

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

MEMOIRE DE MAGISTERE EN SCIENCES VETERINAIRES

Option : Microbiologie Médicale Vétérinaire

Thème :

Isolement de Salmonella spp. à partir de carcasses et matières fécales bovines et ovines dans l'abattoir d'El-Harrach: Prévalence et résistance aux antibiotiques des souches isolées

Présenté par : Dr : Ouatouat Ratiba

Président :	Khelef .D	Professeur	(ENSV)
Promoteur :	Hamdi T.M	Professeur	(ENSV)
Examineurs :	Ait Oudhia .K	Maitre de conférences A	(ENSV)
	Nouichi .S	Maitre Assistante classe A	(ENSV)
	Mezali .L	Maitre Assistante classe A	(ENSV)

Soutenu le 06 /12 /2014

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage, la patience et la santé afin d'achever ce modeste travail dans les meilleures conditions.

Mes sincères remerciements vont avant tout à mon promoteur Pr HAMDY Taha Mossadak, pour son aide précieuse et particulière ; constante et sincère ; ses conseils judicieux et ses encouragements tout au long de ce travail.

Mes remerciements vont au Docteur KHELEF D, Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de présider le jury.

Mes remerciements s'adressent également aux Docteurs NOUICHI, MEZALI. ET AIT- OUDHIA Maitres de conférences A, à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire pour avoir bien voulu juger ce travail.

Je tiens particulièrement à remercier Dr Mebkhout Faïza pour l'aide, les encouragements et les conseils qu'elle m'a toujours donné.

Je tiens également à remercier Dr Zenia Safia pour l'aide et les conseils qu'elle m'a donné.

Je remercie vivement :

Louisa la technicienne du laboratoire d'H.I.D.A.O.A

Tous les agents de l'Institut Pasteur, plus particulièrement Chafika.

Tous les agents de la bibliothèque et l'administration de L'E.N.S.V.

Enfin, à tous ceux qui m'ont aidée de près ou de loin ,que ce soit par leur amitié ,leurs conseils ou leur soutien moral, trouveront dans ces quelques lignes l'expression de mes remerciements les plus vifs.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a soutenue, m'a encouragée durant toute ma période d'étude, et pour tous les sacrifices qu'elle a consenti, à celle qui a toujours voulu que je sois la meilleure : **A ma très chère Maman**

Aux anges de la famille, mon neveu et ma nièce

A mes sœurs

A mon frère et ma belle sœur.

Liste des abréviations :

°C : Degré Celsius

ADN : Acide Désoxyribonucléique

AFNOR : Association Française de Normalisation

A.R : Arrêté royal

AFSCA : Agence Fédérale de Sécurité de la Chaine Alimentaire (Belgique)

AFSSA : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments

CDC: Centres for Disease Control and Prevention (USA)

Cm: Centimètre

Cm²:Centimètre carré

DE: Décision Européenne

EPT : Eau peptonée tamponnée

g : Gramme

h :heure

kg :Kilogramme

H₂S: Sulfure d'hydrogène

ISO : International for Standardisation Organisation

LERHQA: Laboratoire d'Etudes et de Recherches sur l'Hygiène et la Qualité des Aliments (France)

ml : millilitre

NaCl : Chlorur de Sodium

IPA : Institut Pasteur d'Algérie

mn : minute

OV: Ovin

BV: Bovin

s :seconde

S: *Salmonella*

NF: Norme Française

OIE: World Organization of Animal Health

OMS: Organisation Mondiale de la Santé

ONDG : Ortho-Nitro-Phényle-Galactosidase

RV : Rapaport Vassiliadis

SC : Sélénite Cystine

TIA : Toxi-infection alimentaire

TSE : Tryptone-sel-eau

µm : Micromètre

ENSV : Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire

ATB : Antibiotique

T° : Température

LPS : Lipopolysaccharide

PCR : Polymérase Chain Réaction

aw:Activité de l'eau

PH : Potentiel hydrogène

VCS : Vacuole contenant des Salmonelles

mg : milligramme

CLSI: Clinical and Laboratory Standards Institute

RESSAB: Réseau d'Epidémio Surveillance des Salmonelloses Bovines.

LISTE DES FIGURES:

Figure n° 01 : Conduite du sérotypage des <i>Salmonella</i>	Page14
Figure n°02 : Facteurs de virulence potentiels des salmonelles.....	Page 18
Figure n°03 : Histoire naturelle de l'infection par <i>Salmonella</i>	Page20
Figure n°04 : Animaux vivants aux contacts des carcasses.....	Page36
Figure n°05 : Ovin abattu entassé les uns derrière les autres.....	Page36
Figure n°06 : Disques cométiques en coton utilisés comme écouvillons.....	Page38
Figure n°07 : Ecouvillons préparés.....	Page39
Figure n°08 : Imbibition de l'écouvillon.....	Page39
Figure n°09 : Exemple d'emplacement de prélèvement Chez l'agneau.....	Page40
Figure n°10 : Exemples d'emplacement de prélèvement chez le bœuf.....	Page41
Figure n°11 : Diagramme général de la méthode utilisée (de l'abattoir au laboratoire) Page	43
Figure n°12 : Résultat de l'isolement de <i>Salmonella</i> sur Gélose Hecktoen.....	Page45
Figure n°13 : Confirmation biochimique sur le milieu TSI.....	Page46
Figure n°14 : Aspect de <i>Salmonella</i> spp sur la galerie Api 20 E.....	Page46
Figure n°15 : Diagramme des différentes étapes de la recherche des salmonelles dans les matières fécales.....	Page47
Figure n°16 : Taux de contamination global par <i>Salmonella</i> spp. chez les deux espèces bovine et ovine.....	Page49
Figure n°17 : Taux de contamination global des carcasses bovines.....	Page50
Figure n°18 : Taux de contamination global des fèces bovines	Page51
Figure n°19 : Taux de contamination globale des carcasses ovines.....	Page52
Figure n°20: Taux de contamination global des fèces ovines.....	Page53

Figure n°21 : Répartition des souches de Salmonelles en fonction du sérotype chez les bovins.....	Page54
Figure 22 : Répartition des souches de Salmonelles en fonction du sérotype chez les ovins.....	Page 55
Figure n°23 : Expression globale de l'étude de la sensibilité de <i>Salmonella spp.</i> aux antibiotiques testés.....	Page 56
Figure n°24 : Pourcentage de résistance des souches <i>Salmonella spp.</i> aux antibiotiques testés.....	Page 56
Figure n°25 : Résultat de l'étude de la sensibilité de <i>Salmonella spp.</i> aux antibiotiques en fonction de la catégorie clinique.....	Page57
Figure n°26 : Proximité entre carcasse lors du dépouillement et une carcasse au moment de l'abattage.....	Page.61
Figure n°27 : Proximité entre des ovins vivants et des carcasses lors de l'abattage.....	Page64

LISTE DES TABLEAUX :

Tableau n°01 : Caractères biochimiques distinctifs des quatre sous-genres de <i>Salmonella</i> selon la classification de Kaufmann.....	Page 05
Tableau n°02 : Epreuves biochimiques déterminantes.....	Page 07
Tableau n°03 : Serovars les plus importants chez les mammifères NF U 47-100....	annexe 01
Tableau n°04 : Classification des différents antibiotiques testés.....	annexe 04
Tableau n°05 : Taux de contamination global des carcasses par <i>Salmonella spp</i>	Page 49
Tableau n°06 : Taux de contamination global des carcasses bovines.....	Page 50
Tableau n°07 : Taux de contamination global des fèces bovines.....	Page 51
Tableau n°08 : Taux de contamination globale des carcasses ovines.....	Page 52
Tableau n°09 : Taux de contamination global des fèces ovines.....	Page 52
Tableau n° 10: Répartition des souches de Salmonelles en fonction du sérotype chez les bovins.....	Page 53
Tableau n°11: Répartition des souches de Salmonelles en fonction du sérotype chez les ovins.....	Page 54
Tableau n°12 : Résultats de l'étude de la sensibilité aux antibiotiques des souches de <i>Salmonella spp</i> , isolées et sérotypées.....	annexe 05
Tableau n°13: Réponse de l'étude globale de la sensibilité de <i>Salmonella spp.</i> aux ATB.....	Page 55
Tableau n° 14 : Pourcentage de résistance des souches <i>Salmonella spp.</i> aux antibiotiques testés.....	Page 56
Tableau n°15: Résultats de l'étude de la sensibilité de <i>Salmonella spp.</i> aux antibiotiques en fonction de la catégorie clinique.....	annexe 06
Tableau n° 16 : Résultats de l'étude de la sensibilité aux antibiotiques de chacune des souches de <i>Salmonella spp.</i>	Page 58
Tableau n°17 : Profil de résistance aux antibiotiques du serovar Typhimurium.....	Page 58
Tableau n°18 : Comparaison du taux de contamination à <i>Salmonella spp</i> des carcasses bovines obtenu au cours de notre étude aux différents taux enregistrés dans les travaux.....	Page 62

TABLE DES MATIERES

Introduction	1
--------------------	---

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : GENERALITES SUR LES SALMONELLES

1.1. Historique.....	3
1.2. Classification et nomenclature.....	4
1.3 Caractères bactériologiques	7
1.3.1 Caractères morphologiques.....	7
1.3.2 Caractères biochimiques.....	7
1.3.3 Caractères culturaux	9
1.4 Caractères antigéniques.....	12
1.5 Habitat.....	15
1.6 Virulence et pathogénie des salmonelles	15
1.6.1 Virulence.....	15
1.6.1.1 Les principaux facteurs de virulence.....	15
1.6.2 Pathogénie des salmonelles	18
1.6.2.1 La phase intestinale	18
1.6.2.2 La phase systémique	19
1.7. Méthodes de détection et de caractérisation	20
1.7.1 Méthodes microbiologiques de référence.....	20
1.7.2 Techniques de caractérisation des <i>Salmonella</i>	21

Chapitre II : LES ANTIBIOTIQUES

II. 1 Définition.....	25
II.2 L'utilisation des ATB chez l' animal.....	25
II. 3 Étude de la sensibilité aux antibiotiques	25
II.3.1 Valeurs critiques et notions de sensibilité et de résistance.....	26
II.4 Antibiorésistance.....	27
II.4.1 Définition	27
II.4.2 Les différents types de la résistance.....	27
II.4. 2. 1 Résistance naturelle.....	27
II.4.2.2 Résistance acquise.....	28
II.4.2.2.1 Résistance chromosomique	28
II.4.2.2.2 Résistance extra-chromosomique	28
II.5 Profil et enzymes de résistance de <i>Salmonella</i> spp. aux antibiotiques	29
II.6 Évolution de la résistance aux antibiotiques dans le genre <i>Salmonella</i> et notion de multi résistance.....	30

ETUDE EXPERIMENTALE

I.PRESENTATION DE L'ABATTOIR D'ELHARACH.....	35
II.MATERIELS ET METHODES.....	36
II.1 Matériels	36
II.1.1 Matériel biologique (animaux).....	36
II.1.2 Echantillonnage	37
II. 1.2 1 Distribution de l'échantillonnage	37
II. 1.3 Matériel de prélèvement	37
II.1.4 Matériel d'analyse et milieux de culture	38

II.2Méthodes.....	38
II.2.1Méthode de prélèvement	38
II.2.1.1 Choix de la méthode.....	38
II. 2.1.2 Technique de l'écouvillonnage.....	39
II. 2.1.3 Sites de prélèvement	40
II.2.2 Transport et conservation des échantillons.....	42
II.2.3 Méthodes d'analyses bactériologiques	43
II.2.3.1 Prélèvements de surface.....	43
II.2.3.2 Matières fécales	46
II.2.4 Confirmation sérologique (sérotypage).....	48
II.2.5 Etude de la sensibilité aux antibiotiques	48
II.2.6 Méthodes statistiques.....	48

III.RESULTATS

III.1.Etude des taux de contamination par <i>salmonella</i>	49
III.1.1. Taux de contamination global pour les deux espèces.....	49
III.1.2. Taux de contamination des carcasses et fèces chez l'espèce bovine	50
III.1.3 Taux de contamination des carcasses et fèces chez l'espèce ovine.....	51
III.2 Etude sérologique des souches de <i>Salmonella spp.</i> isolées pour les deux espèces.....	53
III.3. Etude de la sensibilité aux antibiotiques des souches de <i>Salmonella spp.</i> isolées	55
III.3.2. Etude de la sensibilité de <i>Salmonella spp.</i> en fonction de l'antibiotique	57
III.3.3 Etude de la sensibilité aux antibiotiques de <i>Salmonella spp.</i> en fonction du serovar	58
III.3.4 Antibiotypes (profils de résistances, phénotypes).....	58

IV.DISCUSSION

IV.1 Etudier le rapport entre la présence de *Salmonella spp* dans les fèces et la contamination superficielle des carcasses chez les deux espèces.....60

IV.2. Etude sérologique des souches de *Salmonella spp.* isolées.....66

IV.3. Etude de la sensibilité de *Salmonella spp.* aux antibiotiques.....69

VI.CONCLUSION74

VII.RECOMMANDATION.....76

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE.....78

ANNEXES

Introduction :

L'apport protéique dans l'alimentation de l'homme est principalement assuré par des denrées d'origine animale (viandes, poissons, lait, œufs). La viande, de part sa richesse en protéines, constitue un aliment de choix pour une ration équilibrée. Cependant, elle constitue également un excellent milieu de culture pour les microorganismes saprophytes ou pathogènes (Oumokhtar et al ., 1998).

Parmi les germes retrouvés représentant un risque, nous pouvons citer *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli O175 :H7*. Durant le dernier siècle, *Salmonella spp.* représente même, le genre bactérien le plus souvent impliqué dans les toxi-infections alimentaires (Hardy., 2004).

Ce genre bactérien revêt un intérêt mondial considérable dans les secteurs industriel et médical, tant par la maladie provoquée chez l'animal qui peut engendrer d'importantes pertes économiques, que par l'association très étroite avec les toxi-infections chez l'homme (Bouvet ., 2002) .

L'abattoir est considéré comme l'une des principales sources de contamination des viandes (Dickson et Anderson ., 1992). Étant donné l'omniprésence des microorganismes dans l'eau, le sol, l'air, les matières fécales, la peau des animaux, le contenu gastrique, etc., différents auteurs s'accordent à dire que les carcasses à l'abattoir subissent toutes une contamination superficielle plus ou moins importante en fonction des conditions d'hygiène et de travail (Lasta et al ., 1992) . Selon Jouve (1990), 80 à 90 % de la microflore des viandes parvenant au consommateur résultent de contaminations survenant à l'abattoir.

Par ailleurs, l'utilisation des antibiotiques en dehors du cadre législatif en pratique vétérinaire, a eu pour conséquence l'émergence de souches multirésistantes qui peuvent parvenir à l'homme ; ce phénomène est d'autant plus inquiétant qu'il touche des souches jusqu'alors sensibles et s'étend à des antibiotiques réservés à la médecine humaine d'où le risque d'impasse thérapeutique.

L'objet de notre travail porte sur la recherche des salmonelles dans les matières fécales et les carcasses bovines et ovines et la détermination des serovars, suivie de l'étude de la sensibilité aux antibiotiques des souches isolées.

En résumé, l'objectif de notre étude est d'enrichir la base de données sur les salmonelles dans les différentes matrices alimentaires, et d'étudier l'impact possible sur la santé publique.

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Généralités sur les salmonelles

Généralités sur les Salmonelles

1. Historique :

L'histoire des *Salmonella*, depuis l'isolement de la première souche jusqu'à la compréhension du groupe et des interrelations entre ses membres, est longue et compliquée et s'étale sur une période de plus de 50 ans (Dedet.,2007).

En 1880, Eberth mis en évidence le premier bacille typhique à partir de coupes de rate et de ganglions lymphatiques prélevés d'un malade mort de fièvre typhoïde (Frobisher. et Ferster., 1976). Actuellement *Salmonella Typhi* a été connue sous l'appellation d'*Eberthella typhosa* (Frobisher. et Ferster., 1976); Gaffley en réussit la culture en 1884 (Le Minor et Veron .,1989)

Le nom *Salmonella* fut, pour la première fois évoqué par Lignières en l'an 1900, en reconnaissance aux travaux menés par le bactériologiste américain Daniel Elmer Salmon (1850-1914). En collaboration avec Smith, ce dernier décrit en 1886 aux États-Unis, l'agent causal de « Hogcholera », *Bacterium suipestifer* appelé par la suite,*Salmonella Cholerasuis* (Bell et Kyriakides ., 2002).

En 1888, Gaertner isola *Bacterium enteritidis* (actuellement, *Salmonella Enteritidis*), à l'occasion d'une épidémie de gastro-entérite 57 cas (Jay et al., 2005), à partir de la viande d'une vache abattue d'urgence ainsi que des organes d'un être humain ayant consommé cette viande avariée et mort 36 heures après (Lederer.,1970).

En 1892, Lœflier isola *Salmonella Typhimurium* à partir du rat (Dedet ., 2007). De Nobelé l'isola à partir d'un cas d'intoxication alimentaire chez l'homme, en 1898 (Moustadier ., 1968).

À cette époque, la rareté des caractères permettant le diagnostic différentiel avec d'autres bacilles a mis en doute toutes les observations précédentes ; ce n'est qu'en 1896 que Pfeiffer et Kolle d'une part et Gruber et Durham d'autre part, montrèrent que le sérum d'un animal

immunisé par une culture de bacille typhique acquérait des propriétés agglutinantes pour celle-ci. En Juin de la même année, Widal à Paris et Grunbaum à Londres, découvrirent indépendamment que les sérums de malades atteints de fièvre typhoïde agglutinaient les cultures de bacilles typhiques ; ce fût la naissance du sérodiagnostic (test de Widal).

Généralités sur les Salmonelles

Par ailleurs, et au courant de la même année, Achard et Bensaude attribuèrent l'appellation de bacilles paratyphiques aux bactéries isolées de malades développant un syndrome typhique mais avec un sérodiagnostic de Widal négatif. La même observation fut décrite par Gwynn en 1898 (Le Minor et Veron ., 1989).

L'analyse des antigènes somatiques et flagellaires appelés respectivement O et H par Weil et Félix en 1918, se basa sur la méthode d'absorption des agglutinines développée par Castellani en 1902 (Le Minor et Richard., 1993). En 1922, Andrews démontra que les antigènes flagellaires pouvaient exister dans une même culture sous deux spécificités différentes (Le Minor et Veron ., 1989).

