence ou Vi. : Le seul reconnu chez les *Salmonella* est l'Ag. Vi qui peut exister chez S.Typhi, Paratyphi, et Dublin.

-A côté des Ag. d'enveloppe existent des structures protéiques de surface : **les pili communs** (intervenant dans l'hémagglutination) et **les pili sexuels** (intervenant dans la conjugaison bactérienne) et dont la présence est codée par les plasmides.

3.2.2. Serotypie:

L'identification de chaque sérotype se fait par l'étude des caractères antigéniques au moyen de sérums agglutinants. Chaque sérovar est caractérisé par des antigènes somatiques « O » et des antigènes flagellaires « H » ; quelques sérovars (S.Typhi, S.Paratyphi C, S. Dublin) possèdent un Antigène Vi de surface qui masque parfois l'Ag. « O ». (**Avril., 1997**).

Certains sérovars n'affectent que certains hôtes, par exemple SG pour les volailles ou *S. Choleraesuis* chez le porc, bien que la plupart des sérovars puissent être responsables d'infections chez une grande variété d'espèces animales (**OIE., 2005**).

Tableau. 12 : Formules antigéniques des sérotypes les plus courants de *S. Entérica*. (Moll *et al.*, 1995).

	ANTIGENE « O ».	ANTIGENE « H »	
		Phase 1	Phase 2
Groupe O:4(B)			
Paratyphi B	<u>1</u> ,4,[5],12	b	1,2
Stanley	<u>1</u> ,4,[5],12, <u>27</u>	d	1,2
Typhimurium	<u>1</u> ,4,[5],12,	i	1,2
Groupe O:7(C1)			
Montevideo	6,7, <u>14</u>	g,m,[p],s	[1,2,7]
Virchow	6,7	r	1,2
Infantis	6,7, <u>14</u>	r	1,5
Groupe O:9(D1)			
Typhi	9,12,[Vi]	D	-
Entéridis	<u>1</u> ,9,12	g,m	-
Dublin	<u>1</u> ,9,12,[Vi]	g,p	-

Remarque : Les facteurs liés à un lysogénéation sont soulignés et les accessoires sans liaison avec un bactériophage sont représentés par des crochets.

S.G.P est divisée en deux sérotypes qui possèdent tous deux les facteurs somatiques : O 9, O 121, O 122, O 123 sur le plan sérologique.

3.2.3. Autres Techniques.

Le Test Elisa : a été appliqué pour la détection des salmonelles, des toxines dans les produits alimentaires plusieurs firmes ont présenté des KIT Elisa (Bio Control ; Organon ; Teknika ; Tecra...) mais le temps imparti à ces techniques était assez long entre l'inoculation des prélèvements, l'incubation, le lavage , l'élimination du surnageant ; l'incorporation du complexe Ac. ; le lavage et l'addition finale de réactifs pour la coloration ce qui a conduit certains laboratoires (BioMerieux ; Hazelwood ; Missouri..) à préférer les systèmes automatiques tels que le système VIDAS qui peut réaliser toutes les étapes du protocole en 45 mn à 2 h. Le temps a pu être écourté (10 mn), avec un autre système utilisant la technologie à flux latéral pour la réalisation du test Ag-Ac ; ce système appelé Reveal-system a été développé par les firmes (Neogene, Lansing, Michigan).

Un nombre intéressant de méthodes a été mis en œuvre, entre autre la technique BioControl 1-2 Test : utilisant la culture du germe pathogène pour détecter la réaction Ag-Ac. des formes mobiles de salmonelles dans les produits alimentaires. Cette technique a pris beaucoup d'ampleur du fait de sa simplicité (Wilson., 2008).

D'autres procédés immunologiques ont vu le jour ces dernier temps, la technique d'immunocapture basée sur l'enrobage de particules magnétiques par des Ac. antisalmonella mélangés au liquide suspecté contenir des salmonelles une fois les bactéries cibles capturées

elles seront détectées par un KIT Elisa ou des ensemencements sur géloses sélectives ou par le Test PCR ce qui permet au moins de réduire d'une journée le temps nécessaire à la méthode conventionnelle pour détecter les salmonelles de la denrée alimentaire.

Dynal propose une méthode de séparation immunomagnétique des salmonelles par des Ac. antisalmonelles enrobés sur des billes paramagnétiques permettant de capturer ces germes ensuite les techniques de diagnostic rapides ELISA ; PCR ; IF ; leur seront couplées de telle façon à détecter les germes dans les denrées alimentaires d'une façon rapide et sensible. Ce système Dynal a prouvé sa supériorité à récupérer des salmonelles mieux que le MSRV et la méthode conventionnelle. (Cudjoe *et al.*, 1994) ; (Rybolt *et al.*, 2004)

3.3. Caractères lysotypiques.

la lysotypie est l'identification par un bactériophage d'une bactérie ou d'un sous groupe bactérien. Chaque sérotype peut être subdivisé en phagovars ou lysotypes dépendant de leurs réactivités envers des bactériophages définis (Hanes in Miliotis and Bier., 2003). La lysotypie des souches de salmonelles est extrêmement compliquée et n'est pratiquée que dans certains laboratoires spécialisés (Centre National de Lysotypie Entérique : C.N.L.E de l'I.P.P). (Bourgeois *et al.*, 1991).

Un bactériophage actif sur la plupart des salmonelles est le phage O : 1 de Felix et Callow, son usage permet une orientation rapide du diagnostic ou une simple confirmation de sa nature. Un système de lysotypie caractérisant l'Ag Vi a été développé par Felix and Callow en 1938 et désignait 33 lysovars uniquement pour *Salmonella paratyphi* B.

Les Phages (T8, T13, T13A) sont les phages les plus couramment isolés aux USA. Le phage PT4 typique à la filière avicole a émergé à cause de l'augmentation du nombre de cas humains et était le lysotype le plus dominant isolé dans les industries des œufs aux USA. (Hui *et al.*, 2001). L'intérêt d'une telle étude est essentiellement épidémiologique. Mais il demeure que cette technique de sous typage n'est pas encore standardisée du point de vue protocoles et reste l'apanage de laboratoires spécialisés jusqu'à ce que d'autres techniques de typage s'imposent.

Parmi les méthodes classiques de caractérisation, le lysotypage consiste à soumettre les souches à l'action de plusieurs bactériophages. En fonction du profil de lyse, il est possible d'attribuer un lysotype bien précis à la bactérie. Pour le sérotype Typhimurium, un ensemble de 37 phages est utilisé, ce qui permet de classer les souches parmi 210 lysotypes (Anderson *et al.*, 1977). Les souches présentant un profil de lyse atypique sont qualifiées de RDNC («*Routine Dilution No Conformity*»), celles résistantes à tous les phages sont considérées comme non typables et sont indexées par la lettre U («*Untypable*»). Il existe également des types définitifs (DT : *Definitive Type*) et d'autres provisoires (PT : *Provisional Type*). Le lysotypage ne requiert pas un investissement très important, mais le personnel doit être bien entraîné. D'un point de vue épidémiologique, il est souvent très utile de connaître le lysotype des souches isolées, étant donné que certains revêtent des caractéristiques particulières au niveau de la pathogénicité ou de la résistance aux antibiotiques. Depuis le début des années 90, en Europe et aux Etats-Unis, des *S. Typhimurium* de lysotype DT104 multirésistantes sont apparues. Ce lysotype est connu au Royaume-Uni depuis les années soixante mais la résistance aux antibiotiques ne s'y est propagée qu'à partir de l'année 1989, date à laquelle elle fut isolée pour la première fois chez l'homme. A partir de ce moment, les souches

multirésistantes DT104 se sont installées dans la population bovine de ce pays. Vers le milieu des années 90, elles ont été détectées dans une série de pays européens et en Amérique du Nord, lors d'épidémies liées à la consommation de fromages au lait cru (**Baggesen *et al.*, 2000**) ; (**Threlfall., 2000**) ; (**Walker *et al.* 2001**). Ceci est très préoccupant sur le plan de la santé publique car elles sont souvent associées à une quadri ou pentarésistance aux antibiotiques (résistance à l'ampicilline, au chloramphénicol, à la streptomycine, au sulfonamide et à la tétracycline) (**Threlfall., 2000**). Une résistance additionnelle à la ciprofloxacine peut également être observée, ce qui est encore plus problématique, car cette molécule ou ses dérivés sont souvent utilisés dans le traitement de salmonelloses humaines. Cette émergence de polyrésistances suit généralement de quelques années l'usage en médecine vétérinaire, d'antibiotiques comme, par exemple, l'enrofloxacin. Il est toujours utile de rappeler que le praticien a un rôle considérable à jouer dans le cadre du contrôle de ces polyrésistances et devrait réserver ce type de traitement aux animaux de rente, uniquement en cas d'extrême nécessité. Une surveillance constante des résistances des souches isolées dans le secteur agro-alimentaire doit être systématiquement planifiée par les instances officielles. C'est d'ailleurs une volonté clairement stipulée dans les nouvelles directives « zoonoses » 2003/99/CE (**Parlement européen et Conseil de l'Union européenne, 2003b**).

3.4. L'Antibiotypie.

Elle est fréquemment réalisée, plus souvent dans un but de traitement thérapeutique qu'en épidémiologie ; cependant, aujourd'hui l'acquisition, chez *Salmonella*, de certains caractères de résistance donne la possibilité de suivre certains clones presque uniquement par leur phénotype de résistance aux antibiotiques. C'est le cas par exemple pour *S. Typhimurium*, du lysotype DT104 qui présente quasi-systématiquement une résistance associée à cinq antibiotiques : Ampicilline, Streptomycine, Chloramphénicol, Tétracycline et Sulfamides. Ce phénotype ASCTSu s'est très répandu, notamment dans les élevages bovins où en 1999, 80% des souches de sérotype Typhimurium présentaient cette multirésistance (**Brisabois., 2001**)

3.5. Méthodes de caractérisation génotypiques des salmonelles.

L'analyse génotypique de *Salmonella enterica* par des techniques d'empreintes moléculaire de l'ADN a été utilisée avec de bons résultats. La première technique de typage moléculaire utilisée fût la *Restriction Endonuclease Analysis* (REA) méthode rapide de faible coût et de réalisation simple ; mais inadaptée pour la comparaison d'un large éventail d'isolats. (**Fitzgerald and Swaminathan., 2003**).

Le Profil plasmidique : La possession des plasmides est un caractère évolutif (perte ou acquisition). La plupart des salmonelles n'en possèdent pas. Les salmonelles impliquées dans les infections humaines et animales en sont pourvues; leur fonction est de deux types, les plasmides à haut PM (poids moléculaire) encodant pour la virulence et l'antibiorésistance et les plasmides à faible PM à fonction biologique non connue (**Rychlik *et al.*, 2005**). L'analyse des profils plasmidiques est une méthode rapide et relativement facile pour typer les souches, et a été utilisée à la fois en médecine humaine et vétérinaire pour étudier la diffusion de ce germe. Cette technique a ses limites car toutes les souches de *Salmonella* ne portent pas de plasmides, et les plasmides peuvent être facilement acquis ou être de taille identique bien que génétiquement différents. (**Hui *et al.*., 2001**). Il est possible de recourir à l'utilisation des

plasmides pour établir l'origine commune de certaines souches ex : isolées chez un malade et retrouvée dans l'aliment.

D'autres méthodes génétiques, telles que les techniques d'hybridation *Restriction Fragment-Length Polymorphism* (RFLP) consistent en l'isolement de l'agent pathogène cible, en l'extraction de l'ADN ou de l'ARN (avec la transcription inverse en ADN) et ensuite en la digestion de l'acide nucléique avec l'un des groupes d'enzyme de restriction. Les fragments individuels de l'ADN digéré sont ensuite séparés sur un gel d'électrophorèse et visualisés par un marquage avec du bromure d'éthidium. Idéalement, chaque espèce révélera un profil unique, ou empreinte. Beaucoup d'enzymes de restriction différentes peuvent être prises en compte pour une nouvelle identification, si bien que les analyses de nombreuses empreintes moléculaires issues de digestions avec plusieurs enzymes de restrictions individuelles peuvent être effectuées et la combinaison du meilleur groupe de résultats permettra une différenciation complète entre espèces ou isolats.

Parmi les techniques génétiques de caractérisation, la PFGE («*Pulsedfield gel electrophoresis*» en anglais ; « électrophorèse en champ pulsé » en français) offre le plus de perspectives dans un contexte épidémiologique (Wegener and Baggesen., 1996) ; (Olive and Bean., 1999) ; (Baggesen *et al.*, 2000). Elle est également fort utile afin de caractériser les foyers de salmonelloses humaines (Bender *et al.*, 2001). Suivant le profil des bandes obtenues sur gel, il est possible d'établir le degré de parenté entre les différentes souches isolées. L'analyse des gels s'effectue souvent au moyen d'un programme informatique permettant d'établir un dendrogramme des souches isolées. Actuellement, un réseau d'experts s'est constitué (le réseau « Pulse Net ») en vue de standardiser et d'harmoniser des protocoles optimaux pour cette technique de génétique moléculaire et de constituer une base de données électronique des différents profils obtenus par électrophorèse en champ pulsé.

L'électrophorèse en champ pulsé (PFGE) et le ribotypage ont été utilisées en complément du profil plasmidique. En outre *Amplified Fragment-Length Polymorphism* (l'AFLP) a surpassé en résolution le ribotypage. Le génotypage est un domaine qui s'est rapidement étendu et de nombreuses nouvelles techniques ont été développées ces dernières années.

Bien que le sérotypage soit la méthode de référence pour classer les souches de salmonelles, les techniques de PCR peuvent servir à effectuer une caractérisation des souches isolées (Grimont *et al.*, 2000). Une technique largement utilisée est la RAPD («*Random Amplification of Polymorphic DNA*»), qui met en œuvre un oligonucléotide d'une dizaine de bases comme amorce. Celui-ci va s'apparier au génome bactérien à différents endroits non spécifiques, en créant ainsi un polymorphisme important en taille et en nombre de fragments générés après amplification (Lin *et al.*, 1996) ; (Hilton *et al.*, 1997) ; (Shangkuan and Lin., 1998). Cette technique permet d'effectuer des discriminations intra-sérotypes au sein d'une exploitation.

Elle peut, par la même occasion, donner des indications quant à l'installation d'une souche bien précise dans un compartiment d'élevage ou d'engraissement, ce qui pourrait être le témoin d'une insuffisance dans les procédures de nettoyage et de désinfection entre plusieurs lots d'engraissement par exemple. Toutefois, elle ne remplacera jamais complètement la technique de sérotypage classique qui constitue la base même des enquêtes épidémiologiques. Par ailleurs cette technique à elle seule ne peut discriminer les souches de salmonelles pour pouvoir arriver à des investigations épidémiologiques concluantes. Les méthodes faciles

rapides et spécifiques sont celles qui utilisent des primers les plus discriminatoires des salmonelles tels que les ITS, les REP et les ERIC sont parfois plus évidentes pour les souches multirésistantes. (Bennasar *et al.*, 2000).

Mais l'utilisation de techniques combinées à base de la *Polymérase Chain Reaction* PCR ; la RAPD, *Arbitrary Primed Polymérase Chain reaction* ; (l'AP-PCR) la *Multilocus Sequence Typing* (MSLT) et la MLVA (Liebana., 2002) et avec l'avènement de la PCR en temps réel ceci permettrait sûrement d'avoir une estimation quantitative des bactéries présentes dans l'aliment. (China *et al.*., 2002) ; (Malakawi., 2003). Ces méthodes ne fonctionnent pas identiquement pour tous les isolats ; il est peut être nécessaire d'évaluer un certain nombre de techniques différentes pour trouver une méthode ou une combinaison de méthodes satisfaisantes et capables de différencier les clones d'un sérovar ou d'un lysotype donné. (Eriksson *et al.*, 2005) ; (Torpdahl *et al.*, 2005) ; (OIE., 2005).

3.6. Biosensors.

La fréquence des épidémies et toxoinfections alimentaires demande une détection rapide des germes incriminés ; infortunément ; les méthodes classiques sont fastidieuses et très longues ; Les biosensors sont des molécules ou des cellules (bactéries) attachés à des signaux de reconnaissance et quand un substrat vient au contact du biosensor l'interaction va initier la reconnaissance du signal qui serait lu par un appareil de mesures incluant des techniques variées tels que les potentiometrie ; électrochimie ; impedancimetrie ; bioluminescence (Wilson., 2008) .

Les biosensors ont montrés une grande rapidité dans la détection des salmonelles. Les SPR Surface Plasmon Resonance sensors ont été largement utilisés pour déceler les réactions Ac-Ag portées par une surface de sensor et en mesurant chaque angle de résonance de la valeur de l'index de réflexivité. Ils sont capables de contrôler les réactions Ac-Ag en temps réel sans recourir aux radiomarquage de réactifs supplémentaires et aussi du fait de leur haute sensibilité. (Son., 2007)

CHAPITRE III: EPIDEMIOLOGIE DES SALMONELLES

3. Epidémiologie.

3.1. Habitat.

La grande majorité des souches de salmonelles possèdent deux caractères qui expliquent leur très large distribution :

- La possibilité d'être hébergés par un grand nombre d'hôtes différents (mammifères, oiseaux, reptiles, homme...), autrement dit les salmonelles se retrouvent « de la puce à l'éléphant ».
- La faculté de survivre pendant de longues périodes en dehors de l'hôte.

Les salmonelles se trouvent associés dans 1.2% au *Campylobacter* surtout S.E et S.T (CRSS., 2000).

3.1.1. Les réservoirs.

Quelques espèces sont uniquement associées à un seul hôte ex : S.Typhi pour l'homme et S.G pour les oiseaux. (Uzzau., *et al* 2000).

3.1.2. Dans l'eau.

L'eau est ingérée par l'homme et les animaux, elle peut passer via l'estomac aux intestins sans stimuler la digestion ce qui entraîne un passage au travers des barrières de défenses naturelles échappant aux défenses de l'hôte sans subir de préjudices ce qui augmente le potentiel infectieux du germe.

L'eau est un facteur important de dissémination des salmonelles du fait qu'elle est sujette aux différentes contaminations issues des animaux sauvages des oiseaux et de l'homme. En effet (Phan *et al.*, 2003) a isolé plusieurs sérotypes de salmonelles à partir de l'environnement aquatique de cheptel avicole et a établi une liaison de cause à effet entre le circuit de distribution d'eau du village et les exploitations porcines proches du secteur avicole grâce aux pulsotypes de deux sérotypes de salmonelles émanant des suidés.

La survie des salmonelles dans l'eau de mer et l'eau douce sans supplément nutritif à la température ambiante de $30 \pm 2^\circ\text{C}$ et à la température réfrigérée de $5^\circ \pm 2^\circ\text{C}$ avec un inoculum de $\log 7.5$ CFU/ml est possible et atteint respectivement 16 et 24 semaines pour l'eau de mer et l'eau douce mais pour les températures froides elles peuvent survivre respectivement 48 et 58 semaines dans l'eau douce. Des variations phénotypiques des cellules bactériennes ainsi que des détériorations métaboliques caractérisées par la l'absence de pousse sur milieux appropriés sont observées lors d'épuisement prolongé de nutriments dans l'eau (Sugumar et Mariappan., 2003).

La survie des salmonelles dans l'eau est influencée par plusieurs facteurs : la survie de SE est 2 fois plus longue à 4°C qu'à 20°C , Alors que le seuil des produits chimiques de nature organique a un effet majeur sur leur survie, le temps de survie est moindre quand la D.B.O (demande biologique en oxygène) de l'eau est plus importante. (Cox and Bailey., 1995).

Certains ruisseaux considérés comme non pollués ont été trouvés contenant des salmonelles. (Gerardi., 2006).

La multiplication des salmonelles est importante dans les eaux chaudes, les eaux fraîches et de même que dans les eaux contaminées par les fèces d'animaux. Les salmonelles peuvent

survivre et se multiplier quand le seuil de nutriments le permet. Cependant les eaux propres contiennent moins de salmonelles. La flore compétitive incluant les zooflagellés (vivant essentiellement dans les eaux chaudes) sont des facteurs qui affectent le taux de survie des salmonelles dans l'eau. Les salmonelloses sont largement répandues dans les milieux perturbés par l'activité de l'homme. **(Murray., 1991).**

Les sols peuvent être également des réservoirs de salmonelles du fait de l'épandage du lisier ou d'engrais contenant des salmonelles.

3.1.3. Chez les animaux.

Les animaux sauvages peuvent aussi héberger ces micro-organismes mais ils ne semblent pas constituer un maillon essentiel dans la chaîne alimentaire de l'homme et des animaux. Dans les domaines liés à l'homme, les salmonelles de la faune et des oiseaux sauvages sont bien représentatives des sérovars disséminés dans l'environnement. **(Tizard., 2004).**

Il en va de même pour les reptiles et les tortues qui peuvent héberger des salmonelles **(Murray., 1991) ; (Acha et Szyfers., 1989) ; (Bock et al., 2003).**

3.1.4. Chez les insectes.

Il a été découvert des salmonelles au niveau des blattes, des mouches **(Bock et al., 2003)** et aussi des ténébrions **(Agabou and Alloui., 2010)**. 50% des mouches au niveau d'un bâtiment avicole expérimentalement infecté par SE se voient contaminés au bout de 48h suivant l'infection et 75% après 4 à 7 j suivant l'infestation après quoi le taux descend à 30% après 15 j. Ce sont surtout les organes internes des mouches qui permettent l'isolement des salmonelles, les mouches peuvent disséminer les salmonelles dans un même bâtiment à tout le cheptel du bâtiment.

3.1.5. Dans les aliments.

De nombreux auteurs soulignent que les aliments constituent, une source importante de contamination pour la filière avicole. **(Lecoannet., 1992) ; (Murray., 1991) ; (Humbert., 1995)**. La quantité des échantillons analysée est très souvent peu représentative des quantités consommées par le parquet des volailles, ce qui limite la fiabilité des résultats d'analyse. Cependant, même s'il est difficile d'évaluer le rôle exact joué par les aliments dans la contamination de la filière avicole, il est nécessaire de souligner certains points importants :

Le rôle des aliments de démarrage : les jeunes animaux dont la flore digestive est encore incomplètement développée et équilibrée se verra plus facilement sujette à l'implantation des salmonelles que celle des animaux plus âgés. Mais un traitement de l'alimentation par des probiotiques et des acides organiques rend les salmonelles moins invasives **(Wolfenden et al., 2007)**. Ainsi une contamination même très faible d'un aliment distribué en période de démarrage des oiseaux peut entraîner un portage digestif de salmonelles par la majorité de ces animaux jusqu'en fin d'élevage.

Plus l'excrétion fécale est élevée, plus la recontamination à partir de la litière sera plus sévère ; à l'opposé une contamination de l'aliment du même ordre pour des animaux plus âgés peut passer inaperçue.

Le rôle des aliments destinés aux reproducteurs : en principe l'aliment distribué aux reproducteurs doit être indemne de salmonelles, mais cette condition est entravée par le type

même de production (système pyramidal) dans la filière avicole où deux facteurs de production jouent un rôle essentiel (**Wolfenden et al., 2007**).

**La centralisation de la sélection* : la transmission verticale n'est pas systématique, et n'est pas la seule source de contamination des produits finis, donc l'engagement de la sélection dans l'élimination des salmonelles est essentiel mais n'est pas suffisant.

**Séparation physique des générations* : cette technique a un double impact, d'un côté elle permet d'éliminer et d'annuler la transmission des salmonelles par contact entre génération successives, d'un autre côté malheureusement le poussin à l'éclosion est stérile et démunie de la flore de barrière cœcale alors qu'un poussin qui vit avec sa mère lui refile un lot de bactéries indispensable à la colonisation précoce de son tube digestif (effet barrière).

La maîtrise des points critiques lors de la production des aliments : la contamination des aliments par les salmonelles ne doit pas se faire en théorie d'où une série de décontaminations est pratiquée à chaque étape du traitement de l'aliment et surtout à la granulation (**Humbert, 1995**).

3.2. Survie dans la nature.

Les salmonelles peuvent être trouvées en grande partie dans les conditions défavorables d'environnement et peuvent même survivre à des conditions très rudes (éruption volcanique, humidité...) (**Murray, 1991**).

L'incidence des salmonelloses varie avec les saisons, et la capacité de la bactérie de survivre dans la nature est également variable.

Dans la nature elle peut survivre :

- 87 j : dans l'eau du robinet
- 115 j : eau de réservoir
- 120 j : aires de pâturage
- 280 j : sol de jardin
- 30 mois : fumier de bovin
- 28 mois : fientes de volaille.

Ces remarquables capacités de survie lui permettent de pouvoir être réintroduite chez les hôtes d'une façon aisée, comme furent ressuscitées des S.T sur des œufs embryonnés. Ces salmonelles qualifiées de bactéries viables non cultivables (VBNC) sont issues de microcosmes d'eau de mer en conditions hostiles et pour des années (**Dhiaf et Bakhrouf, 2004**).

3.3. Les vecteurs.

Les rongeurs constituent un danger potentiel pour les fermes et les élevages qui utilisent de l'aliment et ses dérivés dans des stocks à proximité des animaux. Leurs méfaits sont sous estimés ; ils amplifient le nombre des bactéries pathogènes dans l'environnement et les transmettent à l'être humain (**Meerburg et Kiljstra, 2007**).

Le taux d'isolement des salmonelles est plus élevé chez les animaux sauvages pendant la période pluvieuse plutôt que la période sèche et ce portage est beaucoup plus dû, à la baisse de résistance de l'animal à l'infection qu'au pouvoir de la bactérie. Alors que pendant la période sèche la contamination par les salmonelles est plus due, aux conditions de mauvaise hygiène et au mauvais contrôle alimentaire. (**Aschfalk et al., 2000**).

Les oiseaux sauvages et surtout les rapaces hébergent ST et sont considérés comme des porteurs sains et donc comme réservoirs de salmonelloses. (Tizard., 2004), (Millan *et al.*, 2004) Les reptiles en captivité hébergent pour 50% des salmonelles et pour la plupart, ces germes sont multirésistants aux antibiotiques. (Corrente *et al.*, 2004). Ces nuisibles présents dans les régions rurales présentent un danger sérieux pour la contamination des fermes et de l'environnement du bétail. (Braden., 2006).

Les insectes en l'occurrence les blattes ont été incriminés comme étant des réservoirs de salmonelles et sont capables d'infecter d'autres blattes et de souiller les objets inanimés ainsi que les autres nuisibles se trouvant dans les bâtiments avicoles et leurs environnements (Fathpour *et al* 2003).

Les animaux à sang froid fournissent encore un réservoir non épuisé de souches nouvelles rares et atypiques *S.arizona* à l'origine, actuellement *S.bongori*. De ce fait (Iveson *et al.*, 2009), propose deux groupes de sérovars trouvés en Australie.

Les sérovars natifs: est un large groupe de sérovars associé aux animaux locaux et à l'habitat et a une faible incidence épidémiologique.

Les sérovars exotiques: ceux là sont associés à l'environnement perturbé par l'activité de l'homme et probablement introduits par la colonisation humaine et sont d'importance épidémiologique majeure.

En Malaisie *S. enterica* sérovar, II Sofia est d'un intérêt particulier chez la volaille. Dans ce pays la source de la contamination était inconnue ; une hypothèse a été émise du fait que l'épizootie y est apparue en Australie en même temps qu'en Malaisie (Murray., 1991). Mais en Australie il a pris de l'ampleur, bien que la réglementation est très stricte pour la prévention des nouvelles maladies animales, néanmoins avec la recrudescence de ce sérovar, il a été prouvé que ce sérotype n'était pas spécifique à l'Australie (Ross *et al.*, 2003).

L'environnement, il représente la source de contamination la plus vaste et la plus difficile à maîtriser. Ce terme recouvre les bâtiments, leur abords, le matériel d'élevage, les camions de transport et plus généralement tous les vecteurs animés ou inanimés susceptibles d'entrer en contact avec les animaux au cours de leur vie économique.

Dans le cadre actuel des pratiques d'élevage de la volaille, plusieurs points critiques restent non maîtrisés, l'identification des meilleurs sites de production donnant le taux le plus élevé d'isollements de salmonelles d'après plusieurs auteurs demeure les broyats de jabots et la litière humide (Rybolt *et al.*, 2004) ; (Eriksson De Rezende *et al.*, 2001).

Les sols en terre battue, les parpaings constituant la base des murs ainsi que les systèmes d'aération ne peuvent être nettoyés et désinfectés correctement. Les abords des élevages, souvent contaminés par ruissellement lors des opérations de nettoyage, peuvent à leur tour contaminer tout vecteur s'introduisant dans l'élevage (rongeur, homme, tracteur, autres animaux...).

En l'absence de marqueurs épidémiologiques stables et précis, capables d'identifier une souche de *Salmonella* au delà du sérotype et permettant ainsi de la différencier sans erreur possible d'une autre souche appartenant au même sérotype, il sera difficile de décrire précisément les cycles de contamination qui vont des animaux au milieu extérieur et réciproquement. Il sera également très délicat de déterminer qui, de l'environnement ou de l'animal, est à l'origine de l'infection.

Les élevages intensifs de volailles ont de ce fait contribué à la contamination et à la pollution bactérienne de l'environnement. La très large dispersion des salmonelles associée à sa capacité de survie dans le milieu extérieur posera de plus en plus le problème de la gestion raisonnée des effluents animaux et des boues d'origine urbaine ou industrielle en plus de la pollution des eaux par les produits chimiques (nitrates et phosphates) et les problèmes de contrainte bactériologique ainsi que les problèmes sanitaires. (Humbert., 1995).

3.4. Types de Salmonelles.

3.4.1. Principaux sérotypes.

Les principaux sérotypes de salmonelles prédominants chez les animaux ou leurs produits alimentaires se répartissent comme suit :

La plupart des infections sont associées avec les sérovars des sous-espèces I (*S. Typhi*, *S. Typhimurium*, *S. pullorum*, *S. gallinarum*) et il est possible de diviser les sérovars en trois sous-groupes principaux :

-*Salmonelles pathogènes* : (infection chez les hommes et les animaux).

-*Salmonelles rarement pathogènes* : (moins fréquemment associées avec des infections et proviennent de plusieurs sources : animaux sauvages, environnement...).

-*Salmonelles de l'environnement* : (rarement retrouvées chez les animaux). (Sonaiya and Swan., 2004).

Rares sont les salmonelles spécifiques d'espèces, nous citerons S.G.P et *S. Typhimurium* var. Copenhagen chez le pigeon. La plupart des autres sérotypes plus ou moins ubiquitaires, sont à l'origine d'infections occultes ou de manifestations cliniques dont l'intensité varie considérablement en fonction de la saison, la région, l'âge et le sexe.

3.4.2. Salmonelles : saison, géographie, âge et sexe.

Le nombre de salmonelles fluctue en fonction de la saison de janvier à mai. Le CRSS a répertorié plus de 600 isollements par mois et pendant la période de mai à octobre plus de 1500 isollements par mois avec un optimum au mois d'août (CRSS., 2000). Les mois à risque pour les salmonelloses dans les pays asiatiques sont les mois de l'hiver et surtout décembre, le mois d'août représente le plus de risque pour les personnes (Sikder *et al.*, 2005). Les salmonelles sont plus reportées chez les femelles que les mâles et chez les plus âgées que chez les plus jeunes. Les sérotypes associés à l'Europe sont S.E mais ils le sont moins pour l'Afrique. Les autres pays, l'Asie et les Amériques ont des salmonelles de sérotypes plus variés. (Ekdahl *et al.*, 2004).

3.5. Pathogénie.

3.5.1. La pathogénèse.

L'invasion se fait à travers l'épithélium de l'intestin grêle par la traversée des cellules M des plaques de Peyer conduisant à leur destruction ainsi que le tissu avoisinant. Le génome des salmonelles contient 5 îlots de pathogénicité qui sont absents chez *E.coli*. La plupart des gènes contrôlant l'entrée dans les cellules M sont localisés dans le SPI-1 et encode pour le système de sécrétion de type III, responsable du transport des protéines de la bactérie au cytosquelette des cellules hôtes (Lamont., 2004). Quatre protéines encodées par les gènes SPI-1, Sop E, SipC, et StpP sont injectées dans la cellule hôte et initient le réarrangement du

cytosquelette qui entraîne le froissement de la membrane cytoplasmique permettant ainsi l'internalisation de la bactérie (Jenkins in Gillespie and Hawkey., 2006) ; (Ouwehand and Vaughan., 2006) ; (Bohez *et al.*, 2006).

Une fois à l'intérieur du macrophage, *Salmonella* demeure à l'intérieur du phagosome. Les protéines encodées par le gène SPI-2, telle la SpiC inhibe la fusion des lysosomes et endosomes de la cellule hôte contenant des composants bactéricides avec le phagosome. D'autres protéines du SPI-2 interfèrent avec le trafic intracellulaire de la cellule hôte recrutant des métabolites de la synthèse des composants bactéricides pour augmenter les chances de survie de *Salmonella* à l'intérieur du phagosome (Millemann., 1998) ; (Percival *et al.*, 2004). Les modèles de cultures cellulaires nous ont permis de rechercher comment les salmonelles pouvaient échapper à la réponse du système immunitaire de l'hôte. Parmi les stratégies qu'utilise cette bactérie, c'est l'interférence du LPS et du lipide A avec la production de cytokine. (Sansonetti et Zychlinsky., 2002).

3.5.2. Les matières virulentes.

Elles assurent la pérennité et l'extension de la maladie dans l'espace-temps. Elles sont nombreuses ; la plupart des organes et des excréta sont virulents y compris les plumes et le duvet des poussins, les poussières, les surfaces ayant été au contact des animaux contaminés ; même si les matières fécales jouent un rôle principal. (Marin *et al.*, 2009). La résistance des germes dans le milieu extérieur est variable en fonction des conditions locales mais toujours suffisantes pour assurer la pérennité de l'infection (*S. gallinarum pullorum* peut survivre 12 mois en milieu légèrement alcalin).

3.5.3. La transmission des salmonelles.

Elle peut être assurée par les vecteurs inanimés (aliment, eau, bâtiment, matériel d'élevage, de stockage et de transport des œufs et des animaux). Les vecteurs animés, source principale de l'infection jouent un grand rôle (100 espèces d'oiseaux peuvent héberger et disséminer une trentaine de sérotypes de salmonelles). Le rôle principal revient aux espèces à mœurs grégaires (étourneaux, corvidés, pigeons, mouettes, rapaces, oiseaux d'agrément...) (Tizard., 2004).

3.5.4. Les modalités de la contagion.

Elles sont les mêmes pour toutes les salmonelles et la transmission horizontale peut jouer un rôle dans tous les cas. En ce qui concerne la contamination congénitale des poussins, il est à remarquer que *S. Gallinarum Pullorum* se transmet plutôt in ovo, bien que pour toute salmonelle les deux modes de contaminations des œufs puissent jouer simultanément avec des fréquences différentes. Certains pensent que la contamination par *S. entéritidis* est la conséquence essentiellement d'une infection ovarienne de la poule. (Lecoanet., 1992).

3.5.5. Les voies de pénétration.

Elles peuvent être utilisées expérimentalement. Dans les conditions naturelles, la voie digestive est la plus universelle. Les bactéries se fixent dans les conditions de stress et de privation dans le jabot et prolifèrent pour stimuler les aggrégations lymphoïdes qui atteignent leur maximum à 34 j (Vaughn *et al.*, 2008). Les poussins peuvent se contaminer massivement

par voie respiratoire dans l'éclosoir, le coït peut éventuellement chez les adultes assurer la transmission du contag, la diversité des sources et des modalités de contagion explique l'existence de nombreux cycles de transmissions intra et inter-espèces qui compliquent l'approche du contrôle sanitaire de l'infection. (Bailey *et al.*, 2001).

3.5.6. Facteurs de virulence.

Nous estimons entre 200 à 400 gènes qui interviennent directement ou indirectement dans le processus infectieux (Millemann., 1998).

- Facteurs à déterminisme chromosomique : auxotrophes entraînent surtout une perte de virulence.
- Pili-fimbriae : favorisent l'attachement et l'internalisation.
- Pouvoir d'invasion : marqué en phase de croissance, a un rôle déterminant. (Groisman et Hughes., 2001).
- LPS (endotoxine) : il agit avec le système du complément, le lipide A est le principal responsable du choc toxique.
- Système de captation du Fer, présence de sidérophores.
- Survie dans les phagocytes et se multiplie à l'intérieur ; possession d'enzymes pour détruire les composés oxygénés catalase, superoxyde-dismutase...
- Toxines : cytotoxine, entérotoxine
- Ag.Vi
- Facteurs plasmidiques : Plasmides de virulence responsables de l'essaimage des salmonelles de l'intestin grêle vers le foie, rate et nodules lymphatiques. (Bourgeois *et al.*, 1996)

3.6. Salmonelloses aviaires au niveau du monde.

Le degré d'adaptation des salmonelles aux différents hôtes varie en fonction des sérotypes, et affecte la pathogénicité de l'homme et des animaux.

Les sérotypes adaptés à l'homme sont S.Typhi et Paratyphi, donnent des maladies sévères et un syndrome typhoïde, alors que chez l'animal ils sont généralement non pathogènes. S.G.P est adaptée à la volaille mais ne donne pas de maladie chez l'homme (Uzzau *et al.*, 2000).

Les sérotypes ubiquitaires S.E et S.T se retrouvant aussi bien chez l'homme que l'animal donnent des maladies gastro-intestinales et peuvent causer un syndrome entérique fébrile chez l'homme bien qu'elles passent inapparentes chez la volaille. (Humbert., 1995).

Par ailleurs ces sérotypes sont surtout associés aux denrées alimentaires d'origine animale. Vu le large spectre d'animaux pouvant être porteurs de *Salmonella*, une grande variété de produits alimentaires peut être à l'origine d'une contamination humaine : viande, particulièrement volaille, produits carnés, œufs, ovoproduits et produits laitiers. Les salmonelloses d'origine alimentaire peuvent donner lieu à des foyers très importants, qui peuvent atteindre une échelle nationale et même internationale, surtout si un aliment commercialisé à large diffusion se trouve contaminé. (Bourlioux., 2000).

3.6.1. Salmonelles aviaires au Maghreb.

Algérie : Plusieurs épidémies ont été reportées chez les humains et en particulier chez les nouveaux nés et les enfants et ceci dans 43 wilayates ou apparurent des antibiorésistances aux céphalosporines à spectre élargi SCE, qui sont fréquemment isolés à partir d'animaux et

d'aliments. La volaille est considérée comme première source de contamination (Arlet, *et al* 2006) ; (Elgroud *et al.*, 2006)

Tableau.13. Type d'antibiorésistance aux céphalosporines à spectre élargi : (Arlet *et al.*, 2006).

	TEM group	SHV group	CTX-M-1 group	CTX-M-9	CMY group
Algérie	25	2	3		2
Maroc	3				
Tunisie	4	2. 2a	3	27	4
Lybie		2			
France	3, 4, 52		15	2	2

Au Maroc : des études ont été réalisées pour détecter la présence de la pullorose et la typhose grâce à des sérums, des écouvillonnages cloacaux et des études microbiologiques de litière. Elles ont données respectivement les résultats suivants, 6% ; 23%, et 58% (Bouzoubaa., *et al* 1992). *S. enteritidis* et *S. wien* sont les types dominants dans une étude réalisée au sein du laboratoire de bactériologie du CHU de Rabat-Salé. Ainsi entre 1986 et 1993, 158 patients dont 78% d'enfants ont été hospitalisés pour un syndrome non typhoïdique avec présence de salmonelles de groupe B (*S. Wien* et *S. Enteritidis*). Dans une autre étude rapportant des données entre 1990 à 1996 au sein du même laboratoire, il existe une prédominance de *S. Enteritidis* (56%) suivie de *S. Infantis* (20%), *Wien* (5%), *Typhimurium* (3%) et *Schester* (2,8%). De même que des études sur des carcasses de poulets de chair collectées en différents locaux commerciaux et de supermarchés ont montrées des prévalences respectives de (1.5%), (3.25%) et entre (10 à 25%) (Cohen *et al.*, 2007).

Lybie : Une étude portant sur les crèmes glacées achetées aux points de vente à Tripoli a révélé une contamination par *E. coli* de 6%, *Salmonella* avec 5%, *St aureus* 38%, *L.monocytogenes* à 7%, de même que ces souches ont montrées une résistance aux antibiotiques de 25% (El-Sharef *et al.*, 2006)

Tunisie : (Aissa *et al.*, 2004) rapporte que durant la période (1994-2004), il y eut une décroissance en salmonelles chez les humains et les denrées alimentaires d'origine animale. Les sérotypes les plus incriminés sont S.E (25.5%) S.Anatum (14%) S.Corvalis (13.2%). Chez les animaux et l'environnement, une nette recrudescence des mêmes sérotypes semble être endémique dans le pays S.E (69%), S .Anatum (28%), S. Corvalis (17.3%), ces sérotypes montent avec la saisonnalité en augmentant en été et le contraire pendant l'hiver. Alors que pour les salmonelles de l'environnement, c'est l'inverse qui est observé. (Gueda *et al.*, 2009) ont observés sur des bâtiments avicoles une prévalence de 39.2% de S.E et 0.48% de S.T et S. Scharzengrund. Ils ont démontrés que c'est le même clone de S.E circulant dans le monde qui était implanté en Tunisie.

3.6.2. Salmonelles aviaires en Afrique.

Egypte : (Ibrahim., 2005) isole 56 salmonelles à partir d'aliments de volaille de bovins et d'humains ; les sérotypes recouverts à partir de volailles malades sont : S.Arizona ; S.Cerro ; S.E ; S.G.P ; S.T.

Quarante trois salmonelles ont été isolées à partir de 950 prélèvements soit un taux de 4.5%. Pour les sujets malades, un taux de 6.1% ; l'aliment de volaille 3.07% ; les produits avicoles 3.33% et pour les poussins de 1 jour, 3 % (Mohammed., 2006).

Soudan : les maladies présentes dans des bâtiments de poules pondeuses sont par ordre de morbidité : la maladie de New Castle, la Gumboro puis la salmonellose avec un taux de mortalité variant entre 1.6% -10.7% (Babiker *et al.*, 2009).

Botswana : des études sur les viscères de poulets de chairs (foie, vésicule biliaire, intestins et cloaques), ont révélées des taux respectifs de *Salmonella* de (50, 43.8, 37.5 et 35.5 %) (Gaedirelwe and Sebunya., 2008).

Ethiopie : la prévalence en salmonelles des carcasses de poulets de chair et de leurs viscères (foie, gésier cœur) est de 8.3% (Molla *et al.*, 2003). Parmi les souches isolées, 51.2% furent résistants au sulfisoxazole, 46.2% à la spectinomycine, 45% à l'amoxicillin- acide clavulanique et à l'ampicilline, 41.2% à la tétracycline et 30% au chloramphenicol. Moins de 27.5% de ces souches montrèrent une résistance au chloramphenicol, streptomycine, cotrimoxazole et au trimethoprime. *S. Typhimurium* var. Copenhagen (100%), *S. anatum* (62.5%), *S. Typhimurium* (33.3%) and *S. Braenderup* (34.3%) montrèrent une multi-résistance à plus de 8 antibiotiques. Aucune des souches n'a été résistante à l'amikacine, l'apramycine, gentamicine, kanamycine, néomycine, tobramycine, quinolones, céphalosporines et nitrofurantoïne. (Molla and Alemayehu., 2003).

Nigeria : des prélèvements à partir de fientes de volailles à l'intérieur de bâtiments avicoles ont permis d'isoler *Salmonella paratyphi* A à raison de 12.5% et d'autres sérotypes de salmonelles S.T, S.E et S.G. *Salmonella typhi* n'a pas pu être isolée à partir des fientes. (Orji *et al.*, 2005).

Zambie : sur 10 épizooties de salmonellose à S.G.P, 3 cas proviennent de couvoirs et ont été identifiés en tant que pullorose, 5 cas ont touchés des poulettes démarrées de 5 à 18 mois d'âge et ont été diagnostiquées comme étant des typhoses aviaires, par S.G (Sato *et al.*, 1997).

Sénégal : les recherches conduites par les auteurs montrent qu'environ 9 % des poulets vendus ont un taux inacceptable de contamination microbienne, notamment par des salmonelles. (Cardinale *et al.*, 2000). Des prélèvements des plats cuisinés de volailles prêts à consommer ont révélés un taux de 20.1 % de salmonelles. Les sérotypes isolés furent *Salmonella* Hadar, *Salmonella* Enteritidis et *Salmonella* Brancaster (Cardinale *et al.*, 2005). Alors que (Bada-Alamedji *et al.*, 2006) avance un taux de 62.5% qui se repartissent entre

S.Kentucky, S.Muenster, S.Brancaster, S.E. S.Hadar avec 45.6% de souches multiresistantes à au moins 5 antibiotiques.

Cameroun : trois cents échantillons de crèmes glacées produites dans deux métropoles du Cameroun sont évalués pour leur qualité hygiénique. Les examens microbiologiques y révèlent la présence d'*E. coli*, de S.G.P et de salmonelles, respectivement dans 71,3, 49,6 et 5 %. L'eau de fabrication et le non-respect des règles d'hygiène dans les établissements de production sont les principales sources de contamination de ces produits. (Wouafo *et al.*, 1996).

3.6.3. Salmonelloses aviaires au niveau de l'Europe.

France : Concernant les salmonelles, les efforts de la filière pour éradiquer les principaux sérovars importants en santé publique à l'étage des reproducteurs, la mise en place d'une réglementation sur ceux-ci en 1998 et la technique et la durée d'élevage différentes en poulet label expliquent en grande partie les résultats obtenus. La quasi-éradication des salmonelles est désormais obtenue en filière poulet label rouge (99,5 % d'échantillons de peau de cou négatifs en 2006). Plusieurs facteurs peuvent expliquer l'évolution favorable de la contamination microbiologique de ces denrées : l'essor de la technologie d'abattage, du soin apporté au nettoyage et à la désinfection, des outils, la mise en place d'un guide de bonnes pratiques d'hygiène, unanimement respecté par la filière depuis 1997. (Salvat *et al.*, 2008).

Espagne : l'examen des produits avicoles incluant les carcasses de poulets, les parties de poulets (ailes, cuisses, foie, cœurs), la charcuterie et les hamburgers, a permis d'isoler des salmonelles avec une prévalence de 49% avec 55% pour la peau des carcasses et 20% pour les hamburgers. *Salmonella enteritidis*, *S. poona*, *S. paratyphi* B et *S. worthington* ont été isolés respectivement dans 34.3%, 11.4%, 2.8% et 1.4% des prélèvements. (Capita *et al.*, 2003).

Portugal: les résultats montrent que les prélèvements sont fréquemment contaminés par des salmonelles, soit 60% appartenant à 10 sérotypes S.E, et *Salmonella* Hadar sont les sérotypes les plus fréquents (Antunes *et al.*, 2003).

Pays Basque : Dans une étude faite sur des oiseaux sauvages (vautours, faucons...) pour la détection de salmonelles. Il s'est avéré que ces animaux présentaient une prévalence de 8.5% en salmonellose Millan *et al* (2004).

Belgique : un total de 513 composants frais d'aliments d'origine animale ont été analysés pour la détection des salmonelles, seules 2 souches de SE ont été trouvées chez les poules pondeuses, comme le rapporte le CRSS., (2000).

Ecosse : grâce à la PGFE de *Salmonella* Java, (Brown *et al.*, 2003) ont pu mettre en évidence 2 « clusters » ou groupes majeurs, et les isolats à partir de viande de volaille importée des Pays Bas. 31 des 37 isolats ont un « cluster Java X1 » similaire au « cluster aviaire de profil X8 », ce qui suggère que la volaille importée est une source de contamination de l'homme.

Irlande : L'incidence des salmonelles aviaires sur un total de 2985 prélèvements a montré un taux de 34.5% chez la volaille ; les sérotypes prédominants durant la période de (1979–1991) sont *Salmonella* Typhimurium (22%), *Salmonella* Virchow (12.9%) et *Salmonella* Enteritidis (11.7%). **Menzies *et al.*, (1994).**

Autriche : En 2002, S.E : *phage* type 29 (PT29) a été isolé de prélèvements non humains avec un taux de 27.7% par rapport à l'ensemble des S.E isolés des volailles. Les souches aviaires ont été isolées à partir de viande, abats, écouvillonnage cloacaux et fientes de volailles. La viande et les foies de volailles ont donnés un taux de 13.1%. Le taux de contamination chez l'homme par S.E (PT29) est moins élevé 0.4% et 0.33% en 2003. Ce qui prouve que les souches aviaires ne constituent pas en Autriche une source majeure de contamination humaine par S.E (PT29) **(Berghold *et al.*, 2004).**

Suède : En 1991, le nombre de contamination chez les volailles s'accroît, probablement en raison d'une augmentation du nombre d'échantillons prélevés sur les poules pondeuses réformées. Au cours de cette période, 56 sérotypes différents ont été isolés, dont 19 pour la première fois. Les sérotypes les plus fréquemment rencontrés chez les animaux contaminés sont *S. Typhimurium* (36 %) et *S. Dublin* (24 %). *Salmonella* Enteritidis est isolée dans 1,5 % des cas et on observe l'apparition de *S. Agona* en 1991 (5 %) **(Malmqvist., 1995).** Mais le contrôle des salmonelles a été appliqué au grands parentaux ponte d'une façon systématique, ce qui s'est traduit par une absence totale de S.E dans la filière pour les années postérieures à 1994 **(Wierup *et al.*, 1995).**

Italie : De 1997 à 1999, le centre des salmonelles a reçu 13 souches, de *S. Cerro* provenant de professionnels sains manipulant des aliments, quatre d'aliments, et un d'un cas d'entérite. A l'exception de deux souches, toutes provenaient de l'Est de la Sicile où, 58 isolats de *S. Cerro* ont été identifiés dans les effluents, soit une fréquence plaçant ce sérotype en deuxième place après le Typhimurium **(Mammìna *et al.*, 2000).**
Un contrôle d'aliments d'origine animale pour leur portage de salmonelles durant les années 2001-2002 a révélé une détection de 2.2% dont 9.9% furent représentés par les produits avicoles **(Busani *et al.*, 2005).**

Danemark: Une stratégie de contrôle des salmonelles dans les parquets avicoles a été réalisée. Le pourcentage de bâtiments avicoles positifs pour *Salmonella* en 1997 était de 12.9%, puis en 2002 de 1.5%. Le pourcentage des bâtiments infectés produisant des œufs de consommation a décliné de 13.4 à 2.6%. Le sérotype dominant est S.E. **(Mølbak., 2004)**

Roumanie : un taux de 4.68% de *Salmonella spp* a été observé chez les poulets de chairs congelés et issus de l'abattoir avicole où le tank de rinçage a été trouvé comme une importante source de contamination. **(Carmen *et al.*, 2008).**

Turquie : 18.9% de souches de salmonelles ont été isolées à partir de peaux et d'ailes de volailles prélevées de 08 points de vente de carcasse de volailles. **(Goncagul *et al.*, 2005).**

Pologne : la recherche de salmonelles chez des poulets de chair et les poules pondeuses entre 2001 et 2005 a permis d'isoler S.T et S.E avec un taux de 42.8 % et 67.8 % (**Trawinska et al., 2008**)

3.6.4. Salmonelloses aviaires au niveau du reste du monde.

Liban : Dans onze élevages de poulets de chair, ont été mis en évidence dans différents organes de poulets la présence de 112 souches de *S. Enteritidis* qui ont affiché une résistance à la furaltadone et à la gentamycine. (**Barbour et al., 1999**).

Arabie Saoudite : 26% de cas sont isolées à partir de reproducteurs ponte et chair et multiplicateurs chair et ponte. L'environnement des volailles est représenté par *Salmonella Enteritidis*, *Virchow*, *Paratyphi B* ; *Infantis*. (**Al-Nakhli et al., 1999**).

Iran : les intoxications alimentaires à *Salmonella* à partir des viandes de volailles ont été étudiées en Iran. Il s'est avéré que 7.5% des viandes de volaille de supermarchés de Machhad sont contaminées par S.T et S.E et que la viande fraîche est plus touchée que la viande congelée. (**Mohsenzadeh., 2002**).

Inde : En Inde des écouvillonnages cloacaux réalisés sur des poulets ont révélés un taux de salmonelles de 14.7% représentés par S.E, S.T, S.G et *S.Paratyphi B* (**Murugkar et al., 2005**). (**Nagappa et al., 2007**) signale avoir isolé 04 S.T à partir de 200 prélèvements de viande de volaille et d'œufs de table pour consommation humaine.

Pakistan : Des échantillons à partir d'œufs, de viande, de fientes de volaille, ont permis de recouvrir 155 S.E soit 75% parmi les 206 salmonelles isolées sur 615 prélèvements. (**Akhtar et al., 2010**).

Malaisie : les salmonelles isolées à partir des échantillons de volailles surtout qui sont impliquées dans TIAC tels S.E et S.T se sont avérées contenir des facteurs de virulence pour la majorité des souches isolées (**Rozila et al., 2007**). Par ailleurs *S. Enteritidis* *S. Muenchen* *S. Kentucky* and *S. Blockley* ont été retrouvés au niveau de carcasses de poulets de chair exposés à la commercialisation ainsi qu'au niveau des abattoirs et des unités de transformation de même que dans les fientes et la litière des reproducteurs. (**Rusul et al., 1996**).

Taiwan : Au niveau des couvoirs, 13 à 29 % des prélèvements effectués sur les duvets de poussins, sont positifs en salmonelles. (**Su-Jen et al., 2002**).

Philippines : la présence des salmonelles et des germes pathogènes tels que les SCP (*Staphylocoques Coagulase Positive*) dans les sauces et viande de volailles apparaît être causé par la contamination croisée durant la préparation des sauces vendues sur la route et à proximité des lieux d'abattage de ces animaux. (**Patricia et al., 2004**).

Thaïlande : La prévalence des *Salmonella* chez les poulets de chair dans les bâtiments avicoles, les abattoirs et la viande de poulet commercialisée est respectivement de 4%, 9% et 57%, **Padungtod et Kaneene., (2006)**. *Salmonella* Enteritidis PT4 est le lysotype qui est le plus retrouvé dans les infections à S.E chez la volaille et chez les humains. (**Boonmar et al., 1998**).

Canada ; les prélèvements à partir de jabots de carcasses de poulets de chairs ont donné un taux de 4.3% en salmonelles. (**Chambers et al., 1998**).

Etats Unis : Les Non Typhi *Salmonella* (NTS) causent des infections de l'ordre de 1.4 millions par année (**D'Mello., 2003**). Les résultats d'une étude indiquent que l'incidence de *Salmonella* était approximativement de 16.7%, avec une plus grande incidence du germe observée dans les carcasses prérefrigérées que celles qui le sont après (**Logue et al., 2003**). 95% des cas de salmonellose non typhoïdienne sont transmis par contamination des denrées alimentaires d'origine animale. Les jeunes poussins dans 4 épidémies au Michigan et 74% des cas de patients résidaient à proximité des couvoirs. *Salmonella* Infantis fut impliquée dans la contamination et démontrée par PGFE (**Wilkins et al., 2002**). *Salmonella* Enteritidis isolée à partir des eaux de rinçage de carcasse de poulets de chair a quadruplé durant l'année 2000-2005. Le nombre d'établissement avec des isollements positifs de S.E a triplé. Le nombre d'états positifs pour S.E a quasiment doublé, les types phagiques identifiés sont PT13 et PT8. Deux souches ont été impliquées dans les toxi-infections alimentaires. (**Altekruse et al., 2006**).

Bresil : Des analyses sur des saucisses non cuites de volailles ont révélé un taux de 13.33% et 3.24% de salmonelles. Aucune salmonelle n'a été isolée de mains d'opérateurs d'essuyage de surfaces, de condiments et de saucisses cuites. (**Luiz et al., 2004**).

Sur une période de 07 ans des prélèvements variés au niveau des poulets de chair et leur environnement réalisés dans des bâtiments avicoles au Brésil ont donné principalement des isollements de salmonelles de sérovar Enteritidis dans des pourcentages élevés, 84% pour les poulets de chair et 57% pour les poulettes démarrées (**Kanashiro et al., 2005**).

Chili : Le sérotype S.E PT4 a été le plus répandu et le plus prédominant dans le Chili et les pays voisins et il n'a pas été tranché sur les causes de cette propagation. Elle est due à sa virulence ou aux pratiques commerciales qui ont exalté sa distribution bien que ce sérotype soit rattaché à la volaille et ne présente pas de plasmides d'antibiorésistance. (**Fernandez et al., 2003**).

Australie : deux études sur la prévalence en salmonelles dans les filières avicoles durant deux périodes, l'une avant l'application de la méthodologie HACCP en 1993/1994 et l'autre après son application durant les années 2000/2001. Les résultats ont montré une amélioration de la qualité microbiologique de la viande de volaille. (**Sumner et al., 2004**).

CHAPITRE I : DETECTION BACTERIOLOGIQUE DE SALMONELLES MINEURES AU NIVEAU D'UN ELEVAGE DE REPRODUCTEURS-CHAIR DANS LA REGION DE BATNA

Introduction.

Les salmonelloses sont l'une des principales toxi-infections alimentaires chez l'homme, elles sont dues à de nombreux sérotypes de salmonelles (*S.Typhimurium*, *S.Enteritidis*...). Les productions avicoles sont pour les pays développés et en voie de développement, des denrées à la portée du consommateur moyen mais en l'occurrence elles véhiculent des zoonoses de maîtrise très délicate.

Si la pullorose à *Salmonella gallinarum pullorum* représente un véritable fléau, des mesures de lutte ont permis à limiter sa progression, mais le vide biologique créé aurait favorisé l'émergence d'autres salmonelles (4 foyers de *S.Enteritidis* et 20 foyers pour les autres salmonelles ont été comptabilisés à travers le nord du territoire national en l'an 2003). (**Bulletin Sanitaire Vétérinaire., 2003**).

Le développement des TIAC chez l'homme causé par *S.Typhimurium*, et *S.Enteritidis*, suite à la consommation d'œufs et d'ovoproduits a remis en question l'hygiène et la propagation de cette bactérie dans la filière avicole et surtout chez les poules pondeuses.

1. Matériels et Méthodes.

Les unités choisies pour nos prélèvements appartiennent au secteur privé, implantées en région subsaharienne à climat chaud (Barika) et isolé de toute production animale.

Les parquets de reproducteurs chair sont caractérisés par un élevage intensif constitué de deux bâtiments de 5000 têtes de race Hubbard F15. Chacun nourri avec un aliment de fabrication locale, l'abreuvement est automatique, la ventilation dynamique, munie d'un système de « paad cooling ». La conduite de l'élevage est effectuée conformément au guide d'élevage des reproducteurs-chair Hubbard F15. La courbe de production et le taux de mortalité sont normaux.

1.1. Echantillonnage.

Nos échantillons ont ciblé en premier lieu le bâtiment B1 de la ferme avicole. Ils ont été conduits selon le programme du guide SNA Couvoirs concernant la détection de *Salmonella* dans le parquet de reproducteurs. (**Anonyme., 1993**).

200 ml d'eau ont été prélevés selon les conditions de stérilité requises au niveau de la trémie d'abreuvement.

500 g d'aliment ont été prélevés stérilement d'un sac pris au hasard sur un camion lors du déchargement. (**Lecoanet., 1990**).

30 écouvillonnages cloacaux, ont été réalisés sur la volaille de 18 semaines prise au hasard

60 prélèvements de fientes cœcales ont été récoltés à la main munie d'un gant et mises dans 60 sachets stériles.

24 essuyages de surface ont été faits à l'aide de chiffonnettes au niveau des endroits requis. (**Drouin., 2000**).

60 sérums ont été prélevés sur les volailles et poolés par groupe de 10, puis conservés au congélateur en vue de rechercher les Ac. anti Salmonella.

Les prélèvements sont par la suite étiquetés et transportés vers le Laboratoire de Microbiologie du Département Vétérinaire de l'Université de Batna.

Les analyses ont été réalisées dans des délais de temps inférieurs ou égaux à 4 heures.

Des antibiogrammes ont été effectués pour les souches de salmonelles isolées par la méthode CLSI ou NCCLS au niveau du CHU de Batna en vue de connaître la sensibilité des germes envers 13 antibiotiques.

Un sérotypage des souches isolées a été réalisé par la méthode d'agglutination sur lame.

1.2. Méthodes d'analyses bactériologiques.

L'analyse des échantillons eau (eau de la bache et eau d'abreuvement des trémies), aliment, écouvillonnage cloacaux, fientes caecales et essuyage de surfaces pour la recherche des salmonelles, s'est faite par les méthodes d'analyses bactériologiques de la norme NF ISO 6579 ; les directives générales concernant les méthodes de recherches des Salmonelles. (AFNOR., 1998) (voir Fig. 4).