L'antigène d'enveloppe Vi dont la présence peut masquer l'agglutinabilité de l'antigène somatique O, fût découvert en 1934 chez *Salmonella* Typhi par Félix et Pitt (Le minor ., 1972).

En se basant sur l'identification des facteurs antigéniques, White établit en 1925 les premières règles de la classification des *Salmonella*; ce travail fût repris et amélioré par Kauffmann dès 1930 et est, jusqu'à ce jour, connu sous l'appellation de schéma de Kauffmann-White (Dedet ., 2007).

2. Classification et nomenclature

Salmonella est un genre appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae*. Sa classification est complexe, elle a fait l'objet de controverses, de confusions et est en évolution continue. En 1976, Kauffmann le divise en quatre sous-genres représentés par **le tableau I**. (Brisabois., 2001).

Généralités sur les Salmonelles

Tableau I : Caractères biochimiques distinctifs des quatre sous-genres de *Salmonella* selon la classification de Kauffmann (Gledel., 1996).

Genre Caractère	Sous-genre I Salmonella Kauffmann	Sous-genre II Salmonella Salamae	Sous-genre III Salmonella Arizonae	Sous-genre IV Salmonella Houtenae
Ducitol	+	+	+	-
Lactose	-	-	- / x	-
ONPG Salicine	- -	- -	+ -	- +
Gélatine	-	+	+	+
Malonate	-	+	+	-
D-tartrate	+	-/x	-/x	-/x
KCN	-	-	-	+

Le sous-genre I regroupait la majorité des souches. Dans cette classification, les sérotypes sont considérés comme des espèces (Grimont et al., 1994).

En 1982, Le Minor *et al*, ont proposé d'importantes modifications sur la base d'étude des techniques d'hybridation génétique et de taxonomie numérique, permettant de démontrer que le genre *Salmonella* est constitué d'une seule espèce qui porte le nom de *Salmonella Cholerasuis*, elle-même, divisée en 07 sous-espèces (Angulo *et al*, 2000)

- Sous-espèce I : *Salmonella enterica subsp. enterica*,
- Sous-espèce II : *Salmonella enterica subsp. salamae*.
- Sous-espèce IIIa: *Salmonella enterica subsp. arizonae*.
- Sous-espèce IIIb: *Salmonella enterica subsp. diarizonae*.
- Sous-espèce IV: *Salmonella enterica subsp. houtenae*.
- Sous-espèce V : *Salmonella enterica subsp. bongori* devenue espèce
- Sous-espèce VI : *Salmonella enterica subsp. indica*

Généralités sur les Salmonelles

Le nom spécifique *Salmonella Cholerasuis* est aussi un nom d'un sérotype et afin de résoudre la difficulté liée à la terminologie de *Cholerasuis* Le Minor *et al.* (1989), ont proposé de retenir le nom de *Salmonella enterica* au lieu de *Salmonella Cholerasuis* (Euzeby., 2005).

La plupart des salmonelles isolées des animaux à sang chaud (pour lesquels elles sont fréquemment pathogènes) appartiennent à la sous-espèce *enterica*, par contre celles isolées chez les animaux à sang froid (tortues, serpents, lézards) appartiennent à la sous-espèce *salamae* (II), *arizonae* et *diarizonae* (IIIa et IIIb) et semblent non seulement démunies de pouvoir pathogène mais encore faire partie de leur flore intestinale normale, (Haslay et Leclerc., 1993 ; Toma *et al.*, 2004)

Colin., (2002) mentionne également la présence des *Salmonella* chez les animaux aquatiques (poissons, mollusques).

Les études génétiques évaluant la parenté génomique entre les souches ont montré par la suite l'existence de deux espèces dans le genre *Salmonella*, *Salmonella enterica*, espèce fréquente et *Salmonella bongori*, espèce rare (Korsak *et al.*, 2004).

Les espèces de *Salmonella* sont ensuite classées en sérotypes différenciables par la nature de leurs antigènes et dont le nombre dépasse 2800 (Bonney et al., 2002).

Ces sérotypes peuvent être par la suite subdivisés, en lysotypes (sensibilité aux phages), en antibiotypes (sensibilité aux antibiotiques) et en colicinotypes (sensibilité aux bactériocines) (Haslay et Leclerc. ,1993)

Selon Euzeby. (2005), les noms des sérovars reflètent soit le pouvoir pathogène (Typhi, Abortusequi, Abortusovis...) soit l'espèce animale concernée (Gallinarum, Pullorum), soit l'origine géographique de la première souche isolée (Panama, London, Paris, Tel-El-Kebir...). Il peut s'agir parfois, du nom du microbiologiste l'ayant découvert (Virchow).

A partir de 1966, tous les sérotypes des sous espèce II, III, IV, VI et de l'espèce *bongori* sont exclusivement désignés par leur formule antigénique. (Le Minor et Veron., 1982 ; Philippe et Bouvet ., 2002).

Généralités sur les Salmonelles

Le profil de la majorité des salmonelles isolées chez l'homme et les animaux à sang chaud, appartenant à la sous-espèce 1 (*Salmonella enterica* sub-espèce *enterica*).

3. Caractères bactériologiques :

Selon la seconde édition du Bergey's manual of systematic bacteriology, *Salmonella* est le 32^{ème} genre sur les 41 que compte la famille des *Enterobacteriaceae* (Prescott et al., 2003) dont elle possède les principaux caractères (Korsak et al., 2004).

3.1. Caractères morphologiques :

Les bactéries du genre *Salmonella* sont des bacilles à Gram négatif, de 0,7 µm à 1,5 µm de largeur sur 2,0 µm à 5,0 µm de longueur, mobiles grâce à une ciliature péritriche, à l'exception de certains mutants immobiles (*Salmonella Pullorum*, *Salmonella Gallinarum*), ne présentent ni spores ni capsule (Fasquell., 1974; Avril et Faucher., 2002; Fosse et Magras., 2004).

3.2. Caractères biochimiques :

Selon la Norme Française NF U47-102/2008, les principaux caractères biochimiques permettant l'identification du genre *Salmonella* sont résumés dans **le tableau II**.

Tableau II : Epreuves biochimiques déterminantes (Afnor ,2008).

Milieu	Réaction	Observation	Réaction attendue en présence de <i>Salmonella</i> .
Gélose lysine-fér	Production d'H ₂ S a)	Réaction positive : Noircissement du culot ou de la pente ou les deux. Réaction négative : Aucun noircissement.	Positive

Généralités sur les Salmonelles

Gélose lysine - fèr	Lysine Décarboxylase b)	Réaction positive :Culot devient pourpre. Réaction négative :Culot vire au jaune	Positive
	Lysine désaminase	Réaction positive : Pente vire au rouge. Réaction négative : Couleur de pente ne change pas.	Négative
	Utilisation Lactose c) du	Réaction positive : Pente vire au jaune. Réaction négative : Couleur de pente ne change pas.	Négative
Gélose Kligler	Utilisation Glucose du	Réaction positive : Culot jaune avec ou sans poches de gaz.. Réaction négative : Couleur de culot ne change pas.	Positive
	Production d'H ₂ S	Réaction positive : Noircissement du culot ou de la pente ou les deux. Réaction négative : Aucun noircissement..	Positive (possibilité dégagement lent)
	Formation de gaz	Réaction positive : Poches de gaz dans le milieu. Réaction négative : Absence de poches de gaz dans le milieu.	Positive
Milieu urée- indole	Présence d'uréase	Réaction positive : Le milieu vire au rose /rouge. Réaction négative : La couleur du milieu ne change pas.	Négative

Généralités sur les Salmonelles

	Production d'indole	Réaction positive : L'addition du réactif de Kovacs entraîne la formation d'un anneau rouge.	Négative
		Réaction négative : L'addition du réactif de Kovacs entraîne la formation d'un anneau jaune/brun.	

- a) Production d'H₂S : Certaines souches de *Salmonella* peuvent avoir une réaction négative.
- b) Lysine Décarboxylase : Certaines souches de *Salmonella* peuvent avoir une réaction négative.
- c) Utilisation du lactose : Certaines souches de *Salmonella* peuvent l'utiliser.

3.3. Caractères culturels :

Les *Salmonella* sont chimiotrophes (Joly., 2003) et majoritairement phototrophes ; celles qui sont auxotrophes appartiennent essentiellement aux sérovars dont le pouvoir pathogène est restreint à un hôte particulier (Bouvet.,2002). Leur culture est possible sur des milieux nutritifs ordinaires à base d'extraits de viande (Hmbert ., 2005).

Après 24 heures d'incubation à 37°C, la culture sur la gélose Hektoen, dont le pouvoir inhibiteur vis-à-vis des autres germes (autres coliformes et *Proteus*) résulte de sa teneur en sels biliaires, donne des colonies de *Salmonella* présomptives bleues ou vertes alors que la culture sur la gélose Xylose-Lysine-Décarboxylase donne des colonies rosées (Guiraud.,2003); sur ces deux milieux sélectifs, les colonies productrices de H₂S y présentent un centre noir plus ou moins volumineux (LeMinor et al.,1993). Elles ont un diamètre de 3 à 4mm, mais certaines peuvent être naines soit exceptionnellement à la suite de mutations (LeMinor.,1989), soit de manière constante chez certains sérovars: Abortusovis, Typhisuis (Pilet.,1978) et Abortusequi (Gledel ., 1991) ; elles sont, dans la majorité des cas, bombées, lisses (ou smooth, en abrégé S), brillantes, rondes à bords nets. En milieu liquide, elles donnent une culture homogène sur toute la hauteur du tube (Le Minor., et Richard ., 1993).

La croissance des *Salmonella* est favorisée lorsque des valeurs optimales des paramètres suivants sont réunies (Jay ., 2005).

3.3.1. La température

Les *Salmonella* sont mésophiles ; leur croissance est optimale entre 35 et 37°C (Gledel., 1996), reste possible de + 5 à + 46°C, ralentie mais significative entre + 5 et + 10°C (Guiraud ., 2003).

Les températures de réfrigération < + 5°C bloquent leur multiplication (Larpen., 1997) mais permettent leur survie. D'aoust a conclu qu'elles peuvent proliférer dans les viandes fraîches à 2°C pendant 6 jours et dans les œufs, à 4°C pendant 10 jours (El-Gazzar et al., 1992). La congélation ou la surgélation provoque une réduction du nombre de *Salmonella* sans pour autant en assurer leur disparition (Humbert., 2003). Les plus basses températures de croissance rapportées sont 5.3°C pour *S. Heidelberg* et 6.2°C pour *S. Typhimurium* (Jay et al .,2005).

Non sporulées, elles sont relativement sensibles à la chaleur (Korsak et al., 2004). Dans le lait, la pasteurisation (72°C/15s) suffit pour les détruire (Leyral et Vierling .,2001). Elles sont toutefois, plus thermorésistantes quand leur pH de croissance est optimal (Jay et al ., 2005) ; Humphrey (1991) l'a démontré avec des souches de *S. Enteritidis* dans le blanc d'œuf, dont le pH est voisin de 9.2 (Gledel., 1996). Les *Salmonella* disparaissent au bout de 8h d'exposition aux rayons solaires (Ben Salah et al., 2004).

3.3.2. Le pH :

Les *Salmonella* sont capables de se multiplier dans une plage de pH allant de 3.8 à 9.5 (Bell ; Kyriakide ., 2002) avec un optimum entre 6,6 et 8,2 (Jay et al ., 2005). Certains auteurs rapportent une valeur minimale de pH égale à 4,05 (El- Gazzar ; Marth., 1992) alors que d'autres l'estiment à 4.5 (Gledel., 1996), cette variation dépend du type d'acide utilisé pour abaisser le pH (acide citrique, pH min : 4,05 ; acide lactique, pH min : 4,40 ; acide acétique, pH min : 5,04), mais aussi du sérovar : *S.Typhimurium* et *S.Thompson* semblent plus résistantes à la destruction acide que *S. Seftenberg*. Le milieu aérobie semble également favoriser leur croissance à des pH acides (Jay et al., 2005) ; en définitif, il a été observé une croissance de *Salmonella* à un pH de 4.1 lorsque le reste des paramètres sont les plus favorables (Leclerc et Mossel .,1989).

Généralités sur les Salmonelles

Ce paramètre revêt un intérêt particulier avec l'apparition de toxi-infections alimentaires liées à la consommation notamment, de mayonnaises contaminées par *S. Enteritidis* préalablement présente dans les œufs ; une acidification convenable (utilisation de l'acide acétique ou de l'acide citrique)

assurant un pH inférieur à 3.6 aboutit à leur élimination (Gledel ., 1996). Selon Lerche, les *Salmonella* contaminant les mayonnaises sont détruites lorsque le pH du milieu est en dessous de 4.0 ; ceci nécessiterait plusieurs jours si le niveau de contamination est élevé et seulement 24 heures s'il y a présence d'un petit nombre de bactéries (Jay et al ., 2005).

Il importe de noter que l'adaptation ou la survie des *Salmonella* à des pH faibles est nécessaire au rôle pathogène puisque l'infection se produit *via* l'estomac ; à partir d'un pH voisin de 6, *S. Typhimurium* semble traiter ses lésions induites par le suc gastrique en synthétisant des protéines dites «de choc acide » (Singleton ., 2005), elles sont codées par des gènes spécifiques de tolérance à l'acidité (Hirsh ., 1999).

3.3.3. L'activité de l'eau (Aw) :

Les *Salmonella* prolifèrent bien pour des valeurs d'Aw allant de 0.945 (Guiraud ., 2003) à 0.999 (Korsak et al., 2004) ; elles peuvent toutefois survivre longtemps dans les produits déshydratés (Gledel ., 1996). Leur croissance est inhibée pour des valeurs d'Aw inférieures à 0.94 dans un milieu à pH neutre (Jay et al.,2005).

3.3.4. Autres paramètres :

Généralement, le chlorure de sodium (NaCl) possède des propriétés inhibitrices sur les bacilles à Gram négatif (Leyral et Vierling ., 2001).

Les *Salmonella* ne tolèrent pas des concentrations élevées (Humbert., 2005) ; à 3%, leur croissance est inhibée (D'aoust ., 2001). Néanmoins, elles sont relativement sensibles et peuvent parfois contaminer les saumures (Gledel ., 1996). Ces variations dépendent du sérovar mis en cause et de la température de croissance, plus cette dernière se rapproche de la température optimale, plus les *Salmonella* tolèrent des concentrations élevées de NaCl (à 37°C, elles survivent à des concentrations entre 7 et 8%) (El- Gazzar.et Marth., 1992). *S.Typhimurium* peut survivre à des

Généralités sur les Salmonelles

salinités allant jusqu'à 70g/l (Ben Salah. et al., 2004).

Une étude a montré que certaines épices (Poivre, Carvi, Cumin) ont un effet inhibiteur sur *S.Typhimurium* alors que d'autres (Piment rouge, Coriandre) n'ont aucun effet sur cette espèce (Ben Salah., 2004).

Les *Salmonella* sont sensibles aux rayonnements ionisants (Korsak.,2004) avec des doses comprises entre 5 et 7.5 KGray.

Elles sont d'autant plus sensibles aux nitrites que les valeurs de pH du milieu sont basses (Jay et al., 2005).

La conservation sous atmosphère modifiée enrichie en dioxyde de carbone inhibe partiellement leur croissance (Bourgeois et Zucca., 1996) ; la présence d'oxygène est beaucoup plus favorable (Milord., 1993).

Leur résistance à certains antiseptiques (vert brillant, sélénite de sodium) est utilisée à des fins diagnostiques (Milord., 1993).

In vivo, les lipides jouent un rôle protecteur notamment dans le cacao et le chocolat qui entrent dans la préparation de certains produits laitiers (Gledel., 1996). La croissance est inhibée par un effet barrière de la flore microbienne (Humbert., 1998) ; au niveau du gros intestin, grâce à l'antagonisme microbien, *Escherichia coli* produit des bactériocines (colicines) qui s'opposent à la prolifération des *Salmonella* (Tortora et al., 2003).

4. Caractères antigéniques :

Comme toutes les Entérobactéries, *Salmonella* peut posséder 3 types d'antigènes :

4. 1. Les antigènes somatiques O :

Ils sont portés par les chaînes lipopolysaccharidiques (LPS), composant majoritaire de la paroi bactérienne (Humbert.,1998; Yan et al., 2003), ils représentent l'endotoxine des *Salmonella* (Gledel et Corbion., 1991), il en existe 67 (Humbert.,1998), et sont constitués de plusieurs éléments : le lipide A, identique chez toutes les Entérobactéries, responsable du pouvoir pathogène (Gledel., 1996), le « Core » ou partie basale dont la structure est semblable chez toutes les

Généralités sur les Salmonelles

salmonelles (Humbert., 1998), et le polysaccharide support de la spécificité antigénique « O » (Gledel., 1996).

4. 2. Les antigènes flagellaires H

Ce sont les protéines qui forment les flagelles (Hanes., 2003). La composition en acides aminés et les autres niveaux de structure déterminent la spécificité antigénique de ces antigènes H (Humbert., 1998). La majorité des Salmonelles sont diphasiques, cependant, un certain nombre se révèle monophasique (Gledel et Corbion., 1991; Yan et al., 2003). La phase H1 est spécifique et est associée avec l'identité immunologique des sérovars (Hanes., 2003).

On exprime la phase 1 par des petites lettres, et la phase 2 par des chiffres (Yoshikawa., 1980 et Jay et al., 2005) .

4. 3. Les antigènes d'enveloppe (antigènes capsulaires K)

Ce sont des polysaccharides capsulaires (Gledel., 1996), pouvant plus ou moins masquer les antigènes somatiques, et bloquer ainsi l'agglutination O (Hanes., 2003), cette dernière n'est débloquée que par destruction de l'antigène K après un chauffage de 1h à 60°C ou 10 mn à 100°C . (Gledel et Corbion., 1991; Stiegler., 2003).

Le seul antigène capsulaire reconnu chez *Salmonella* est l'antigène Vi de virulence qui est fréquent chez les sérotypes Typhi, Paratyphi C, et Dublin (Yoshikawa., 1980; Gledel., 1996 ; Humbert., 1998).

4.4.Détermination et classification des sérovars :

Le sérotypage permet d'obtenir la formule antigénique qui désigne un sérovar par une technique d'agglutination directe sur lame mettant en jeu différents antisérums avec la bactérie à tester ,sa méthodologie est illustrée dans la **figure 1**. Il est impératif de vérifier que la souche n'est pas auto-agglutinable en la testant en eau physiologique, le sérotypage ne pourra se faire qu'en cas de réaction négative. Une réaction positive signifierait le caractère auto- agglutinant de la souche et de ce fait réagirait avec tous les sérums (Bonney et al ., 2002).