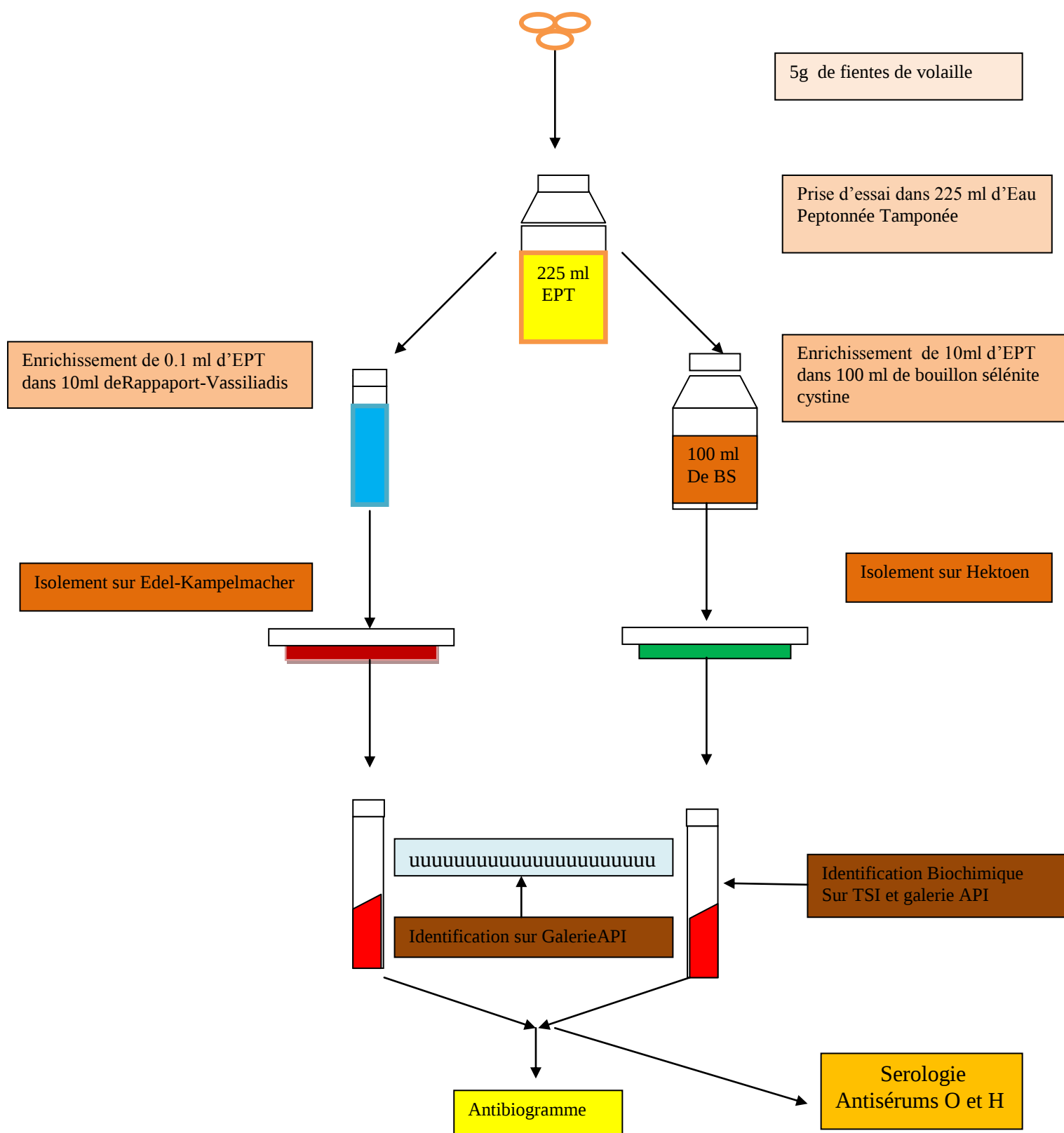


Fig. 4 : Protocole ISO AFNOR 6579 de la recherche des salmonelles dans les fientes de volaille

2. Résultats.

2.1. Conduite de l'élevage.

D'une façon générale la conduite de l'élevage de notre cheptel s'est faite en quasi adéquation avec le cahier de charge de l'élevage des reproducteurs Hubard 15 avec une homogénéisation optimale de la volaille. Les seules anomalies ont été observées au niveau des courbes de croissances et d'alimentation du male, qui se sont un peu décalées des courbes théoriques du manque d'aliment spécifique. (Prevost et al., 2008).

2.2. Degré de contamination de l'eau.

Tableau. 14 : Résultats des différents germes dénombrés dans l'eau.

Microorganismes	Nombre en UFC/ml
Flore totale	242. 10 ³
Coliformes totaux	25 .10 ²
Staphylocoques	Absence
Streptocoques fécaux	60
Clostridium sulfite réducteurs	7.10 ²

2.3. Contamination de tous les prélèvements confondus par les salmonelles.

Tableau.15 : Résultats de la recherche des salmonelles dans tous les prélèvements confondus.

Echantillons	Nombre de prélèvements	Cas positifs	pourcentage
Eau (flacons de 200ml)	2	0	0
Aliment (500g d'aliment)	2	0	0
Ecouvillonnage cloacal Volaille âgée de 6 semaines	30	0	0
Fientes caecales Volaille âgée de 18 semaines	60	4	6.6
Surfaces (Mur, Litière) B1 Avant ponte, Volaille âgée de 18 semaines	12	0	0
Surfaces (Pondoirs, perchoirs, litière) B2 après ponte Volaille âgée de 22 semaines	24	3	12.5
Total tout isolements confondus	130	7	5.38

2.4. Mise en évidence des salmonelles dans les écouvillonnages cloacaux et les fientes caecales et au niveau des surfaces.

L'étude a été réalisée sur 90 prélèvements et a montré une très grande hétérogénéité des résultats. Seuls deux prélèvements nous ont donnés des résultats positifs soit 4 salmonelles

isolées à partir de 90 échantillons soit un taux de 4.4%; alors que la prévalence pour les fientes caecales sur 60 échantillons est de 6.6%.

Les salmonelles ont été surtout isolées au niveau des surfaces à partir des volailles âgée de 22 semaines, c'est-à-dire que la ponte a vraiment exaltée la sortie des salmonelles et sur 24 essuyages de surfaces 3 salmonelles furent isolées soit un taux de 12.5%.

2.5. Sérotypage.

Toutes les 7 souches isolées à partir des fientes caecales et des pondoires et perchoirs se sont révélées être des *Salmonella typhimurium*

2.6. Sensibilité aux antibiotiques.

Nos 6 *Salmonella typhimurium* paraissent être de même antibiotype et appartenir à une même souche et se sont révélées ayant un profil de résistance A-Tic-C : (chloramphenicol, ampicilline, ticarcilline) et sensibles aux : (imipenem, cefalotine, cefoxitine, cefotaxime, amikacine, kanamycine, tmp+sulfamides, Isepamycine, pefloxacine, colistine) ; par contre une seule *Salmonella typhimurium* s'est montrée avoir un profil de résistance A-Tic-AMX-C-TMP+S (l'ampicilline, ticarcilline, chloramphenicol, Amoxicilline+Ac. Clavulanique, trimethoprime+ sulfamides), et sensible au 7 antibiotiques restants.

Tableau.16 : Antibiogramme de 2 profils de résistances de *S.typhimurium*

Antibiotiques	Diam (mm)	Interprétation	Diam (mm)	Interprétation
Ampicilline	<6	R	<6	R
Ticarcilline	<6	R	<6	R
AMX+Ac.Clavulanique	18	S	<6	R
Imipenem	31	S	31	S
Cefalotine	20	S	20	S
Cefoxitine	26	S	26	S
Cefotaxime	32	S	32	S
Amikacine	23	S	23	S
Isepamycine	24	S	24	S
Chloramphénicol	<6	R	<6	R
TMP+Sulfamides	23	S	<6	R
Pefloxacine	30	S	<6	R
Colistine	16	S	16	S

3. Discussion.

Bien que la conduite de l'élevage des reproducteurs chair soit très bien tenue : faible mortalité, lots très homogènes, aspect sanitaire du troupeau très adéquat, production maximale, l'élevage est situé dans une région chaude ce qui probablement n'a pas été

couronné par l'isolement de SE d'ailleurs relaté par certains auteurs. (Garber *et al.* 2003) ; (Waltman *et al.*, 1993)

3.1. Eau.

Nous pouvons, après comparaison de nos résultats aux normes du Journal Officiel N°35 que la qualité de l'eau d'abreuvement de nos volailles issu de puits est acceptable vu qu'elle ne contient pas de germes pathogènes (salmonelles et staphylocoques) mais qu'elle demeure souillée par des coliformes fécaux et de streptocoques fécaux, ce qui témoigne d'une contamination fécale récente. (Giraud., 1998). Par conséquent cette eau doit être décontaminée avant d'être distribuée aux volailles. (Kabir *et al.*, 2007) rapporte que les eaux de puits peuvent contaminer l'environnement et le taux assez important des S.T est une menace pour la santé publique d'autant plus qu'ils peuvent être multiresistants aux antibiotiques.

3.2. Aliment.

L'absence de salmonelles dans 25 g d'aliment témoigne d'une maîtrise du circuit de l'aliment qui est produit in situ. L'aliment a été traité à la température et à une aération lui réduisant son taux d'humidité à 15%. Cette alternative est capable de réduire à elle seule le taux de salmonelles présents dans l'aliment (Himathongkham *et al.*, 1996), mais il se peut que la faiblesse de l'échantillonnage soit en faveur de l'absence de germes.

3.3. Ecouvillonnage cloacal.

Les salmonelles sont totalement absentes dans tout nos prélèvements bien que relatées par plusieurs auteurs (Kotton *et al.*., 2006). L'absence de ces germes pathogènes pourrait être liée à un échantillonnage insuffisant ; il est à noter que pour les écouvillonnages cloacaux la méthodologie NF recommande le prélèvement de 60 écouvillons ce qui n'a pas été notre cas. Comme elle pourrait être due à une compétitivité entre différents germes saprophytes qui pourraient inhiber la multiplication des germes pathogènes et ce par modification du milieu car ces derniers sont plus exigeants que les germes saprophytes. (Valanconny *et al.*., 2001). De même qu'avec des élevages traditionnels et grâce à des écouvillonnages cloacaux (Jafari *et al.*, 2007) ont pu isoler des S.T avec la même prévalence 5.8 % vu que les salmonelles colonisent facilement tout le tractus digestif et peuvent être isolés plus facilement que dans les fientes où les salmonelles sont relarguées d'une façon intermittente.

En plus de la préparation du RV qui a été faite extemporanément dans notre laboratoire ce qui donne pour ce milieu une isolation médiocre de salmonelles (Beckers *et al.*, 1987).

Par ailleurs (Kotton *et al.*, 2006) signale l'efficacité des écouvillonnages cloacaux à l'opposé des fientes caecales qui ne permettent pas une bonne récupération des S.T mais ceci est valable pour les selles humaines.

3.4. Fientes caecales.

Alors que la récolte des fientes ne stresse pas les volailles. Sur les 60 échantillons effectués au niveau du Bâtiment B1 qui constituent en effet un échantillonnage assez significatif vis-à-vis

de pools de 100 fientes ou des surbottes couvrants les chaussures ou des serviettes pour collecter les fientes (Skov *et al.*, 1999).

Sept échantillons étaient suspectés être des **salmonelles** en se référant aux critères discriminatifs suivants effectués sur les tubes TSI [Glucose (+) Lactose (-) Saccharose (-) Gaz (+) H₂S (+)] En plus de ces caractères d'autres caractères additifs ont été testés : [la TDA qui s'est avérée (-), l'Urée(+), indole (+), ONPG (-).] (Joffin., 1996).

Les 53 autres échantillons appartenant en grande partie aux colonies de couleur saumon pour la gélose Hektoen et jaune pour Edel et Kampelmacher. Ces colonies n'ont pas été traitées pour l'identification de leurs espèces. Nous supposons qu'elles appartenaient en grande partie à des Coliformes (*E. coli* et apparentés).

Sur les 7 échantillons suspectés (tubes TSI) :

4 ont effectivement répondues comme étant des salmonelles.

1 *Proteus*.

1 *Pseudomonas aeruginosa*.

1 *E. coli*.

Par conséquent au total nous avons détectés sur les 60 échantillons, 4 espèces de salmonelles qui ont été sérologiquement sérotypées comme étant *S. Typhimurium*, alors que (Oliveira *et al.* 2006) n'a pu détecter aucune salmonelle à partir d'un pool de fientes de 100 volailles mais l'utilisation de Mc Conckey pour l'isolement de salmonelles n'est pas très recommandée.

Le circuit des fientes du sol du bâtiment constitue un excellent indicateur de contamination par les salmonelles, ce qui rejoint les travaux de (Korsak., 1992).

3.5: Surfaces.

Sur le Bâtiment B1 : bien que les fientes caecales récoltées au niveau de ce bâtiment renferment des salmonelles ; nous ne les avons pas décelés au niveau des murs et des sols et dans ce cas le programme du guide SNA couvoirs préconise de rechercher les salmonelles dans le 2^{ème} bâtiment du site en doublant les prélèvements, soit 24 prélèvements (8 chiffonnettes pour la litière, 8 pour les pondoires et 8 pour les perchoirs). Par conséquent nous avons décelés 3 espèces de salmonelles dans le 2^{ème} bâtiment (**3 *Salmonella Typhimurium***).

L'arrêté ministériel du 27 mai 1995 définissant les mesures générales de prévention en élevage avicole préconise dans le cas où une bactériologie positive avec un taux > 2 % avec une confirmation sérologique, que les animaux doivent être détruits par un abattage systématique.

Or nos bâtiments présentent une prévalence de 5.38 % de salmonelles ; si la confirmation sérologique pourrait se faire ultérieurement les deux bâtiments du site seront considérés comme contaminés et les œufs interdits d'incubation.

3.6 : Sérotypage.

Les sérotypes *Salmonella Typhimurium* découverts dans les bâtiments de reproducteurs chair correspondent à la contamination du sommet de la pyramide de l'élevage avicole en Algérie, ce qui fait qu'en aval de la filière nous pouvons retrouver ces germes à l'opposé des contaminations moins fréquentes dans ce maillon de la chaîne avicole dans les pays développés (EFSA., 2004).

3.7 : Sensibilité aux antibiotiques.

Le spectre de résistance de nos souches est surtout pour les antibiotiques peu utilisés dans le secteur sanitaire est peu prononcé et nos germes restent sensibles aux céphalosporines de 3^{ème} génération. Mais le spectre de résistance des salmonelles isolées est envers la Ticarciline, le Chloramphénicol et l'Ampicilline, ce qui est de loin inférieur aux résultats rapportés par (Zahraei et al. 2005). Par ailleurs (Lailler *et al.*, 2002) rapportent que le lysotype majoritaire est S.T DT104 avec 39% et 10 pulsotypes de type px1 étaient associés au lysotype DT104 et la majorité des souches présentaient un profil de résistance aux antibiotiques suivants : **Ampicilline Streptomycine, Chloramphénicol, Tétracycline et Sulfamides** ; or nos souches de S.T n'ont pas été testées envers la streptomycine ni les tétracyclines mais elles ont présentées un même profil de résistance aux antibiotiques ; ce qui pourrait laisser penser que nos souches soient du même pulsotype sachant que nous n'avons pas pu réaliser une PGFE sur nos souches par manque de moyens. Comme il a été retrouvé chez des salmonelles paratyphi B des îlots de résistance génomique de type S.T DT 104, ce qui correspondrait à la transmission horizontale de cet îlot de résistance à partir de souches animales à des souches humaines d'où le danger potentiel dans l'utilisation abusive d'antibiotiques dans l'alimentation des animaux ainsi que de l'utilisation inadéquate des antibiotiques à des doses subthérapeutiques. (Meunier *et al.*, 2002).

Conclusion

La prévalence en salmonelles de l'élevage de reproducteurs chair étudié dans la région de Batna (est de **5.38%** pour *Salmonella* Typhimurium), cette recherche de germes a été réalisée par la méthodologie ISO 6579.

Les prélèvements de fientes caecales et de litière imbibée ont été les seuls à refermer ces germes.

L'existence de *Salmonella* Typhimurium dans la poule et de *Salmonella* Typhimurium dans l'environnement de poulets reproducteurs chair est elle même un danger pour la santé publique. Des mesures de biosécurité doivent être prises pour diminuer les risques de contagion des élevages avicoles limitrophes et d'éviter la consommation de leurs produits par l'homme. Par ailleurs il faut respecter les règles d'utilisation de l'antibiothérapie afin d'éviter de sélectionner des souches microbiennes multirésistantes aux antibiotiques.

Introduction

La filière avicole connaît ces derniers temps un sérieux problème avec la grippe aviaire, Cette pathologie a détourné nos éleveurs de l'investissement en la matière, bien que notre état a commencé à porter de sérieux coups aux dépassements dans le domaine de la maîtrise du risque sanitaire précisément dans le cas des salmonelloses aviaires. En effet plusieurs foyers de ST et SE tant à l'Est qu'à l'Ouest ont été déclarés et la réglementation appliquée. (BSV., 2003-2006).

Ceci nous a poussé à évaluer le risque de l'infection salmonellique en amont de la filière avicole en commençant par les reproducteurs ponte et en utilisant une méthodologie normalisée la méthode ISO AFNOR 6579 ; (AFNOR 1998) pour la recherche des salmonelles dans les bâtiments de reproducteurs selon le règlement de la charte sanitaire.

Cette méthode est seule garante de l'efficacité de la détection des salmonelles et permet par conséquent de pouvoir mettre sur le marché international nos produits avicoles.

I. Matériels et Méthodes.

I.1. Echantillonnage.

Nos échantillons ont ciblé en premier lieu un bâtiment du parquet de reproducteurs ponte de l'élevage avicole de Ain-Taghrout (Wilaya de Sétif). Ils ont été conduits selon le programme du guide SNA Couvoirs, concernant la détection de *Salmonella* dans le parquet de reproducteurs parentaux du genre *Gallus gallus* (SNA Couvoirs., 2003).

200 ml d'eau ont été prélevés selon les conditions de stérilité requises au niveau de la trémie d'abreuvement.

500 g d'aliment ont été prélevés stérilement d'un sac pris au hasard sur un camion lors du déchargement.

20 poussins de la souche Highline d' 1 jour provenant de l'étranger ont été sacrifiés selon la méthode décrite par (Lecoanet., 1992) qui est d'injecter 5ml d'air dans la cavité cardiaque du poussin pour l'euthanasie sans douleur et sans destruction de compartiments cellulaires. Leurs viscères (foies, rates) et intestins ont été poolés par groupe de 5 et homogénéisés au stomacher et subi le protocole pour la recherche des salmonelles suivant la méthode ISO 6579.

20 poussins de la souche Highline de 1 jour sortant de l'unité ORAVIE et destinés à être vendus aux éleveurs de multiplicateurs ponte ont subis le même procédé que les sus nommés.

02 Essuyages de fonds de cartons destinés au transport des poussins ont été réalisés à l'aide de chiffonnettes préalablement trempées dans de l'EPT pour accroître les chances de récolter des salmonelles. (Byrd *et al.*, 1997).

Les prélèvements sont par la suite étiquetés et transportés vers le laboratoire de Microbiologie du Département Vétérinaire de l'Université de Batna.

Les analyses ont été réalisées dans un délai de temps inférieur à 4 heures.

1.2. Un hygiénogramme a été relevé pour les différents bâtiments de l'unité avicole d'Ain-Taghrout.

Un relevé du suivi et des caractéristiques de l'élevage des bâtiments de reproducteurs ponte de la Wilaya de Sétif a été réalisé sur plusieurs bâtiments du site et « **un hygiénogramme** » selon le modèle de l'Agence Française de la Sécurité et Sanitaire des Aliments (AFSSA) a été établi pour rendre compte du niveau de microbisme qualitatif observé visuellement par un expert en hygiène. Un barème noté sur 200 évalue le seuil de sécurité sanitaire du bâtiment avicole. A chaque point critique dénotant la présence ou la défaillance de la sécurité sanitaire ; un index d'évaluation quantitatif équivalant à 0 ou 2, 0 ou 3, 0 ou 5, 0 ou 7, 0 ou 8, 0 ou 10, 0 ou 15, 0 ou 20 lui est attribué pour illustrer de cette fonction de sécurité. La notation ne pouvant être que binaire. Le total des points inférieur à la moyenne dénote une défaillance de la biosécurité alors qu'une note supérieure à 150 sur 200 témoigne de l'assurance-qualité des normes de sécurité appliquée par l'équipe technique qui maîtrise les risques de contamination.

Tableau 17 : hygiénogramme concernant la sécurité sanitaire des bâtiments d'élevage des reproducteurs ponte. (Drouin, 2000).

Points critiques dénotant les défaillances de la sécurité sanitaire	Existe ? Oui/Non	Note	Note
Sécurité sanitaire des poussins			
Examen bactériologique des fonds de boîtes	Oui / non	0	15
Sécurité sanitaire vis-à-vis des vecteurs contaminants			
Sas sanitaire en deux secteurs	Oui / non	5	5
Nettoyé et désinfecté	Oui / non	5	5
Lavabo fonctionnel	Oui / non	5	5
Bottes, coiffes pour visiteurs	Oui / non	5	5
Pédiluve	Oui / non	5	5
Marche en sens unique	Oui	20	20
Entrée et sortie des poussins et matériels par les mêmes portes	Oui	0	
Protection contre les oiseaux sauvages	Oui / non	0	3
Lutte contre les rongeurs	Oui / non	15	20
Pénétration des animaux domestiques	Oui / non	3	3
Clôture autour du poulailler	Oui / non	2	2
Stockage du fumier à risque	Oui / non	5	10
Les véhicules stationnent sur le périmètre propre	Oui / non	15	15
Utilisation d'une fosse de récupération des eaux de nettoyage	Oui / non	0	20
Aire de lavage raccordée à la fosse	Oui / non	0	3
Présence de gouttière le long des bâtiments	Oui / non	2	2
Fossés le long du bâtiment	Oui / non	3	3
Stockage des cadavres	Oui / non	8	8
Eau vérifiée potable depuis 6 mois	Oui / non	5	5
Lieu de stockage de litière neuve protégée	Oui / non	7	7
Traitement de l'aliment	Oui / non	5	5
Sécurité sanitaire vis-à-vis du voisinage			
Sous le vent dominant par rapport à un autre établissement avicole	Oui / non	20	20
Présence d'une production avicole différente ou identique	Oui / non	7	7
Présence des volailles de basse cour	Oui / non	7	7

Contrôle réalisé par : l'Expert hygieniste de la Wilaya
/200

Total de l'évaluation : 151

I.3. Méthodes d'analyses bactériologiques.

Pour l'eau d'abreuvement nous avons analysé l'eau de la bache issue d'un puits artésien local et l'eau d'abreuvement au niveau des trémies.

Pour la recherche des salmonelles, les méthodes utilisées sont inspirées des méthodes d'analyses bactériologiques de la norme **NF ISO 6579**. Les directives générales concernant les méthodes de recherches des salmonelles. (AFNOR., 1998).

Les prélèvements solides sont transférés aseptiquement dans des sachets stomacher et homogénéisés dans 100 ml d'eau peptonnée tamponnée en utilisant un stomacher Seward 400 (Brinkmann USA) avant de les mettre le flacon d'EPT de 225ml à incuber dans l'étuve à 37 °C pendant 16 h.

après cela le produit de culture est mis à incuber dans du Rappaport-Vassiliadis (RV 10) (FUCKA) et du sélénite cystéine SCB (FUCKA) dans un rapport de 1/10 et incubés respectivement à 37 et à 43°C pendant 24 h.

Les géloses d'Edel-Kampelmacher et d'Hektoen (BioMerieux) sont ensuite ensemencées avec les bouillons de cultures respectifs.

Les colonies suspectées comme salmonelles sont repiquées sur tubes de TSI (BioMerieux) à 37°C et à 24h.

Les colonies présentant le profil Gaz+ H₂S + Glucose + Saccharose- Lactose- Urée – TDA- Indole- sont étudiées biochimiquement sur des Galeries API20 E (BioMerieux).

La confirmation du genre *Salmonella* est faite par l'agglutination sérologique sur lame par les anti-serums poly O et poly H (Biorad), (Brenner *et al.*, 2005).

2. Résultats.

Tableau. 18 : Résultats de la recherche des salmonelles dans tous les prélèvements confondus des reproducteurs ponte.

Echantillons	Nombre de prélèvements	Cas positifs
Eau (flacons de 200ml)	2	0
Aliment (500g)	2	0
Foie + rate de poussins entrants et sortants	8	0
intestins de poussins entrants et sortants	8	0
Fond de cartons de transport de poussins entrants et sortants	04	0
Surfaces (litière) avant ponte (18 semaines)	02	1
Ecouvillonnage cloacal (Volaille âgée de 18 semaines)	60	0
Fientes caecales (Volaille âgée de 18 semaines)	60	0
Total de tous les prélèvements	146	1

Pour ce qui est des résultats de la recherche des salmonelles dans les prélèvements effectués d'après la méthode décrite par la charte de qualité dans les couvoirs **SNA Couvoirs(2003)** et qui préconise qu'une découverte de plusieurs souches de salmonelles de même sérotype dans un bâtiment de l'unité avicole équivaut à la découverte **d'une seule souche** ; ce qui fait que la prévalence en salmonelles au niveau de notre unité avicole est de **0.68 %**. Seule la litière s'est

révélée contenir des salmonelles. Par ailleurs aucune salmonelle n'a été isolée dans l'eau, l'aliment, les viscères de poussins, ni les écouvillonnages cloacaux encore moins des fientes caecales.

3. Discussion.

La prévalence de salmonelles dans les reproducteurs ponte au niveau de l'Est algérien (unité étatique) qui dessert tous les multiplicateurs ponte de l'Est algérien en poussins ponte est de 0.68 %, taux qui est inférieur au seuil des 2% toléré en salmonelles mineures (hors SE et ST) dans les élevages de reproducteurs ponte suivant la réglementation algérienne. Bien que le Bulletin Sanitaire Vétérinaire rapporte pour les années 2005 -2006 des épizooties de salmonelles majeures SGP (20 foyers), et mineurs mineures à SE (21 foyers) au niveau des couvoirs et bâtiments avicoles de multiplicateurs chair et ponte **BSV(2003) et BSV(2006)**

L'hygiénogramme appliqué aux bâtiments de l'unité ORAVIE de Sétif bien qu'issus des programmes de surveillance du risque salmonellique des reproducteurs parentaux de l'AFSSA **Drouin, (2000)**, témoigne de la propreté de nos établissement (note de 15.1 /20). Néanmoins, les contrôles effectués par le Laboratoire Régional Vétérinaire de l'Est ne concernent que les poussins et non les essuyages des fonds de cartons de transport des poussins. Ces derniers sont reconnus comme étant de bons indicateurs de contamination par *Salmonella*. (**Zancan et al., 2000**).

L'eau et les aliments sont contrôlés périodiquement contre la contamination par les salmonelles et se révèlent indemnes ceci est probablement dû au traitement des aliments par la chaleur (**Eriksson et al., 2001**). Les poussins bien que certifiés indemnes de salmonelles par le pays exportateur, subissent aussi régulièrement des contrôles par le LRVE et se sont montrés indemnes. Les poussins de l'élevage précédant sortant des couvoirs de l'Unité ORAVIE de Sétif après 22 semaines d'élevage sont eux aussi indemnes de salmonelles tout en insistant sur le nombre insuffisant de l'échantillon au moins 250 poussins pour un troupeau de 10 000 têtes. Les résultats avancés par (**Trawinska et al., 2008**), note la présence importante de SE chez les poussins et embryons morts.

Quant aux analyses effectuées sur les écouvillonnages cloacaux qui révèlent d'après plusieurs auteurs des salmonelles, leurs prépondérance à l'opposé des fientes caecales (**Caldwell et al., 1998**) ; (**Eriksson et al., 2001**). Pour ce qui est des litières nous avons pu isoler des salmonelles (*Salmonella livingstone*) de la litière qui était par ailleurs légèrement humide bien que régulièrement changée et une aération adéquate est assurée par les pad cooling. En effet la réduction de l'humidité relative de la litière peut diminuer d'un millier de fois les UFC de ST durant 8 à 9 h de culture (**Himathongkham et al., 1999**). Cet isolement de salmonelle a été réalisé grâce aux chiffonnettes qui s'avèrent d'une grande efficacité pour la détection de salmonelles dans la litière comme cela a été rapporté par (**Caldwell et al., 1998**). Néanmoins l'utilisation de gants chirurgicaux à la place de chiffonnettes est moins encombrant plus efficace et prend moins de temps. (**McCrea et al., 2005**). Le sol couvert de litière demeure parmi les endroits les plus difficiles à nettoyer et à désinfecter comme le signale (**Valancony et al., 2001**). De même qu'il serait souhaitable que les eaux de nettoyage soient récupérés par un avaloir, que la litière soit protégée contre les nuisibles et régulièrement changée (**AFNOR., 1998**). En contrepartie le traitement des aliments est en train d'être supplanté par l'utilisation

de probiotiques en vue de réduire la contamination par les salmonelles en mettant en place une flore compétitive.

Conclusion

Notre étude ciblant l'assurance-qualité de nos produits avicoles de reproducteurs ponte destinés l'alimentation de la région EST en poules pondeuses a montrée sa performance et sa capacité à maîtriser le risque salmonellique de ses produits.

Cette étude a été menée en se référant aux normes internationales de contrôle des reproducteurs qui seule est garante de la salubrité de nos produits de cette zoonose

L'absence de salmonelles de sérotypes S.E et S.T dans nos échantillons ne signifie aucunement que le risque de transmission des salmonelles est inexistant.

Il est à noter que des investigations complémentaires visant tous les maillons de la chaîne avicole doivent être effectuées pour affiner la maîtrise des points critiques. Seuls des autocontrôles périodiques en amont de la chaîne peuvent éloigner le risque de contamination par ces bactéries dangereuses pour la filière avicole et la santé humaine.

CHAPITRE III : RECHERCHE DE SALMONELLES MINEURS AU NIVEAU DE BATIMENTS AVICOLES DE MULTIPLICATEURS CHAIR ET PONTE DANS LA REGION DE BATNA

Introduction

La conduite d'un élevage de multiplicateurs chair et ponte pour assurer une production économiquement positive est un critère que beaucoup d'éleveurs arrivent à instaurer mais en ce qui concerne la maîtrise du risque sanitaire par l'élimination des maladies qui touchent la santé humaine et animale, ceci est un problème encore posé dans les pays modernes (salmonellose campylobacteriose, listériose, ...) et dans nos pays ces maladies sont encore sous diagnostiquées sinon non recherchées.

Si la pullorose à *Salmonella Gallinarum Pullorum* est un fléau économique, l'Etat grâce à la mise en place d'un programme de lutte contre cette maladie dans le cheptel avicole est arrivé à diminuer la prévalence de cette maladie. Cependant les salmonelloses à *Salmonella Enteritidis* et *Salmonella Typhimurium* restent encore un problème de taille et ne sont recherchés qu'à l'occasion d'envoi de sujets suspects aux laboratoires vétérinaires régionaux. Dans ce cadre notre étude est axée sur la recherche de ces salmonelloses dans les élevages de poulets de chair et de poules pondeuses sis dans la région de Batna.

Cette recherche se fait par la poursuite d'un protocole normalisé qui est celui appliqué aux salmonelles dans les élevages de reproducteurs. **ISO AFNOR 6579 ; (AFNOR 1998).**

1. Matériels et Méthodes.

1.1. Matériels.

48 volailles ont été prélevées de parquets de multiplicateurs chair et ponte appartenant au secteur privé venant de plusieurs exploitations limitrophes de la ville de Batna

Ces bâtiments avicoles sont situés dans des régions à vocation avicole (Fesdis, Ain Djasser, Ain Yagout, Ayoun El Assafer, Ain Touta et Ras El Aioun). 5 bâtiments étaient pour poulets de chairs et 5 pour poules pondeuses.

Ces volailles sont mortes de maladies ou sur le point de mourir, ont été acheminées vers le laboratoire de Microbiologie du Département Vétérinaire dans des délais n'excédant pas 04 heures pour être autopsiées ou congelées pour une utilisation ultérieure.

2. Méthodes

2.1. Autopsie

Les volailles sont autopsiées selon les méthodes décrites par **(Lecoannet, 1990)**

L'autopsie est faite le plus stérilement possible. Les organes prélevés sont : foie, rate et caecum pour les poulets de chair et ovaire, oviducte, caecum pour les poules pondeuses.

2.2 : Protocole expérimental.

Le protocole expérimental suivi pour la recherche de salmonelles mineures est celui suivi par la méthodologie ISO AFNOR 6579 pour la recherche des salmonelles dans les parquets de multiplicateurs chair et ponte, il consiste en :

Un pré enrichissement sur eau peptonnée tamponnée (5 g de foie plus rate dans 225 ml d'EPT).

Un double enrichissement sur 100 ml de Bouillon sélénite + cystéine (utilisé pour les souches aviaires) et sur 10 ml de Rappaport Vassiliadis (RV 10).