Le test se poursuit en utilisant les sérums mélangés anti-O: d'abord le sérum OMB afin de déterminer les groupes correspondants, pour exemple ,une agglutination positive avec le sérum OMA signifie que la souche appartient à des groupes A,B,D,E,et L, on recherchera alors l'agglutination dans les sérums anti-O caractéristiques de ces groupes (Bonney et al .,2002).

Généralités sur les Salmonelles

Dans le cas d'une réaction négative avec les sérums OMA et OMB, il est nécessaire de vérifier la présence de l'antigène Vi en testant le sérum anti-Vi, s'il est présent, il sera détruit afin de permettre le sérotypage. Dans le cas contraire, il sera nécessaire de vérifier qu'il s'agit bien d'une Salmonelle avant de recommencer le sérotypage.

Le sérotypage est ensuite complété par le test des sérums anti-H correspondant au groupe.

On détermine ainsi le nom du sérovar en se reportant au tableau de Kauffmann-White.

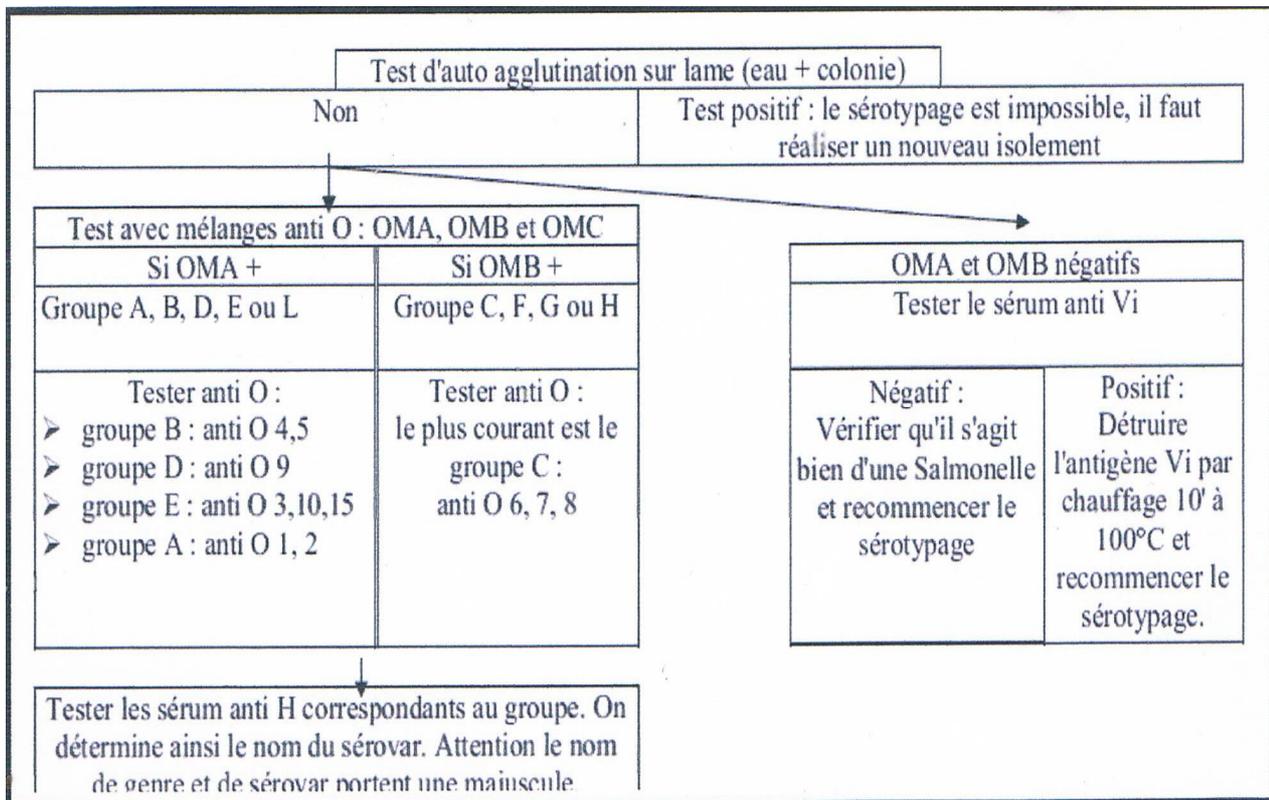


Figure1 : Conduite du sérotypage des *Salmonella* (Anonyme, 2011).

Le schéma de Kauffmann-White est le tableau des formules antigéniques des sérovars de *Salmonella* ou sont indiqués, dans l'ordre, les facteurs O, l'antigène Vi éventuellement, les antigènes H phase 1 et 2. **Le tableau III**, présente les sérovars les plus importants chez les mammifères (NF U47-102/Janvier 2008) (**annexe n° 01**).

Généralités sur les Salmonelles

Par exemple, la formule antigénique du sérovar Abortusovis s'écrit 4, 12, c, 1,6, ce qui signifie qu'il possède les facteurs O : 4- majeur- et 12- accessoire- ,qu'il ne possède pas l'antigène Vi, que l'antigène H1 a la spécificité c et H2la spécificité 1,6.

5. Habitat :

Les salmonelles sont essentiellement des parasites intestinaux des animaux vertébrés. Dans la plupart des cas les cultures isolées sont fréquemment pathogènes. Cependant, elles sont moins pathogènes ou fait partie de la flore digestive des animaux à sang froid (Le Minor et Michel., 1982). Les *Salmonella* Typhi et Paratyphi A sont strictement adaptées à l'homme. Par contre, les autres *Salmonella* sont avant tout des parasites du tube digestif de l'homme et des animaux, ces sérotypes qui n'ont pas de spécificité de l'hôte sont appelés ubiquitaires (Avril et al., 1988).

Toutefois Pilly (1997), confirme que le réservoir est surtout -animale (volaille, oiseaux, rongeurs, ruminants), le réservoir humain est essentiellement représenté par des porteurs sains. Cependant les salmonelloses peuvent être disséminées dans l'environnement par les excréta ; si elles ne peuvent pas s'y multiplier de manière significative elles peuvent survivre en particulier dans le sol pendant plusieurs semaines, ou même plusieurs mois si les conditions de température et de pH et d'humidité sont favorables (Korsak et al., 2004).

6. Virulence et pathogénie des salmonelles :

6.1. Virulence :

Les salmonelles sont des parasites intracellulaires facultatifs capables de pénétrer , survivre et souvent se multiplier dans divers types de cellules épithéliales et phagocytaires et causer ainsi selon le sérotype et l'hôte ,des maladies allant de la gastro-entérite a l'infection systémique (Baïod.,1997).Elle produisent des facteurs de virulence complexes pour parcourir l'organisme et causer la maladie.

6.1.1. Principaux facteurs contribuant a la virulence des salmonelles sont :

6.1.1.1. Les toxines :

Les salmonelles produisent au moins trois types de toxines (Baïod ., 1997) :

Généralités sur les Salmonelles

- L'endotoxine : est constituée du lipide A, composant des LPS, joue un rôle dans les diarrhées

des formes gastro-entériques (Flandrois .,1997 ;Garre et Pennec .,2003).
- La cytotoxine : se traduit in vitro par une inhibition de la synthèse des protéines et la mort cellulaire.
- L'entérotoxine : 55% des souches de salmonelles produisent une entérotoxine thermolabile similaire sur le plan antigénique et immunologique a la toxine cholérique (Gandouly et al., 1999) ,les autres salmonelles par contre produisent une entérotoxine thermostable (Baïod.,1997).

6.1.1.2. L'adhésion :

L'attachement préliminaire des salmonelles aux muqueuse digestives est indispensable ,évite son expulsion par les mouvements péristaltiques de l'intestin (Leclerc et Meyer .,1994) ; réalisé grâce aux fimbriae (adhésine), qui jouent un rôle essentiel dans la pathologie et la spécificité de certains sérotypes (Korsak .,2004 ;Nauciel et Vilde .,2005).

6.1.1.3. Les flagelles :

Les flagelles ont une structure rigide, de longueur de 5 μm à 10 μm , assurent la mobilité de la bactérie (absents chez les salmonelles immobiles) et stimulent les interactions hôte-bactérie par l'augmentation de la surface de contact et la résistance aux forces de répulsion de l'intestin (Leclerc et al ., 1995).

6.1.1.4. L'invasion :

Les salmonelles pénètrent ,puis transitent par les entérocytes ,envahissant plus profondément les tissus a travers et entre les cellules épithéliales sans destruction de la muqueuse ,puis prolifèrent dans lamina propria et les ganglions mésentériques .(Cossart et TranVan Nhieu .,2001 ; Korsak et al., 2004).

6.1.1.5. Survie et capacité e multiplication intracellulaire :

L'une des propriétés importantes des salmonelles est leur capacité de survivre et de se multiplier dans

Généralités sur les Salmonelles

les cellules de l'hôte même dans les macrophages grâce à :

- La résistance aux formes réactives de l'oxygène par la production de complexes enzymatique qui inhibent la réduction d'oxygène en superoxyde (antibactérien).
- La présence de certaines protéines au niveau de la membrane externe qui lui confèrent une résistance aux défensines secrétées par les cellules intestinales pour perméabiliser la membrane bactérienne. (Leclerc et al ., 1995 ; Bossie et al .,1997 ; Garre et Pennec . ,2003 ; Nauciel et Vilde .,2005).

6.1.1.6. Le système de captation du Fer :

Les salmonelles synthétisent des entérochélines ou entérobactines qui sont des sidérophores de la famille des phénolates, elles sont secrétées dans des conditions limitantes en fer (Leclerc et Meyer., 1994).

6.1.1.7. Survie dans le sérum :

L'effet bactéricide du sérum joue un rôle déterminant dans la défense contre l'infection bactérienne ; ce phénomène est lié principalement à l'activation du complément qui conduit à la lyse bactérienne . La chaîne polysaccharidique portant l'antigène O et la chaîne lipopolysaccharidique portant l' antigène Vi sont impliquées en tant que barrière physique au complexe d'attaque formé par le complément .(Baïod ., 1997 ; Flandrois .,1997 ; Sansonetti .,2002).

6.1.1.8. Les plasmides de virulence :

Divers sérovars de Salmonella hébergent des plasmides de virulence qui sont importants pour la phase systémique de l'infection (Marcus et al ., 2000).

Les plasmides de virulence ne sont requis ni pour l'adhésion et l'invasion ,ni pour la multiplication intracellulaire et la colonisation des plaques de payer (Gulig et Doyle .,1993) ,cependant apparaissent nécessaires aux salmonelles pour leur dissémination au delà de l'intestin ,une relation au niveau de l'homologie ADN-ADN de la carte de restriction a été mise en évidence entre les grands plasmides de Salmonella Typhimurium ; S. Entéridis ; S. Dublin ; S. Paratyphi C ; S. Newport et S. Abortus ovis (Baïod ., 1997).

Il faut noter aussi que la résistance au sérum et la production des sidérophores sont indépendants des

Généralités sur les Salmonelles

plasmides de virulence chez les salmonelles (Marcus et al ., 2000).

Tous ces facteurs de virulence sont représentés par **la figure 2**.

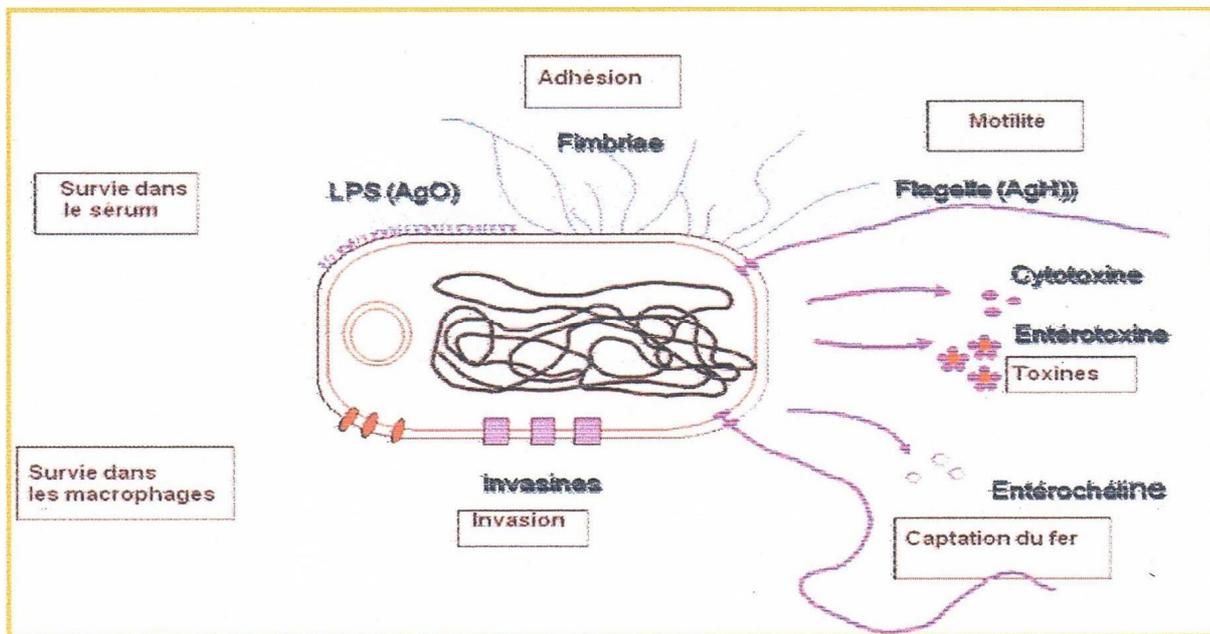


Figure 2: Facteurs de virulence potentiels des salmonelles (Millemann .,2005).

6.2. Pathogénie des salmonelles :

Les salmonelles sont des bactéries entéro-invasives, ayant la capacité de franchir la barrière intestinale. Leur réplication et dissémination dans l'organisme se fait lorsque l'inoculum dépasse les capacités de défense du tube digestif. La dose minimum infectante est généralement de l'ordre de 10^5 à 10^8 bactéries /ml, quelquefois même plus faible et inférieure à 10 bactéries (Flandrois ., 1997 ; Fosse et Magras ., 2004 ; Nauciel et Vilde ., 2005).

Le processus infectieux comporte deux phases : la phase intestinale et la phase systémique (Nauciel et Vilde ., 2005).

6.2.1. La phase intestinale :

Les salmonelles ayant survécu à l'acidité de l'estomac passent dans l'intestin .Les bactéries s'y attachent et injectent une série de protéines bactériennes dans la cellule de l'hôte en réorganisant son

Généralités sur les Salmonelles

squelette et induisant la formation de projections de son protoplasme qui l'entourent en quelques minutes, et se transforment rapidement en feuilletts membranaires, pour conduire a son internalisation dans une vacuole de phagocytose (Menard et Sansonetti ., 1996 ; Bertrand et al., 2005).

Une fois a l'intérieur des cellules hôtes, les salmonelles sont capables de réprimer leur processus normal d'apoptose, afin de se multiplier tranquillement a l'abri de leur système immunitaire.

Les cellules hôtes vont être tuées, et provoquent l'expression d'une gamme importante de molécules pro-inflammatoires, comme les cytokines et la chémokines, qui attirent les macrophages entraînant la destruction des salmonelles et la libération de l'entérotoxine à l' origine de diarrhées (Malo et Salez., 2004).

6.2.2. La phase systémique :

Les salmonelles phagocytées par les macrophages ,demeurent a l'intérieur d'une vacuole VCS ou elle développent une stratégie de survie afin de se multiplier .Cette multiplication a lieu sous le contrôle du système de sécrétion type III ,codé par l'ilot de pathogénicité 2 ,qui présente la structure d'une aiguille par laquelle des protéines de la bactérie sont injectées a travers la membrane de la vacuole (Hensel et al ., 2000 ; Boucrot et al ., 2005 ; Martinez et Terrier ., 2006).

Ces protéines bactériennes ont un rôle dans l'inhibition de la fusion entre la VCS et le lysosome du macrophage qui contient des substances toxiques pour la bactérie et interviennent aussi dans l'inhibition de la production de NADPH- oxydase des phagocytes.

Cette enzyme est une arme très efficace dans la lutte du macrophage contre les bactéries car elle catalyse la réduction d'oxygène moléculaire en superoxyde, qui a un puissant effet antibactérien (Fang et Vazquez-Torres., 2001 ; Malo et Salez ., 2004).

Les salmonelles peuvent bloquer la migration des vésicules contenant la NADPH-oxydase vers le VCS (Cossard et Trans Van Nhieu ., 2001).

Les macrophages contenant les salmonelles passent alors dans le sang et puis dans les organes tels que le foie et la rate. Apres leur mort par apoptose, les salmonelles seront libérées dans tout

Généralités sur les Salmonelles

l'organisme en donnant ainsi une infection systémique (Nauciel et Vilde ., 2005).

Le schéma simplifié de la pathogénie des salmonelles est représenté par la **figure 3**.