Un isolement sur Milieu Hektoen pour le SCB et un isolement sur gelose au vert brillant modifiée (Edel-Kampelmacher) pour le RV 10.

Ensuite les souches sont identifiées grâce aux galeries API20 E, ou API10S puis sérotypée et un antibiogramme selon la méthode CLSI/ NCCLS de Kirby-Bauer leur est appliqué. (Voir Fig.5)

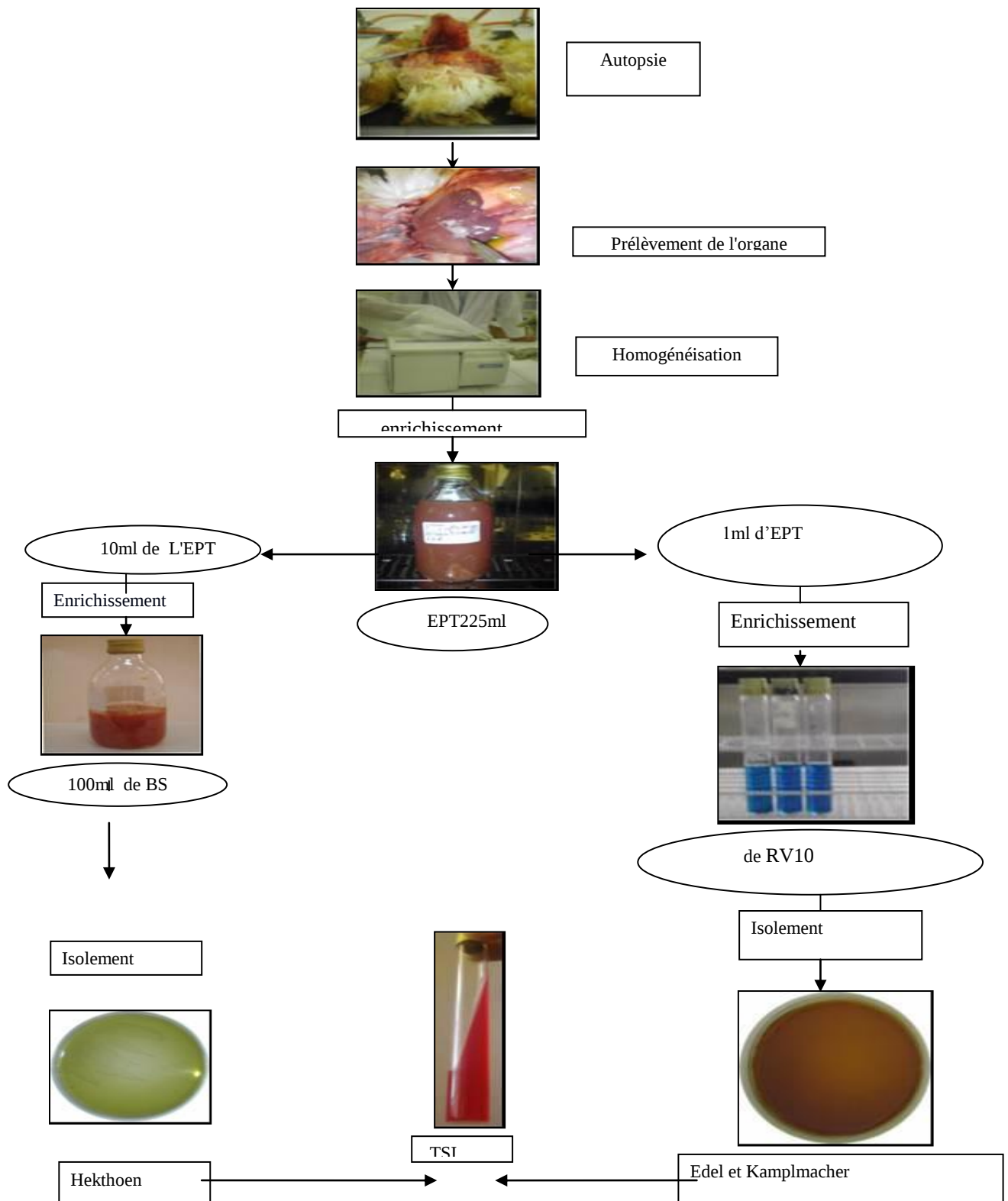


Schéma de la recherche des salmonelles dans la filière avicole.

3. Résultats.

3.1. Les résultats des salmonelles isolées.

Tableau. 19 : Nombre d'échantillons par exploitation.

Exploitations	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Echantillons	02	08	04	02	08	08	07	03	03	03
Type	PP	PP	PC	PC	PC	PP	PC	PP	PP	PC
Sérotype	ST	SGP	Néant	ST	S.s	Sw	ST	Sw	Néant	Néant
Nombre	01	01	0	01	01	01	01	01	0	0

PP : poules pondeuses ; PC : poulets de chair ; S.w : Salmonella Wien, S.s : Salmonella seftemberg

Tableau. 20 : Nombre de souches de salmonelles par type de production.

Types de poulets	Nombre d'échantillons	Nombres de souches de salmonelles	Pourcentage (%)
Poules pondeuses	24	04	8.33%
Poulets de chair	24	03	06.25%
Effectif total	48	07	14.5%

Tableau. 21. Distribution des serotypes de *Salmonella*.

Animaux autopsiés	Souches	Sérotype	pourcentage(%)
07	03	Salmonella Typhimurium	6.25
08	01	Salmonella Gallinarum Pullorum	2.08
12	02	Salmonella wien	4.16
08	01	Salmonella seftemberg	2.08
Total 48	07		14.5

3.2. Les résultats de la sensibilité des salmonelles aux antibiotiques.

Un antibiogramme a été effectué au niveau de laboratoire central de Microbiologie, C.H.U de Batna, sur sept souches de salmonelles.

Tableau. 22: Antibiogramme global des 07 salmonelles isolées.

Antibiotiques	Diam (mm)	Interprétation
Ampicilline	20-22	R (1/7)
Ticarcilline	27-29	R (1/7)
AMX+Ac Clavulanique	21-26	R (1/7)
Imipenem	27-29	S
Cefalotine	20-24	S
Cefoxitine	24-28	S
Cefotaxime	32-34	S
Amikacine	24-26	S
Isepamycine	25-28	S
Chloramphénicol	25-28	R (1/7)
TMP+Sulfamides	23	R (4/4)
Colistine	16-19	S

3.3. Evolution des salmonelloses en Algérie.

Les salmonelloses aviaires sont répertoriées annuellement au niveau de toutes les wilayates du pays par l'intermédiaire du Bulletin Sanitaire vétérinaire qui illustre surtout la prévalence en salmonelloses aviaires par la détection des foyers de SGP et de SE. principale salmonellose et zoonose. (Voir fig .6).

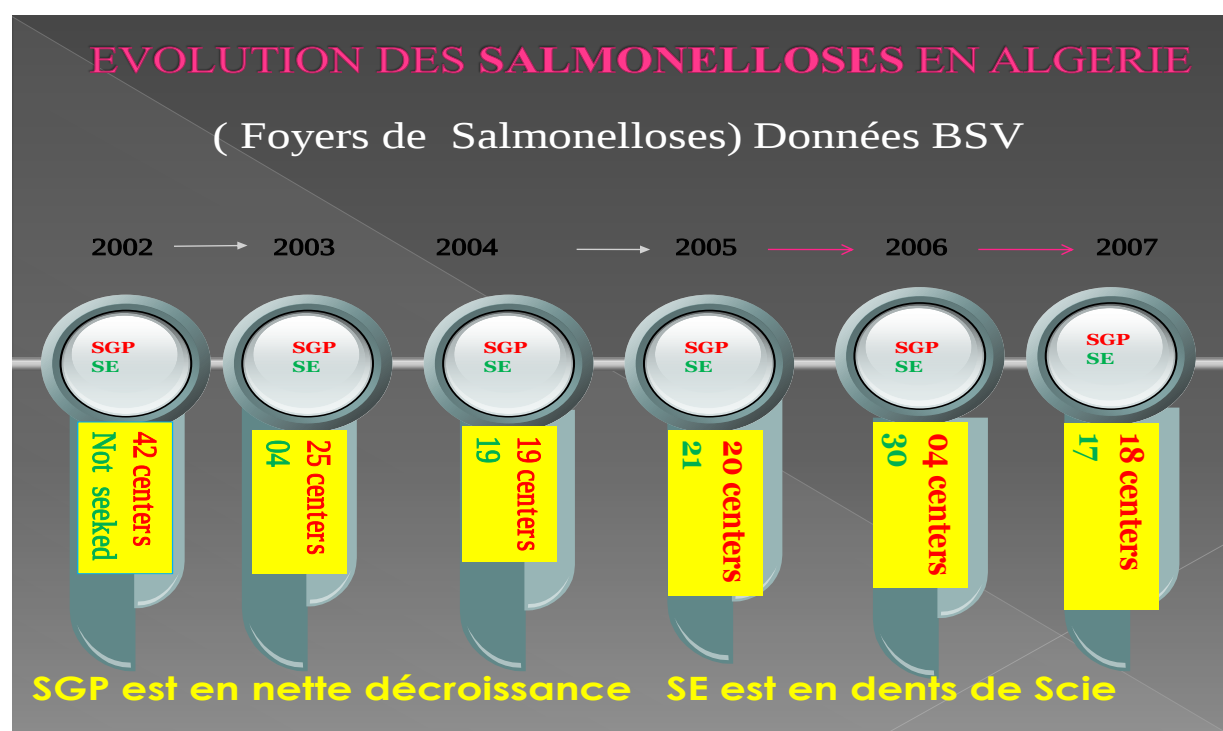


Fig. N°5: Evolution des Salmonellose en Algérie.

4. Discussion.

Sur un total de **10 exploitations** : 5 élevages de poulets de chair et 5 élevages de poules pondeuses, nous avons pu isoler **7 souches** de salmonelles en considérant que le nombre de souches isolées dans une seule exploitation équivaut à une seule souche isolée s'il s'agit du même sérotype et du même antibiotype.

Donc la prévalence de Salmonellose est au moins **de 60 % avec 10%** pour SGP sur **48 échantillons** de poulets de chair et de poulettes démarrées autopsiées.

À la lumière des résultats obtenus, nous pouvons dire que notre cheptel de multiplicateurs chair et ponte est **pratiquement tout atteint de salmonellose**. Ces résultats ne sont pas exagérés mais sont sous estimés. Ils sont en concordance avec le **BSV 2005**, qui relate des cas de S.G.P et de S.E à Tébessa, S.E au niveau d'un couvoir à Annaba, S.G.P au niveau de la wilaya de Batna et de la wilaya de Mostaganem sur des poussins qui ont par la suite contaminé les volailles dans les wilayates de Mascara, Oran et Relizane.

Par ailleurs en 2006, six foyers de SE ont été déclarés au niveau des wilayates suivantes : Tébessa, Oran, Sidi Belabess, Tlemcen, Bejaia et un foyer de ST sur un élevage de poulet de chair dans la wilaya de Tébessa.

Le problème est mondial, au Sénégal (Afrique), environ 9% des poulets de chair vendus sont contaminés par des salmonelles (**Cardinale., 1996**).

Pour l'Asie (112 souches de SE ont été isolées de 10 élevages de poulets de chair au Liban (**Barbour., 1999**) ; (**Rusul et al., 1996**) rapporte des taux de 20% chez les multiplicateurs chairs. Ce fléau touche aussi l'Europe, (En Belgique la prévalence en salmonellose humaine est de 63 % pour SE et de 25% pour S.T). (**Rapport CNR., 2004**). En France une diminution de 30% de cas de salmonellose humaine a été observée suite à l'installation d'un programme de lutte contre les salmonelloses en filière avicole (**BEH 2/3., 2006**). Et même les Etats Unis qui bénéficient de tous les programmes de contrôle des salmonelles.

Pour le problème de la pullorose à S.G.P : nous constatons que cette pathologie est toujours présente dans nos cheptels (cas des enzooties à SGP dans le secteur privé). (**BSV 2005**) ; mais l'application de la réglementation visant à réduire le taux de pullorose-typhose a fait qu'une émergence de foyers à S.E s'est produite dans le creux laissé par la diminution des cas de Pullorose-Typhose à S.G.P (**Guard-Petter., 2001**).

Pour les autres salmonelles S.E, S.T, du fait que la réglementation zoosanitaire vient d'inclure les salmonelloses à S.E et S.T dans les maladies à déclaration obligatoire, une nette amélioration du contrôle de la production avicole pour la recherche des Salmonelles à S.E et S.T a commencée dans le pays. Néanmoins les contaminations de type anthroponotique à S.Typhi existent aussi (en effet deux cas ont été découverts sur des élevages de poulet de chair, l'un provenant d'une contamination humaine mais l'autre cas est provoqué par une contamination par des eaux usées).

En effet pour la Typhose à *Salmonella Gallinarum*, nous n'avons pu isoler qu'un seul cas dans un élevage de poulettes démarrées provenant de la région d'Ain Djasser.

Quant à la deuxième souche sérotypée S.Typhimurium, elle provient d'un élevage situé à Fedis qui s'est approvisionné en poulettes démarrées de la région de Ain Kercha et nous supposons que les reproducteurs ponte proviennent de l'Est Algérien.

Pour les autres souches sérotypées, comme étant 2 souches à **S Wien** et 1 souche à **S Seftemberg**, nous pensons qu'elles sont apparentées aux salmonelles mineures hors SGP du fait qu'elles ont données un biotype sur Galerie 10S de profil *Salmonella spp* correspondant à un Taxon de code de 6714.

Pour ce qui est de l'antibiotypie nous pensons que nos souches restent quand même des souches sensibles à tous les antibiotiques.

Néanmoins nous signalons des résistances au trimethoprim-sulfamides, à l'amoxicilline, la ticarcilline, le chloramphénicol et à l'amoxicilline-acide clavulanique. Pour ce qui est de la résistance aux antibiotiques utilisés de façon systématique dans la supplémentation des aliments comme facteurs de croissance en l'occurrence la tétracycline ; les CMI envers ces antibiotiques se sont révélées assez hautes, ce qui témoigne de la résistance croisée entre les souches animales et humaines comme les résultats rapportés par **(Geornaras et Holy., 2001)**.

Par ailleurs les autres entités pathologique isolées en dehors des salmonelles et qui n'ont pas été l'objet de notre étude, ce sont les colibacillooses à *Escherichia coli*, les *Proteus* et les bacilles non fermentants tel que *Pseudomonas*. Quant à l'isolement sur Gélrose d'Edel Kampelmacher, il est aussi efficace pour la détection des salmonelles que l'isolement sur milieu Hektoen.

En revanche la deuxième technique d'enrichissement (RV10-EK) s'est révélée être plus efficace pour la recherche des salmonelles à partir du contenu intestinal plus l'ovaire-oviducte.

Pour ce qui est de la distribution des salmonelles prélevées sur nos sujets d'autopsie nous avons isolé 8 des salmonelles sur le foie plus la rate contre 6 pour les intestins et les ovaires-oviductes.

Conclusion.

A l'issue de cette étude, nous pouvons dire que l'objectif visé en premier c'est de connaître la prévalence des salmonelles au niveau des multiplicateurs chair et ponte. Celui-ci s'est soldé par la découverte de 7 (70 %) souches de salmonelles dont seulement deux on été identifiées:

1 souche à SGP a été découverte sur un élevage de poules pondeuses.

2 souches à ST ont été découvertes sur un cheptel de poules pondeuses.

2 souches à S. Wien.

1 souche à S. Seftemberg.

Ce pourcentage de salmonellose et de pullorose est assez élevé et pourrait être plus important si l'échantillonnage a été plus grand. Ces résultats ont été obtenus par la technique ISO AFNOR 6579. Cette technique a révélé la même efficacité de l'enrichissement sur RV10 et isolement sur Edel-Kampelmacher pour l'isolement de salmonelles, que la technique d'enrichissement Bouillon Sélénite + cystine- Hektoen

Par ailleurs nous avons remarqué que la 2^{ème} technique (RV10-EK) d'enrichissement est beaucoup plus efficace pour la recherche de salmonelles à partir de contenu intestinal et ovaire-oviducte. Enfin pour ce qui est de la distribution des salmonelles prélevées sur nos sujets d'autopsie nous avons pu isoler 8/6 des salmonelles sur le foie et la rate.

CHAPITRE IV : DETECTION DE SALMONELLES MINEURES AU NIVEAU DES COUVOIRS DU SECTEUR ETATIQUE ET PRIVE

Introduction

L'Algérie connaît ces dernières années d'importantes mutations sur le plan social et économique. La mondialisation du commerce des aliments, le développement des industries agroalimentaires et l'évolution des habitudes alimentaires ont rendu la chaîne alimentaire dans notre pays complexe, multipliant ainsi les possibilités de prolifération d'agents pathogènes. D'importantes épidémies de salmonelloses aviaires se sont déclenchées ces dernières années un peu partout dans les élevages et l'impact sur la santé publique et la présence des salmonelles dans nos élevages n'est pas mesurée en raison essentielle de la déficience du système de surveillance épidémiologique.

Pour mieux circonscrire le risque de cette maladie sur la santé publique et la filière avicole, il est impératif de rechercher les points critiques de contamination au niveau des couvoirs de reproducteurs chair qui desservent la région en poussins multiplicateurs chair. Ces derniers sont la denrée primordiale des citoyens de la région.

1. Matériels et Méthodes.

1.1. Couvoirs.

Des prélèvements de poussières ont été effectués sur 6 incubateurs (5280 œufs de capacité) et 4 éclosiers dans le secteur privé ainsi que 24 incubateurs (10500 œufs de capacité) et 12 éclosiers en secteur étatique

Les poussières ont été prélevées dans plusieurs endroits : au niveau des incubateurs, des éclosiers la salle de tri, la salle de chargement et sur les œufs.

1.2. Méthodes de prélèvements.

Ils ont été effectués selon la charte sanitaire **COHS 1993** pour la détection des *Salmonella Enteritidis* et *Typhimurium* chez les reproducteurs *Gallus gallus*.

1.3. Prélèvements.

Cinquante sept prélèvements de poussières sur les différents compartiments des couvoirs ont été réalisés à l'aide de chiffonnettes confectionnées avec un morceau de tissu stérile de 900 cm² préalablement imbibées d'eau peptonnée tamponnée stérile. Un essuyage des surfaces a été réalisé sur les différents lieux préalablement désignés selon la méthode **ISO 6579 (AFNOR., 2002)**

1.4. Analyse bactériologique.

Les chiffonnettes sont mises dans des sachets stomachers contenant 100 ml d'eau peptonnée tamponnée et agitées pendant 2 mn au stomacher puis remises dans des flacons de 225 ml d'EPT (BioRad) et incubés dans l'étuve pendant 16 à 18 h, ce qui constitue la solution mère.

Pour l'appréciation du degré de salissure des différents compartiments des incubateurs et éclosiers, 1ml de liquide est prélevé à partir de la solution mère d'EPT et dilué jusqu'à 10⁻³ et ensuite ensemencé sur gélose PCA (Plate Count Agar) en triplicate et incubé pendant 24 h à

37 °C. Les décomptes des bactéries par ml de solution sont calculés par la méthode du NPP (Nombre le Plus Probable) de Mc Crady.

Pour la recherche des salmonelles, 10 ml d'eau peptonnée tamponnée trouble est inoculée dans 100 ml de bouillon sélénite (Flucka) en parallèle à 100 µl d'EPT est inoculée dans 10 ml de milieu Rappaport Vassiliadis (Flucka) respectivement à 37 et 42°C pendant 24 h.

Un ensemencement sur gélose Hektoen (BioMerieux) et Edel-Kampelmacher (Difco) grâce à des boucles prélevées des milieux d'enrichissement précédents sont effectuées et les boîtes de pétri sont incubées à 37 °C pendant 24 h.

2 à 3 colonies suspectes sont prélevées respectivement sur milieux d'isolements sont inoculées sur TSI et mises à incuber pendant 24 h. Les colonies ayant des profils de salmonelles sont ensuite identifiées aux galeries API 20 E (BioMerieux).

Un sérotypage des salmonelles est réalisé par l'utilisation de sérums antisalmonelles polyvalents O et H ainsi qu'une inversion de phase. (WHO CCRS., 2007).

Un antibiogramme pour 14 antibiotiques (BioRad) le plus utilisé en médecine humaine et vétérinaire, est recherché selon la méthode de diffusion en disque en utilisant la technique de Kirby-Bauer. (CLSI 2001).

2. Résultats.

2.1. Degré de salissure au niveau des couvoirs privés et étatiques.

La salissure au niveau des différents compartiments des couvoirs du secteur privé est d'égale propreté à l'opposé des couvoirs du secteur étatique où la salissure se voit surtout au niveau des incubateurs, éclosiers et surtout au niveau des œufs.

2.2. Détection de salmonelles.

Si la détection des salmonelles s'est faite surtout au niveau des couvoirs et en particulier au niveau des éclosiers du secteur étatique ; ceci témoigne que les bâtiments des reproducteurs chairs sont aussi contaminés, ce qui nous emmène à rechercher encore les salmonelles dans les bâtiments de reproducteurs.

Quant à la méthode qui a permis de détecter ces salmonelles, elle correspond à la méthode d'enrichissement RV et isolement sur milieu d'Edel-Kampelmacher.

Tableau. 23 : Degré de salissure au niveau des incubateurs du secteur public.

Dilution	Plafond	sol	mur	chariot	œufs
10^{-1}	120	150	0	0	300
10^{-2}	45	25	0	0	121
10^{-3}	08	08	0	0	24
Total/ml	$14,25.10^3 \pm 29$	$10,10^3 \pm 13$	0	0	$0,9.10^3 \pm 17$

Tableau. 24 : Degré de salissure au niveau des incubateurs du secteur privé.

Dilution	Plafond	sol	mur	chariot	œufs
10^{-1}	300	38	0	0	43
10^{-2}	100	03	0	0	14
10^{-3}	43	0	0	0	5
Total/ml	$13,2510^3 \pm 24$	$0,19.10^3 \pm 14$	0	0	$0,21.10^3 \pm 20$

Tableau. 25 : Nombre de salmonelles isolées sur les différents échantillons prélevés.

Couvoirs	Barika1	Barika2	Boulhilet	Guelma
Capacité	5280	5280	10500	10500
Nombre d'échantillons	10	14	14	19
Nombre de salmonelles	0	0	02	0

3. Discussion.

Il ressort de cette étude que le taux de contamination des couvoirs au niveau de la région de Batna est de 3.5%, ce qui rejoint la plupart des travaux sur les couvoirs qui rapportent de très faibles taux de contamination par rapport aux multiplicateurs chair et ponte (Radkowski., 2001). Les parties des compartiment des couvoirs analysés pour leur degré de salissure ou leur degré de contamination par les salmonelles sont principalement les éclosiers du fait qu'ils renferment les œufs à éclore qui ne sont pas par ailleurs pasteurisés au moment de leur transfert au niveau des incubateurs mais du fait aussi que ces œufs mis à incuber la plupart du temps sont contaminés par *E. coli* qui donne des infections du jaune d'œufs (Cortes *et al.*, 2004). Bien que la méthode de décontamination des différentes parties des couvoirs se fasse quotidiennement, les incubateurs sont décontaminés tous les 21 jours et les éclosiers le sont après chaque éclosion.

Les salmonelles se retrouvent exaltés après chaque éclosion et les œufs craquelés et sales sont des excréteurs potentiels de germes, ce qui est conforté par (Poppe *et al.*, 1998).

Conclusion

Les couvoirs constituent une source non négligeable de dissémination de salmonelles à travers la filière avicole, un intérêt particulier est porté à ces enceintes. Les éclosiers sont plus incriminés dans la contamination des futurs bâtiments avicoles recevant les poussins. Les secteurs étatiques sont plus touchés par les salmonelles du fait qu'ils traitent l'essentiel des OAC, bien qu'ils mènent des programmes assez élaborés de nettoyage-décontamination. Des autocontrôles périodiques de ces couvoirs sont réalisés en plus des contrôles systématiques de l'Etat ce qui probablement est dans la faiblesse des détections des salmonelles par rapport aux autres unités avicoles.

CHAPITRE V : RECHERCHE DE SALMONELLES MINEURES AU NIVEAU DES ABATTOIRS ET TUERIES DANS LA WILAYA DE BATNA

Introduction

Les abattoirs et les unités de transformation de ces denrées prennent en charge le volume journalier de chair de volaille et de dinde de toute la région, en plus des tueries clandestines pour alimenter le citoyen en denrée fraîche et salubre. Néanmoins elles constituent un danger potentiel pour le consommateur quand on sait que la volaille venant des bâtiments avicoles de la région est contaminée par les salmonelles.

Plus de 60% des TIAC dans le monde sont dues à des salmonelles. C'est pour cela que les salmonelloses sont devenues un phénomène de santé publique ce qui justifie l'implication de l'OMS dans la lutte contre ces pathogènes.

De nombreux sérovars sont ubiquistes et à l'origine de TIAC chez l'homme et d'infections diverses chez les animaux. Ceci est dû au non respect des règles d'hygiène (Bourlioux., 2000).

Le processus d'abattage et de transformation des volailles en carcasses et en viande séparée mécaniquement arrive à traiter la viande par passage successif au niveau des maillons de l'abattoir mais les points critiques par lesquels arrive la contamination par les germes pathogènes fait de la denrée alimentaire livrée au consommateur une denrée insalubre. (Corry *et al*; 2002). Il est largement reconnu que le stress de transport et le stress avant l'abattage est un facteur qui augmente la sécrétion et la dissémination des salmonelles au niveau de la chaîne d'abattage et donnent ainsi des contaminations croisées avec les sujets indemnes (Gregory and Grandin., 1998).

La décontamination des carcasses de poulets de chair durant l'étape finale par lavage et la réfrigération à sec se fait grâce à certains antiseptiques ou simplement à l'eau potable. Ce qui se traduit par une faible réduction du portage en salmonelles des carcasses autant pour l'eau que pour les antiseptiques, mais l'immersion combinée dans l'eau réfrigérée s'avère plus efficace (Bolder *et al.*, 2006).

1. Matériels et Méthodes.

Trois compartiments distinguent les abattoirs modernes : le compartiment où se réalisent les étapes préliminaires du traitement pour la transformation de la volaille destinée à être abattue **Accrochage – saignée – échaudage – plumaison – finition - éviscération et calibrage conditionnement** enfin **compartiment du cinquième quartier**.

Le compartiment du produit destiné à la consommation. Pour les abattoirs privés et étatiques, les infrastructures de l'abattoir sont identiques mais pour les tueries, ces compartiments ne sont pas présents, ce qui fait la précarité de cet atelier.

1.1. Prélèvements.

Ils ont été réalisés au niveau des points critiques, ce sont : l'unité des sous produits (5^{ème} quartier), les eaux de traitement des carcasses, et enfin les surfaces des compartiments (Carrique-Mas and Davies., 2008).

L'isolement des salmonelles a été réalisée selon la méthode ISO6579 et la méthode modifiée (ISO AFNOR., 2002).

1.2. Analyses bactériologiques.

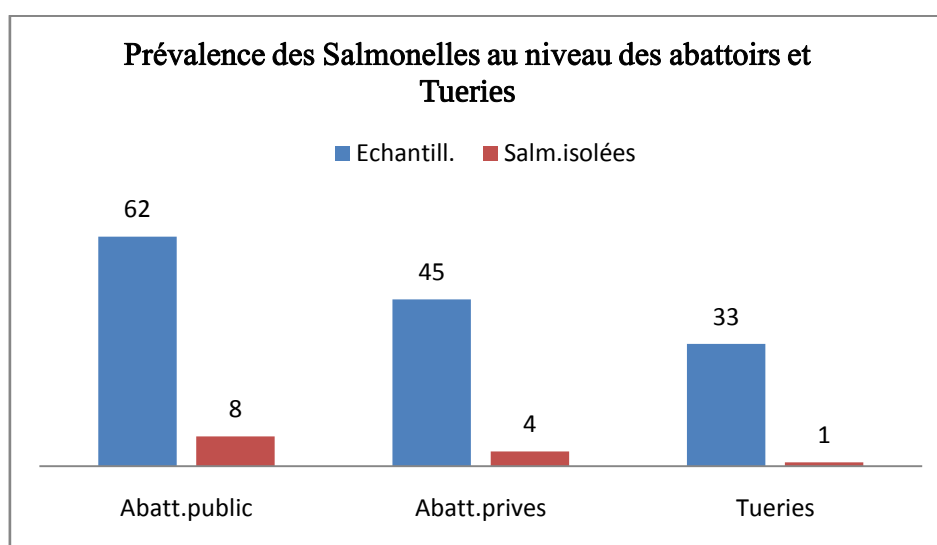
Les prélèvements solides, c'est-à-dire les viscères, plumes, fientes, chifonettes ont été mises dans un flacon d'eau peptonné tamponnée à raison de 5 g d'échantillon dans 225 ml d'EPT. Un double enrichissement sur 100 ml de Bouillon sélénite + cystéine et sur 10 ml de Rappaport Vassiliadis (RV10) ainsi qu'un enrichissement sur milieu de Mueller-Kauffmann au tétrathionate a été utilisé. Un isolement sur Milieu Hektoen pour le SCB et un isolement sur gélose au vert brillant modifiée (Edel-Kampelmacher) ou BGA pour le RV 10 et un isolement sur XLT4+tergitol ou XLD a été réalisé pour le MKTTn. Ensuite les souches sont identifiées grâce aux galeries API20 E, ou API10S puis sérotypées.

2. Résultats.

Les salmonelles isolées au niveau des abattoirs se présentent comme suit : (Tab.26 et Histogramme.1)

Tableau. 26 : Prévalence des salmonelles au niveau des abattoirs et tueries.

Types d'abattoirs	Abattoirs publics	Abattoirs Privés		Tueries
		ALDIN (Lambiridi)	AINTOUTA	
Nombres de prélèvements	38+24 62	21+24 45		33
Salmonelles isolées	6+2	2	2	1
Total	8	4		1
Pourcentage (%)	4.96	1.8		0.33

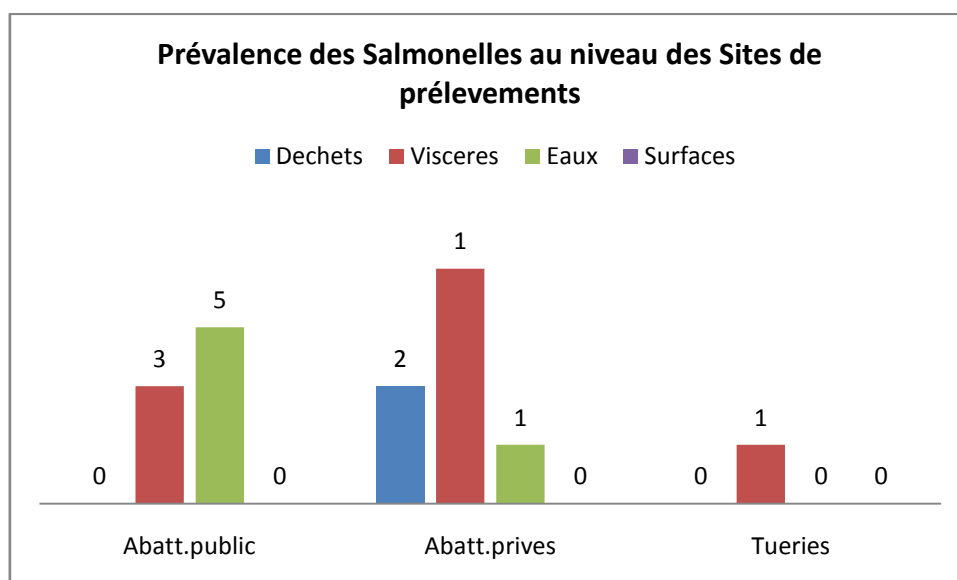


Histogramme.1 : Prévalence des salmonelles au niveau des abattoirs.

La prévalence de ces salmonelles en fonction des sites de prélèvements est illustrée dans le (Tab.27 et l'histogramme.2)

Tableau. 27 : Prévalence des salmonelles au niveau des sites de prélèvements.

	Abattoirs Publics	Abattoirs privés		Tueries	Total Salmonelles
		ALDIN	AIN-TOUTA		
Déchets					
Phanères		1+			1
Sang					
fientes			1+		1
Viscères					
Jabot-Gésier			1+		1
Foie					
Vésicule biliaire					
Rate					
Intestins					
Caecums	2+			1+	3
Ovaires	3+				3
Eaux					
Echaudage		1+			1
Refroidissement	3+				3
Surfaces					
Total	8	2	2	1	13



Histogramme .2 : Prévalence des salmonelles au niveau des sites de prélèvements.

Quant aux sérotypes associés aux différents abattoirs et tueries sont présentés au niveau du (Tab.28).

Tableau. 28 : Sérotypes des souches isolées dans les abattoirs et tueries.

	Abattoirs publics	Abattoirs privés		Tueries
		ALDIN (Lambiridi)	AIN-TOUTA	
Sérotypes	3SGP 5 S.sp	1S.wienn 1S.eissen	2 S.spp	1 S.spp

3. Discussion.

Pour ce qui de la prévalence des salmonelles dans les abattoirs et tueries, nous avons retrouvé un taux de **9.28 %** (soit 13 isolats sur 140 prélèvements), ce taux est supérieur à celui avancé par (**Elgroud *et al.*, 2008**) qui est de **3,62%** (soit 25 isolats sur 590 prélèvements). Ce qui s'explique probablement par la faiblesse de la méthode non normalisée utilisée et de l'utilisation de la gélose Hektoen au lieu de la gélose XLD pour la méthode modifiée (2002). Par ailleurs notre prévalence est la moitié de celle rapportée par (**Van Immerseel *et al.*, 2005**) soit 18,6 % qui est un peu moins élevée que celle de (**Molla *et al.*, 2003**) 21.1% et un peu plus élevée que celle trouvée au Maroc , soit 16.6% de (**Chaiba *et al.*, 2009**). Ceci est du probablement à la faiblesse de notre échantillonnage.

Les sérotypes sont répartis entre *S. Typhimurium*, *S. Newport*, *S. Montevideo* et *S. Heidelberg* alors que pour nos salmonelles sérotypées, elles appartiennent pour les 03 souches de l'abattoir public à S.G.P correspondant en effet à un abattage sanitaire qui s'opère habituellement au niveau de l'abattoir suite à la déclaration de cette pathologie aviaire majeure. Quant à *S.Wienn* préalablement découverte au niveau d'un abattoir privé, elle figure parmi les sérotypes sous surveillance. D'habitude rencontrée chez les humains, elle ressemble beaucoup sur le plan biochimique à *Salmonella paratyphi* ou *S.T.* et le plus souvent, elle provient de denrées avicoles contaminées. (**Antony *et al.*, 2009**).

L'alimentation de la volaille avant l'abattage influe sur l'acidité lactique du contenu du jabot qui favorise la multiplication des salmonelles d'où le risque de contamination des différents maillons de la chaîne (**Corrier *et al.*, 1999**). Cette manœuvre est largement répandue dans les abattages clandestins où l'aliment ne manque jamais dans l'enclos des poulets.

En considérant la température adéquate de l'eau de la décontamination de la carcasse, il est indiqué que les Entérobactéries comme *E. coli* ou *Salmonella* sont trouvées être plus résistantes à l'eau chaude quand elles sont fixées à la peau de carcasse de la volaille que quand elles sont libres dans l'eau (**Whyte *et al.*, 2003**), ce qui se répercute par un isolement assez important des *E.coli* thermotolérants.

La contamination croisée des différents lots de volailles arrivant à l'abattoir se voit surtout dans les abattoirs à fort débit de production de poulets de chair et surtout là où s'opèrent les abattages sanitaires par exemple, l'abattage de bande ayant été reconnue contaminée par SGP or les bâtiments atteints de Typhose sont fréquemment décelés dans les parquets de multiplicateurs chairs de la wilaya de Batna (**B S V., 2007**).

Ceci est valable pour les abattoirs publics, quant aux désinfections succédant à l'abattage, elles n'éliminent guère les salmonelles de l'aire de parkage des volailles. (**Olsen *et al.*, 2003**). A moins d'utiliser des dérivés phénoliques qui ont donnés de meilleurs résultats à l'encontre des solutions à base d'iode. (**Cardoso *et al.*, 2008**)

Parmi les échantillons de poulets examinés, une forte proportion de viande de poulet (15,4 %), de foie (34,5 %), de gésier (41,1 %), de cœur (23,7 %) et de peau (7,7 %) était contaminée par *Salmonella*. Sur les 80 souches de *Salmonella* isolées, nos résultats corroborent avec ceux de (Molla *et al.*, 2003).

Les résultats de la présente étude indiquent qu'il y avait un fort taux de contamination de la viande de poulet et des abats dans les établissements de transformation et les marchés de détail. Ce qui pourrait être considéré comme une des sources potentielles majeures de salmonellose humaine en Ethiopie (Molla and Mesphim., 2003).

Les germes accompagnant les isolements de salmonelles par la méthode ISO 6579 sont des germes de pousse très importante et d'habitude ces germes masquent les colonies de salmonelles. Les géloses sélectives permettent toutefois de pouvoir déceler ces germes en question, mais les germes qui demeurent les plus isolés sont par ordre de fréquence *E.coli*, *Proteus mirabilis*, *Salmonella*, *Pseudomonas*, *Enterobacter cloacae*, *Citrobacter youngae*, et *Chryseomonas luteola*

Conclusion

Treize salmonelles ont été isolées à partir de cent quarante prélèvements au niveau d'abattoirs publics, privés et de tueries de la ville de Batna, soit un taux de 9.28%. Ces prélèvements ont été réalisés au niveau de viscères de phanères, déchets, eaux de traitement et surfaces de compartiments de ces abattoirs pour y déceler par la méthode ISO 6579 et la méthode modifiée (2002), 05 (*Salmonella sp*) et 3 SGP sur 8 salmonelles pour le secteur public avec un pourcentage de 4.6% et 3 salmonelles pour le secteur privé dont une a été sérotypée en tant que (*Salmonella* Wienn) alors que les deux autres non sérotypées, soit un pourcentage de 1.8% alors que pour les tueries 01 (*Salmonella spp*) soit (0.33%). Ces bactéries ont été retrouvées au niveau des viscères d'animaux prélevés (caecum, ovaires) avec 2 salmonelles isolées et de même au niveau du bac à eau ; quant aux jabots et aux fientes, 1 salmonelle par site a été isolée. Enfin pour le secteur privé le site d'isolement de la salmonelle a été au niveau du bac à déchets des phanères.

Ceci nous emmène à conclure que les viandes de volaille destinées à la consommation humaine se préparent dans des conditions d'hygiène défectueuse et exposent le citoyen aux toxi-infections alimentaires collectives surtout par temps estival.

CHAPITRE VI : RECHERCHE DE SALMONELLES MINEURES DANS LES OEUFS DESTINES A LA CONSOMMATION HUMAINE AU NIVEAU DE POINTS DE VENTE DANS LA WILAYA DE BATNA

Introduction

Les TIAC sont connues pour être rattachées à la consommation des œufs contaminés par SE type PT6. Ce dernier est suspectée être à l'origine d'épidémies de TIAC dans un certain nombre de pays en l'occurrence l'Angleterre. (Evans *et al.*, 1998).

Parmi tous les produits alimentaires, l'œuf possède des propriétés physiques et chimiques qui lui confèrent les meilleurs moyens de défense antimicrobienne. Pourtant, au sein de la filière œufs de consommation, cette contamination des œufs peut s'effectuer par transmission verticale pour *Salmonella Enteritidis* qui présente un caractère invasif et qui infecte les follicules ovariens sans pour autant provoquer de symptômes. Le rôle des facteurs de virulence est prépondérant dans cette voie de contamination qui débute au niveau des follicules pré-ovulatoires et qui conduit à la contamination des milieux internes.

1. Matériels et Méthodes.

Cinq plaques de 30 œufs chacune ont été prélevées chaque mois à partir de février jusqu'à juin 2008 chez des vendeurs à étal caractérisés par une absence de climatisation du local. Ces œufs destinés à la consommation humaine ont été transportés au laboratoire de Microbiologie du Département Vétérinaire dans les délais de 1h et ensuite analysés dans le but d'y rechercher la présence de salmonelles selon la méthode ISOAFNOR 6579 modifiée en 2002. Cette méthode consiste en l'essuyage de surfaces de coquilles de 10 œufs à l'aide de chiffonnettes, constituant l'équivalent d'un échantillon puis un pool de 10 jaunes d'œufs prélevés aseptiquement et mélangés au stomacher ainsi qu'un pool et 10 blancs d'œufs. Le total de 45 échantillons ont été respectivement ensemencés sur 225 ml d'EPT chacun après 16 h d'incubation à 35°C. 0.1 ml et 10 ml d'EPT (Sanofi) ont été transférés respectivement sur 10ml de bouillon au tétrathionate (Fluka) et 100 ml de (SCB) (Fluka) pour ensuite être étalés sur les géloses de XLD ; XLT4 (Fluka) et la gélose Hektoen (Fluka)

Les colonies apparues sur TSI (Fluka) suspectes et apparentées aux salmonelles c'est-à-dire Gaz(+) H₂S(+) Glucose(+) lactose(-) saccharose(-) urée, indole (-) ont été confirmées sur Galerie API 10 S, (BioMérieux) Un sérotypage des salmonelles est réalisé par l'utilisation de sérums antisalmonelles polyvalents O et H ainsi qu'une inversion de phase. (WHO CCRRS 2007). Un antibiogramme pour 14 antibiotiques (BioRad) est réalisé selon la méthode de diffusion en disque en utilisant la technique de Kirby-Bauer. CLSI (2001).

2. Résultats.

Deux souches de *Salmonella* Bradford ont été isolées à partir de la plaque 05 et sur le 3^{ème} pool d'échantillon

Tableau. 29 : Echantillons, sérotypes et nombre de salmonelles isolées.

	Plaque 1	Plaque 2	Plaque 3	Plaque 4	Plaque 5
Nombre d'échantillon	9(3+3+3) C+B+J	9 C+B+J	9 C+B+J	9 C+B+J	9 C+B+J
Nombre de <i>Salmonella</i>	0	0	0	0	02 (B+J)
Serotype					S.Bradford

C : coquille, B : blanc, J : jaune

Parmi les milieux d'isolements de salmonelles seul le XLT4 a permis de recouvrir les souches de salmonelles au niveau du blanc et du jaune sans pour autant l'isoler sur la coquille !

Tableau. 30 : Isolement de *Salmonella* sur milieux sélectifs.

	Hektoen	DCLS	XLT4	XLD
Coquille	-	-	-	-
Blanc	-	-	+	-
Jaune	-	-	+	-

3. Discussion.

La prévalence de nos échantillons d'œufs de commerce est de **4.4%**, taux assez élevé par rapport à ceux avancés par (**Arzour 2006**). Ce dernier n'a pu isoler aucune *Salmonella* de 1350 œufs achetés de différents points de vente de la filière œufs mais dont la méthodologie utilisée n'est pas normalisée. L'auteur avance aussi qu'aucune salmonelle n'a été isolée au niveau des œufs pendant 10 années d'analyses bactériologiques effectuées au niveau du LRV de Constantine. Nos résultats sont encore plus élevés que ceux rapportés par (**Radkowski, 2001**) et ceux de (**Poppe., 1997**) avec 0.4%. Les œufs fêlés et sales sont les plus incriminés par la contamination en salmonelles.

La contamination des œufs de commerce par *Salmonella* a été de 7.7%. La contamination de la surface des coquilles est de 5.9%, cependant celle des contenus de l'œuf est de 1.8% .Le sérotype le plus incriminé est ST (**Suresh et al., 2006**).

La présence de *Salmonella* sur la surface extérieure de la coquille de l'œuf et la contamination du contenu de l'œuf présente une menace pour la santé publique. La surface peut être contaminée soit dans la partie distale de l'oviducte, soit par le biais d'une contamination fécale. (**Van Immerseel et al., 2005**), ce qui correspond aux problèmes de contaminations connus chez nos détaillants d'œufs de consommation.

La prévalence en entérobactéries des composants d'œufs est généralement plus importante que celle retrouvée sur la coquille chargée ou non de fèces ou de sang ou fêlées comparées avec les coquilles indemnes, mais les différences sont non significatives. (**Adesiyun et al., 2006**).

Les germes en l'occurrence SE peuvent être plus isolés en utilisant des essuyages avec des chiffonnettes sur des coquilles d'œufs non lavées ou bien en faisant un rinçage des coquilles craquelées (**Musgrove et al., 2005**).

Les méthodes de détection utilisant des milieux d'enrichissement variés et des milieux d'isolement d'immuno-concentration pour *Salmonella enteritidis* en coquille et liquide d'œufs ont été évaluées. Pour les échantillons liquides d'œufs naturellement contaminés par *S. enteritidis*, ils sont inoculés dans 225 ml de milieu de pré-enrichissement d'EPT, puis ensemencé sur SCB suivi par un milieu d'enrichissement sélectif dans 10 ml de bouillon tétrathionate est supérieur, du fait qu'il détecte *S. enteritidis* dans les six sur sept géloses sélectives (Yukiko Hara-Kudo *et al.*, 2001). Ce qui n'a pas été notre cas, bien que nous avons utilisé 03 géloses d'isolement différentes ; SE n'a pas été isolée, il se peut que ça soit dû au milieu de pré-enrichissement qui a été supplémenté de cystéine.

La charge microbienne des composants d'œufs est généralement significative quant on la rapporte au type de cages des poules pondeuses ou la source de l'aliment, l'utilisation de médicaments ou la température d'exposition à la vente (Mallet *et al.*, 2005).

Ainsi la directive européenne 1999/74 prévoit pour 2012 le remplacement des cages conventionnelles d'élevage des poules pondeuses par des cages aménagées ou des volières, afin de prendre en compte du « bien-être » des poules. Cependant, la qualité bactériologique des œufs pourrait diminuer via une augmentation du nombre d'œufs cassés et/ou souillés par les déjections. (Mary-Laure *et al.*, 2003).

Il est nécessaire de considérer les effets protecteurs de l'albumine des œufs , qui effectivement inhibent la pousse des SE de manière dépendante en temps et température (Heejeong *et al.*, 2002) ; mais quand le blanc et le jaune sont mélangés, les effets des lysozymes contenus dans le blanc sont inhibés ce qui fait que les bactéries contenues dans l'œuf peuvent proliférer et SE avec plus d'entrain surtout si le sulfate de fer est rajouté au milieu de pré-enrichissement (Yoshimasu and Zawistowski 2001).

L'exposition au soleil et aux radiations ionisantes des œufs de consommation à la vente sur des étals non réfrigérés et par temps chaud est un facteur de détérioration de la qualité et de la teneur en composants ainsi que de la viscosité et de la dilution du jaune par rapport au blanc. Mais ceci est un facteur de réduction des taux du microbisme à la surface de la coquille (Pinto *et al.*, 2004)

Conclusion

Le microbisme présent à la surface de nos œufs est indéniablement excessif ajouté à cela l'exposition au soleil des plaques d'œufs sans réfrigération, ce qui fait que les œufs de consommation présents sur les étals de détaillants de produits avicoles sont une source de contamination pour le consommateur, bien que le taux de contamination par les salmonelles ne soit pas très élevé soit **4.4%**. Mais cela ne signifie pas que le risque n'est pas toujours présent sans isolement de salmonelles responsables de zoonose S.T et S.E.

Les efforts de prévention doivent être mis en place à tous les niveaux de l'industrie ovicole de consommation notamment par l'application d'une réglementation de plus en plus ferme. En restauration collective, les efforts doivent être concentrés sur le respect des bonnes pratiques de transport, de stockage et de préparation des aliments. Le respect strict des chaînes du froid et une utilisation normalisée de préparations à base d'œufs pasteurisés et de poudre d'œufs.

CHAPITRE VII : RECHERCHE DES SALMONELLES DANS LES PLATS CUISINES SERVIS AUX RESTAURANTS UNIVERSITAIRES ET LES VIANDES SEPARÉES MECANIQUEMENT (VSM) DANS LA WILAYA DE BATNA

Introduction

La sécurité alimentaire, dans ces dernières décennies, est devenue la pierre angulaire de la santé publique. La multiplication des denrées alimentaires manufacturées, la diversité des repas des aliments traités, des ingrédients composants ces denrées, les flux de transports d'échanges internationaux, les facilités des commerces à grande couverture populaire, les besoins de gain rapide encouragés par la demande croissante de nutriments en sont les facteurs essentiels. Toutes ces conjonctures ont favorisées l'apparition des TIA émergentes telles que la salmonellose, campylobactériose et listeriose. Ces dernières sont devenues les maladies du siècle. Dans ce cadre nous avons étudiés la contamination des denrées alimentaires à base de volaille ainsi que des viandes séparées mécaniquement servies au niveau des restaurants universitaires par les germes pathogènes ainsi que les contaminants fécaux.

1. Matériels et Méthodes.

Des analyses microbiologiques ont été effectuées sur des pâtés de volailles prélevés au niveau de 40 points de vente d'alimentation de la ville de Batna, de la viande de volaille fraîche puis cuite (correspondant aux plats cuisinés servis aux étudiants) prélevée dans 03 restaurants universitaires de la ville de Batna. 100g de ces denrées on été découpés stérilement à l'aide d'un couteau flambé à l'alcool. Le morceau de l'échantillon a été mis dans un sachet stérile et l'échantillon est vite transporté au laboratoire de Microbiologie du Département Vétérinaire dans une glacière.

25g des 100g de l'échantillon sont découpés stérilement, prélevé à des fins d'analyse, sont ensuite broyés au hachoir préalablement stérilisé et homogénéisé au stomacher avec 100ml d'EPT dans des sachets stériles.

Les conditions d'asepsie relatives aux manipulations de microbiologie sont rigoureusement appliquées à nos échantillons.

Le produit bien broyé et homogénéisé est ensuite transvasé dans un flacon de 225 ml d'EPT pour constituer la D.M (dilution-mère), des dilutions décimales sont préparées de 10^{-1} à 10^{-5} .

La Flore Totale Aerobie Mésophile ou (FTAM) a été dénombrée sur gélose PCA selon la méthode de VF 08-051 (Guiraud and Rose., 2004).

0.1 ml de chaque dilution est déversé sur une gélose PCA et étalée à l'aide d'un étaloir puis incubée à 30 ou 37°C pendant 24 h à 72 h

Pour la lecture, les boîtes retenues doivent avoir le nombre de colonies sur la dernière dilution dénombrable ou situé entre 0 et 300 UFC

Pour les Coliformes Totaux (CT) et *E.coli* thermorésistants, on utilise des géloses au désoxycholate

La recherche des salmonelles se fait par la méthode ISO6579 (AFNOR., 2002).

La recherche des *Staphylococcus aureus* se fait par ensemencement d'une gélose de Baird-Parker en triplicate par les différentes dilutions et incubée à 37°C pendant 24 h, les colonies

noires sont comptées comme positives et dénombrées une moyenne des colonies des 3 géloses.

2. Résultats.

Les VSM et pâtés de volailles ont présentés comme dénombrement bactériens et recherche de bactéries pathogènes les résultats suivants.

Tableau. 31 : FTAM, CT, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* dans les pâtés de volailles de différents points de ventes de Batna.

	FTAM	CT	SA	Nombre de Salm/echant
PV1	N.F	NF	NF	0/6
PV2	$3.07.10^5/6$	0/6	60/6	0/6
PV3	$1.57.10^7/6$	0/6	0/6	0/6
PV4	$1.97.10^5/5$	0/5	0/5	0/5
PV5	$8.94.10^6/5$	$0.8.10^2/5$	$3.4.10^2/5$	0/5
PV6	$2.96.10^4/4$	$0.95.10^2/4$	0/4	0/4
PV7	$1.44.10^7/4$	$3.25.10^2/4$	$2.8.10^2/4$	0/4
PV8	$8.96.10^4/4$	$0.4.10^2/4$	$1.57.10^3/4$	0/4

Tableau. 32 : FTAM, CT, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* dans les plats de poulets de chair frais et cuisinés de 3 cités universitaires de Batna.

	FTAM	CT	CF	<i>S.aureus</i>	Nmbre de Salm/echant
Cité Ammar Benflis	<300	2/4	0	0	0
Cité 1 ^{er} Novembre	<300	2/3	0	0	0
Cité Mahdaoui Khadidja	<300	2/3	0	0	0

Les résultats trouvés sont acceptables selon la législation algérienne du JORADP N° 35 du 27 Mai 1998 soit 36/40 prélèvements (équivalents à un taux de 15%) n'ont pas dépassés 3.10^5 UFC pour la FTAM. Cependant, 6/40 prélèvements (équivalents à 7.5%) ont présentés des CT avec des proportions dépassant les normes. Pour les germes pathogènes, *S.aureus* a été retrouvé dans les produits de 3 vendeurs avec des taux assez élevés quant à *Salmonella*, elle n'a été détectée dans aucun prélèvement. Pour ce qui des plats cuisinés servis au niveau des restaurants universitaires aucune salmonelle n'a été isolée, les dénombrements de germes témoins de contamination fécale sont pour l'ensemble acceptables.

3. Discussion.

Selon Mattick *et al.* (2002), les salmonelles sont présentes dans les saucisses en proportions élevées et ne sont pas éliminés par les procédés de cuisson, friture, grillade et barbecue. Elles sont en général isolées à des taux très faibles dans les VSM (saucisses et pâtés).

Les facteurs de risque de l'induction des TIAC à *Salmonella* des plats cuisinés sont les types de cuisson à basse température, tel que la cuisson au four microonde, la cuisson des œufs

durs, les modes culinaires de consommation de viande crue ou peu cuite et les produits auxquels sont additionnés des peaux de volailles (ex : salades, plats cuisinés, charcuterie...) (Bornert., 2000).

Les denrées alimentaires à base de produits avicoles prêtes à être consommées ou distribuées dans les Fast-food (hamburger, omelettes, crèmes glacées....) présentent des taux assez bas de portage de salmonelles (0.7%). (Busani *et al.*, 2005).

Les salmonelles sont isolées avec un taux très bas dans les aliments à base de chair de volaille, mais elles le sont avec un taux plus important dans les viandes séparées mécaniquement. (Kolevska and Kocic ., 2009)

Sur des denrées à base de volaille cuites et présentées à la vente au consommateur par des commerçants ambulants, (Arumugaswamy *et al.*, 1995) a isolé des salmonelles à raison de 14 % dans les viandes de volailles , alors que les foies et gésiers ont présentés une prévalence de 17%.

Le fait que nos produits n'ont présentés que des pourcentages assez faibles de contaminations par *Staphylococcus aureus* s'explique probablement par le traitement thermique appliqué aux VSM ainsi que de la nouveauté des infrastructures des établissements manufacturant ces denrées. La commercialisation des ces denrées est sous le contrôle des services de sécurité alimentaire qui ont redoublés les contrôles après les hécatombes provoquées par la consommation du Kachir dans la wilaya de Sétif. Par ailleurs la consommation de ces produits avicoles n'est pas rentrée dans les habitudes culinaires et gastronomiques des citoyens de la classe moyenne.

De même que pour les plats cuisinés ils se sont montrés indemnes de germes pathogènes ainsi que de contamination par les CT et CF ce qui démontre l'efficacité de la cuisson des denrées à base de volaille appliqué dans la restauration collective.

Conclusion

Notre étude sur 40 points de vente d'alimentation générale au niveau de la wilaya de Batna s'est couronnée par l'absence de germes pathogènes en l'occurrence *Staphylococcus aureus* et *Salmonella*. Elle a révélée que les dénombrements de FTAM pour les VSM étaient de 6/40 prélèvements qui ont dépassés les normes acceptées par la législation Algérienne en matière de sécurité alimentaire soit un taux de 15%. Pour les dénombrements des CT ils ont dépassés les normes dans 7.5% des cas. Ceci a pour conséquence que les VSM commercialisés au niveau des différents points de vente sont redevables d'un contrôle plus rigoureux par les services de la police sanitaire. Quant aux plats cuisinés et servis au niveau des restaurants universitaires ils n'ont révélés aucune contamination par les germes pathogènes ainsi que pour le degré de salissure par les CT ou CF.

CONCLUSION GENERALE

Les salmonelles font partie de la flore bactérienne humaine et animale : leur fréquence est cependant variable et témoigne du niveau de contamination de l'eau, l'alimentation et l'environnement. Elles sont largement répandues dans les milieux perturbés par l'activité industrielle de l'homme, et la filière avicole est l'une de ces industries, les salmonelles peuvent être hébergées par les animaux sauvages, mais ils ne semblent pas être un maillon essentiel de la chaîne alimentaire de l'homme et des animaux. Leur incidence sur la santé publique découle du fait que la filière avicole dessert à tous les niveaux les consommateurs en produits avicoles à risque. Donc l'existence de salmonelles dans la filière avicole et dans son environnement est elle-même un danger sans égal.

Pour circonscrire les risques salmonelliques dans la filière avicole, l'étude de la prévalence en ces germes de chaque maillon de cette chaîne est nécessaire, elle suit la méthodologie ISO 6579 appliquée à la recherche de ces germes au niveau des reproducteurs *Gallus gallus* selon la charte sanitaire COHS 2003. L'étude commence par l'amont de la pyramide d'élevage soit les reproducteurs ponte et chairs et se termine en aval sur la table du consommateur de produits avicoles.

Sur un total de **622** prélèvements effectués sur l'ensemble de la filière avicole au niveau de la wilaya de Batna nous pûmes isoler **32** souches de salmonelles soit un pourcentage de **5.14%**. Ces salmonelles ont été sérotypées en tant que ST, SGP, Swienn, S.Seftemberg, S.Livingstone, S.Lagos, S.Bradford, S.Eissen *et S.spp*.

La prévalence de l'élevage de reproducteurs chair étudié chez le privé dans la région de Batna en salmonelles (*Salmonella Typhimurium*) est de **4.7 %**, ce qui représente une source de danger sans égal. Les fientes caecales et la litière imbibée ont été les seuls à refermer ces germes.

L'étude a montrée l'absence de S.E et de S.T dans les reproducteurs ponte du secteur étatique destinés à l'alimentation de la région Est de l'Algérie. La présence de S. livingstone (**0.6%**) au niveau de la litière laisse penser que le risque de transmission des salmonelles zoonotiques au reste de la filière avicole est un problème réellement existant. Seuls des autocontrôles périodiques en amont de la chaîne peuvent éloigner le risque de contamination par cette bactérie dangereuse pour la santé humaine.

Donc pour l'ensemble des reproducteurs chair et ponte la prévalence est de **5.3 % soit RC/RP (4.7/0.6) %**.

Cependant les multiplicateurs chair et ponte se sont montrés plus affectés par les salmonelles, ce qui s'est soldé par la découverte d'un taux de **14.5% soit MC/MP (8.33/6.09)%**

Les souches découvertes sont assez dangereuses pour la santé humaine que pour la production de la volaille, soit **1 souche à S.G.P retrouvée** dans un élevage de poules pondeuses ainsi qu' **1 souche à S.T** dans un autre élevage de poules pondeuses. Ce pourcentage de salmonellose et de pullorose est assez élevé et pourrait être plus important si l'échantillonnage a été plus grand.

De même que pour les couvoirs, les abattoirs et les tueries; la prévalence est de **7.61% soit Couv/Abatt (1.14/9.28)%**.

Nous avons pu isoler à partir de 57 prélèvements de poussières avec des chiffonettes sur les différents compartiments réalisés dans 04 couvoirs du secteur étatique et du secteur privé, 02

Salmonella Typhimurium soit un taux de **1.14%** au niveau du secteur étatique. Les autres couvoirs se sont révélés indemnes.

Treize salmonelles sont isolées à partir de cent quarante prélèvements au niveau d'abattoirs publics, privés et de tueries de la ville de Batna; soit un taux de **9.28%** par les méthodes ISO (6579) et (2002) modifiée. 09 étaient des (*Salmonella sp*) et 03 étaient des S.G.P alors que une seule a été sérotypée en tant que (*Salmonella* Wienn).

Trois de ces bactéries ont été retrouvées au niveau : des viscères (caecum, ovaires) d'animaux éviscérés, trois furent isolées au niveau du bac à eau. Quant aux jabots et aux fientes des volailles du secteur privé elles nous donnèrent 5 salmonelles. Enfin une seule salmonelle a été isolée au niveau du caecum de volailles issues de tueries.

Les œufs de consommation et les carcasses de poulets de chairs collectés au niveau des points de vente ont révélés une contamination assez importante par *Salmonella* correspondant à une prévalence de **10.2 % soit OAC/ PCC (4.5/5.8)%**.

Pour les plats cuisinés, ovoproducts et les VSM à base de volailles les résultats de recherche des salmonelles ont montré une absence totale de germes.

Par conséquent devant l'ampleur de la contamination de la filière avicole par les salmonelles, nous pouvons conclure que des mesures de prophylaxie sanitaire et de désinfection pour diminuer les risques de contagion des élevages avicoles doivent être obligatoires et strictes, afin d'éviter la contamination de leurs produits et par conséquent un risque pour l'homme. La méthodologie HACCP seule garante du contrôle des salmonelles dans les pays industrialisés se voit peu propice à l'application dans notre pays du fait que le système de monopole de toute la filière par des holdings n'est pas encore bien accepté par la réglementation en vigueur. Mais l'application intempestive des mesures réglementaires en faveur de l'éradication des salmonelloses de tout le cheptel contaminé se voit nécessaire et l'Etat s'est fixé comme objectif de diminuer le risque salmonellique à SGP à un seuil tolérable, quant aux zoonoses salmonelliques provoquées par SE et ST, il faut multiplier les contrôles microbiologiques au différents maillons de la chaîne surtout pour les reproducteurs qui doivent être indemnes ; pour les carcasses de poulets de chairs de consommation, on est loin du contrôle du risque salmonellique atteint par les pays industrialisés qui parlent d'un seuil de tolérance ZERO!!!

L'absence de l'implication de l'aviculteur dans le programme de lutte contre ces zoonoses ainsi que **l'absence d'indemnisation** fait que ces maladies persistent et notre production de volaille ne pourrait en aucune façon être compétitive avec les productions des pays développés.

L'utilisation des alternatifs à l'antibiotique facteur de croissance (prébiotiques, probiotique, phytobiotics...) dans l'alimentation du poulet, s'est manifesté par l'augmentation du G.M.Q : gain moyen quotidien, la diminution de l'I.C. (Indice de Consommation). Elle a montré aussi un effet bénéfique sur la santé des poulets sans pour autant diminué le risque salmonellique.