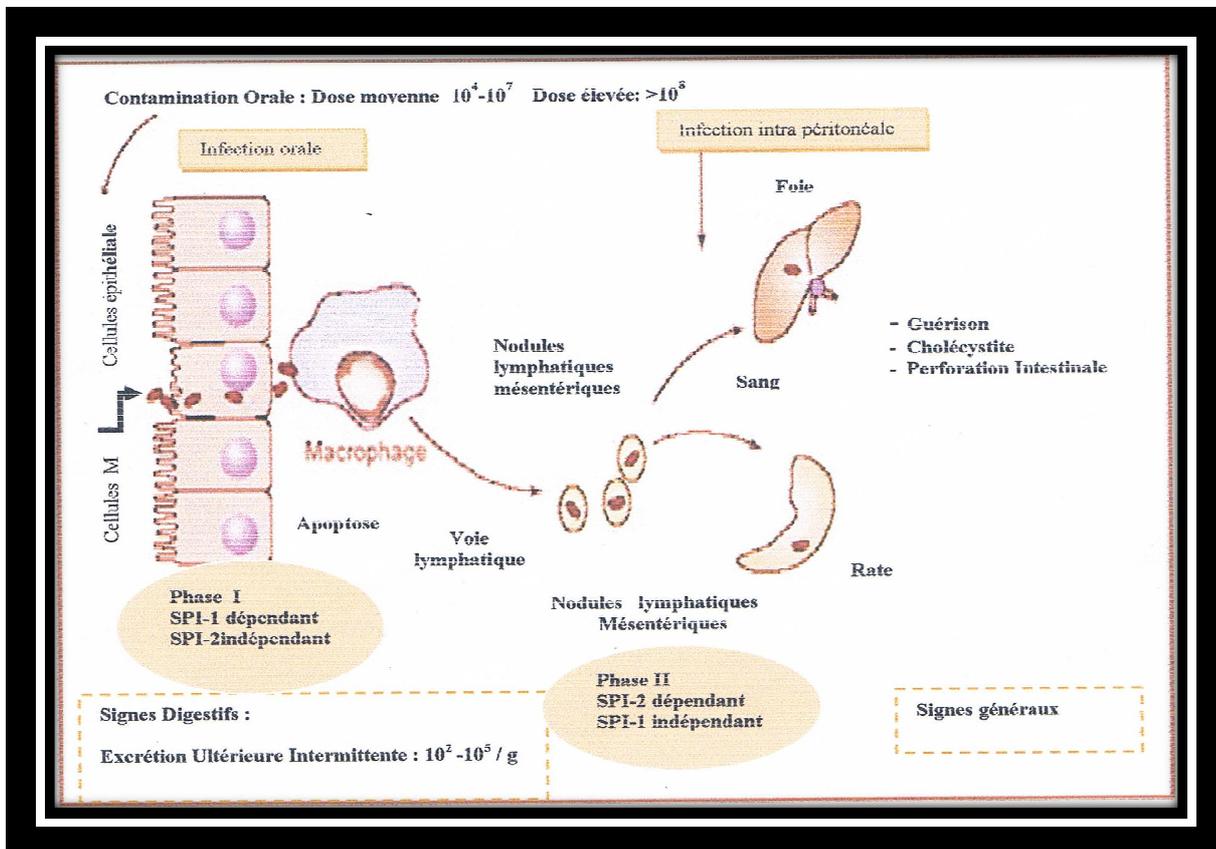


Figure 3 : Histoire naturelle de l'infection par *Salmonella* (Jarvelain .,2003). In *Salmonella* une bactérie zoonotique et ubiquiste (Millemann., 2005).

7. Méthodes de détection et de caractérisation :

7. 1. Méthodes microbiologiques de référence :

Au niveau international, la norme ISO 6579 est la méthode horizontale de référence pour la recherche de *Salmonella* dans les produits destinés à la consommation humaine ou à l'alimentation animale. Cette norme est pratiquement inapplicable (chaque prélèvement correspond à 16 boîtes d'isolement), elle est réservée aux cas de litiges.

Au niveau français, la norme « de routine » **AFNOR V08 - 052** reprend en l'allégeant la norme ISO.

7.2. Techniques de caractérisation des *Salmonella*

L'importance des infections salmonelliques associées aux conséquences économiques et en santé publique a entraîné le développement de nombreuses méthodes phénotypiques, puis plus récemment moléculaires pour la caractérisation des *Salmonella* (Brisabois., 2001).

7.2. 1. Méthodes phénotypiques

Elles se basent sur les caractères exprimés par les microorganismes.

➤ Le biotypage

Le biotypage repose sur la mise en évidence des caractères biochimiques différentiels qui permettent de classer les souches selon leur activité métabolique (Brisabois., 2001), plusieurs schémas de biotypie ont été publiés pour le sérotype Typhimurium (Grimont., 1992), mais ils sont peu utilisés en pratique excepté pour le sérotype Paratyphi B qui se distingue en 2 biotypes « d-tartrate négatif » et « d-tartrate positif » dit biotype « Java » (Barker et al., 1988).

La biotypie est un marqueur peu discriminant, cependant, elle peut être utilisée comme un système d'alerte (Brisabois., 2001).

➤ Le sérotypage

C'est la méthode la plus commune utilisée pour la différenciation des souches qui sont épidémiologiquement les unités bactériennes les plus petites dont les isolats portent les mêmes caractères phénotypiques et génotypiques (Yan et al., 2003). Un schéma de sérotypage a été défini par Kauffmann et White puis revu par Le Minor, il tient compte de la structure antigénique des *Salmonella* (Grimont., 1992) et repose essentiellement sur la mise en évidence de facteurs antigéniques et permet ainsi une classification des sérotypes en groupes antigéniques «O» : A, B, C et au sein de chacun d'entre eux, selon les antigènes flagellaires

«H» dont les antigènes H de la phase 1 sont désignés par des petites lettres, et ceux de la phase 2 sont désignés par des numéros (Jay et al., 2005).

Sur les deux espèces de *Salmonella* : *enterica* et *bongori*, environ 99% des sérotypes appartiennent à l'espèce *enterica* et presque 60% d'entre eux sont regroupés dans la sous-espèce *enterica* (Yan et al., 2003).

➤ **Le lysotypage**

Parmi les méthodes classiques de caractérisation, le lysotypage consiste à l'étude de la sensibilité ou de la résistance d'une souche à une série de bactériophages sélectionnés (Grimont., 1992). Plusieurs systèmes de lysotypie ont été élaborés, ils visaient à étudier de façon plus précise des souches appartenant à des sérotypes revêtant des caractéristiques particulières au niveau de la pathogénicité (Typhi, Dublin), fréquence d'isolement (Typhimurium, Enteritidis) (Brisabois., 2001), ou de la résistance aux antibiotiques exemple de *Salmonella* Typhimurium lysotype DT104 multiresistant (Korsak et al., 2004). Le nombre de bactériophages utilisés ainsi que le nombre des lysotypes identifiés sont très variables d'un sérotype à l'autre (Brisabois., 2001), avec 200 lysotypes différents, Typhimurium est un sérotype polymorphe alors qu'environ 70 lysotypes différents ont pu être identifiés chez Enteritidis (Humphrey et Jorgensen., 2006).

Bien que le lysotypage des *Salmonella* utilise un matériel peu coûteux, il nécessite une main d'œuvre bien formée et est généralement réservé aux laboratoires de références (Grimont., 1992; Yan et al., 2003; Brisabois., 2001).

7.2.2. Méthodes moléculaires :

Elles sont divisées en deux groupes

➤ **Celles reposant sur la caractérisation des protéines (électrophorèse d'enzymes)**

Le principe de ces méthodes repose sur la séparation des protéines cellulaires en fonction de leur poids moléculaire et leurs charges électriques par électrophorèse en gel

(Brisabois., 2001). Toute mutation qui changera la taille et la charge électrique d'une enzyme modifiera la migration électrophorétique de cette enzyme (Grimont., 1992). Parmi les enzymes caractérisées, les estérases ont été particulièrement étudiées chez *Salmonella*

permettant de définir différents profils électrophorétiques après migration des (Brisabois et Goulet., 1993).

➤ **Celles reposant sur la caractérisation du génome à partir de l'ADN**

Elles sont basées sur l'analyse de l'ADN chromosomique ou plasmidique, et sont utilisées pour de nombreuses espèces bactériennes, y compris *Salmonella enterica* (Brisabois., 2001).

❖ **La PCR** (Polymerase Chain Reaction) ou amplification moléculaire:

Elle consiste en la synthèse sélective et répétée d'une portion d'ADN. Après dénaturation du double brin, les deux chaînes sont hybridées et ensuite polymérisées (Lonvaud-Fune., 1991). Cette technique abaisse considérablement le seuil de détection des bactéries pathogènes dans un aliment et peut être utilisée tant pour le simple diagnostic pour caractériser les souches isolées dans la production agro-alimentaire que pour les cas des toxi-infections alimentaires collectives (Korsak et al., 2004).

❖ **La RAPD** (Random Amplification Polymorphic DNA)

C'est une méthode très utilisée, et nécessite une amorce formée d'une dizaine de bases nucléotidiques qui peuvent s'apparier de façon aléatoire à différents endroits du génome bactérien (Korsak et al., 2004). Les profils des produits amplifiés ainsi obtenus peuvent être caractéristiques de la souche, et permettent une bonne discrimination au sein d'un sérotype donné (Hilton et al., 1996).

❖ **La REA** (Restriction Enzyme Analysis)

Elle consiste à couper l'ADN avec une enzyme de restriction permettant ainsi de produire des fragments séparés ensuite par électrophorèse en gel (Brisabois.. 2001), cependant les souches de *Salmonella* ont des profils de restriction très semblables à cause de la grande taille des fragments difficiles à migrer (Grimont., 1992).

❖ **La PFGE** (Pulsed Field Gel Electrophoresis ou électrophorèse en champ pulsé)

C'est une variation de l'électrophorèse en gel qui permet l'analyse des fragments d'ADN

Généralités sur les Salmonelles

beaucoup plus gros que ceux séparés par REA (migration forcées (Grimont., 1992), cette technique présente un très bon pouvoir discriminant pour *Salmonella*, mais avec des variations en fonction du sérotype (il existe un bon polymorphisme par PFGE chez Typhimurium par rapport à Enteritidis) (Brisabois., 2001).

Chapitre II : les antibiotiques

Définition :

Plusieurs définitions ont été élaborées, (Canu et Peter., 2001), décrivent les antibiotiques comme étant des molécules produites par certains micro-organismes, bactéries ou champignons, capables à faible concentration d'inhiber la croissance d'autres micro-organismes ou même de les détruire et présentent une toxicité sélective vis-à-vis des cellules procaryotes (Fauchere et Avril ., 2002) .

Selon Euzeby (2005), cette définition inclue aussi, les produits obtenus par synthèse ou semi synthèse.

1. L'utilisation des antibiotiques chez l'animal

Chez les humains; les antibiotiques ne sont généralement utilisés que pour traiter les personnes malades. Chez les animaux par contre, la plupart de ces antibiotiques sont non seulement utilisés pour les soigner mais aussi pour prévenir les maladies ainsi que pour stimuler la croissance (Lariviere.,2002).

3. Étude de la sensibilité aux antibiotiques :

L'antibiogramme est une méthode qualitative simple appliquée en routine à toute bactérie considérée comme pathogène. Il permet l'exploration in vitro, d'une multitude d'antibiotiques vis-à-vis de chaque souche bactérienne (Chevalier et al., 2003) dont le but est de guider le thérapeute dans le choix d'un antibiotique pour traiter une infection bactérienne (Comite de redaction ., 2008).

Sa standardisation concernant aussi bien la technique et la liste des antibiotiques à tester en fonction des germes isolés que les contrôles de qualité, a rendu plus faciles les échanges de données épidémiologiques entre les laboratoires nationaux et internationaux qu'ils soient médicaux ou vétérinaires; des données fiables et constamment réactualisées, qui sont principalement exploitées pour la surveillance des résistances bactériennes aux antibiotiques.

À l'échelle nationale, la standardisation de l'antibiogramme en médecine humaine et en médecine vétérinaire est le fruit de la participation de l'Algérie aux travaux de l'OMS en 1994 (Genève) ; ceux-ci ont conduit à l'élaboration des "Lignes directrices pour le contrôle de la

Les antibiotiques

sensibilité aux antimicrobiens à l'intention des laboratoires de niveau intermédiaire situés dans des pays aux ressources limitées". Ces directives recommandent l'application des techniques préconisées par un comité américain de standardisation, le Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) anciennement appelé le National Committee for Clinical Laboratory Standards (NCCLS) (Comite de redaction ., 2008).

3.1. Valeurs critiques et notions de sensibilité et de résistance

L'évaluation de l'activité d'un antibiotique nécessite la détermination in vitro des Concentrations Minimales Inhibitrices (CMI) de la croissance bactérienne. Les valeurs critiques qui en résultent, délimitent 3 catégories cliniques :

- Les souches sensibles (S) à l'antibiotique sont celles pour lesquelles il y a une forte probabilité de succès thérapeutique dans le cas d'un traitement par voie systémique aux posologies usuelles. La CMI dans ce cas est inférieure aux concentrations minimales des antibiotiques administrées.
- Les souches résistantes (R) sont celles pour lesquelles il y a une forte probabilité d'échec thérapeutique. La CMI dans ce cas est supérieure à la concentration maximale que l'on puisse administrer sans atteindre le seuil toxique.

Les souches intermédiaires (I) sont celles pour lesquelles le succès thérapeutique est imprévisible. La CMI est comprise entre les deux concentrations critiques précédentes (Kezzal., 1993 ; Amhis et al., 2001). Toutefois, l'activité de l'antibiotique vis-à-vis des souches sensibles ou intermédiaires peut être remise en cause du fait de l'acquisition de mécanismes de résistance (Comite de redaction ., 2008).

Les valeurs critiques délimitant ces catégories ainsi que les recommandations spécifiques à certaines espèces bactériennes et à certains groupes d'antibiotiques, sont réactualisées chaque 3 ans et publiées par le réseau national de surveillance des résistances bactériennes aux antibiotiques, et reportées sur des fascicules de standardisation de l'antibiogramme inspirés des communiqués établis et révisés régulièrement par le CLSI.

Les antibiotiques

Ces valeurs sont également communiquées par le Comité de l'Antibiogramme de la Société Française de Microbiologie (CASFM).

4. Antibiorésistance

4.1. Définition :

La résistance bactérienne aux antibiotiques a en fait, deux définitions (Courvalin et Philippon., 1989) :

- Une souche est dite « résistante » lorsque la concentration d'antibiotique qu'elle est capable de supporter est notablement plus élevée que la concentration atteignable *in vivo*.
- Une souche est dite « résistante » lorsqu'elle supporte une concentration d'antibiotique notablement plus élevée que celle qui inhibe le développement de la majorité des autres souches de la même espèce (*Rapport technique* n°210 de l'OMS., 1961).

D'un point de vue génétique, la résistance aux antibiotiques est due soit à la modification de l'information génétique endogène (mutation), soit à l'acquisition de matériel génétique exogène (Plasmide ou transposon) (Courvalin et Trieu-Cuot., 1989).

4.2. Les différents types de la résistance

La résistance d'une bactérie aux antibiotiques peut être naturelle (intrinsèque) ou acquise.

4.2.1. Résistance naturelle

C'est une insensibilité aux antibiotiques, existant naturellement chez tous les membres d'un ou d'une espèce bactérienne. Il s'agit d'une résistance innée, et fait donc partie du patrimoine génétique normal du germe. Elle est due le plus souvent, à l'inaccessibilité de la cible à l'antibiotique ou à une faible affinité de celle-ci à l'antibiotique ou plus rarement à l'absence de la cible. (Yala et al., 2001). D'après Poyart (2003), ce type de résistance est détecté dès les premières études réalisées, afin de déterminer l'activité d'un antibiotique et contribue à définir son spectre antibactérien.

4.2.2. Résistance acquise

C'est une propriété nouvelle qui n'apparaît que chez quelques souches d'une espèce bactérienne donnée jusqu'à leur sensibilité (Poyart., 2003). La bactérie acquiert cette résistance par des gènes à localisation chromosomique ou extra-chromosomique (Liassine., 2000).

Elle résulte d'une modification génétique qui peut être due soit à une mutation, soit à une acquisition de gènes de résistance qui seraient ensuite transférés à d'autres bactéries par différents mécanismes (Roy., 1997 et Cambau., 2006).

4.2.2.1. Résistance chromosomique

Portée par le chromosome bactérien, elle peut être due à une mutation ou à une recombinaison (Mirabaud., 2003).

- Mutation: définie comme étant l'apparition d'un nouveau caractère génétique suite à une modification de gène impliqué dans le mode d'action d'un ou plusieurs antibiotiques et porté par le chromosome bactérien (Prescott et al., 2003). Les mutations sont rares, spontanées, stables, présentent une transmission verticale et ne concernent que 10% des cas de résistance des souches pathogènes isolées en clinique (Liassine., 2000; Philippon et Posts., 2002).

Leur fréquence d'apparition est de l'ordre de 10^{-9} à 10^{-6} par génération (Ruimi., 2004).

- Recombinaison : il s'agit d'un transfert de fragments de gènes d'un endroit du chromosome bactérien à un autre. Si ces fragments sont incorporés à des endroits bien précis, ils sont appelés intégrons mais s'ils se déplacent librement, il s'agit de transposons (Mirabaud., 2003).

4.2.2.2. Résistance extra-chromosomique

Représente la forme la plus importante de la résistance acquise (Mcewen., 2002). L'acquisition d'un ou de plusieurs gènes étrangers se fait par transfert horizontal entre des bactéries d'une même espèce ou d'espèces éloignées phylogénétiquement (Canu et Peter., 2001; Doublet., 2004). Liassine (2000), souligne que ces gènes ont pour origine des micro-organismes producteurs d'antibiotiques ou ceux qui cohabitent avec eux dans l'environnement. Cependant, Andremont (2002), rapporte que ces gènes peuvent exister naturellement chez les bactéries, mais rester

silencieux et ne s'expriment que lorsque la pression de sélection crée des conditions favorables.

5. Profil et enzymes de résistance de *Salmonella* spp. aux antibiotiques

Les souches sauvages de *Salmonella* sont sensibles à tous les antibiotiques actifs sur les entérobactéries (Weill ., 2008).

Elles sont naturellement sensibles aux B-lactamines à l'exception des pénicillines G et M, aux aminosides, aux quinolones et aux fluoroquinolones (Prescott .,1999), aux sulfamides, au chloramphénicol (Frobisher et Fuerest ., 1976).

La résistance aux B- lactamines, à l'exception des carbapénèmes (imipénème) et des céphalosporines de quatrième génération (C4G) (Chevalier et al.,2003), résulte d'une part, de l'élaboration d'une large variété de B- lactamases mais aussi de l'imperméabilité de la paroi bactérienne ou à un défaut de protéines liant les pénicillines (PLP), d'autre part (Prescott., 1999).

La résistance aux B- lactamines les plus anciennes était due à la production de B- lactamases d'origine plasmidique de type TEM-1; TEM-2, SHV-1, OXA-1 (ou OXA-30) ou PSE-1

(ou CARB-2) inactivant les aminopénicillines et les céphalosporines de première, voire de deuxième génération (C1G et C2G). La résistance aux céphalosporines de troisième génération (C3G) est également due à la production de B-lactamases d'origine plasmidique qui appartiennent à trois grandes classes dont deux, celle des B-lactamases à spectre étendu (BLSE) et celle des céphalosporinases sont majoritaires (Duval ., 1989; Bergogne-Berezin et Dellamonica ., 1999). Les BLSE principalement issues des pénicillinases classiques (TEM-1, TEM-2 et SHV-1), ont été décrites au cours des années 1990. Depuis les années 2000, une nouvelle famille a émergé, celle des CTX-M.