L'utilisation des herbes médicinales pour le contrôle des salmonelles s'est avérée être un palliatif au développement des antibiorésistances observées au niveau du traitement des pathologies bactériennes de la filière avicole.

Notre étude a montré la nette efficacité de *Thymus vulgaris* contre les salmonelles isolées de la filière avicole par rapport aux autres plantes médicinales et aux différentes baies locales utilisées dans l'alimentation humaine traditionnelles.

RECOMMANDATIONS

L'éradication des salmonelles chez la volaille est probablement une utopie. Cependant l'objectif à long terme des programmes de lutte est sans aucun doute l'élimination de toute infection à *Salmonella* dans les œufs et, si possible, aussi dans la viande de volaille. Ceci devrait fortement réduire les cas humains de salmonellose. Néanmoins nous recommandons :

- D'utiliser les méthodes normalisées ISO 6579 et 2002 pour la détection des salmonelles au niveau de la filière avicole.
- Utiliser les techniques d'échantillonnage appliquées aux reproducteurs *Gallus gallus*
- Appliquer la charte sanitaire au secteur avicole tout en veillant à minimiser les points critiques menant au risque salmonellique.
- Initier des programmes de vaccinations contre *Salmonella Enteritidis* au niveau des reproducteurs ponte.
- Utiliser l'exclusivité compétitive par l'effet barrière de certaines bactéries contre les salmonelles.
- Appliquer les normes de biosécurité pour les fermes avicoles.
- Assurer une bonne gestion de l'exploitation avicole : accès, oiseaux, aliment, eau, bâtiments, détritiques...
- Contrôler les nuisibles : rongeurs, reptiles, oiseaux sauvages, insectes volants et rampants.
- Appliquer des mesures de prophylaxie sanitaire et de désinfection pour diminuer les risques de contagion des élevages avicoles limitrophes et d'éviter la consommation de leurs produits par l'homme.
- Par ailleurs il faut respecter les règles d'utilisation de l'antibiothérapie afin d'éviter de sélectionner des souches microbiennes multi résistantes aux antibiotiques.
- Au niveau des abattoirs effectuer des traitements des carcasses au moment de l'échaudage, l'éviscération et la réfrigération.
- Pour les couvoirs : Le programme de lutte doit reposer sur l'application de la méthodologie HACCP aux différents maillons de la chaîne de production avicole.
- Appliquer aux œufs, incriminés dans la contamination humaine par *S. Enteritidis*, des programmes de contrôles d'assurance qualité.

BIBLIOGRAPHIE

Acha P.N and Szyfers B (1989) : Zoonoses et maladies transmissibles à l'homme et aux animaux OIE 2^{ème} Edition

Adesiyun A., Offiah N., Seepersadsingh N., Rodrigo S., Lashley V., Musai L. (2006): Frequency and antimicrobial resistance of bacteria with spoilage potential isolated from table eggs. Food research International, Volume 39, Issue 2 , Pages 212-219

AFNOR (1998): Standard European - Standard French. Horizontal method for research of the Salmonellas.

Agabou A. and Alloui N. (2010): Importance of *Alphytobius diapernus* (Panzer) as a reservoir for pathogenic bacteria in Agerian broiler houses. Weterinary World, vol.3 (2): 71-73

Aissa R., Al-Gallas N., Troudi H., Belhadj N., Belhadj A. (2004): Trends in *Salmonella enterica* serotypes isolated from human, food, animal, and environment in Tunisia, Journal of Infection, Volume 55, Issue 4, Pages 324-339

Akhtar F., Hussain I., Khan A., Rahman S.U. (2010): Prevalence and Antibigram Studies of *Salmonella Enteritidis* Isolated from Human and Poultry Sources. Pakistan Vet. J., 30 (1): 25-28.

Alli I. (2004): Food Quality Assurance Principles and Practices © Boca Raton London New York Washington, D.C. © 2004 by CRC Press LLC

Al-Nakhli H.M, Al-Ogaily Z.H., Nassar T.J. (1999) : Sérovars représentatifs de *Salmonella* isolés chez des volailles et dans leur environnement en Arabie Saoudite Rev.sci.tech.Off.Int.Epiz. ; 18 (3) 700-709

Altekruse S.F., Chanlongbutra N.B.A, DeSagun R., Naugle A., Schlosser W., Umholtz R., White P. (2006) : *Salmonella Enteritidis* in Broiler Chickens, United States, 2000–2005 Emerging Infectious Diseases • www.cdc.gov/eid • Vol. 12, No. 12,

Antony B, Scaria B, Dias M, Pinto H.(2009) : *Salmonella* wien from gastroenteritis cases encountered in Mangalore, India : A report of 10 cases and review of the literature. Indian J Med Sci; 63:195-7

Antunes P., Reub C., Carlos Sousa J, Peixe L, Pestana N. (2003) : Incidence of *Salmonella* from poultry products and their susceptibility to antimicrobial agents International Journal of Food Microbiology 82 97– 103

Arlet G., Barrett T.J., Butaye P., Cloeckaert A., Mulvey M.R., White D.G. (2006) : Salmonella resistant to extended-spectrum cephalosporins: Prevalence and epidemiology *Microbes and Infection* (in press)

Arumugaswamy R.K., Rusul G., Abdul Hamid S.N., Cheah C.T. (1995): Prevalence of Salmonella in raw and cooked foods in Malaysia *Food Microbiology* Volume 12, , Pages 3-8

Aschfalk A., Laude S., Denzin N. (2002): Seroprevalence of antibodies to Salmonella spp in semidomesticated reindeer in Norway, determined by enzyme-linked immunosorbent assay. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr.* 115(9-10):351-4.

Association Française de Normalisation (AFNOR) NF EN ISO 6579-(1993) : Microbiologie des aliments, Méthode pour la recherche des Salmonella spp : St Denis, 27 p

Association Française de Normalisation (AFNOR) NF EN ISO 6579-(2002) : Microbiologie des aliments, Méthode pour la recherche des Salmonella spp : St Denis, 27 p

Avril J.L. (1997) : Nouveau dictionnaire de Bactériologie Clinique Editions ellipses page 35.

Babiker M.A., Tawfeig A., Yahia I.E. and Noura K. (2009) : Mortality and Diseases Status in Layer Chicken Flocks Reared in Traditional Farms in Khartoum-Sudan *International Journal of Poultry Science* 8 (3): 264-269,

Bada-Alamedji R., Fofana A., Seydi M., Akakpo A.J (2006): Antimicrobial resistance of Salmonella isolated from poultry carcasses in Dakar (Sénégal) *Brazilian Journal of Microbiology* 37: 510-515

Bailey J.S. Stern N.J., Fedorka-Cray P., Craven S.E., Cox N.A., Cosby D.E., Ladely S., Musgrove M.T. (2001) Sources and movement of salmonella through integrated poultry operation: a multistate epidemiological investigation. *Journal of Food Protection* Volume 64 Issue 11 Pages 1690-1697

Bailey J.S; Blankenship LC; Cox N.A. (2002) : Effect of fructooligosaccharide on Salmonella colonization of the chicken intestine. *Poultry Science* 70 (12): 2433-2438.

Barbour E.K, Jurdi L.H., Talhouk R., Qatanani M., Eid A., Sakr W., Bouljihad., M Spasojevic R. (1999) Émergence de Salmonella Enteritidis chez les poulets de chair au Liban : marqueurs épidémiologiques et lutte par exclusion compétitive *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 18 (3), 710-718

Beckers H.J., Peters R., Pateer P.M. (1987): Collaborative study on the isolation of Salmonella from reference material using selective enrichment media prepared from individual ingredients or commercial dehydrated products *International Journal of Food Microbiology* volume 4 ,Issue 1 pages 1-11

Beckers H. J., Van Leusden F.M., Roberts D., Pietzsch O., Price T.H., VanSchothorst M., Beumer M.M, Petrs R., Kampelmacher H. (1986) : Evaluation of reference samples for the detection of Salmonella. International Journal of Food Microbiology volume 3 ,Issue 5 pages 287-298

BEH (2006) : Bulletin Epidemiologique Hebdomadaire 2/3

Bennasar A., De Luna G., Cabrer B., Lalucat G.(2000) : Rapid identification of Salmonella Typhimurium ,S enteritidis and S virchow isolates by Polymerase Chain Reaction based fingerprinting methods Internati Microbiol 3: 31-38

Benabdeljelil K. (2004): Maghreb countries modernise World Poultry Vol 20 N° 5.www.Agreworld.nl

Bennett D. D., Higgins S. E., Moore R. W., Beltran R., Caldwell D. J., Byrd J. A. II, and Hargis B. M. (2003) : Effects of Lime on Salmonella enteritidis Survival In VitroPoultry Science Association, Inc.

Benson (2001): Microbiological Applications Lab Manual, In general Microbiology Eighth Edition Front Matter Laboratory Protocol © The McGraw–Hill Companies,

Berghold C., Kornschober C., Lederer I., and Allerberger F (2004): Occurrence of Salmonella Enteritidis phage type 29 in Austria : an opportunity to assess the relevance of chicken meat as source of human Salmonella infections. EUROSURVEILLANCE VOL. 9 Issue 1 0 - 1 2 / www.eurosurveillance.org

Bilgili S.F. (2002) : La qualité de l'abattage et la période de retrait alimentaire World's Poultry Science Journal 58: 123-130.

Blivet D., Salvat G., Humbert F. and Colin P. (1997) : Evaluation of a new enrichment broth for the isolation of Salmonella spp. from poultry products International Journal of Food Microbiology Volume 38, Issues 2-3 , 16, Pages 211-216

Blivet D., Salvat G., Humbert F. and Colin P. (1998) : development of a new medium for rapid detection of Salmonella by indirect conductance measurements Journal of Applied

Bock K.A., Steven M.D., Bock J., Faass N. (2003) : The Germ Survival Guide, MSW, MPH McGraw-Hill

Bohez L., Ducatelle R., Pasmans F., Botteldoorn N., Haesebrouck F., Van Immerseel F. (2006) : Salmonella enterica serovar Enteritidis colonization of the chicken caecum requires the HilA regulatory proteinVeterinary Microbiology article in press available on www.sciencedirect.com

Bolder N.M., Putirulan F.F and LIPMAN L.J.A.: (2006) Chemical carcass decontamination to control Salmonella and Campylobacter in poultry meat Trends in Food Science & Technology 8 July: 221-227.

Boonmar S, Bangtrakulnonth A., Pornrunangwong S., Terajima J., Watanabe H., Kaneko K.I., and Ogawa M : (1998) Epidemiological Analysis of Salmonella enteritidis Isolates from Humans and Broiler Chickens in Thailand by Phage Typing and Pulsed-Field Gel Electrophoresis J Clin Microbiol.; 36(4): 971–974.

Bornert G. (2000) : Le poulet sans salmonelles : mythe ou réalité? Revue Med .Vet. 151 12 1083-1094

Bourgeois C.M., Mescle J.F., et Zucca J. (1996) : Aspect microbiologique sécurité et de la qualité des aliments, Collection Sciences et techniques Agroalimentaires Lavoisier TEC&DOC t.1

Bouvet J., Bavai C., Rossel R., LeRoux R., Montet M.P., Mazuy C. (2003) : Evolution of pig carcass and slaughterhouse environment contamination by Salmonella Revue Med. Vet. 154 12 778-779

Bouzoubaa K., Lemainguer K. and Bell J. G. (1992) : Village chickens as a reservoir of Salmonella pullorum and Salmonella gallinarum in Morocco Preventive Veterinary Medicine Volume 12, Issues 1-2 , Pages 95-100

Braden C.R. (2006) : Salmonella enterica Serotype Enteritidis and eggs national epidemic in United States. Food Safety CID 43 512-517

Brennan J.G. (2006) : Food Processing Handbook Edited by © WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, and Germany Microbiology 84 399-403

Brenner D.J., Krieg N.R. and Staley J.T (2005): BERGEY'S MANUAL_ OF Systematic Bacteriology the Proteobacteria Part B Second Edition Volume Two the Gammaproteobacteria

Brenner F.W., Villar R.G., Angulo F.J., Tauxe R., Swaminathan B., (2000): Salmonella nomenclature. J. Clin. Microbiol. 38 2465–2467

Brisabois A (2001) : Intérêt et limites des techniques de caractérisation des Salmonella Epidémiol.et santé anim. 39, 31-42

Brown D.J., Mather H., Browning L.M., Coia J.E. (2003): Investigation of human infections with Salmonella enterica serovar Java in Scotland and possible association with imported poultry. Euro Surveill; 8 (2):35-40

- Bulletin Sanitaire Vétérinaire (2002)** (Algérie) : Direction des services vétérinaires, Ministère de l'agriculture et du développement rural. Algérie. pp: 3. BSV
- Bulletin Sanitaire Vétérinaire (2003)** (Algérie) ; Direction des services vétérinaires, Ministère de l'agriculture et du développement rural. Algérie. pp: 3. BSV
- Bulletin Sanitaire Vétérinaire (2004)** (Algérie), : Direction des services vétérinaires, Ministère de l'agriculture et du développement rural. Algérie. pp: 3. BSV
- Bulletin Sanitaire Vétérinaire (2005)** (Algérie) : Direction des services vétérinaires, Ministère de l'agriculture et du développement rural. Algérie. pp: 3. BSV
- Bulletin Sanitaire Vétérinaire (2006)** (Algérie) : Direction des services vétérinaires, Ministère de l'agriculture et du développement rural. Algérie. pp: 3. BSV
- Bulletin Sanitaire Vétérinaire (2007)** (Algérie) : Direction des services vétérinaires, Ministère de l'agriculture et du développement rural. Algérie. pp: 3. BSV
- Bulletin Sanitaire Vétérinaire (2008)** (Algérie) : Direction des services vétérinaires, Ministère de l'agriculture et du développement rural. Algérie. pp: 3. BSV
- Busani L., Cigliano A., Taioli E., Caligiuri V., Chiavacci L., Di Bella C., Battisti A., Duranti A., Gianfranceschi M., C. Nardella M., Ricci A., Rolesu S., Tamba M., Marabelli R., And Caprioli A., (2005)** : Research Note : Prevalence of Salmonella enterica and Listeria monocytogenes Contamination in Foods of Animal Origin in Italy Journal of Food Protection, Vol. 68, No. 8, , Pages 1729–1733
- Butcher G.D. and Miles R.D. (1995)** : Minimizing Microbial Contamination in Feed Mills Producing Poultry Feed VM93 Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Original publication date May, <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- Byrd J.A., Corrier D.E., DeLoach J.R., Nisbe D.J. (1997)** : Comparison of Drag-Swab Environmental Protocols for the Isolation of Salmonella in Poultry Houses. Avian Diseases 41:709-713
- Byrd J.A., Corrier D.E., DeLoach J.R., Nisbet D.J and Stanker L.H. (1998)** : Horizontal transmission of Salmonella Typhimurium in broiler chicks. J. Applied Poultry Res. 7:75-80
- Byrd JA., Hargis BM., Caldwell DJ., Bailey RH., Herron KL., McReynolds JL., Brewer RL., Anderson RC., Bischoff KM., Callaway TR., and Kubena LF (2001)** : Effect of lactic acid administration in the drinking water during preslaughter feed withdrawal on Salmonella and Campylobacter contamination of broilers Poultry Science, Vol 80, Issue 3, 278-283
- Caldwell D.J., Hargis B.M., Corrier D.E., DeLoach J.R. (1998)** : Frequency of Isolation of Salmonella from Protective Foot Covers Worn in Broiler Houses as Compared to Drag-swab Sampling. Avian Diseases 42:381-384

Capita R.A., Ivarez-Astorga M., Alonso-Calleja C., Moreno B., Garcí'a-Ferna'ndez M.D.C. (2003): Occurrence of salmonellae in retail chicken carcasses and their products in Spain International Newspaper off Food Microbiology 81.169 – 173

Cardinale E., Tall F., Kane P., Konte M. (2000): Consommation de poulets de chair au Sénégal et risque pour la santé publique CIRAD-FAO, 11-13, Montpellier, France, Cédérom du CIRAD, Montpellier, France.

Cardinale E., Gros-Claude J.D.P, Tal F., Gueye E.F., Salvat G. (2005) : Risk factors for contamination of ready-to-eat street-vended poultry dishes in Dakar, Senegal International Newspaper off Food Microbiology 103.157 - 165

Cardoso W.M., Ribeiro A.R., Santos L.R., Borsoi A., Pilotto F., Nascimento V.P. (2008) : In vitro efficiency of disinfectants against Salmonella Enteritidis samples isolated from broiler carcasses Brazilian Journal of poultry Science , v.10, n.2, 139-141

Cardoso MO., De Oliveira W.F., Romao J.M., Sampai F.A.C., Moraes T.G.V., Teixeira R.S.C., Câmara S.R., Salles R.P.R., De Siqueira A.A., Nogueira G.C. (2006): Enterobacteria isolation in broiler carcasses from commercial establishments in fortaleza, ceará state, brazil Arq. Inst. Biol., São Paulo, v.73, n.4, p.383-387, out./dez.,

Carmen C., Carp-Carare M., Elena I., Bradatan GH (2008): Researches regarding Salmonella sp incidence in poultry carcasses destined to human consume Bulletin USAMV Veterinary Medicine 65 (2)322-324

Carramin~ana J.J., Rota C., Agusti'n I. and Herrera A.(2004) : High prevalence of multiple resistance to antibiotics in Salmonella serovars isolated from a poultry slaughterhouse in Spain Veterinary Microbiology 104 133–139

Carrique-Mas JJ; Davies RH: (2008): Salmonella Enteritidis in commercial layer flocks in Europe: legislative background, on-farm sampling and main challenges Rev. Bras. Cienc. Avic. vol.10 no.1 Campinas.

Carrique-Mas J.J. & Davies R.H. (2008) : Bacteriological detection of Salmonella Enteritidis in eggs: a review Rev. sci. tech. Off. int. Epiz. 27 (3), 657-664

Cassar R and Cuschieri P., (2003): Comparison of Salmonella Chroogenic medium with DCLS Agar for isolation of Salmonella species from stool specimens Journal Of Clinical Microbiology july p. 3229-3232

Chaiba A, Rhazi Filali F, Chahlaoui A, Soulaymani Bencheikh R and Zerhouni M. (2009) : Prevalence and anti-microbial susceptibility of Salmonella isolates from chicken carcasses and giblets in Meknès, Morocco Afr. J. Microbiol. Res. _Vol. 3(5) pp. 215-219 May,

Chambers J.R., Bisailon J.R., Labbe Y., Poppe C., and Langford C.F.(1998) : Salmonella prevalence in crops of Ontario and Quebec broiler chickens at slaughter Poultry Science 77: 1497-1501

Chander Y., Kumar K., Gupta S C., and Goyal S M., (2005) : Evaluation of CHROM-Agar Salmonella Medium for the Isolation of Salmonella from Animal Manure Intern J Appl Res Vet Med • Vol. 3, No. 1,

Chang C.T., Yuo C.Y., Shen H.C., Li A.M., Chen C.Y., Chou J.L and Huang S.P (1999) : Recovery of Salmonella using selenite brilliant green sulpha enrichment broth Journal Of Clinical Microbiology. P.4120-4123

Charte de qualité dans les couvoirs SNA les bonnes pratiques de l'accoupage (2003) : <http://www.itavi.asso.fr/elevage/sanitaire/ref/charte>

Chemaly M., Rivoal K., Fravalo P., Ermel G., Humbert F., Salvat G. (2005) : Recherche de l'origine animale de salmonelloses humaines à Salmonella Typhimurium par caractérisation moléculaire. Journées des sciences du muscle et technologies des viandes N°10, 2004, pp. 171-173

China B., Ghafir Y., DAUBE G. (2002) : Estimation quantitative et qualitative par amplification génétique des bactéries présentes dans les denrées alimentaires Ann. Méd. Vét., 147, 99-109

Chiou C.S., Huang J.F., Tsai L.H., Hsu K.M., Liao C.S., Chang H.L(2006) : A simple and low-cost paper-bridged method for Salmonella phase reversal Diagnostic Microbiology and Infectious Disease 54 315–317

Cogan T.A., Jørgensen F., Lappin-Scott H.M.,. Benson C.E, Woodward M.J. and Humphrey T.J. (2004) : Flagella and curli fimbriae are important for the growth of Salmonella enterica serovars in hen eggs Microbiology 150 1063-1071

Cohen N., Ennaji H., Boucherif B., Hassar M., and Karib H.(2007) : Comparative study of microbiological Quality of Raw poultry meat at various seasons and for different slaughtering process in Casablanca (Maroc) J. Appl. Poultry Res. 16:502–508

Concagul G.L, Gunaydin E, Carli K.T (2005): Prevalence of Salmonella serogroups in chicken meat Turk J Vet Anim Sci 29 103-106

Cooke V.M ., Miles R.J., Price R.G., Richardson A.C. (1999) : A Novel Chromogenic ester Agar medium, for detection of salmonellae. Applied Environmental Microbiology Volume 65, Issue 2, Pages 807-812

Corrente M., Madio A., Friedrich K.G., Greco G., Desario C ;Tagliabuse S ;D’Incau M ; Compolo M ; Buonavoglia C.(2004) : Isolation of Salmonella strains for reptiles faeces and comparison of different culture media *Journal of Applied Microbiology* **96** 709-715

Corrier D.E., Byrd J.A., Hargis B.M., Hume M.E., Bailey R.H., Stanker L.H (1999) : Survival of Salmonella in the crop contents of market-age broilers during feed withdrawal. *Avian Diseases* **43**(3): 453-460.

Corry J.E.L., Allen V.M., Hudson W.R., Breslin M.F., and Davies R.H.(2002):Sources of Salmonella on broiler carcasses during transportation and processing; mode of contamination and methods of control *Journal of Applied Microbiology* **92** 424-432

Cortés C.R., Isaías G.T., Cuello C.L., Flores J.M.V., Anderson R.C., C.E Campos (2004): Bacterial isolation rate from fertile eggs, hatching eggs, and neonatal broilers with yolk sac infection *Revista Latinoamericana de la MICROBIOLOGÍA* Vol. 46, Nums. 1-2 pp. 12 – 16

Cox J.M. (1995) : Salmonella Enteritidis: virulence factors and invasive infection in poultry. *Trends in Food Science & Technology* vol.6 407-410

Cox N.A., and Bailey J.S. (1995): Survival of Salmonella Typhimurium in carcass processing water samples *J. Appl. Poultry Res.* **4**:154–156

Cox N.A., Berrang M.E. and Cason J.A. (2000): Salmonella Penetration of Egg Shells and Proliferation in Broiler Hatching Eggs—A Review *Poultry Science* **79**:1571–1574

Cox N.A., Hofacre C.L., Buhr R.J., Wilson J.L., Bailey J.S., Richardson L.J., Cosby D.E., Musgrove M.T., Hiatt K.L. and S. M. Russell (2005) : Attempts to Isolate Naturally Occurring Campylobacter, Salmonella, and Clostridium perfringens from the Ductus Deferens, Testes, and Ceca of Commercial Broiler Breeder Roosters *J. Appl. Poult. Res.* **14**:126–129

Centre de Reference des Salmonelles Shigelles (CRSS) Rapport (2000) : Relevé des salmonelles–Shigelles isolées en Belgique en 2000

Cudjoe K.S., Krona R. and Olsen E; (1994): IMS: a new selective enrichment technique for detection of Salmonella in foods *Trends in Food Science & Technology* **5** 149-157.

D’Aoust J.Y., Sewell A.M., and Warburton D.W. (1992): A comparison of standard cultural methods of foodborne Salmonella *International Journal of Food Microbiology*, Volume **16** Issue 1, Pages 41-50

Davies R.H. Nicholas R.A.J. McLaren J.M. Corkish J.D. Lanning D.G. and Wray C. (1997): Bacteriological and serological investigation of persistent Salmonella enteritidis infection in

an integrated poultry organisation. Veterinary Microbiology Volume 58 issue 2-4 Nov. Pages 277-293

DDA:Direction Departementale de L'Agriculture: Informations 2007-2008

De Boer E (1998) : Update on media for Isolation of Enterobacteriaceae from foods. International Journal of Food Microbiology , Volume 45, 24, Pages 43-53

De Reu K., Grijspeerdt K., Messens W., Heyndrickx M., Uyttendaele M., Debevere J. and Herman L. (2006) : Eggshell factors influencing eggshell penetration and whole egg contamination by different bacteria, including Salmonella enteritidis International Journal of Food Microbiology Volume 112, Issue 3, 1, Pages 253-260

Desmidt M, Ducatelle R, Haesebrouck F, de Groot PA, Verlinden M, Wijffels R, Hinton M, Bale JA, Allen VM (1996): Detection of antibodies to Salmonella enteritidis in sera and yolks from experimentally and naturally infected chickens. Vet Rec. 9; 138(10):223-6.

Dhiaf A and Bakhrouf A. (2004): Recovery in embryonated chicken eggs of viable but non-culturable Salmonella Food, Agriculture & Environment, Vol.2 (2),

Donaghy J.A. and Madden R.H. (1993) : Detection of Salmonella in animal protein by Rappaport-Vassiliadis broth using indirect impedimetry International Journal of Food Microbiology Volume 17, Issue 4 , Pages 281-288

D'Mello J.P.F (2003) : Food Safety: Contaminants and Toxins Editor:, Scottish Agricultural College, Edinburgh, UK Publication Date: Number of Pages: 480 Pages

Drouin P et Amand G. (2000) : La prise en compte de la maitrise sanitaire au niveau du bâtiment avicole Siences et techniques avicole Hors Serie 2

Duke J.A. Bogenschutz-Godwin M.J ; DuCellier J., and Peggy-Ann K.D. (2002): Handbook of Medicinal Herbs SECOND EDITION CRC PRESS Boca Raton London New York Washington, D.C.

EFSA (2004) : Utilisation des antimicrobiens pour le contrôle de Salmonella chez les volaille .The EFSA Journal Dec. 115, 1-76,

Eijkelkamp J.M., Aarts H.J.M., Van Der Fels-Klers H.J. (2008) : Suitability of rapid detection methods for Salmonella in poultry slaughterhouses Food Anal. Methods DOI 10.1007/s12161-008-9040-5

Ekdahl K., DeJong B., Wollin R., and Andersson Y. (2004) : Travel-associated non typhoidal salmonellosis: geographical and seasonal differences and serotypes distribution The European Society of Clinical Microbiology and Infectious diseases CMI, **11**. 138-144

Elgroud R., Zerdoumi F., Benazzouz M., Bouzitouna-Bentchouala C., Granier S.A., Fremy S., Brisabois A., Dufour B. and Millemann Y. (2008) : Characteristics of Salmonella contamination of broilers and slaughterhouses in the region of Constantine (Algeria) Zoonose and Public Health Online publication

El-Jalil M.H., Zinedine A and Faid M.(2008) : Some Microbiological and Chemical Properties of Poultry Wastes Manure After Lactic Acid Fermentation Int. J. Agri. Biol., **10**: 405–11

El-Sharef N.R., Ghenghesh K.S., Abognah Y.S., Gnan S.O., Rahouma A. (2006): Bacteriological quality of ice cream in Tripoli-Libya. Food Control **17**; 637-641

Eriksson De Rezende C.L., Mallinson E.T., Tablante N.L., Morales R. and Park A. (2001): Effect of dry litter and airflow in reducing Salmonella and Escherichia coli populations in the broiler production environment J.Appl. Poultry Res. **10**:245–251

Eriksson J., Lofstrom C., Aspan A., Gunnarsson A., Karlsson I., Borch E., De Jong B., Radstrom P. (2005): Comparison of genotyping methods by application to Salmonella livingstone strains associated with an outbreak of human salmonellosis International journal of Food Microbiology **104** 93-103

Euzeby J.P.: (2005) : Dictionnaire de Bactériologie Vétérinaire
www.bacterio.cict.fr/bacdico/systematique/nomensalmonelles.html

Evans M. R., Will L., and Ribeiro C.D. (1998) : Salmonella Enteritidis PT6: Another Egg-Associated Salmonellosis? Emerging Infectious Diseases Vol. **4**, No. 4,

FAO (2005): Food and Agricultural Organisation

FAO/WHO (2009): Food and Agricultural Organisation and World Health Organization

Fathpour H., Emtiazi G and Ghasemi E. (2003) : Cockroaches as reservoirs and vectors of drug resistant Salmonella spp. Iranian Biomedical Journal **7 (1)**: 35-38

Feldsine PT., Lienau AH., Leung SC., Mui LA., Humbert F., Bohnert M., Mooijman K., Schulten S., Veld P., Leushner R. and Capps K. (2003) : Detection of Salmonella in fresh cheese, poultry products and dried egg product by ISO 6579 Salmonella culture procedure and the AOAC official method : collaborative study J AOAC Int. **(2)** : 275-295

Fernandez J., Fica A., Ebensperger G., Calfullan H., Prat S., Fernandez A., Alexandre M and Heitmann I. (2003) : Analysis of Molecular Epidemiology of Chilean Salmonella enterica Serotype Enteritidis Isolates by Pulsed-Field Gel Electrophoresis and Bacteriophage Typing *Journal of Clinical Microbiology*, p. 1617-1622, **Vol. 41**, No. 4

Fitzgerald C. and Swaminathan B., (2003) : Detecting Pathogen in Food : Genetic techniques: molecular subtyping methods Centers for Disease Control and Prevention, USA and A. Sails, Newcastle General Hospital, UK © Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC

Forshell L.P and Wierup M. (2006) : Salmonella contamination: a significant challenge to the global marketing of animal food products *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 25 (2), 541-554

Forward K.R and Rainnie B.J. (1997) :Use of selenite enrichment broth for the detection of Salmonella from stool: A report of one year experience at a provincial public health laboratory *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease* Volume **29**, Issue 4, Pages 215-217

Freiji M., (2008): The Poultry Industry in the Arab World - Present & Future .*LohmannInformation* Vol. **43** (1), April Page 44

Fries R. (2002): Réduction du transfert de Salmonella au cours de la production industrielle de viande de volaille *World's Poultry Science Journal* **58**: 527-540

Fries R and Steinhof U. (1997): Growth kinetics of Salmonella in mixed cultures incubated in Rappaport-Vassiliadis medium. *Food Microbiology* **14** 505-513

Furrer B, Baumgartner A, Bommeli W(1993) : Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for the detection of antibodies against Salmonella enteritidis in chicken blood or egg yolk. *Zentralbl Bakteriol.*279(2):191-200.

Gaedirelwe O.G., and Sebunya T.K. (2008) : The prevalence and antibiotic susceptibility of Salmonella sp in poultry and ostrich samples from slaughter houses in Gaborone; Botswana *Journal of Animal and Veterinary Advances* 7 (9) : 1151-1154

Garber L., Smeltzer M., Fedorka-Cray P., Ladely S and Ferris K (2003) : Salmonella enterica Serotype enteritidis in Table Egg Layer House Environments and in Mice in U.S. Layer Houses and Associated Risk Factors *AVIAN DISEASES* 47:134–142,

Gast R.K., Mitchell B.W. and Holt P.S. (2004): Evaluation of Culture Media for Detecting Airborne Salmonella enteritidis Collected with an Electrostatic Sampling Device from the Environment of Experimentally Infected Laying Hens. *Poultry Science* **83**:1106–1111

Gast RK, Porter RE, Hold PS. (1997): Applying tests for specific yolk antibodies to predict contamination by *Salmonella enteritidis* in eggs from experimentally infected laying hens. *Avian Dis.* 41(1):195-202.