Plusieurs céphalosporinases sont décrites dans le genre *Salmonella* ; l'enzyme prédominante étant CMY, et plus particulièrement CMY-2 (G.Arlet et al., 2006) par le gène plasmidique *bla*CMY-2 ; ce dernier a été identifié chez *S.Typhimurium* (Yan.S et al .,2003) et secondairement chez *S. Newport* (S.Egorova et al., 2008).

Concernant les aminosides, la résistance est due à l'équilibre entre un transport peu

Les antibiotiques

efficace des aminosides à l'intérieur de la bactérie et l'inactivation enzymatique de ces molécules par une Aminosite-PhosphoTransférerase (APH), une Aminosite-Acétyle Transférerase (AAT) et une Aminosite-Nucléotidyle Transférerase (ANC). La résistance aux quinolones est exclusivement acquise par mutation chromosomique (molécules entièrement synthétiques, improbables dans la nature) qui entraîne soit une modification de la cible, soit une interférence avec le transport de l'antibiotique (Courvalin et Philippon., 1989). La résistance d'origine plasmidique aux sulfamides et au triméthopryme se traduit respectivement par la synthèse constitutive d'une dihydrofolatesynthétase et d'une dihydrofolateréductase (Kezzal., 1993).

Quant aux phénicolés, la résistance acquise d'origine plasmidique est due à l'élaboration de la Chloramphénicol-Acétyle Transférerase (CAT) (Courvalin et Philippon., 1989).

La résistance acquise inductible aux tétracyclines qui est d'origine plasmidique ne repose pas sur l'inactivation enzymatique mais sur l'insuffisance de concentration intracellulaire. Le système actif de transport est en balance avec un système excréteur responsable de la résistance : les protéines TET (Kezzal., 1993).

6. Évolution de la résistance aux antibiotiques dans le genre *Salmonella* et notion de multi résistance :

La résistance bactérienne aux antibiotiques n'est pas un phénomène récent, l'existence de bactéries multirésistantes, l'apparition de nouveaux caractères de résistance et l'émergence de résistance dans des espèces considérées jusqu'alors universellement sensibles à des antibiotiques bien définis, en font un véritable problème de santé publique et vétérinaire qui évolue rapidement, de manière alarmante (Courvalin et Philippon., 1989).

Les premières études crédibles sur l'étude de la sensibilité aux antibiotiques des *Salmonella* non typhoïdiques, datent de la fin des années 1940 aux États-Unis ; elles ne concernaient que les cyclines et les phénicolés qui ont été testés sur des souches appartenant au sérovar dominant, Typhimurium, collectées à travers tout le pays.

En 1948, toutes les souches étaient sensibles aux cyclines mais en 1956- 1957, 5 % des souches étaient devenues résistantes à la tétracycline (Te), pour atteindre 13,9 % en 1959-1960 et 38% en 1962. En parallèle, des études de sensibilité avaient été conduites sur des souches

Les antibiotiques

isolées de volailles et une augmentation encore plus notable de la résistance à la Te avait été rapportée (1948, 0%; 1956-1957, 9%; 1959-1960, 29 %). La résistance au chloramphénicol était faible chez les souches humaines (de 0 % en 1948 à 1,9 % en 1959-1960) et inexistante chez les souches issues de volailles. Dès 1963, l'utilisation systématique de Te dans l'alimentation des animaux destinés à la consommation humaine était évoquée comme cause probable de l'apparition de ces souches résistantes (Weill ., 2008).

Ultérieurement, cette hypothèse a été émise par plusieurs auteurs qui sont unanimes sur le fait que l'utilisation permanente de certains antibiotiques (en prophylaxie ou comme additifs ou promoteurs de croissance), le plus souvent à des doses sub-inhibitrices dans les aliments pour animaux, peut conduire à une résistance des bactéries pathogènes et commensales chez ces animaux, aux mêmes antibiotiques ; les déterminants génétiques de cette résistance peuvent être alors transmis à l'homme par contact direct ou par l'intermédiaire de la chaîne alimentaire (Angulo et Jetal., 2004 ; Bada- Alamedji et al., 2006). Ceci est un argument extrêmement solide de l'absence d'étanchéité entre le monde animal et les populations humaines.

D'autres études ont démontré que l'apparition des résistances chez des *Salmonella* humaines ne serait pas liée à l'utilisation des antibiotiques en pratique vétérinaire dans les élevages, mais plutôt à des antibiothérapies médicales excessives (Milord., 1993) ou mal adaptées (Prescott et al., 2003) ; la pratique d'une bi ou tri-antibiothérapie semble pouvoir prévenir l'émergence de mutants résistants (Courvalin et Philippon ., 1989), à l'origine de l'échec des traitements (Threfall ., 2002).

La multirésistance aux antibiotiques est un problème de santé majeur chez *S. Typhimurium* ; certaines souches peuvent être résistantes à plus de six produits (Prescott ., 1999). Au Royaume Uni, de nombreuses épidémies avaient commencé à être signalées chez les bovins à partir de 1964, suite au développement de l'élevage intensif de ces animaux. Les souches bactériennes de *S. Typhimurium* appartenaient majoritairement au lysotype appelé Définitive Type (DT) (Gledel ., 1996). Différentes familles d'antibiotiques (Te, pénicillines, aminosides, phénicolés, sulfamides et nitrofuranes) avaient été utilisées pour les combattre et en conséquence, les souches DT29 d'origine bovine avaient acquis graduellement des résistances à ces antibiotiques.

Les antibiotiques

L'étude américaine de 1975 effectuée sur 754 souches de *S. Typhimurium* provenant de 46 états constatait pour la première fois, de rares souches résistantes à l'association triméthoprim/sulfaméthoxazol (Sxt) et à l'acide nalidixique (Nal) (Weill ., 2008).

Les souches de *S. Typhimurium* DT104 étaient connues depuis le début des années 1960 au Royaume Uni, mais les premières souches DT104 multirésistantes dataient du début des années 1980. À la fin de cette décennie, la prévalence de ces souches allait connaître un essor considérable avec une émergence et une dissémination internationale rapide (Brisabois ., 2001).

S. Typhimurium DT104 est caractérisée par sa résistance quasi-systématique associée à cinq antibiotiques : ampicilline, chloramphénicol, streptomycine, sulfamides tétracyclines (c'est le profil ou le phénotype ACSSuT) (Mulvey et al.,2006 ; Bornert .,2000) et codée par un gène chromosomal dans une région nommée îlot génomique 1 (*Salmonella* Genomic Island : SGI1) (Peter et al.,2007 ; Chauvin ., et al.,2006) transférable qui lui confère une plus grande virulence et une dissémination rapide

(Mulvey et al., 2006) ; tandis qu'un autre lysotype, *S. Typhimurium* DT193 manifeste souvent une pentarésistance AKSSuT (K pour Kanamycine) codée par un gène plasmidique (Quinn et Markey ., 2003).

Le SGI1 a été décrit dans plusieurs pays, chez 13 autres sérovars dont Agona, Albany, Newport, Derby et Infantis (Velge et al ., 2005).

À l'heure actuelle, le principal problème est l'isolement croissant de souches DT104 ayant acquis une résistance additionnelle aux deux familles utilisées en première intention chez l'homme, les C3G et les fluoroquinolones (Weill .,2008) ; une diminution de la sensibilité à la ciprofloxacine a été observée chez 15% des isolats (Threlfall .,2002). Une étude a démontré une association entre ces souches et la consommation de saucisses et de pâtés de viande (Tahiri et Diouri ., 2004).

Dans le cadre de la surveillance de l'antibiorésistance, l'AFFSA ainsi que l'Institut Pasteur d'Algérie réservent un intérêt particulier aux souches présentant un des phénotypes de résistance "d'alerte" suivants :

Les antibiotiques

- Résistance aux C3G.
- Diminution de la sensibilité ou résistance aux fluoroquinolones.
- Pentarésistance de type «ASCTSu».

ETUDE EXPERIMENTALE

Etude Expérimentale

Objectifs :

Notre travail poursuit plusieurs objectifs :

1. Il vise en premier lieu à contribuer à l'évaluation des niveaux de contamination de nos carcasses bovines et ovines (prévalences) par les salmonelles, ce qui va nous permettre d'avoir des informations sur les conditions de l'hygiène de l'abattage dans nos abattoirs.
2. L'isolement des Salmonelles dans les fèces des deux espèces étudiées, et l'étude de leurs prévalences vont nous permettre non seulement d'étudier le rapport entre la présence du germe dans les fèces et la contamination superficielle des carcasses, mais également de confirmer plus tard par des études de génotypage la relation entre les deux étapes.
3. Apporter des informations quant aux sérotypes incriminés, ce qui aidera grandement aux futures enquêtes épidémiologiques.
4. Apporter des informations relatives à la sensibilité aux antibiotiques des souches de Salmonelles isolées, et contribuer ainsi à la sensibilisation des autorités sur les dangers encourus par la santé publique.

En résumé, l'objectif de notre étude est d'enrichir la base de données sur les salmonelles dans les différentes matrices alimentaires, et d'étudier l'impact possible sur la santé publique.

Notre partie expérimentale comprend les parties suivantes :

- ➔ Une description de l'abattoir d'El-Harrach.
- ➔ Les matériels et méthodes utilisés.
- ➔ Les résultats obtenus.
- ➔ La discussion de nos résultats.
- ➔ Et enfin des recommandations.

Notre étude est scindée en trois étapes :

* La première étape effectuée au niveau du laboratoire d'analyses d'H. I.D.A.O.A à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'El-Harrach, est réservée à l'isolement ainsi qu'à

Etude Expérimentale

l'identification biochimique du genre salmonella à partir de 215 prélèvements (carcasses et matières fécales OV et BV), il en résulte une étude sur la prévalence de ce germe.

* La deuxième étape, réalisée au sein du service des Entérobactéries de l'Institut Pasteur d'Algérie, concerne la confirmation sérologique, il en résultera une étude sur les sérotypes de salmonella qui prédominent, et leur distribution en fonction des espèces étudiées (BV.OV)

*La troisième étape, réalisée également au sein du service des Entérobactérie de l'IPA, se penchera sur l'étude du profil d'antibiorésistance de chaque souche de salmonella spp. isolée et sérotypée. Cette étude nous permettra d'apprécier la résistance de chaque souche de salmonella spp. vis-à-vis d'un ou de plusieurs antibiotiques testés dont certains sont communément utilisés en clinique, ceci nous amènera à cerner la notion de multirésistance.

I. Description de l'abattoir d'El-Harrach

L'abattoir d'El-Harrach, construit en 1919, est actuellement situé en plein centre d'une agglomération urbaine, ce qui est en complète contradiction avec les normes de construction d'un abattoir. Il est entouré à l'Est par une brigade militaire, par l'ouest par un vieux bâtiment, par le nord des locaux commerciaux et une autoroute, et au sud par une route principale.

Les lieux de stabulation ont une superficie de 800m². Ils sont souillés par de très grandes quantités de matières fécales et les espèces sont souvent mélangées.

La salle d'abattage est une salle commune pour l'abattage des bovins, ovins et caprins. L'accès à cette salle se fait par un portail de 3m de large qui permet l'introduction des animaux nuisibles (chats, chiens...); c'est par cette entrée également que ressortent les carcasses estampillées et leurs issues.

Le plafond est ouvert et recouvert par des nids d'oiseaux et marqués par la présence d'un grand nombre de pigeons au dessus de la salle. Les murs ne sont pas lisses et sont dans un état de saleté apparente.

Toutes les opérations d'abattage (saignée, habillage, éviscération et fente) sont réalisées sur place, c'est-à-dire en poste fixe. Les carcasses se trouvent en contact direct avec les animaux vivants d'où le risque de contamination croisée (**figure 4**).

Etude Expérimentale

Les petits animaux sont saignés en décubitus latéral, et gardés entassés les uns derrière les autres (**figure 5**), ce qui favorise les risques de contaminations croisées à partir des peaux et du sang.

Les secteurs fondamentaux d'équipement existent, mais leur agencement et leur état de vétusté ne permet pas d'assurer une viande saine sans danger pour le consommateur. Les secteurs ne sont pas agencés de telle manière à permettre une marche en avant, il y'a de nombreux entrecroisements.

Pour toutes ces constatations, nous pouvons conclure que l'abattoir d'El-Harrach, ne répond pas à la notion d'établissement classé préparant une denrée alimentaire saine.



Figure 4: Animaux vivants au contact des carcasses (photo personnelle)



Figure 5 : Ovins abattus entassés les uns derrière les autres (photo personnelle)

II. Matériels et méthodes :

II.1 Matériels :

II.1.1 Matériel biologique (animaux) :

Notre étude a été réalisée sur des animaux des espèces ovines et bovines abattues dans l'abattoir d'El-Harrach, sans distinction de race, de sexe ou d'âge. Par manque d'information et de traçabilité, l'origine exacte des animaux est difficile à déterminer, ils appartiennent généralement à différents éleveurs provenant de la région centre d'Algérie (Blida, Bouira, Médéa,...).

II.1.2. Echantillonnage :

Les prélèvements ont été effectués toujours durant les après-midi entre le 17 Mars 2013 et le 3 juillet 2013.

Notre étude a été réalisée sur 215 prélèvements de surface (carcasses) et matières fécales des animaux de l'espèce ovine et bovine abattues au niveau de l'abattoir d'El-Harrach sans distinction de race, de sexe ou d'âge des animaux abattus.

II) 1.2 1: Distribution de l'échantillonnage :

A/ Prélèvements de surface :

**Carcasses ovines* : nous avons effectué des prélèvements sur 53 carcasses ovines.

**Carcasses bovines* : nous avons effectué des prélèvements sur 52 carcasses bovines.

B/ Matières fécales :

Ovins : nous avons effectué 57 prélèvements de matières fécales fraîchement récoltées à partir du rectum des ovins

Bovins : nous avons effectué 53 prélèvements de matières fécales fraîchement récoltées à partir du rectum des bovins.

II. 1.3. Matériel de prélèvement

Les écouvillons utilisés consistent en des disques cosmétiques stériles en coton ; ils sont recouverts de papier aluminium avant leur stérilisation à la chaleur sèche pendant 1h à 120°C (**Figures n°6 et 7**) (Décision européenne n°2001/471/CE du 21 juin 2001).

La préparation des écouvillons est toujours réalisée la veille du prélèvement :

- Ovins : 08 disques sont regroupés ensemble (02 disques par site).
- Bovins : 08 disques sont regroupés ensemble (02 disques par site).
- Pour les matières fécales : Nous avons utilisé des sacs de prélèvement stériles à usage unique.

II.1.4. Matériel d'analyse et milieux de culture :

Nous avons utilisé des équipements classiques d'un laboratoire de microbiologie (**annexe n°2**). Les milieux de culture utilisés sont décrits dans le chapitre analyses microbiologiques.

II).2.Méthodes

II.2.1. Méthode de prélèvement

II.2.1.1. Choix de la méthode

Bien que la meilleure technique de prélèvement pour évaluer le niveau des contaminations microbiennes des surfaces des viandes soit le prélèvement des lambeaux, jugée par plusieurs travaux (Snijders et al, 1984 ; Kain et al.,1999 ;Palumbo et al., 1999 ; Ware et al., 2001 ; Yu et al., 2001 ; Hutchison et al., 2005 ; Pepperll et al., 2005) comme étant la méthode la plus reproductible permettant de récupérer la majorité des germes ; elle présente néanmoins un grand inconvénient résidant dans le fait qu'elle détériore l'aspect de la carcasse, la déprécie et la rend commercialement inacceptable.

Pour cette principale raison et pour des raisons de simplicité et de rapidité, nous avons utilisé la technique non destructive du double écouvillonnage validée par la norme ISO 17604 concernant le prélèvement d'échantillons sur des carcasses en vue leur analyse microbiologique.



Figure n°6 : Disques cométiques en coton utilisés comme écouvillons (photo personnelle).



Figure n °7 : écouvillons préparés (photo personnelle).

II. 2.1.2 Technique de l'écouvillonnage :

Un premier écouvillon humidifié avec une solution stérile de TSE (**figure n°8**) est frottée verticalement, horizontalement, puis en diagonale, pendant au moins 20 secondes sur la surface de la carcasse délimitée par un cadre métallique en acier inoxydable. Une pression aussi forte que possible est appliquée. La même procédure est répétée avec le deuxième écouvillon sec.

- Les 8 écouvillons (des 4 sites) sont mis dans un même sachet Stomacher qui sera ensuite identifié.
- Des gants jetables sont utilisés, et changés après chaque prélèvement.



Figure n°8 : Imbibition de l'écouvillon (photo personnelle).

II. 2.1.3 Sites de prélèvement

Carcasses ovines :

Nous avons choisis 4 sites anatomiques différents par carcasse, tel que recommandé par la norme ISO17604 relative au site de prélèvement. Ces sites sont représentés par **la figure n°9**.

L'ensemble des écouvillons (des 4 sites) représente un échantillon d'une seule et même carcasse et sont regroupés dans un même sachet Stomacher.

1 carcasse = 1 échantillon (4 sites = 8 écouvillons)

Les sites choisis sont les suivants :

Site A : flanc (abdomen) (3).

Site B : partie latérale du thorax (4).

Site C : Entrecuisse (6).

Site D : partie latérale de la poitrine (7).

La surface de chaque site est de : 100 cm² (10 cm X 10 cm) ce qui nous donne une surface totale de 400 cm² (Arrêté Royal du 28 Aout 2002 de L'AFSCA, Belgique).

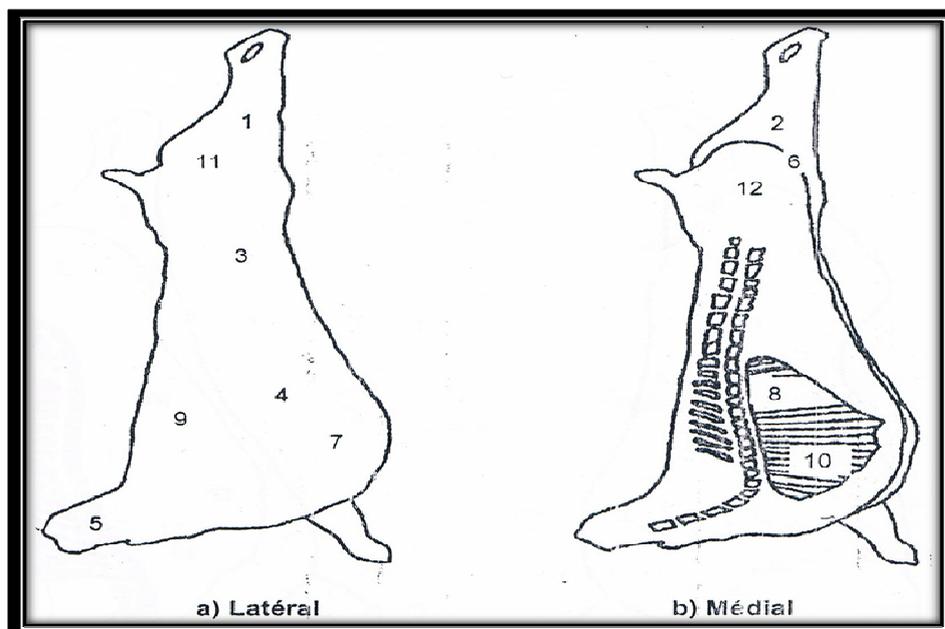


Figure n°9 : Agneau : Exemples d'emplacements de prélèvement.