Gast RK, Porter RE, Hold PS. (1997): Assessing the sensitivity of egg yolk antibody testing for detecting *Salmonella enteritidis* infections in laying hens. *Poult Sci.* 76(6):798-801

Geornaras I, Holy A.V (2001): Antimicrobial susceptibilities of isolates of *Staphylococcus aureus*, *Listeria* species and *Salmonella* serotypes associated with poultry processing *International Journal of Food Microbiology* 70 Ž.29–35

Gerardi M.H. (2006): *Water Pollution Biology Wastewater Bacteria* Williamsport, Pennsylvania A JOHN WILEY & SONS, INC., PUBLICATION Copyright © by John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved

Gillespie S.H. and Hawkey P.M. (2006) : *Principles and Practice of Clinical Bacteriology* Second Edition Editors © John Wiley & Sons Ltd, Royal Free and University College Medical School, London, UK University of Birmingham, Birmingham, UK Copyright

Golden N.J., Marks H.H. Coleman M.E., Schroeder C.M., Bauer N. E., and Schlosser W.D.(2008) : Review of induced molting by feed removal and contamination of eggs with *Salmonella enterica* serovar *Enteritidis* . *Veterinary Microbiology* Article in Press, Corrected

Gregory N.G and Grandin T. (1998) : *Animal Welfare and Meat Science* CABI Publishing Cabi-nao@cabi.org CAB INTERNATIONAL

Groisman E.A., Hughes H (2001) : *Principles of Bacterial Pathogenesis* EDITED BY Howard Hughes Medical Institute Washington University School of Medicine Department of Molecular Microbiology St. Louis, Missouri by ACADEMIC PRESS Copyright ©

Goncagul G., Naydin E., and Carli K.T. (2005) : Prevalence of *Salmonella* Serogroups in Chicken Meat *Turk J Vet Anim Sci* 29 103-106

Guard-Petter., (2001) : The chicken, the egg and *Salmonella Enteritidis* *Environmental Microbiology* 3 (7) 421-450

Guillot J.F., Beaumont C., Bellatif F., Mouline C., Lantierr F., Colin C., Protais J. (1995) : Comparaison of resistance of various poultry lines to infection by *Salmonella enteritidis* *Vet Res* 26, 81-86

Hardy A (2004) : *Salmonella: a continuing problem* *Postgraduate Medical Journal*;80:541-545

Heyndrickx M., Vandekerchove D., Herman L., Rollier I., Grijspeerdt K. and D.E Zutter L. (2002): Routes for salmonella contamination of poultry meat: epidemiological study from hatchery to slaughterhouse *Epidemiology and Infection* **129**:2:253-265

Heritage J., Evans E.G.V. and Killington R.A. (1999): *Microbiology in action* ; Cambridge University Press (Virtual Publishing) 2003

Higgins S.E., Higgins J.P., Bielke L.R and Hargis B.M.: (2007): Selection and Application of Bacteriophages for Treating Salmonella enteritidis Infections in Poultry *International Journal of Poultry Science* **6** (3): 163-168,

Himathongkham S., Pereira M.G., and Riemann H. (1996): Heat Destruction of Salmonella in Poultry Feed: Effect of Time, Temperature, and Moisture. *Avian Diseases* **40** 1: 72-77

Himathongkham S., Nuanualsuwan S and Riemann H. (1999) : Survival of Salmonella enteritidis and Salmonella typhimurium in chicken manure at different levels of water activity *FEMS Microbiology Letters* Volume **172**, Issue 2 , 15 Pages 159-163

Holt P. S., Geden C. J., Moore R.W., and Gast R.K. (2007) : Isolation of Salmonella enterica Serovar Enteritidis from Houseflies (*Musca domestica*) Found in Rooms Containing Salmonella Serovar Enteritidis-Challenged Hens *Applied and Environmental Microbiology*, p. 6030-6035, Vol. **73**, No. 19

Hoorfar J. and Baggesen D.L (1998) : Importance of pre-enrichment media for isolation of Salmonella spp. from swine and poultry *FEMS Microbiology Letters* Volume **169**, Issue 1, Pages 125-130

Hosseinzadeh H., Ramezani, M., Namjo, N.(2003) : Muscle relaxant activity of *Elaeagnus angustifolia* L. fruit seeds in mice. *Journal of Ethnopharmacology* **V84**.257-278

Hoszowski A and Truszczyski M. (1995) : Choice of the optimal method for the isolation of Salmonella from meat and bone powder designed for industrial feed mixtures *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases* Volume **18**, Issue 4 , Pages 227-237

Hui Y.H., Pierso M.D., Gorham J.R. (2001): *Foodborne Disease Handbook Volume 1 : Bacterial Pathogens* Second Edition, Revised and Expanded edited by Science Technology System West Sacramento, California Merle D. Pierson Virginia Polytechnic Institute and State University Blacksburg, Virginia

Hui Y.H., Cornillon P., Legarreta I.G., Lim M.H., Murrell K.D., Nip W.K. (2004): *Handbook Frozen Food* by Marcel Dekker, Inc. Copyright

Humbert F. (1995): Salmonelloses et filières avicole: aspects épidémiologiques et incidences sur la santé publique Maghreb Vétérinaire, Vol .7 N°30

Chémaly M., Petetin I., Rouxel S., Lalande F., Le Bouquin S.(2007) : Analyse descriptive multidimensionnelle des élevages de pondeuses contaminées par *Salmonella* spp. : recherche d'hypothèses de facteurs de risque Septièmes Journées de la Recherche Avicole, Tours, 28 et 29

Hyatt ., Doreene R., Weese J Scott. (2004): *Salmonella* culture: sampling procedures and laboratory techniques The Veterinary Clinics of North America .Equine Practice Volume 20 Issue 3 577-585

Iveson J. B., Shellam G. R., Bradshaw S. D., Smith D. W., Mackenzie J. S., Mofflin R. G., (2009) : *Salmonella* infections in Antarctic fauna and island populations of wildlife exposed to human activities in coastal areas of Australia Epidemiology and infection vol. 137, n°6, pp. 858-870

Jafari R.A, Fazlara A. and Govahi M. (2006) : An Investigation into *Salmonella* and Fecal Coliform Contamination of Drinking Water in Broiler Farms in Iran. International Journal of Poultry Science 5 (5): 491-493

Jafari R.A., Ghorbanpour M. and Jaideri A (2007): An Investigation in *Salmonella* infection status in Backyard chicken in Iran. International Journal of Poultry Science 6 (3): 227-229

James C., Vincent C., De Andrade Lima T.I., James S.J. (2006): The primary chilling of poultry carcasses. A review International Journal of Refrigeration in press xx 1e16

Jarquín R.L., Nava G.M., Wolfenden A.D., Donoghue A.M., Hanning I., Higgins S.E and Hargis B.M. (2007) : The Evaluation of Organic Acids and Probiotic Cultures to Reduce *Salmonella* enteritidis Horizontal Transmission and Crop Infection in Broiler Chickens International Journal of Poultry Science 6 (3): 182-186,

Jarquín R., Hanning I., Ahn S and Ricke S.C. (2009) : Development of Rapid Detection and Genetic Characterization of *Salmonella* in Poultry Breeder Feeds. Review Sensors 9, 5308-5323;

Jenkins C and Gillespie S.H. (2006); Principles and Practice of Clinical Bacteriology *Salmonella* spp. Second Edition Editors Stephen H. Gillespie and Peter M. Hawkey © John Wiley & Sons, Ltd Pp367-376

Jensen A.N., Sørensen G., Baggesen D.L., Bødker R. and Hoorfar J. (2003) : Addition of novobiocin in pre-enrichment step can improve *Salmonella* culture protocol of modified semisolid Rappaport–Vassiliadis Journal of Microbiological Methods 55 249– 255

Joffin J.N et Leyral G. (1996) : Microbiologie technique tome 1 Dictionnaire des techniques ; Collection Biologie technique

Jorgensen F., Bailey R., Williams S., Henderson P., Wareing D.R.A., Bolton F.J., Frost J.A., Ward L., Humphrey T.J. (2002): Prevalence and numbers of Salmonella and campylobacter spp aon raw whole chickens in relation to sampling methods international Journal of Food Microbiology **76** 151-164

Jouy E., Proux K., Humbert F., Rose V., Lalande F., Houdayer C., Picault J.-P., Salvat G. (2005) : Evaluation of a French ELISA for the detection of Salmonella Enteritidis and Salmonella Typhimurium in flocks of laying and breeding hens Preventive Veterinary Medicine **71** 91–103

Kabir O.A., Werner P.,Wolfgang B.,Reinhard B.(2007) : In vitro antimicrobial susceptibility patterns of Salmonella enterica serovars and emergence of S.typhimurium Phage DT104 in a suspect commununity-associated outbreak in Lagos Nigeria J. infect. Developing Countries ;1(1);48-54

Kanashiro A.M.I., Stoppa G.F.Z., Cordoso A.L.S.P., Tessari E.N.C. and Castro. , A.G.M. (2005) : Serovars of Salmonella spp isolated from broiler chicken and commercial breeders in diverse regions in Brazil from july 1997 to december 2004 Brazilian Journal of poultry Science vol 7 n.3 195-198

Kapondorah T.L and Sebunya T.K (2007) : Occurence of Salmonella species in raw chicken livers purchased from retail shops in Gaborone, Botswana Journal of Animal and Veterinary Advances (6) 1 : 87-89

Kim A, Lee J.J., Kang M.S., Kwang S.I., Cho J.K. (2007): Dissemination and tracking of Salmonella sp in integrated broiler operation. J.Vet.Sc 8 (2) 155-161

Kinde H., Castellan D.M., Kerr D., Campbell J., Breitmeyer R., and Ardans A (2005) : Longitudinal Monitoring of Two Commercial Layer Flocks and Their Environments for Salmonella enterica Serovar Enteritidis and Other Salmonellae. Avian Diseases 49 (2):189-194.

Kolevska S.I and Kocic B., (2009) : Foodborne Pathogens and Disease Food Contamination with Salmonella Species in the Republic of Macedonia ; Foodborne Pathogens and Disease. 6 (5): 627-630.

Korsak N., Clinquart A., Daube G. (2004) : Salmonella sp dans les denrées alimentaires d'origine animale : un réel problème de santé publique Ann. Med. Vet. ,**148** 174-193

Kotton C.N., Lankowski A.J. and Hohmann E.L. (2006) : Comparison of rectal swabs with fecal cultures for detection of Salmonella typhimurium in adult volunteers Diagnostic Microbiology and Infectious Disease Volume **56**, Issue 2, Pages 123-126

Lailler R., Grimont F., Jones Y., Sanders P., Brisabois A. (2002) : Subtyping of *Salmonella* Typhimurium by pulsed-field gel electrophoresis and comparisons with phage types and resistance types *Pathol Biol* ;50: 361-8

Lamont R.J. (2004) : *Advances in Molecular and Cellular Microbiology 5 Bacterial Invasion of Host Cells* EDITED BY Lamont University of Florida© Cambridge University Press
Robin A.C. and Ziprin R. L. (2001): *Bacteriology of Salmonella* U.S. Department of Agriculture. College Station, Texas Copyright © by Marcel Dekker, Inc.

Lecoanet J. (1992) : *Salmonelloses aviaires Manuel de pathologie aviaire* E.N.V. d'Alfort (France) Université de Montréal (Québec) Ed. Chaire de Pathologie du Bétail et des animaux de basse-cour

Lee K., Lee M., Lim J., Jung J., Park Y.; and Lee Y. (2008): Contamination of chicken meat with *Salmonella enterica* serovar Haardt with nalidixic acid resistance and reduced fluoroquinolone susceptibility. *Journal Microbiol Biotechnol* **18** (11) 1853-1857

Le Minor L. et Veron M. (1989) : *Bactériologie médicale* 2^{ème} Ed Flammarion Sciences Paris

Le Minor L et Popoff L. (1987): Request for an opinion: Designation, of *Salmonella enterica* sp. nov, no. rev, as the type and only species of the genus *salmonella* *Int. Syst. Bacteriol*; 37 465-468

Leon-Velarde C.G, Cai H.Y, Larkin C, Bell-Rogers P, Stevens R.W.C, Odumeru J.A (2004) : Evaluation of methods for the identification of *Salmonella enterica* serotype Typhimurium DT104 from poultry environmental samples. *Journal of Microbiological Methods* 58, 79-86

Liebana E. (2002) : Molecular tools for epidemiological investigation of *Salmonella enterica* subspecies *enterica* infections *Research in Veterinary Science* 72 169-175

Line J.E., Bailey J.S., Cox N.A. and Stern N.J., (1997). : Yeast treatment to reduce *Salmonella* and *Campylobacter* populations associated with broiler chickens subjected to transport stress. *Poultry science*, **76**(9), pp. 1227-1231.

Logue C.M., Sherwood J.S., Olah P.A., Elijah L.M. and Dockter M.R. (2003) : The incidence of antimicrobial-resistant *Salmonella* spp. On freshly processed poultry from US Midwestern processing plants *Journal of Applied Microbiology*, 94, 16–24

Luiz A.F., Moreira F.C, Corrêa E.F, Falcão D.P (2004) : Monitoring of the Dissemination of *Salmonella* in the Chicken Frankfurt-sausage Production Line of a Sausage Factory in the State of São Paulo, Brazil *Mem Inst Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, Vol. 99(5): 477-480

McDonough P.L., Jacobson R.H., Timoney J.F., Mutalib A, Kradel D.C., Chang Y.F, Shin S.J., Lein D.H., TrockS, and Wheeler K. (1998): Interpretations of Antibody Responses to Salmonella enterica Serotype Enteritidis gm Flagellin in Poultry Flocks Are Enhanced by a Kinetics-Based Enzyme-Linked Immunosorbent Assay Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology, p. 550-555, Vol. 5, No. 4

McLeod A., Thieme O., and Mack S.D.(2009) : Structural changes in poultry sector:will there the smallholder poultry development in 2030? World's Poultry Science Journal **vol 65** N° 2

Maddocks S., Olma T and Chen S. (2002) : Comparison of CHROM-Agar Salmonella medium and Xylose-Lysine-Desoxycholate and Salmonella-Shigella Agars for isolation of Salmonella strains from stool samples. Journal Of Clinical Microbiology, p. 2999–3003 Vol. 40, No. 8

Malkawi H.I (2003) : Molecular identification of Salmonella isolates from poultry and meat products in Irbid City, Jordan World Journal of Microbiology and Biotechnology Volume 19, Number 5

Mallet S, Guesdon V., Ahmed Ayman M.H., Nys Y (2005) : Hygiene des oeufs pondus dans deux modeles de cages amenees Sixièmes journées de la Recherche Avicole, St Malo, 30 et 31

Malmqvist M. (1995): Salmonella isolated from animals and feedstuffs in Sweden during 1988-1992. Acta Vet Scand., (36), 1, 21-39

Mamma C., Cannova L., Carfi Pavia S., Nastasi A : (2000) Présence endémique de Salmonella enterica de sérotype Cerro au sud de l'Italie Euro Surveill;5 (7):84-86

Manafi M. and Rotter M.L. (1991) : A new plate medium for rapid presumptive identification and differentiation of Enterobacteriaceae International Journal of Food Microbiology Volume 14, Issue 2 , Pages 127-134

Marin C., Hernandez A and Lainez M. (2009) : Biofilm development capacity of Salmonella strains isolated in poultry risk factors and their resistance against disinfectants Poult Sci 88:424-431. © Poultry Science Association

Maruta K. Miyazaki H., Masuda S., Takahashi M., Marubashi T., Tadano Y. and Takahashi H.,(1996). Exclusion of intestinal pathogens by continuous feeding with Bacillus subtilis C-3102 and its influence on intestinal microflora in broilers. Animal Science and Technology, 67(3), pp. 273-280

Mary-Laure V., Florence B., Ayman A., Joël M., Nadine S., Joël G., Michel P., Beaumont C., Gautier M., Nys Y. (2003) : Vers une sélection de poules produisant des œufs de

meilleure qualité bactériologique ? Cinquièmes Journées de la Recherche Avicole, Tours, 26 et 27 mars

Mattick K.L., Balley R.A., Jorgensen F., and Humphrey T.J. (2002): The prevalence and number of Salmonella in sausages and their destruction by frying; grilling or barbecuing Journal of Applied Microbiology **93** 541-547

Mavrommati Ch., Kalapothaki V., Trichopoulos D., Vassiliadis P. and Serie Ch. (1984) : Recovery of Salmonella from refrigerated enrichment media International Journal of Food Microbiology ,Volume 1, Issue 1February, Pages 05-11

McCrea B. A.. Norton R. A, Macklin K. S., Hess J. B. and. Bilgili S. F (2005) : Recovery and Genetic Similarity of Salmonella from Broiler House Drag Swabs Versus Surgical Shoe Covers J APPL POULT RIES **14**:694-699

McGibbon L., Quail E. and Fricker C.R. (1984): Isolation of salmonellae using two forms of Rappaport-Vassiliadis medium and brilliant green agar International Journal of Food Microbiology Volume 1, Issue 4, Pages 171-177

Meerburg B.G et Kijlstra A., (2007) : In Focus: Review Role of rodents in transmission of Salmonella and Campylobacter Journal of the Science of Food and Agriculture Volume 87 Issue 15, Pages 2774 – 2781

Meunier D., Boyd D., Mulvey M.R., Beaucheron S., Mammina C., Nastasi A., Chaslus-Dancia E and Cloeckaert A.(2002) : Salmonella enterica serotype Typhimurium DT 104 antibiotic resistance genomic island I in serotype Paratyphi B. Emerging Infectious Diseases vol. 8 N° 4

Menzies F.D., Neill S.D., Goodall E.A. and. McIlroy S.G. (1994) : Avian salmonella infections in Northern Ireland, 1979–1991 Preventive Veterinary Medicine Volume 19, Issue 2, May Pages 119-128

Millán J., Aduriz G., Moreno B., Juste R.A. and Barral M. (2004) : Salmonella isolates from wild birds and mammals in the Basque Country (Spain) Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.**23** (3), 905-911

Millemann Y. (1998) : Le pouvoir pathogène des salmonelles : facteurs de virulence et modèles d'étude. Vet. Res, **29** 385-407

Mølbak K (2004) : Danish programme for control of *Salmonella* in poultry has resulted in fewer cases in both poultry and humans Eurosurveillance, **Volume 8**, Issue 23, 03

Molla B., Alemayehu D., Salah W. (2003): Sources and distribution of Salmonella serotypes isolated from food animals ; slaughterhouse personnel and retail meat products in Ethiopia 1997-2002 Ethiop. J.Health. Dev **17**(1) 63-70

Molla B and Mesfin A.,(2003) : A survey of Salmonella contamination in chicken carcass and giblets in Central Ethiopia *Revue Méd. Vét.*, 2003, **154**, 4, 267-270

Mohsenzadeh M. (2002) :The incidence of Salmonella spp. in poultry meat for sale in the mashhad retail market and its public health implication. WORLD VETERINARY CONGRESS 27th September 25-29, TUNIS – TUNISIA

Morillon M., Védy S., Cabre O., Garnotel É. and Davoust B.(2008) : Le dépistage des porteurs de Salmonella spp. parmi le personnel de la restauration est-il utile? *Revue Francophone des Laboratoires* Volume 2008, Issue 400, Pages 77-80

Mumma G.A., Griffin P.M., Meltzer M.I., Braden C.R, Tauxe R.V. (2004) : Egg quality assurance programs and egg-associated salmonella enteritidis infections, United States *Emerging Infectious Diseases*,

Murase T., Miyahara, S., Sato, T., Otsuki, K., Holt, P.S. (2006). : Isolation of salmonella organism from commercial layer houses where the flocks were molted using a wheat bran diet. *Journal of Applied Poultry Research*. 15 :116-121.

Murray C.J., (1991): Salmonellae in the Environment *Rev. sci.tech.int.Epiz.*, 10 (3) 765-785

Murugkar H.V., Rahman H., Kumar A and Bhattacharyya D. (2005) : Isolation, phage typing & antibiogram of Salmonella from man & animals in northeastern India *Indian J Med Res* 122, pp 237-242

Musgrove M. T., Jones D. R., Northcutt J. K., Harrison M. A., Cox N. A., Ingram K. D., and Hinton A. J., Jr. (2005) : Recovery of Salmonella from Commercial Shell Eggs by Shell Rinse and Shell Crush Methodologies *Research Note, Poultry Science* 84:1955–1958

Nagappa K., Tamuly S., Brajmadhuri., Saxena M.K and Singh S.P (2007) : Isolation of Salmonella Typhimurium from poultry eggs and meat of Tarai region of Uttaranchal. *Indian Journal of Biotechnology* Vol 6, pp 407-409

Nakamura M., Nagamine N., Takahashi T., Suzuki S., Kijima M., Tamura Y., Sato S (1994). : Horizontal transmission of Salmonella enteritidis and effect of stress on shedding in laying hens. *Avian Diseases* 38(2): 282-288.

NCCLS (2001): Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility testing 11th informational supplement Approved Standard M2-A5 National Committee for Clinical Standards, Wayne, PA, USA

Nierop W. van, Duse A.G., Marais E., Aithma N., Thothobolo N., Kassel M., Stewart R., Potgieter A., Fernandes B., Galpin J.S., Bloomfield S.F. (2005) : Contamination of chicken

carcasses in Gauteng, South Africa, by *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* and *Campylobacter* International Journal of Food Microbiology 99 1– 6

Nietfeld J.C., Kelly B., Dritz S.S., Feder I., Galland J.C. (1998): Comparison of conventional and delayed secondary enrichment for isolation of *Salmonella* spp. from swine samples J Vet Diagn Invest 10:285–287

Nye K.J., Fallon D., Frodsham D., Gee B., Graham C., Howe S., Messer S., Turner T., Warren R.E. (2002): An evaluation of the performance of XLD, DCA, MLCB, and ABC agars as direct plating media for the isolation of *Salmonella enterica* from faeces J Clin Pathol;55:286–288

OFAL (2001) : observatoire des filières avicoles Rapport 2001 Ed. Alger ITPE

Ogden I.D. (1988) : A conductance medium to distinguish between *Salmonella* and *Citrobacter* spp. International Journal of Food Microbiology Volume 7, Issue 4 , 31 Pages 287-297

OIE., (2005) : Salmonellosis. Manuel terrestre de l'OIE

Okoli I.C., Ndujihe G.E., Ogbuewu I.P. (2006) : Frequency Of Isolation Of *Salmonella* From Commercial Poultry Feeds And Their Anti-Microbial Resistance Profiles, Imo State, Nigeria Online Journal of Health and applied Sciences: **Volume 5**, Issue 2;

Oliveira W.F., Cardoso W.M., Salles R.P.R., Romao J.M., Teixeira R.S.C., Câmara S.R., Siqueira A.A. and Marques L.C.L (2006) : Initial identification and sensitivity to antimicrobial agents of *Salmonella* sp from poultry products in the state of Ceara, Brazil Brazilian Journal of Poultry Science **vol 8** N°3 193-199

Olsen J.E., Brown D.J., Madsen Mr. and Bisgaard Mr. (2003): Cross contamination with *Salmonella* on a broiler slaughterhouse line demonstrated by use of epidemiological markers Journal of Applied Microbiology 94,826-835

Orji M.U., Onuigbo H.C. and Mbata T.I (2005): Isolation of *Salmonella* from poultry droppings and other environmental sources in Awka Nigeria International journal of Infectious Diseases 9:86-89

Ouwehand A.C. Vaughan E.E. (2006) : Gastrointestinal Microbiology Published in by Taylor & Francis is an imprint , an informa business

Ozbey G. and Ertas H. B. (2006): *Salmonella* spp. isolation from chicken samples and identification by polymerase chain reaction Bulgarian Journal of Veterinary Medicine **9**, No 1, 67-73

Padungtod P and Kaneene J.B. (2006) : Salmonella in food animals and humans in northern Thailand International Journal of Food Microbiology 108 346–354

Pimentel JL., Cook ME., Greger JL (1991).: Immune response of chicks fed various levels of zinc. Poultry Science 70(4): 947-954.

Parimal R., Dhillon A.S., Lauerman, L.H., Schaberg D.M., Bandli D. and Sylvia J. (2002): Results of Salmonella isolation from poultry products, poultry, poultry environment, and other characteristics Avian Diseases Volume 46, Issue 1, Pages 17-24.

Payne J.B., Li X., Santos F.B.O. and Sheldon B.W. (2006) : Characterization of Salmonella from Three Commercial North Carolina Broiler Farms International Journal of Poultry Science 5 (12): 1102-1109,

Perales I and Erkiaga E (1991) : Comparison between semisolid Rappaport and modified semisolid Rappaport-Vassiliadis media for the isolation of Salmonella spp. from foods and feeds International Journal of Food Microbiology Volume 14, Issue 1, Pages 51-57

Percival S., Chalmers R., Embrey M., Hunter P., Sellwood J and Wyn-Jones P. (2004): Microbiology of Waterborne Diseases Copyright © Elsevier Ltd.

Perez J. M., Cavalli P., Roure C., Renac R., Gille Y., and Freydiere A. M. (2003): Comparison of four Chromogenic media and Hektoen Agar for detection and presumptive identification of Salmonella strains in human stools Journal Of Clinical Microbiology, p. 1130–1134 Vol. 41, No. 3

Perry J.D., Ford M., Taylor J., Jones A.L., F.R., and Gould F.K.(1999) : ABC medium, a new chromogenic agar for selective isolation of Salmonella spp. Journal of Clinical Microbiology 766-768.

Petersen L., (1997): A comparison of EF-18 agar and modified brilliant green agar with lutenit for isolation of Salmonella from poultry samples: Acta Veterinaria Scandinavia Volume 38 Issue 1 pages 79-85

Phan T.T., Khai L.T.L., Loc C.B., Hayashidani H., Sameshima T., Watanabe T., Taniguchi T., Kobayashi H., Ito H. And Akiba M. (2003) : Isolation of Salmonella strains from the aquatic environment and comparison with those of animal origin in Tan Phu Thanh Village, Mekong Delta, Vietnam JARQ 37 (4), 237 – 241

Pinto P., Ribeiro R., Verde S.C., Lima M.G., Dinis M., SZantana M., Botello M.L. (2004): Sanitation of chicken eggs by ionizing radiation: functional and nutritional assesement Radiation Physics and Chemistry 71 33-36

- Pless P. and Reissbrodt R. (1995) :** Improvement of Salmonella detection on motility enrichment media by Ferrioxamine E-supplementation of pre-enrichment culture International Journal of Food Microbiology 27, 147-159
- Poisson D.M. (1992) :** Novobiocin, brilliant green, glycerol, lactose agar: a new medium for the isolation of Salmonella strains: Un nouveau milieu (NBGL) pour l'isolement de Salmonella Research in Microbiology Volume 143, Issue 2 , Pages 211-216
- Poppe C., Duncan C.L., Mazzocco A. (1998):** Salmonella Contamination of Hatching and table eggs a comparison Can J Vet Res 62: 191-198
- Popoff M.Y And Le Minor L.E. (1997) :** in Bergey's Manual of Systematic Bacteriology The Proteobacteria Part B The Gammaproteobacteria Second Edition Volume Two EDITOR-IN-CHIEF USA
- Pradhan A.K.,Li Y.,Swem B.L.,Mauromoustakos A (2005) :** Prédictive model for tjhe survival, death and growth of Salmonella Typhimurium in broiler hatchery. Poultry Science volume 84 Issue 12 Pages 1959-1966
- Prevost K., Magal P., Portais J., Beaumont C.(2008) :** Effect of genetic resistance of vthe hen to salmonella carrier-state on incidence of bacterial contamination synergy with vaccination Vet Res. 39:20
- Radkowski M.(2001) :** Occurence of salmonella spp in consumption eggs in Poland International Journal of Food Microbiology 64 , Pages 189-191
- Rahman M.M., Rahman A.Z. and Islam M.S. (2007) :** Bacterial diseases of poultry prevailing in Bangladesh Research Journal of Poultry Sciences 1 (1): 1-6
- Rahman M.M., Rahman A.Z., Khan ZUM, and Islam M.S. (2006) :** Recovery of Salmonella from incubated eggs, newly hatched chicks and contaminated environments Journal of Animal and Veterinary Advances 5(7): 598-601
- Reeves M.W., Evins G.M., Heiba A.A, Plikaytis B.D., and Farmer J.J. (1989) :** Clonal nature of Salmonella typhi and its genetic relatedness to other Salmonellae as shown by multilocus enzyme electrophoresis, and proposal of Salmonella bongori comb.nov. J Clin Microbiol 27(2) 313-320
- Reissbrodt R., Vielitz E., Kormann E., Rabsch W. and Kühn H. (1996) :** Ferrioxamine E-supplemented pre-enrichment and enrichment media improve various isolation methods for Salmonella International Journal of Food Microbiology Volume 29, Issue 1 , Pages 81-91
- Reiter M.G.R., Fiorese M.L., Moretto G., Lopez M.C. and Jordano R. (2007):** Prevalence of Salmonella in a poultry slaughterhouse J Food Prot 70 (7): 1723-1725

Ribeiro S.A.M., Berchieri Jr.A., Orsi M.A., Mendonça A.O., Ferrati A.R.(2005) : Experimental infection by *Salmonella enterica* serovar Kottbus in day old broiler chickens Brazilian Journal of Poultry Science vol 7 N°2 107-112

Richard C. (1979) : Les Limites d'Utilisation des Systèmes prêts à l'emploi. Médecine et Maladies Infectieuses Volume 9, Issue 9 , Pages 484-489

Rigby C.E (1984) : Enzyme Linked Immunosorbent Assay for detection of *Salmonella* Lipolysaccharide in poultry specimens Applied and Environmental Microbiology p 1327-1330

Rivoal K., Protais J., Quéguiner S., Boscher E., Chidaine B., Rose V., Gautier M., Baron F., Grosset N., Ermel G., Salvat G. (2009) : Use of pulsed-field gel electrophoresis to characterize the heterogeneity and clonality of *Salmonella* serotype Enteritidis, Typhimurium and Infantis isolates obtained from whole liquid eggs. International Journal of Food Microbiology 129 180–186

Ronald M.A (2004) : Handbook of Microbiological Media By ATLAS THIRD EDITION by CRC Press LLC Boca Raton London New York Washington, D.C. ©

Ronald M.A (2006) : Handbook of microbiological media for the examination of food second edition Boca Raton London New York Published in© by Taylor & Francis Group, LLC

Ronald M.A (2005): Handbook of media for Environmental Microbiology second edition Boca Raton London New York by Taylor & Francis Group, LLC

Rose N., Beaudeau F., Drouin P., Toux J.Y., Rose V and Colin P. (1999) : Risk factors for *Salmonella enterica* subsp. *enterica* contamination in French broiler-chicken flocks at the end of the rearing period Preventive Veterinary Medicine Volume 39, Issue 4, 27, Pages 265-277

Rostagno M.H., Gailey J.K., Hurd H.S., Mckean J.D. and Leite R.C. (2005) : Culture methods differ on the isolation of *Salmonella enterica* serotypes from naturally contaminated swine fecal samples J Vet Diagn Invest 17:80–83

Ross I.L. Willmore R., Heuzenroeder M.W.(2003) : A fluorescent amplified fragment length polymorphism study of *salmonella* serovar Sofia , the major *Salmonella* serovar isolated from chicken in Australia Int. J. Med. Microbiol. 293 371-375.