Etude Expérimentale

**Carcasses bovines :*

Nous avons choisi 4 sites anatomiques différents par carcasse représentés par **la figure n°10**

L'ensemble des écouvillons (des 4 sites) représente un échantillon d'une seule et même carcasse et sont regroupés dans un même sachet Stomacher.

1 Carcasse = échantillon (4 sites = 8 écouvillons)

Les sites choisis sont :

Site A : partie latérale de la cuisse (8)

Site B : la pointe de la poitrine (2)

Site C : le flanc (4)

Site D : l'aine (6)

La surface de chaque site est de 400cm² (20cmX20cm). (Arrêté Royal du 28 Aout 2002 de L'AFSCA, Belgique).

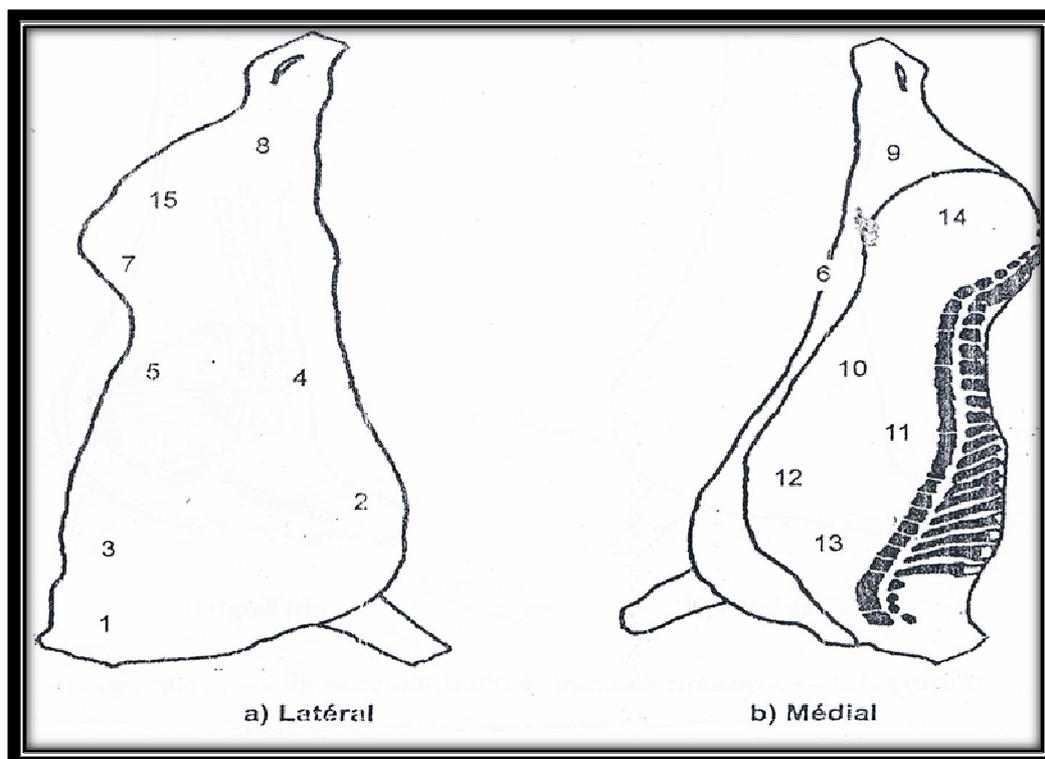


Figure n°10 : Bœuf : Exemples d'emplacements de prélèvement.

*-Les Matières fécales sont prélevées à partir du rectum par fouillis (Bovins) et toucher (Ovin) rectal.

II.2.2 Transport et conservation des échantillons :

Les échantillons identifiés, conservés dans une enceinte réfrigérée sont transportés rapidement vers le laboratoire de l'ENSV, pour être traités le même jour. Ainsi, le temps écoulé entre le prélèvement et le début de travail au laboratoire est généralement d'environ 30 minutes.

Le diagramme général du travail depuis la récolte des prélèvements jusqu'à l'analyse bactériologique est représenté par **la figure n°11**.

Etude Expérimentale

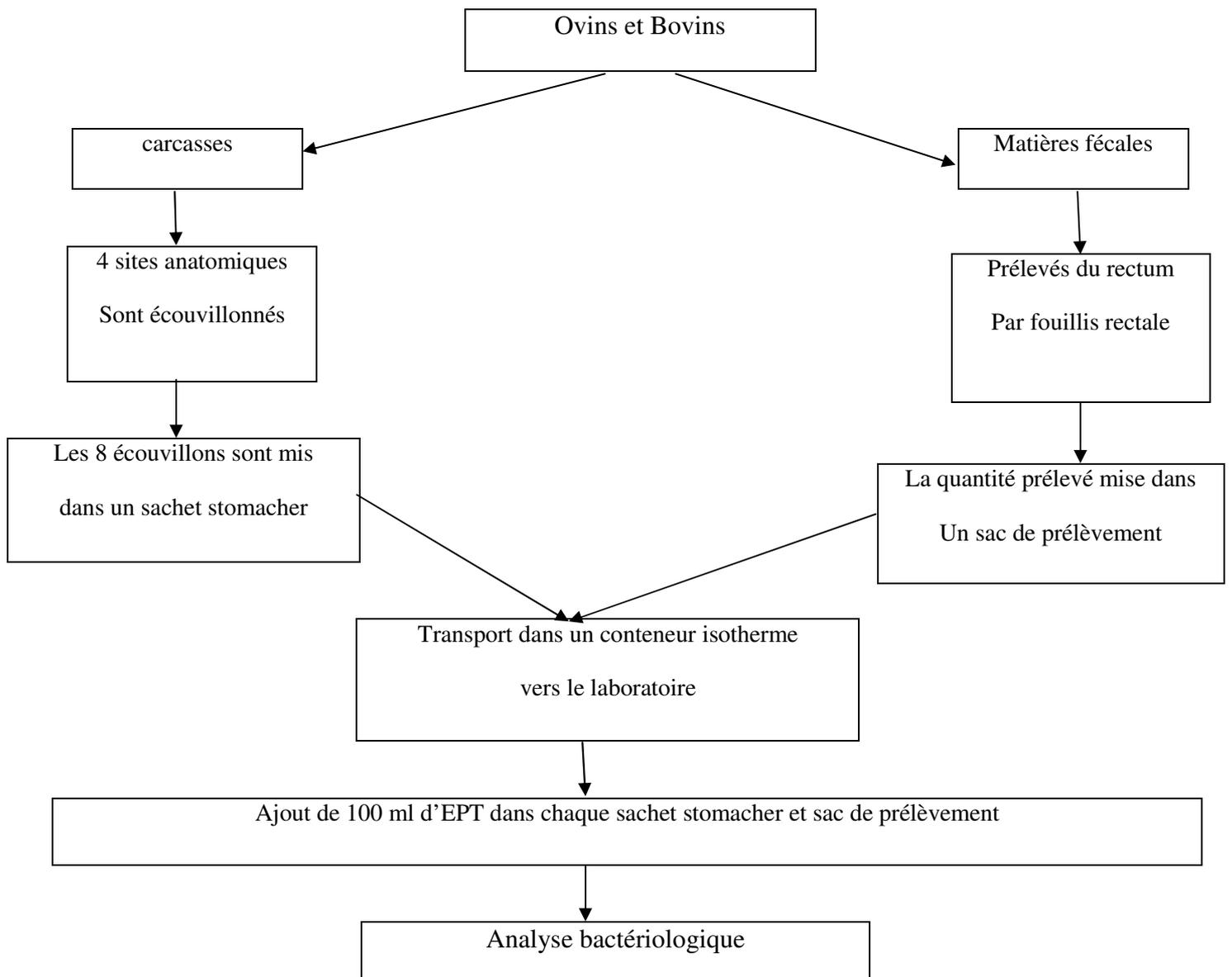


Figure n °11 : Diagramme général de la méthode utilisée (de l'abattoir au laboratoire).

II.2.3 Méthodes d'analyses bactériologiques :

II.2.3.1 Prélèvements de surface :

La méthode de recherche des salmonella est effectuée selon la norme française de routine NF V08-52 (annexe n° 3) en suivant les étapes suivantes :

Etude Expérimentale

Pré-enrichissement

100 ml d'eau peptonée tamponnée (EPT) sont ajoutés dans chaque sachet Stomacher contenant les 8 écouvillons de chaque prélèvement, qui sera ensuite placé dans un appareil d'homogénéisation de type Stomacher pendant trois minutes, puis conservé dans l'étuve pendant 24 heures à 37°C.

Enrichissement

L'enrichissement est réalisé à l'aide de deux bouillons sélectifs : le bouillon Rappaport Vassiliadis (RV) et le bouillon sélénite de cystéine (SC).

A partir de la culture obtenue après le pré enrichissement, 1ml est transféré dans chacun des deux milieux précédents. L'incubation est de 24h à 37°C pour le sélénite de cystéine, et à 42°C pour le Rappaport-Vassiliadis.

Isolement :

L'isolement est réalisé sur milieu gélosé Hecktoen. Après la période d'incubation, une goutte de la culture du milieu RV estensemencée par une anse de platine sur la surface du milieu Hecktoen coulé préalablement dans des boîtes de pétri. La même procédure est répétée avec le milieu SC. Les boîtes sont retournées et placées dans l'étuve à 37°C.

Après 24h d'incubation, les boîtes sont examinées afin de rechercher la présence des colonies présumées de *Salmonella* spp.

Les colonies caractéristiques des *Salmonella* sont vertes ou bleues vertes avec ou sans centre noir sur le milieu Hecktoen (**Figure n°12**).



Figure n°12 : Résultat de l'isolement de Salmonella sur Gélose Hecktoen (Photo personnelle).

Confirmation biochimique :

*A partir de chaque boîte des milieux d'isolement, deux colonies suspectes sont repiquées sur le milieu TSI comme suit :

A l'aide d'une anse de platine, la pente inclinée du milieu estensemencée en strie, ensuite le culot et piqué profondément, les tubes ne sont pas fermés hermétiquement pour permettre d'avoir une réaction gazeuse.

Les réactions typiques de salmonella spp. Correspondent à la formation de trois couleurs superposées, une pente rouge (lactose négatif), un culot jaune (Glucose positif), et généralement une couleur noirâtre au centre (formation H₂S), la formation de gaz se manifeste par la formation d'une bulle latérale ou le décollement du milieu à la base de tube.

Après 24h d'incubation à 37°C, nous avons obtenu des réactions H₂S fortement positives . (**figure n°13**).



Figure n °13 : Confirmation biochimique sur le milieu TSI.

- **Galerie biochimique miniaturisée :** les galeries de type Api 20 E (BioMérieux) sont utilisées, les réactions produites se traduisant par des virages colorés spontanés, ou révélés par addition de réactifs. La lecture se fait à l'aide du tableau d'identification par l'interprétation du profil numérique obtenu en codant l'ensemble des réactions notées sur la fiche des résultats(**Figure n °14**).



Figure n°14: Aspect de Salmonella spp sur la galerie api 20 E (photo personnelle).

II).2.3.2 Matières fécales :

Pour l'isolement des salmonelles, nous avons utilisée la méthode la plus communément utilisée dans les laboratoires régionaux vétérinaire de microbiologie au niveau national et qui semble être de routine (méthode classique).

Etude Expérimentale

Cette méthode est basée sur l'utilisation de l'eau peptonée tamponnée comme milieu de pré-enrichissement et du bouillon au sélénite de sodium pour un enrichissement puis un ensemencement sur des milieux sélectifs solides, tel que le milieu Hecktoen (**Figure n °15**).

Les colonies caractéristiques des Salmonella sont vertes ou bleues vertes avec ou sans centre noir sur le milieu Hecktoen.

Les colonies présomptives de salmonelles lactose négatif et H₂S positif sont ensemencées sur milieux TSI suivi d'une caractérisation par galerie API.

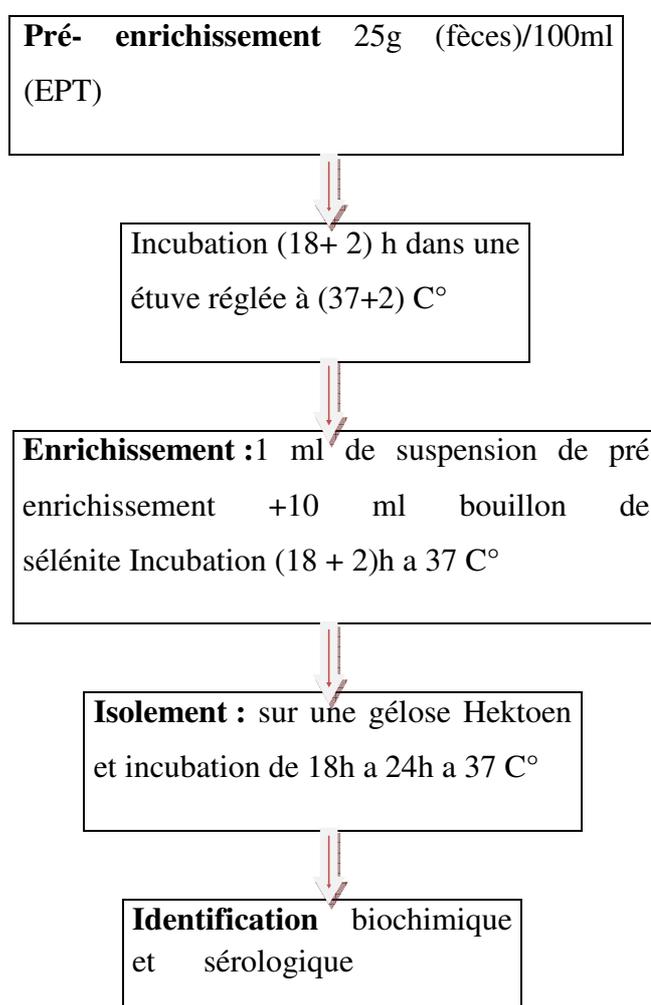


Figure n°15 : Diagramme des différentes étapes de la recherche des salmonelles dans les matières fécales.

II.2.4. Confirmation sérologique (sérotypage)

Cette partie est effectuée au du service des entérobactéries de l'IPA selon la méthode d'agglutination sur lame.

II.2.5. Etude de la sensibilité aux antibiotiques : La sensibilité aux antibiotiques est réalisée au niveau du service des entérobactéries de l'IPA, en utilisant la méthode des disques (antibiogramme standard) basée sur la diffusion en milieu gélosé Mueller-Hinton.

Les antibiotiques testés sont reportés dans le **tableau 4** en **Annexe 04**.

II.2.6. Méthodes statistiques

Cette étape a été réalisée selon le teste de khi-deus d'indépendance avec la correction de Yates.

III. RESULTATS :

III.1. Etude des taux de contamination par *salmonella*:

III.1.1. Taux de contamination global pour les deux espèces :

Sur les 215 prélèvements, nous avons pu isoler 39 souches de *Salmonella spp.* ce qui représente un taux de contamination de 18,1% [13% ; 23,3%]. Parmi ces 39 souches isolées, 24 appartiennent à l'espèce bovine soit un taux de 61,58% et 15 à l'espèce ovine soit un taux de contamination de 38,46% (Tableau 5 et figure n°16).

Tableau 5: Taux de contamination global des carcasses par *Salmonella spp.*

Espèce	Nbre de souches de <i>Salmonella</i> isolées	Taux de contamination (%)
Bovin	24	61,58
Ovin	15	38,46

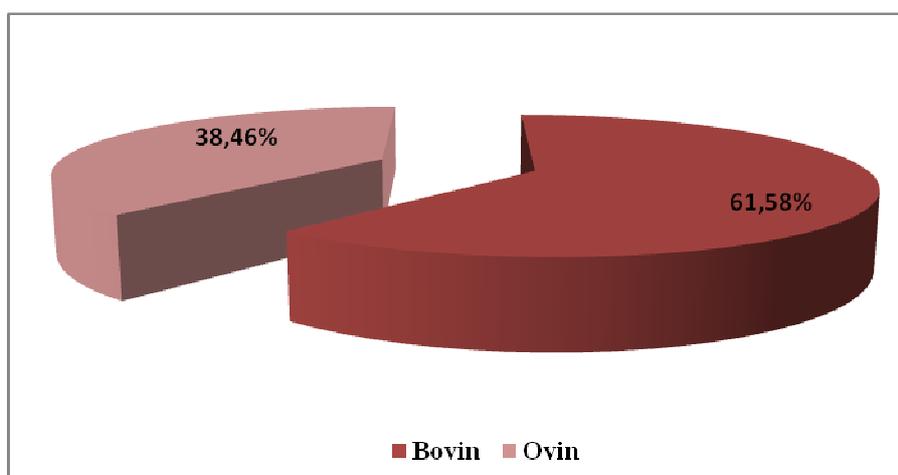


Figure n°16 : Taux de contamination global par *Salmonella spp.* chez les deux espèces bovine et ovine

III.1.2. Taux de contamination chez l'espèce bovine :

III.1.2.1. Dans les carcasses:

Les résultats obtenus montrent que sur les 52 carcasses bovines analysées, 17 souches de *salmonella* ont été isolées, ce qui représente un taux de contamination global de l'ordre de 32,69% (Tableau 6 et figure 17)

Tableau 6 : Taux de contamination global des carcasses bovines .

Nombre total de carcasses bovines prélevées	Nombre total de souches de salmonelles isolées	Taux de contamination
52	17	32,69%

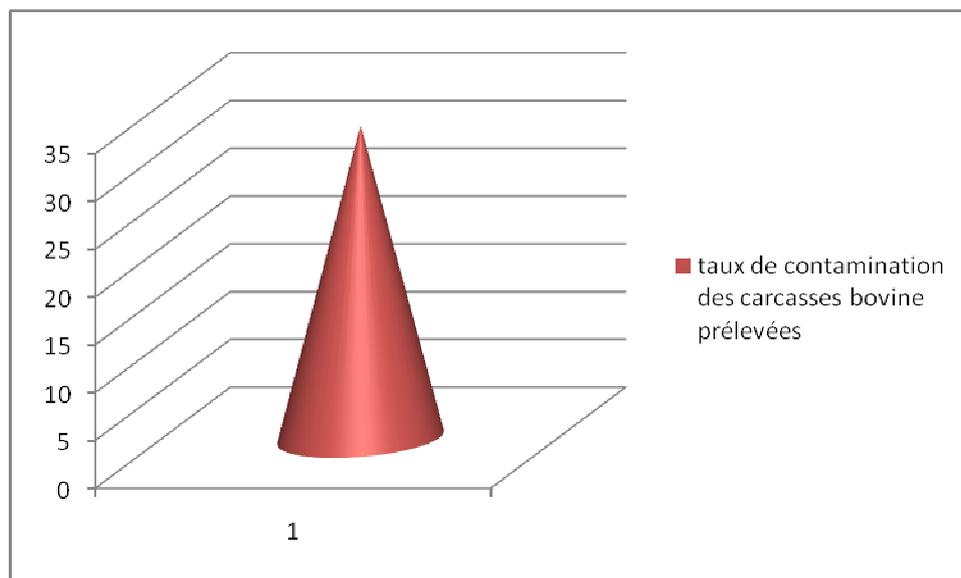


Figure n°17 : Taux de contamination global des carcasses bovines.

III.1.2.2. Dans les fèces:

Sur 53 prélèvements de matières fécales des bovins nous avons isolé 07 souches de salmonelles, ce qui représente un taux de contamination global de l'ordre de 13,20% (Tableau 7 et figure 18).

Tableau 7 : Taux de contamination global des fèces bovines .

Nombre total de fèces bovines prélevées	Nombre total de souches de salmonelles isolées	Taux de contamination
53	07	13,20%

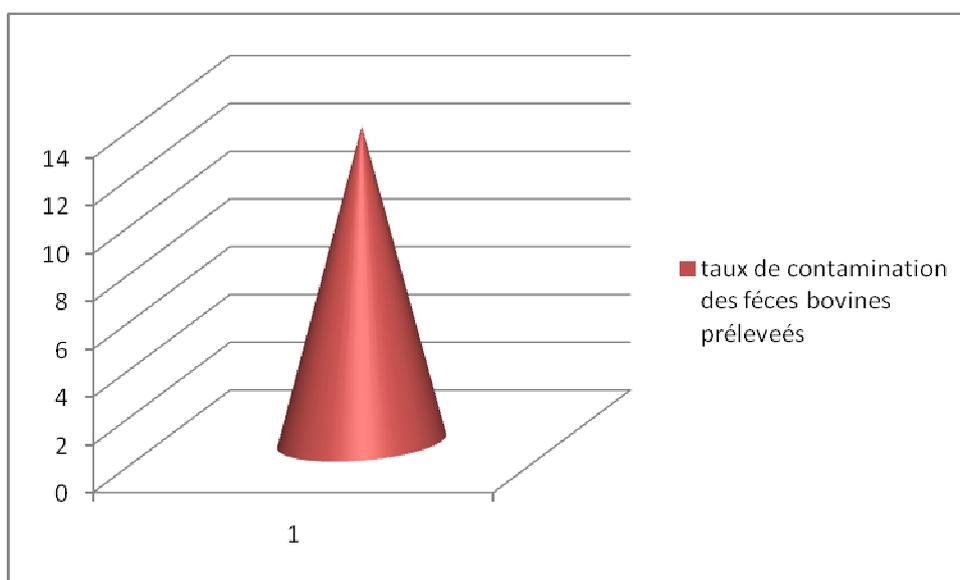


Figure n°18 :Taux de contamination global des fèces bovines .

III.1.3. Taux de contamination chez l'espèce ovine :

III.1.3.1. Dans les carcasses:

Les résultats obtenus montrent que sur les 53 carcasses ovines testées, 15 souches de salmonella ont été isolées, ce qui représente un taux de contamination global de l'ordre de 28,30% (Tableau 8 et figure 19).

Etude Expérimentale

Tableau 8 : Taux de contamination globale des carcasses ovines .

Nombre total de carcasses ovines prélevées	Nombre total de souches de salmonelles isolées	Taux de contamination
53	15	28,30%

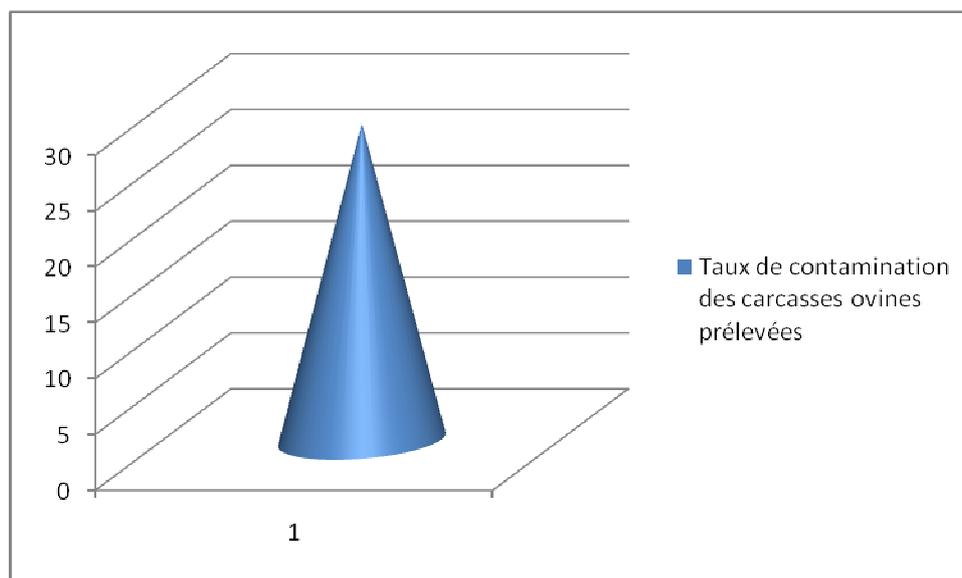


Figure n°19 : Taux de contamination globale des carcasses ovines.

III.1.3.2. Dans les fèces:

Aucune souche de salmonelles n'a été isolée à partir des 57 prélèvements de matières fécales d'ovins, ce qui représente un taux de contamination global de 0% (**Tableau9 et figure 20**).

Tableau 9 : Taux de contamination global des fèces ovines.

Nombre total de fèces ovines prélevées	Nombre total de souches de salmonelles isolées	Taux de contamination
57	0	0%

Etude Expérimentale

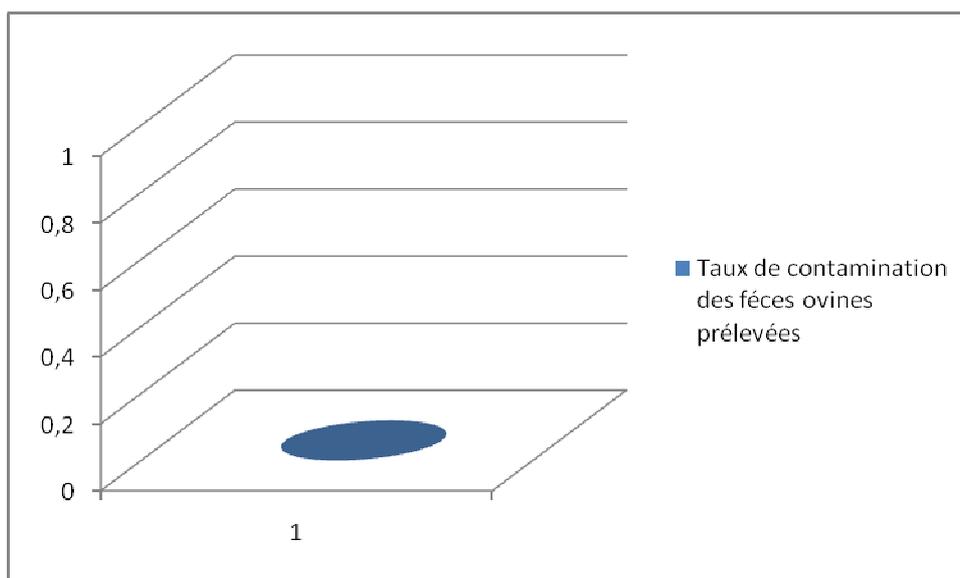


Figure n°20: Taux de contamination global des fèces ovines.

III.2. Etude sérologique des souches de *Salmonella* spp. isolées :

Sur les 39 souches de *Salmonella* isolées au cours de notre étude, 24 étaient d'origine bovine et 15 d'origine ovine.

III.2.1. Sérotypes de l'espèce bovine :

Les sérotypes de *Salmonella* les plus fréquemment isolés lors de notre étude chez l'espèce bovine pour les deux types d'échantillons sont par ordre de fréquence décroissant : S. Muenster (44,44%) , S. Infantis(27,77%) et S. Richmond (22,22%) pour les carcasses bovines et S. Muenster (42,85%), S. Infantis (28,57%) et S. Montevideo (28,57%) pour les fèces bovines (**Tableau 10 et figure n°21**).

Tableau 10: Répartition des souches de Salmonelles en fonction du sérotype chez les bovins.

Sérotypes	Carcasses bovines (n=17)		Fèces bovines (n=7)	
	N	%	N	%
S. Muenster	8	47,06%	3	42,86%
S. Infantis	5	29,41%	2	28,57%
S. Richmond	4	23,53%	–	–
S. Montevideo	–	–	2	28,57%

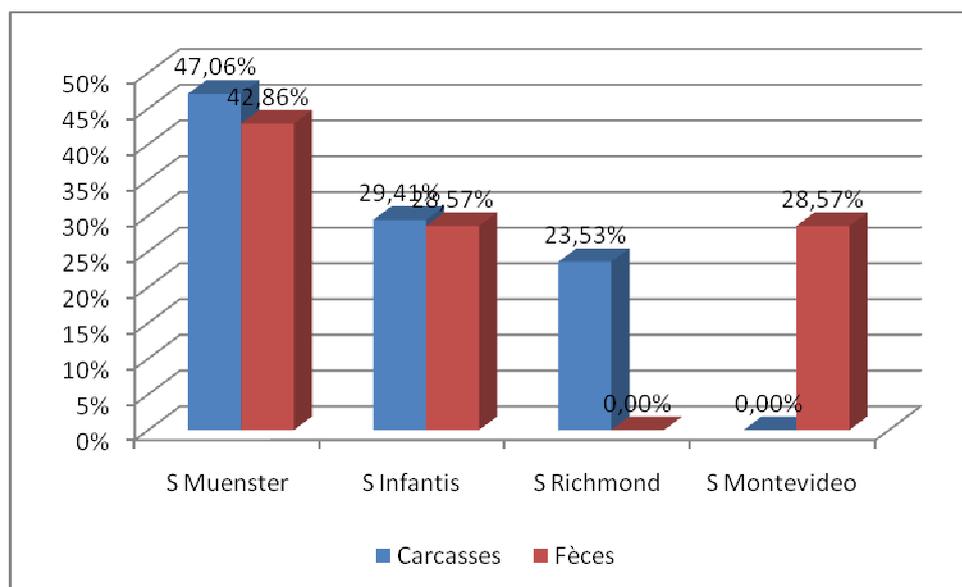


Figure n°21 : Répartition des souches de Salmonelles en fonction du sérotype chez les bovins.

III.2.2. Sérotypes de l'espèce ovine :

Les sérotypes les plus fréquemment isolés lors de notre étude dans les carcasses ovines sont par ordre de fréquence décroissant : S. Muenster (46,66%), S. Infantis (33,33%), et en troisième position S.Typhimurium, et S. Anatum (6,66%) (**Tableau 11 et figure n°22**).

Tableau 11 : Répartition des souches de Salmonelles en fonction du sérotype chez les ovins.

Sérotype de Salmonella	Carcasses ovines (n = 15)		Fèces ovines (n = 0)
	N	%	
S. Muenster	7	46,66%	
S. Infantis	5	33,33%	
S.Typhimurium	2	13,33%	
S. Anatum	1	6,66%	

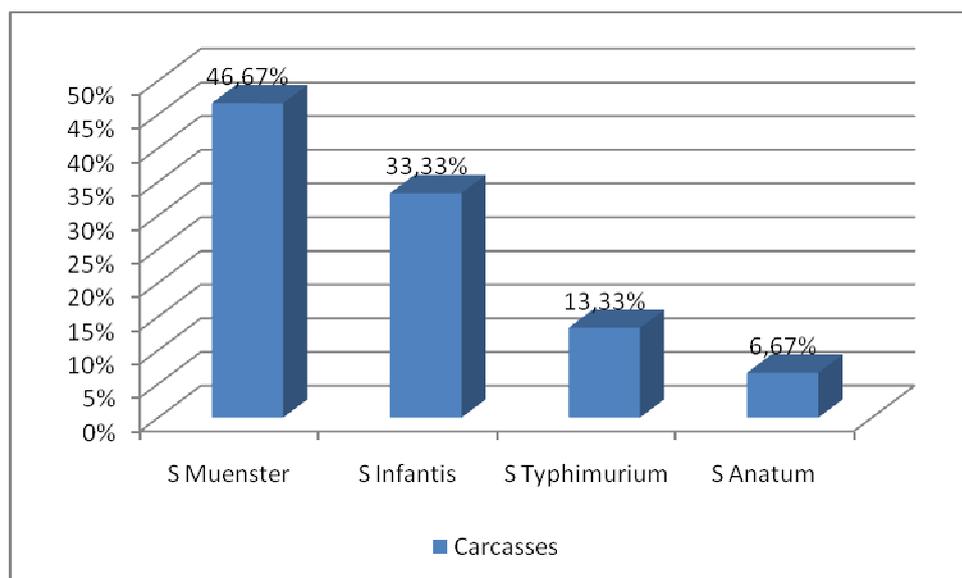


Figure 22 : Répartition des souches de Salmonelles en fonction du sérotype chez les ovins.

III.3. Etude de la sensibilité aux antibiotiques des souches de *Salmonella spp.* isolées :

Nous avons testé 26 antibiotiques sur chacune des 39 souches de *Salmonella spp.* isolées et sérotypées. Les résultats obtenus sont rapportés dans le **tableau 12 en annexe n°5**.

III.4.1. Etude globale de la sensibilité aux antibiotiques des souches de *Salmonella spp.* :

Nous notons que sur les 26 antibiotiques testés, *Salmonella spp.* exprime globalement une résistance vis-à-vis de 09 d'entre eux, ce qui représente un taux de résistance global de 34,61% (**Tableau 13 et figure n°23**).

Tableau 13 : Réponse de l'étude globale de la sensibilité de *Salmonella spp.* aux ATB

	Résistance	Sensibilité
Nbre d'antibiotiques testés	9	17
%	34,61%	65,39%

Etude Expérimentale

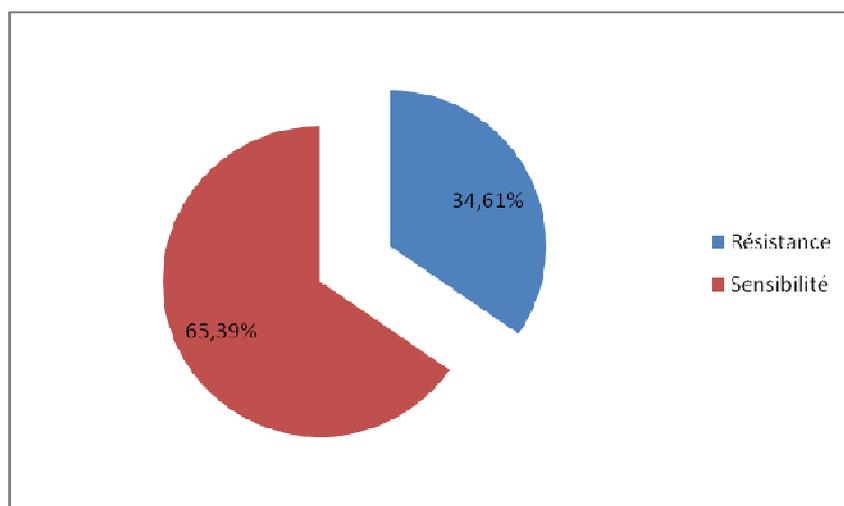


Figure n°23 : Expression globale de l'étude de la sensibilité de *Salmonella spp.* aux antibiotiques testés.

La résistance a concerné 02 souches sur les 39 testées, représentant un taux de résistance global de l'ordre de 5,12% (Tableau 14 et figure n 24).

Tableau 14 : Pourcentage de résistance des souches *Salmonella spp.* aux antibiotiques testés.

	Nombre de souches	Taux (%)
Sensible	37	94,87
Résistante	2	5,12

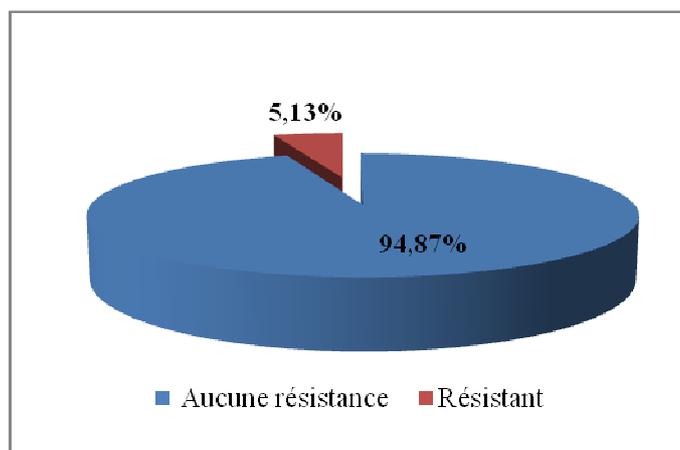


Figure n°24 : Pourcentage de résistance des souches *Salmonella spp.* aux antibiotiques testés

Etude Expérimentale

III.3.2. Etude de la sensibilité de *Salmonella spp.* en fonction de l'antibiotique :

(Tableau 15 en annexe n°6 et figure n°25).