Rozila A., Nur Hartini A.W., Tan D.Y & Wee S.K.(2007) : Rapid Molecular Detection of *Salmonella* Isolated from Poultry Farm. The 19th Veterinary Association Malaysia Congress, 3 – 5 : 201 – 203

- Ruiz J., Nuñez M-L., Díaz J., Lorente I., Pérez J. And Gómez J. (1996) :** Comparison of Five Plating Media for Isolation of Salmonella Species from Human Stools *Journal Of Clinical Microbiology*, p. 686–688 Vol. **34**, No. 3
- Rusul G., Khair J., Radu S., Cheah C.T. Yassin R.M: (1996) :** Prevalence of Salmonella in broilers at retail outlets , processing plants and farms in Malaysia *International Journal of Food Microbiology*
- Russell S.M. (2003) :** The Effect of Electrolyzed Oxidative Water Applied Using Electrostatic Spraying on Pathogenic and Indicator Bacteria on the Surface of Eggs *Poultry Science* **82**:158–162
- Rybolt M.L., Wills R.W., Byrd J.A., Doler T.P. and Bailey R.H. (2004):** Comparison of four Salmonella isolation techniques in four different inoculated matrices *Poultry Science* **83**:1112–1116
- Rychlik I., Gregorova D. and Hradecka H. (2005) :** Disribution and function of plasmids in Salmonella enteric *Vetrinary Microbiology* 112 1-10
- Saad A.M., Almujaali D.M., Babiker S.H., Suhaib M.A.M., Adelgadir K.A. and Alfadul Y.A. (2007) :** Prevalence of Salmonellae in Broiler chicken carcasses and poultry farms in the central region of KSA. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 6 (2) 164-167
- Sachsenweger O, Lohr JE, Kösters J (1994) :** Evaluation of three commercial ELISA test kits for the detection of antibodies against Salmonella enteritidis *Tierarztl Prax.* 22(4):350-7.
- Sadeyen J.R, Trotereau J., Protais J., Beaumont C., Sellier N., Salvat G., Velge P., Lalmanach A.C. (2006):** Salmonella carrier-state in hens: study of host resistanceby a gene expression approach *Microbes and Infection* **8** 1308e1314
- Salvat G., Laszczyk- Legendre A., Cuenot M (2008) :** Qualité bactériologique des poulets : fermiers Label Rouge : bilan de 16 ans de surveillance par la filière [12] *TeMA* n° 7 -
- Sander J.E., Wilson J.L., Cheng I.-H. and Gibbs P.S. (2003):** Influence of Slat Material on Hatching Egg Sanitation and Slat Disinfection *J. Appl. Poult. Res.* **12**:74–80
- San Martí'n B., Lapierre L., Toro C., Bravoa V., Cornejo J. Hormazabal J.C., Borie C. (2005) :** Isolation and molecular characterization of quinolone resistant Salmonella spp. from poultry farms *Veterinary Microbiology* 110 239–244
- Sansonetti P and Zychlinsky A (2002) :** *Methods in Microbiology* Volume **31** :Molecular cellular Microbiology Academic Press INTERNATIONAL

Sato Y., Sato G., Tuchili L., Pandey G.S., Nakajima A., Chimana H., and Sinsungwe H. (1997) : Status of *Salmonella gallinarum*-pullorum Infections in Poultry in Zambia; Case Report- AVIAN DISEASES **41**:490-495,

Sasipreeyajan J. , Jerngklinchan J. , Koowatananukul C. and K. Saitanu (1996) : Prevalence of salmonellae in broiler, layer and breeder flocks in Thailand Revue Tropical Animal Health and Production Volume **28**, Number 1

Schlundt J., Toyofuku H., Jansen J., and Herbst S.A. (2004) : Emerging food-borne zoonoses Rev. sci. tech. Off. int. Epiz., 23 (2), 513-533

Seo K.-H., Holt P. S., Vaughn L. E., Gast R. K., and Stone H. D. (2003) : Detection of *Salmonella enteritidis*-Specific Immunoglobulin A Antibodies in Crop Samples from Chickens Infected with *Salmonella enteritidis*. Poultry Science **82**:67–70

Shah D.H., Roy A. and Purobit J.H. (2000) : Comparative efficacy of different media used for isolation of *Salmonella gallinarum* Indian J.Comp. Microbiol.Immunol.Infect.Dis. Vol.21 :79-80

Sikder A.J., Islam M.A., Rahman M.M. and Rahman M.B.(2005) : Seroprevalence of *Salmonella* and *Mycoplasma gallisepticum* Infection in the Six Model Breeder Poultry Farms at Patuakhali District in Bangladesh International Journal of Poultry Science **4** (11): 905-910

Silley P. and Forsythe S. (1996) : Impedance microbiology : a rapid change for microbiologists Journal of Applied Microbiology **80** 233-243

Skov M.N., Carstensen B., Torneo N., Madsen M.(1999) : Evaluation of sampling methods for the detection of *Salmonella* in broiler flocks Journal of Applied Microbiology **86**. 695 - 700

Solano C., Galindo J., Sesma B., Alvarez M., Solsona M.J. and Gamazo C.(2000) : Enzyme-linked immunosorbent assay with a *Salmonella enteritidis* antigen for differentiating infected from vaccinated poultry. Vet. Res. **31** 491–497 © INRA, EDP Sciences

Sonaiya E.B., et Swan S.E. J. (2004) : FAO production et santé animales., production en aviculture familiale ; manuel technique ; ONU pour l'alimentation et l'agriculture

Son J.R., Kim G, Kothapalli A, Morgan M.T, Ess D. (2007) : Detection of *Salmonella Enteritidis* using a miniature optical surface Plasmon resonance biosensor Journal of Physics Series **61** 1086-1090

Spencer J.F.T and De Spencer A.L.R. (2001) : Food Microbiology Protocols Edited by Humana Press Totowa, New Jersey Humana Press Inc.

Stephens P.J., Druggan P., Nebe-von Caron G. (2000) : Stressed Salmonella are exposed to reactive oxygen species from two independent sources during recovery in conventional culture media *International Journal of Food Microbiology* **60**, Pages 265-285

Sugumar G. and Mariappan S. (2003) : Survival of Salmonella sp. in freshwater and seawater microcosms under starvation *Asian Fisheries Science* **16** 247-255

Su-Jen C., Tsui-Er L., Eve-Ming W., Ta-Jen C. and Ching-Ho W. (2002): Monitoring the hygiene of chicken hatcheries in Taiwan during 1999-2001 *Journal Of Microbiology, Immunology, And Infection* Volume 35, Issue 4, Pages 236-242

Sumner J., Raven G. And Givney R. (2004) : Have changes to meat and poultry food safety regulation in Australia affected the prevalence of Salmonella or of salmonellosis? *International Journal of Food Microbiology* **92**, Pages 199-205

Sunagawa H., Ikeda T., Takeshi K., Takada T., Tsukamoto K., Fujii M., Kurokawa M., Watabe K., Yamane Y. and Ohta H. (1997) : A survey of Salmonella enteritidis in spent hens and its relation to farming style in Hokkaido, Japan *International Journal of Food Microbiology* Volume 38, Issues 2-3, 16, Pages 95-102

Suresh T., Hathab A.A.M., Sreenivasanc D., Sangeethac N, Lashmanaperumalsamya P. (2006) : Prevalence and antimicrobial resistance of Salmonella enteritidis and other salmonellas in the eggs and egg-storing trays from retails markets of Coimbatore, South India *Food Microbiology* **23** 294–299

The National Academies Press: (2001) : Scientific criteria to ensure safe food. Copyright © National Academy of Sciences. Washington, D.C. [www.nap.edu/ catalog/10690.html](http://www.nap.edu/catalog/10690.html)

Threlfall E.J, Hampton M.D. and Ridley A.M.(1997) : Application of Molecular Methods to the Study of Infections Caused by Salmonella spp. In *Methods in Molecular Medicine* Vol 15 Edited by N Woodford and A P Johnson Humana Press Inc Totowa NJ

Tizard I . (2004) : Salmonellosis in wild birds, *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, Vol 13 N°2 pp 50-56

Tongpim S., Beumer R.R., Tamminga S.K. and Kampelmacher E.H. (1984) : Comparison of modified Rappaport 's medium (R.V). and Muller-Kauffmann medium (MK-ISO) for detection of Salmonella in meat products. *International Journal of Food Microbiology* Volume 1, Issue 1, , Pages 33-42

Torpdahl M., Skov MN., Sandvang D. And Baggesen D.L. (2005) : Genotypic characterization of Salmonella by multilocus sequence typing pulsed-field electrophoresis and amplified fragment length polymorphism. *Journal of Microbiological Methods* **63** 173-184

Trawinska B., Saba L. and Wdowiak L. (2008) : Evaluation of Salmonella rod incidence in poultry in the Lublin province over the years 2001-2005 *Ann. Agric. Environ. Med.* **15** 131-134

Uyttendaele M.R., Debevere J.M., Lips R.M, and Neyts K.D (1998) : Prevalence of Salmonella in poultry carcasses and their products in Belgium *International Journal of Food Microbiology* **40** 1-8

Uzzau S., Brown D.J., Wallis T., Rubino S., Leori G., Bernard S., Casadesus J., Platt D.J., and Olsen J.E. (2000) : Host adapted serotypes of Salmonella enterica A review *Epidemiol. Infect.* **125** 229-255

Valancony H.,Fournier G.,Drouin P., Danguy R., Toux J-Y., Balaine L (2001) : Le nettoyage et la desinfection des bâtiments de poules pondeuses en cages vis-à-vis de salmonella Enteritidis 1^{ère} partie /Bilan des prelevements bacteriologiques *Sciences et techniques avicoles* N°36

Valancony H., Fournier G., Drouin P., Danguy R., Toux J-Y., Balaine L (2001) : Le nettoyage et la desinfection des bâtiments de poules pondeuses en cages vis-à-vis de salmonella Enteritidis 2^{ème} partie /Bilan des pratiques *Sciences et techniques avicoles* Juillet N°36

Vandepitte J., Verhaegen J., Engbaek K., Rohner P., Piot P. and C. Heuck C.(2003) : Basic laboratory procedures in clinical bacteriology ; Second edition ; WHO Library Cataloguing-in-Publication

Van Immerseel F., De Buck J., Boyen F., Pasmans F., Bertrand S., Collard JM., Saegerman C., Hooyberghs J., Haesebrouck F. et Ducatelle R (2005) : Salmonella dans la viande de volaille et les œufs : un danger pour le consommateur qui demande la mise en place d'un programme de lutte efficace. *.Ann.Med.Vet* **149** ; 237-251

Van Immerseel F., Cauwerts K., Devriese L.A., Haesebrouck F. et Ducatelle R. (2002) : Les additifs alimentaires anti Salmonella chez la volaille ; *World's Poultry Science Journal* **58**: 501-514

Van Zijderveld FG, Van Zijderveld-Van Bemmelen AM, Brouwers RA, De Vries TS, Landman WJ, De Jong WA (1993):Serological detection of chicken flocks naturally infected with Salmonella enteritidis, using an enzyme-linked immunosorbent assay based on monoclonal antibodies against the flagellar antigen. *Vet Q. Dec*;15(4):135-7

Vaughn L. E., Holt P. S., Moore R.W., Gast K., and Anderson K. E.(2008) : Crop Immune Response Post-Salmonella Enteritidis Challenge in Eight Commercial Egg-Layer Strains and Specific-Pathogen-Free White Leghorn Chickens *AVIAN DISEASES* **52**:79-87, 2008

Velge P., Cloeckaert A., Barrow P. (2005) : Emergence of Salmonella epidemics: the problems related to Salmonella enterica serotype Enteritidis and multiple antibiotic resistance in other major serotypes *Vet. Res.* **36** 267-288.

Verde S.C., Tenreiro R., Botelho M.L. (2004) : Sanitation of chicken eggs by ionizing radiation : HACCP and inactivation studies *Radiation Physics and Chemistry* **71** . 27-31.

Waltman, W.D., Horne A.M., Pirkle C., and Johnson D.C. (1992) : Prevalence of Salmonella enteritidis in spent hens. *Avian Dis.* **36**:251–255.

Waltman W.D. and Maltinson E.T (1995) : Isolation of Salmonella from poultry tissue and environmental samples:A Nationwide survey *AVIAN DISEASES* **39** 45-54.

Waltman W.D., Horne A.M. and Pirkle C (1993) : Research note Influence of enrichment incubation time on the isolation of Salmonella *AVIAN DISEASES* **37** 884-887

Warburton DW., Bowen B ., Konkle A., Crawford C., Durzi S, Foster R., Fox C., Gour L., Krohn G., La Casse P., Lamontagne G., McDonagh S., Arling V., Mackenzie J., Todd C.D., Oggel J., Plante R., Shaw S., Tiwari N.P., Trottier Y and Wheeler B.D. (1994) : A comparison of six different plating media used in the isolation of Salmonella *International Journal of Food Microbiology* Volume **22**, Issue 4 , Pages 277-289 .

Wegener H.C., Hald T., Lo Fo Wong D., Madsen M., Korsgaard H., Bager F., Gerner-Smidt P., and Melbak K (2003) : Salmonella control programs in Denmark *Emerging Infectious Diseases* Vol **9** N°7 .

Weill F.X. (2008) : Diarrhées d'origine bactérienne. *Revue Francophone des Laboratoires* Volume **20**, Issue 400, Pages 37-47

WHO CCRRS (2007) : Antigenic formulae on the Salmonella serovars <http://www.pasteur.fr/sante/clre/cadrecnr/salmons-index.html> 9^{eme} edition

WHO Global Salm-Surv International Food Safety Authorities Network (INFOSAN) Information (2005) : A surveillance network for foodborne diseases N° 6/2005

WHO & FAO (2002) : World Health Organization Food and Agriculture Organization of the United Nations: Risk assessments of Salmonella in eggs and broiler chickens; Microbiological Risk Assessment Series **2**

Whyte P., McGill K., and Collins J.D. (2003) : An assessment of steam pasteurization and hot water immersion treatments for the microbiological decontamination of broiler carcasses *Food Microbiology* **20** 111–117.

Wierup M., Engstrom A., Engvall A., Wahstrom H.(1995) : Control of Salmonella Enteritidis in Sweden International Journal of Food Microbiology 25, Pages 219-226.

Wilkins, M.J., Bidoi S.A., Boulton M.L., Stobierski M.G., Massey J.P., Robinson-Dunn, B. (2002) : Human salmonellosis associated with young poultry from a contaminated hatchery in Michigan and the resulting public health interventions, 1999 and 2000 . Epidemiology And Infection Volume 129, Issue 1 , Pages 19-27.

Wilson C.L. (2008) : Microbial food contamination Second Edition Edited by CRC Press is an imprint of the Taylor & Francis Group, an **informa** business© by Taylor & Francis Group, LLC

Wolfenden A.D., Vicente J.L., Higgins J.P., Andreatti Filho R.L., Higgins S.E., Hargis B.M. and Tellez G. (2007) : Effect of Organic Acids and Probiotics on Salmonella enteritidis Infection in Broiler Chickens International Journal of Poultry Science 6 (6): 403-405,

Worrcman-Barninka D., Destro M.T., Fernandes S.A. and Landgraf M.(2001) : Evaluation of motility enrichment on modified semi-solid Rappaport-Vassiliadis medium (MSRV) for the detection of Salmonella in foods International Journal of Food Microbiology 64, Pages 387-393

Wouafo N.M., Njine T. and Tailliez R. (1996) : Hygiène et qualité microbiologique des crèmes glacées produites au Cameroun Un problème de santé publique NDAYO 17 359 2/06/98 Page 362

Yap LF, Low S, Liu W, Loh H, Teo TP, Kwang J (2001): Detection and screening of Salmonella enteritidis-infected chickens with recombinant flagellin. Avian Dis.; 45(2):410-5.

Yoshimasu A.M and Zawistowski J (2001) : Application of Rapid Dot Blot Immunoassay for Detection of Salmonella enterica Serovar Enteritidis in Eggs, Poultry, and Other Foods Applied And Environmental Microbiology, p. 459–461 Vol. 67, No. 1

Young S.D., Olusanya O., Jones K.H., Liu T., Liljebjelke K.A. and Hofacre C.L. (2007): Salmonella incidence in broilers from breeders vaccinated with live and killed Salmonella. J.Appl.Poult.Res. 16: 521-529

Yukiko Hara-Kudo, Susumu Kumagai, Takashi Masuda, Koukichi Goto, Kayoko Ohtsuka, Hiroyuki Masaki, Hiroyuki Tanaka, Kenji Tanno, Michiko Miyahara and Hirotaka Konuma (2001) : Detection of Salmonella enteritidis in shell and liquid eggs using enrichment and plating International Journal of Food Microbiology Volume 64, Issue 3 , 20 Pages 395-399

Zahraei Salehi1 T., Mahzounieh M. and Saeedzadeh A. (2005) : The Isolation of Antibiotic-Resistant Salmonella from intestine and liver of poultry in Shiraz Province of Iran International Journal of Poultry Science 4 (5): 320-322,

Zancan F.T., Junior A.B., S.A Fernandes., Soares N.M., Gama Q. (2000) : Salmonella spp investigation in transport boxes of day-old birds Braz. J. Microbiol. vol.31 no.3 So Paulo

Zdragas A., Tsakos P. and Mavrogeni P. (2000) : Evaluation of two assays, MSRV and RV, for the isolation of Salmonella spp. From wastewater samples and broiler chickens Letters in Applied Microbiology **31**, 328-331

Zeitoun A.A.M. and El-Eid S.M. (2002) : The hygiene quality of frozen poultry in Kingdom of Saudi Arabia supermarkets. Egyptian J. of Applied Science. **17** (9) 241-252

Zrelli M., BenSaid Z., Haddad H et Zaiem I (1992) : Une menace pour l'aviculture: la polyrésistance aux antibiotiques ; cas Clinique Maghreb Vétérinaire Vol **6** N°26

Thèses

Arzour née Lakehal N. (2006) : Appréciation des risques bactériologiques dans les oeufs et les ovo produits. Magister en Médecine Vétérinaire .Université de Constantine

Bonhomme B.R. (2003) : Etude de la contamination des milieux internes de l'oeuf par salmonella sérotype enteritidis. Theses ENV Alfort. France

Boxall N (2005): The epidemiology of campylobacter jejuni in commercial broiler flocks in New Zealand A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of doctor of philosophy at Massey University, Palmerston North, New Zealand

Ibrahim H.M (2005): Studies on some Salmonella serovars with a special reference to their susceptibility to newly introduced Antibiotics. Ph.D. Thesis .Fac.Vet.Med.Cairo Univ.

Mallia J G (1998): Epidemiological studies of cyanosis in poultry in southern Ontario University of Guelph In partial fulfilment of requirements for the degree of Doctor of Philosophy

McReynolds J. L (2004) : The effects of an experimental chlorate product on the microbial ecology in Gallus gallus var. domesticus. Ph.D Thesis in Poultry Science.

Mohammed H.I., (2006) : New approaches for studying different aspects of salmonellosis Ph.D.Thesis .Fac.Vet.Med.Cairo Univ.

Myint M S (2004): Epidemiology of salmonella contamination of poultry meat products: knowledge gaps in the farm to store products ,Doctor of Philosophy, Dissertation directed by: Professor Yvette J. Johnson Department of Veterinary Medical Sciences

ANNEXE 1. Milieux de Culture

1. Gélose Hektoen (HE)

Est un milieu de culture servant à isoler les *Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia*.

Composition

Protéose-peptone:.....	12,0 g
Extrait de levure : facteur de croissance.....	3,0 g
Lactose : critère de différenciation.....	12,0 g
Saccharose : critère de différenciation.....	12,0 g
Salicine : critère de différenciation.....	2,0 g
Citrate de fer III et d'ammonium révélateur d'H ₂ S.....	1,5 g
Sels biliaires : inhibiteur.....	9,0 g
Fuchsine acide : inhibiteur.....	0,1 g
Bleu de bromothymol : indicateur de pH.....	0,065 g
Chlorure de sodium : maintien de la pression osmotique.....	5,0 g
Thiosulfate de sodium : précurseur d'H ₂ S.....	5,0 g
Agar.....	14,0 g
pH =	7,6

Préparation

75 g par litre. Ne pas autoclaver.

Lecture

Les colonies sont normalement des colonies de bacilles Gram négatif. Les colonies à centre noir sont H₂S +. Les colonies bleues ou vertes n'utilisent aucun des glucides du milieu. Elles sont donc saccharose et salicine et lactose négatives. La couleur bleue peut être due à l'utilisation du citrate. Les colonies jaunes utilisent un ou plusieurs des glucides. Elles sont donc saccharose et/ou lactose et/ou salicine positives. Un précipité de sels biliaires peut apparaître pour les souches acidifiantes.

- Colonies jaune saumon: *E.coli*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Serratia*
- Colonies jaune saumon à centre gris: *P. vulgaris*
- Colonies vertes à centre noir: *P. mirabilis*, *Salmonella*
- Colonies vertes ou bleuâtres: *Shigella*, *Morganella morganii*, *Providencia*
- Colonies bleuâtres oxydase+: *Pseudomonas*

2. Muller-Kauffmann (bouillon de base au tétrathionate)

Bouillon d'enrichissement en *Salmonella*

Composition

Tryptone:	7,0 g
Peptone de soja:	2,3 g
Bile de bœuf:	4,8 g
Vert brillant:	9,5 mg
Chlorure de sodium:	2,3 g
Thiosulfate:	24,0 g
Tétrathionate:	6,7 g
Sodium:	11,8 g
Potassium:	1,15 g
Iodures:	7,4 g
Iode:	0,0 g
Carbonate de calcium:	25,0 g
pH =	7,3

Préparation

82 g de poudre de base sont dissoutes par ébullition. On ajoute ensuite 20 ml d'une solution iodo-iodurée (250 g IK et 200 g d'Iode par dm³ préparée en dissolvant l'iode dans l'iodure). On ajoute enfin 9,5 ml d'une solution de vert brillant à 1 g par dm³.

Lecture

La composition donnée ici est calculée en fonction des ajouts de molécules réagissant entre elles (Iode sur thiosulfate). Ce milieu permet l'enrichissement en *Salmonella* (mais pas en *Shigella*) par ralentissement de la croissance des autres bactéries par rapport à *Salmonella*.

3. Gélose Baird Parker

La gélose Baird Parker est le milieu sélectif des *S. aureus*. Milieu semi-synthétique.

Usages

Numération de *Staphylococcus aureus* en microbiologie alimentaire. Isolement des *Staphylococcus aureus*. Il peut être aussi utilisé pour l'identification de *S. aureus* en

complément d'autres tests (Thermonucléase et Staphylocoagulase)

Composition

Composition pour la préparation de 1 l de milieu.

-Peptone :.....	10,0 g
-Extrait de viande de bœuf :.....	4,0 g
-Extrait de levure :.....	2,0 g
-Pyruvate de sodium :	10,0 g

- Glycocolle.....12,0 g
- Chlorure de lithium :..... 5,0 g
- Agar-agar :..... 20,0 g

A ajouter en conditions stériles juste avant l'ensemencement (sinon détruit par l'autoclavage) :

- Émulsion de jaune d'œuf (*stérile*):50,0 ml
- Tellurite de potassium (*stérile*):.....0,1 g

pH du milieu = 7,2

Préparation

63 g par litre. Le milieu de base est autoclavé. Le tellurite de potassium et jaune d'œuf sont ajoutés ensuite à raison de 1 ml pour 20 ml de milieu de base. De la sulfaméthazine peut être ajoutée pour inhiber les *Proteus*.

Caractéristiques

Une base nutritive riche.

Deux inhibiteurs : Le tellurite de Potassium et le chlorure de lithium.

Trois critères de différenciation :

- La réduction du tellurite en tellure noir.
- La protéolyse des protéines du jaune d'œuf, se traduisant par un halo clair (transparent) autour de la colonie.
- L'hydrolyse, par une lécithinase, des lécithines du jaune d'œuf qui se traduit par un liseré blanc opaque (précipité blanc des acides gras).

Lecture

Trois caractères sont lus :

- la présence d'une lipoprotéinase par un halo transparent autour des colonies
- la présence d'une lécithinase par un halo trouble autour des colonies
- la réduction du tellurite en tellure noir par la couleur de la colonie.

Les colonies de *S. aureus* présentent un aspect caractéristique après 24 heures d'incubation à 37°C : Colonies noires, brillantes, entouré d'un halo transparent et d'un liseré opaque de 2 à 5 mm de diamètre (lipoprotéinase + lécithinase + réduit le tellurite en tellure).

La plupart des autres espèces de *Staphylococcus* sont inhibées ou ne produisent pas de colonies d'aspect caractéristique en 24 heures. D'autres germes : *Micrococcus*, *Bacillus*, voire levures peuvent cultiver sur ce milieu sans être inhibés mais leurs aspects macroscopiques sont différents de celui de *S. aureus* après 24 heures.

4. Gélose Mueller-Hinton

La gélose Mueller-Hinton est une gélose riche pour la réalisation de l'antibiogramme standard

Composition

Infusion de viande de bœuf:	300,0 ml
Peptone de caséine:	17,5 g
Amidon de maïs:	1,5 g
Agar:	17,0 g
pH =	7,4

Préparation

38 g par litre. Stérilisation à l'autoclave. Pour préparer ce milieu il faut peser 38g de poudre et la mélanger dans 1L d'eau. Il faut homogénéiser puis chauffer en agitant. Il faut porter à ébullition pendant environ une minute. Ensuite il faut stériliser la gélose à l'autoclave durant 15 minutes à 116°C.

Lecture

Cette gélose standardisée est la gélose permettant de tester l'action des antibiotiques sur les bactéries. Elle peut être additionnée de sang (pour les *Streptococcus*), d'extrait globulaire (pour *Haemophilus*), Elle doit être coulée en boîte de façon à obtenir une épaisseur de 4 mm. Il existe un bouillon équivalent.

5. Gélose Lysine Fer

Usage

Mise en évidence de la LDC et de la LDA pour des bactéries fermentant le glucose

Composition

Peptone de gélatine	5,0 g
Extrait de levure	3,0 g
L-lysine	10,0 g
Glucose	1,0 g
Citrate de fer III ammoniacal	0,5 g
Bromocrésol pourpre	20,0 mg
Thiosulfate de sodium	40,0 mg
Agar	13,5 g
pH =	6,7

Préparation

34 g par litre. Autoclavage classique. Conditionnement en tube inclinés comme pour le milieu de Kligler Hajna.

Lecture

Culot jaune : glucose fermenté, LDC -

- Culot violet : glucose probablement fermenté mais masqué par la LDC +.
- Pente violette : LDA -
- Pente rouge vineuse : LDA +
- Précipité noir : H₂S +(certaines bactéries LDA + H₂S + apparaissent H₂S -)

6. Salmonella-Shigella (Gélose SS)

Isolement des *Salmonella* et des *Shigella* mais aussi des *Pseudomonas* ou des *Yersinia enterocolitica*.

Composition

Peptone:.....	5,0 g
Extrait de viande:.....	.5,0 g
Lactose:.....	10,0 g
Citrate de sodium:.....	10,0 g
Citrate de fer III:.....	1,0 g
Sels biliaires:.....	8,5 g
Vert brillant:.....	3,3 mg
Rouge neutre:.....	25 mg
Thiosulfate de sodium:.....	8,5 g
Agar:.....	12,0 g
pH = 7,3	

Préparation

63 g de poudre dissous par ébullition.

Se reporter à la notice en raison de variations de la composition (Formule moins inhibitrice des *Shigella* à 5,5 g de sels biliaires par exemple).

Ne pas autoclaver

Lecture

Lac - : colonies incolores

Lac + : colonies rouges

Centre noir : H₂S +

Pas de centre noir : H₂S -

Ne cultivent normalement sur ce milieu que les Gram - cultivant facilement.

Toutefois on peut rencontrer des *Enterococcus* tout particulièrement pour certaines compositions.

Les coliformes, comme les bacilles oxydase + ne sont pas inhibés contrairement aux affirmations parfois rencontrées.

7. Gélose XLD

Composition

Extrait de levure =	3 g
L-Lysine =	5 g
Xylose =	3,75 g
Lactose =	7,5 g
Saccharose =	7,5 g
Désoxycholate de sodium =	2,5g
Citrate de fer-ammonium =	0,8 g
Thiosulfate de sodium =	6,8 g
Chlorure de sodium =	5 g
Agar =	15 g
Rouge de phénol =	0,08g
Eau distillée =	1 litre

Lecture

Lecture : colonies translucides sur fond rouge-orange avec ou sans centre noir :

- colonie rouge à centre noir > *Salmonella* ou *Edwardsiella* ;
- colonie rouge > *Shigella* ;
- colonie jaune > *Escherichia*, *Klebsiella* ou *Serratia*.

8. Triple sugar iron

Milieu utilisé pour l'identification des entérobactéries. Il permet de voir si la bactérie est capable de réduire le sulfate. (Idem que Hajna Kligler).

Composition

Peptones de caséine	15g
Peptones de viande	5g
Extraits de viande	3g
Peptones de levure	3g
NaCl	5g
Lactose	10 g
Saccharose	10g
Glucose	1g
Citrate ammoniacal de Fer (III)	0,5 g
Thiosulfate de sodium	0,5g
Rouge de phénol	0,024g
Agar	12g

Mode d'action La dégradation de sucre est accompagnée d'une production d'acide. Celle-ci est détectée par l'indicateur de pH, le rouge de phénol, qui en milieu basique est rouge et en milieu acide est jaune orange. Le thiosulfate est réduit en sulfures d'hydrogènes par certaines bactéries. Le H₂S réagit avec un sel de Fer pour donner un précipité noir.

Lecture

Le milieu de départ est translucide et rouge.

- rouge : pas de fermentation, la bactérie est aérobie - Jaune : une fermentation s'est produite ; de l'acide a été produit, la bactérie est anaérobie facultative. - Gaz formé : du à une fermentation - Couleur noire : H₂S a été produit.

9. DCL (gélose) (Désoxycholate-Citrate-Lactose) (milieu de Hynes)

Usage

Isolement des *Salmonella-Shigella*

Composition

Peptone	5,0 g
Extrait de viande	5,0 g
Lactose	10,0 g
Citrate de sodium	8,5 g
Citrate de fer III	1,0 g
Désoxycholate de sodium	5,0 g
Rouge neutre	0,020 g
Thiosulfate de sodium	5,4 g
Agar-agar	12,0 g
pH =	7,3

Préparation

52 grammes par litre. Ne pas autoclaver.

Lecture

Les colonies de bacilles Gram - sont

Colonies rouges : lactose +

Colonies incolores ou jaunes : lactose -

Colonies à centre noir : H₂S +

Colonies sans centre noir : H₂S -

ANNEXE 2.

Tableau 1: Sérotypes de *Salmonella* le plus fréquemment isolés de la volaille

Groupe	Serotypes	
D	Enteritidis Gallinarum Pullorum	
B	Typhimurium Heidelberg Agona Saint-paul Indiana	Stanley Paratyphi B java Bredeney Chester
C	Hadar Virchow Bovis morbificans Muenchen Newport Montevideo Kentucky	Infantis Blockley Bareilly Livingstone Thompson Mbandaka Lille
E	Anatum Senftenberg Orion Binza Weltevreden	