Nos résultats montrent que pour la famille des β lactamines, *Salmonella spp.* est résistante à l'ampicilline, à la ticracilline, à la pipéracilline, à l'augmentin et à l'amoxicilline, avec un taux de l'ordre 5,12% pour chacun d'entre eux. Aucune résistance n'a été notée aux antibiotiques suivants: cefazoline, mecillinam, ceftazidime, céfotaxime, ceftriaxone, aztreonam, imipénème, céfépime).

Dans la famille des quinolones, *Salmonella spp.* est résistante à l'acide nalidixique avec un taux équivalent à 5,12%. Aucune résistance n'a été remarquée à la pefloxacin et à la ciprofloxacine.

Enfin, *Salmonella spp.* montre une résistance vis-à-vis de la tétracycline avec un taux de 5,12%, elle est aussi résistante au chloramphénicol et aux furanes avec le même taux.

Concernant la famille des aminosides et des sulfamides, *Salmonella spp.* est sensible à tous les antibiotiques testés avec un taux de 100%.

Une sensibilité à la colistine est constatée avec un taux de 100%.

94,87% des souches de Salmonelles ont présenté un phénotype sauvage ; sensible à tous les antibiotiques testés.

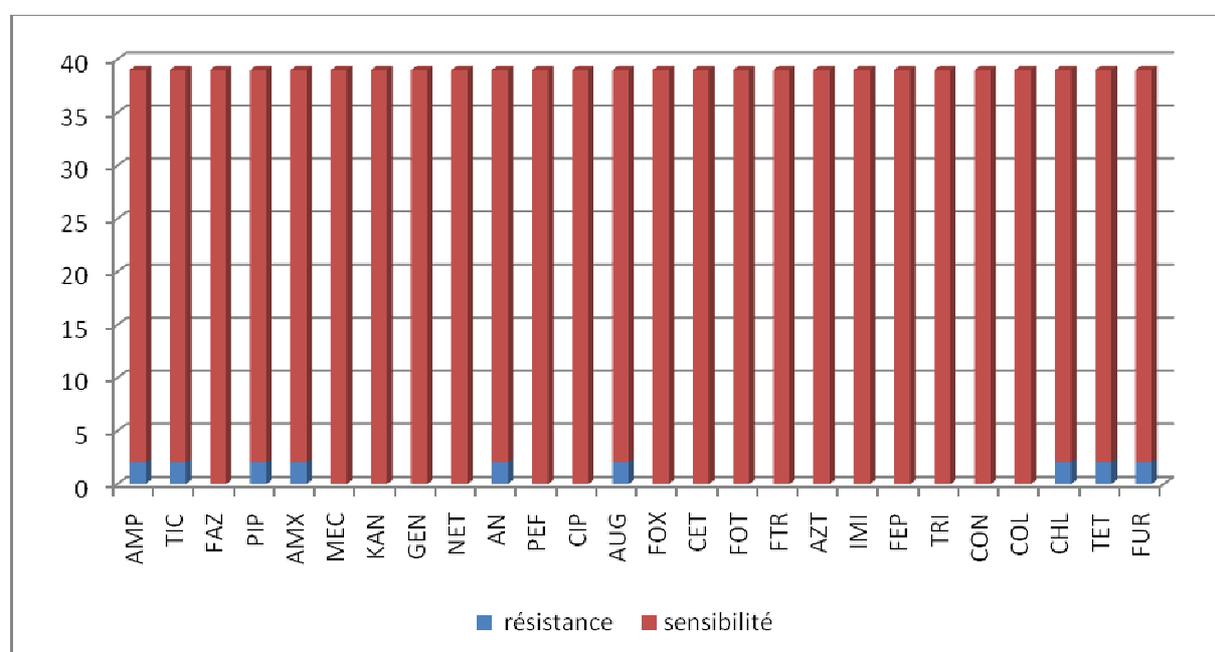


Figure n°25 : Résultat de l'étude de la sensibilité de *Salmonella spp.* aux antibiotiques en fonction de la catégorie clinique.

Etude Expérimentale

III.3.3. Etude de la sensibilité aux antibiotiques de *Salmonella spp.* en fonction du serovar :

Les résultats obtenus suite à l'étude de la sensibilité aux antibiotiques de chaque souche de *Salmonella spp.* isolée et sérotypée sont résumés dans le **tableau 16**.

Sont reportés uniquement les antibiotiques pour lesquels nos souches ont acquis une résistance, ils sont au nombre de 09 :

Tableau 16 : Résultats de l'étude de la sensibilité aux antibiotiques de chacune des Souches de *Salmonella spp.* S :Sensible ,R : Résistante.

	AMP	TIC	PIP	AMX	AN	AUG	CHL	TET	FUR
S, Muenster (18 souches)	S	S	S	S	S	S	S	S	S
S, Infantis (12 souches)	S	S	S	S	S	S	S	S	S
S, Anatum (1 souche)	S	S	S	S	S	S	S	S	S
S.Typhimurium (2 souches)	R	R	R	R	R	R	R	R	R
S, Richmond (4 souches)	S	S	S	S	S	S	S	S	S
S, Montevideo (2 souches)	S	S	S	S	S	S	S	S	S

Au cours de notre étude nous avons isolé deux souches de S.Typhimurim qui présentent une multirésistance à 9 antibiotiques.

III.3.4. Antibiotypes (profils de résistances, phénotypes) :

Dans notre étude le serovar S. Typhimurium montre un seul profil d'antibiorésistance (Tableau 17).

Tableau 17 : Profil de résistance aux antibiotiques du serovar Typhimurium.

Serovar	Nombre de souche résistante	Profil d'antibiorésistance
Typhimurium (n=02)	02 souches	AAATPCTeFrAc

Etude Expérimentale

(AAATPCTeFrAc): Ampicilline, Amoxicilline, Augmentin, Ticarcilline, Pipéracilline, Chloramphénicol, Tétracycline, Furanes et Acide nalidixique.

S.Typhimurium a présenté un taux de multirésistance de 100% vis-à-vis de 09 antibiotiques.

Aucune résistance additionnelle n'a été notée concernant le reste des antibiotiques testés, notamment vis-à-vis des fluoroquinolones (ciprofloxacine, pefloxacine) et des céphalosporines.

IV. Discussion :

IV .1. Taux de contamination global des carcasses par *Salmonella* spp.:

Cette étude nous a permis d'isoler 39 souches de *Salmonella* spp à partir des 215 prélèvements ; 24 appartenant à l'espèce bovine avec un taux de contamination 61,58% et 15 à l'espèce ovine avec un taux de 38,46%.

Statistiquement (test de Khi-deux), la prévalence de *Salmonella* spp. chez les bovins n'est pas significativement supérieure ($p > 0,05$) à celle de l'espèce ovine.

Small et al. (2002), en étudiant la présence de *Salmonella* spp. et *E. coli* O157 :H7 dans l'environnement des abattoirs des bovins et des ovins et sur leurs peaux, ont expliqué les taux élevés de la contamination des abattoirs des bovins et leurs peaux par rapport à l'espèce ovine par le portage intestinal élevé de ces deux germes pathogènes par les bovins.

Par ailleurs, l'importance de la biomasse des bovins fait de ces animaux des agents redoutables de multiplication des salmonelles (Martel et al., 1996).

Martel et al. (1996) considèrent que l'espèce bovine est particulièrement sensible à l'infection salmonellique.

Dans une étude similaire menée par Small et al. en 2006, au Sud-ouest de l'Angleterre les carcasses bovines étaient plus contaminées par les salmonelles que celles des ovins.

En Islande, la contamination par salmonella est rare, mais les moutons sains transportent salmonella dans leurs amygdales et provoquent des intoxications alimentaires chez les êtres humains qui consomment les têtes de moutons (Hjartardottir et al., 2002).

Moo et al. (1980) ont signalé un taux de contamination de 5% des carcasses de mouton en Australie.

En revanche, plusieurs études effectuées en Australie entre 1994 et 2002 ont montré le contraire, les carcasses ovines étaient plus exposées à la contamination salmonellique que celles des bovins (Sumner et al., 2004).

IV.1.1. Taux de contamination de *salmonella* dans les carcasses bovines :

Nous avons enregistré un taux de contamination global des carcasses bovines de l'ordre de 32,69% [19,94% ;45,4%].

Ce taux relativement important témoigne de la mauvaise manipulation des carcasses lors des opérations d'abattage/habillage, et de l'insuffisance d'hygiène observée au cours de notre étude.

Etude Expérimentale

En outre, Berends et al. (1997) ont rapporté qu'une fois que la chaîne d'abattage est contaminée avec *Salmonella spp.*, ce microorganisme va s'installer sur la machinerie, l'équipement et les mains des opérateurs et causer des contaminations croisées.

Le taux de contamination enregistré relativement élevé au cours de notre étude pourrait être dû à plusieurs facteurs, parmi lesquels nous citerons : le contact des carcasses avec le sol très souillé, la mauvaise éviscération, se traduisant souvent par la perforation des sacs gastriques, mais également par les souillures de la peau des autres animaux abattus.

Notre résultat peut s'expliquer aussi par le fait que l'abattoir d'EL-HARRACH est un abattoir artisanal où toutes les étapes de la transformation de l'animal en carcasse et en cinquième quartier (saignée, dépouillement, éviscération ...) se font en postes fixes, ce qui augmente le risque des contaminations croisées entre les carcasses et les peaux, le sang, les viscères, et le contenu gastrique du même ou des autres animaux (**Figure n°26**).



Figure n°26 : Proximité entre carcasse lors du dépouillement et une carcasse au moment de l'abattage (photo personnelle).

En Algérie, Nouichi (2007), a enregistré un taux de contamination de salmonelle sur les carcasses bovines de l'ordre de 10%.

En revanche, le faible taux de *salmonella* de 1,5% retrouvé sur les carcasses bovines en Irlande du Nord pourrait être expliqué par le biais d'échantillonnage (Madden et al., 2001).

Le taux de contamination par les *Salmonella spp.* des carcasses est variable en fonction des études. Cependant, il est impératif d'être réservé en faisant des comparaisons directes entre les estimations de la prévalence des bactéries pathogènes à cause des différences dans les techniques de cultures. En plus, le nombre, la fréquence, le temps de prélèvement, la manipulation, le transport, le stockage des échantillons, la saison, l'âge des animaux, et le

Etude Expérimentale

sérotype de la bactérie peuvent affecter l'estimation de la prévalence (Van Donkersgoed et al., 1999). Cependant, nos résultats sont supérieurs à la plupart des taux enregistrés dans plusieurs études étrangères que nous avons résumés dans **le tableau 18**.

Taux D'isolement (%)	Nombre D'échantillons	Pays	Référence
10 %	70	Algérie (Abattoir d'El-Harrach)	Notre étude
1 %	80	France	PUYALTO et al (1997)
0,7	288	USA	KAIN et al (1999)
0,08 %	1247	Canada	VANDONKERSGOED et al (1999)
0,9 %	640	USA	BACON et al (2000)
6,25 %	32	Maroc	DENNAÏ et al (2001)
1,5 %	200	Grande Bretagne	MADDEN et al (2001)
0,2 %	1275	Australie	PHILLIPS et al (2001a)
1,6 %	240	USA	RANSOM et al (2001)
0 %	192	USA	WARE et al (2001)
0,09 %	1016	USA	BARKOCY-GALLAGHER et al (2003)
7,6 %	250	Grande Bretagne	McEVOY et al (2003)
Abattoir 1: 0 % Abattoir 2: 0,8 %	525 / abattoir	USA	RIVERA-BETANCOURT et al (2004)
0 %	191	Belgique	DIERICK et al (2005)
2 %	100	Australie	FEGAN et al (2005)
0 %	1155	Australie	PHILLIPS et al (2006a)
12,7 %	330	Grande Bretagne	SMALL et al (2006)

Tableau 18 : Comparaison du taux de contamination à *Salmonella spp.* des carcasses bovines obtenu au cours de notre étude aux différents taux enregistrés dans les travaux.

IV.1.2. Taux de contamination de *salmonella* dans les fèces bovines :

En ce qui concerne les fèces bovines, nous avons enregistré un taux de contamination global par *salmonella spp.* de l'ordre de 13,20% [5,48%-25,34%].

Plusieurs études ont été effectuées dans différentes régions du monde pour rechercher les salmonelles dans les matières fécales des bovins afin d'étudier le portage et l'excrétion chez cette espèce animale. Un niveau de contamination similaire fut rapporté dans une étude américaine, menée par the National Animal Health Monitoring System (NAHMS) en 2007, où le taux d'isolement était 13,7%, ce faible taux reflète un nombre moins élevé en portage salmonellique.

D'autres enquêtes épidémiologiques réalisées dans différentes régions des Etats-Unis ont noté des résultats légèrement inférieurs. C'est le cas de l'étude effectuée par Warwick et al., dans le Michigan, le Minnesota, le Wisconsin et l'état de New York qui ont rapporté un taux de 9,3% (Warnick et al., 2003).

Cependant certains auteurs ont noté des taux de contamination à salmonelles relativement élevés, nos résultats sont nettement inférieurs à ceux décrits par Edrington et al. (2004), qui ont enregistré eux, un taux de 25, 19% (393 /1560), qui pourrait s'expliquer par le nombre élevé des échantillons traités.

Dans une autre enquête réalisée aux Etats-Unis, 21,3% des 5087 échantillons de contenu caecal et du colon de vaches laitières de réforme contenaient *salmonella* (Troutt et al., 2001).

Dans une étude effectuée au Burkina-Faso, Kagambéga et al., (2013) ont obtenu une prévalence de 52% sur un échantillon de 383 vaches. Ces résultats sont largement supérieurs aux nôtres, leur prévalence est à mettre en relation avec la méthode de diagnostic utilisée, la PCR en l'occurrence. En effet, les méthodes moléculaires sont reconnues très sensibles et spécifiques pouvant détecter le pathogène même dans des prélèvements faiblement contaminés (Kagambéga et al., 2013).

La région peut aussi influencer la fréquence d'isolement d'une étude à l'autre. En effet, plusieurs chercheurs ont confirmé cette hypothèse, Callaway et al., (2005), à titre d'exemple, ont estimé que 27 à 31% des troupeaux laitiers à travers les Etats-Unis sont colonisés par des Salmonelles, l'une des plus graves bactéries pathogènes, responsable d'infections d'origine alimentaires aux Etats-Unis.

Heuchel et al (2000), dans une étude française pour déterminer les facteurs de risque de contamination des élevages bovins ont enregistré un taux de contamination de l'ordre de 25%.

L'effet de la saison (température supérieure à 28°C), a été aussi déterminé comme un facteur de risque de contamination des élevages bovins laitiers par les salmonelles par une étude plus récente, effectuée dans une grosse ferme laitière du sud-ouest des Etats-Unis ; celle-ci

fait état d'une prévalence d'excrétion fécale très variable, allant d'un maximum de 96% durant le mois d'août à un minimum de 19% au mois d'octobre (Edrington et al., 2008).

En revanche, d'autres études ont rapporté des prévalences très faibles, c'est le cas des travaux d'Adésiny et al., en 1996 effectués en Espagne, qui ont noté un taux d'isolement de 0,9% sur un nombre de prélèvements de 333 vaches laitières au cours d'une étude effectuée sur plusieurs entéropathogènes.

En Angleterre, un taux de 1,4% a été obtenu au cours d'une étude effectuée en 2003, sur plusieurs espèces animales y compris les bovins (Milines et al., 2009). Fossler et al., ont retrouvé un taux de 4,8% dans une étude complémentaire à l'étude effectuée préalablement par Warnik et al., en 2003.

IV.1.3. Taux de contamination de *salmonella* dans les carcasses ovines :

En ce qui concerne les carcasses ovines, nous avons enregistré un taux de contamination global par *salmonella spp.* de 28,30% [16,17% ; 40,4%] ; ce taux n'est pas significativement inférieur à celui enregistré chez l'espèce bovine.

Ce taux de contamination pourrait s'expliquer par la contamination croisée entre les carcasses et les peaux ; le sang et les viscères (**figure n°27**).



Figure n°27 : Proximité entre des ovins vivants et des carcasses lors de l'abattage (photo personnelle).

L'état de présentation des animaux à l'abattage a été étudié par plusieurs auteurs (Bell et Hathaway., 1996 ; Bisse et Hathaway., 1996 ; McEvoy et al., 2000) qui ont démontré que le degré de contamination des peaux des animaux a un impact direct sur la contamination de la carcasse.

Biss et Hathaway en 1995, ont enregistré un taux de contamination microbiologique sur des carcasses ovines dont la laine était sale et longue (≥ 6 cm), plus élevé de 5 fois que le taux de contamination des carcasses provenant des ovins dont leurs toisons étaient propres et courtes (≤ 2 cm). Cependant, l'état d'hygiène visuelle de l'animal avant l'abattage ne peut pas être

utilisé comme un indicateur précis de la qualité microbiologique des carcasses (Biss et Hathaway., 1998).

Plusieurs auteurs ont signalé la rareté voir l'absence des salmonelles sur les carcasses ovines. Au Maroc, Kahrib et al. (1994) en étudiant la contamination microbienne sur 10 carcasses, n'ont détecté aucune salmonelle ; la même remarque est signalée en Inde par Narasimha Rao et Ramesh (1992) ainsi que Bhandare et al. (2006) sur respectivement 50 et 144 carcasses. En Nouvelle Zélande, la NZFSE (New Zealand Food Safety Authority) a enregistré un taux de contamination de 0% et Armitage (1995) a obtenu lui, un taux de 0,65% (n =5/772).

Phillips et al. (2006b), après une enquête nationale en Australie qui a touché 1117 carcasses ovines, ont enregistré également un taux de contamination nul ; alors que l'enquête précédente touchant 917 carcasses avait révélé un taux de contamination par salmonelles de l'ordre 0,1% (Philips et al., 2001b).

Une autre étude en Algérie menée par Nouichi (2007), pour les carcasses ovines ou le taux de salmonelles isolées est de l'ordre de 1,11%.

Ces faibles taux de contamination pourrait s'expliquer soit par la présence en petit nombre de ce micro-organisme, soit par un problème d'échantillonnage ; car leur distribution peut être si ponctuelle qu'ils ont pu les rater en prélevant des sites bien déterminés et non pas la totalité de la surface de la carcasse. Ceci est signalé par Gill et Jones (2000) qui ont rapporté que l'analyse des grandes surfaces des carcasses permet d'augmenter l'efficacité de la récupération des microorganismes les moins fréquemment contaminants.

Cependant certains auteurs ont noté des taux de contamination à salmonelles relativement élevés. Ainsi, nos résultats sont relativement supérieurs à ceux décrits par Sierra et al. (1995), et Small et al. (2006) qui ont enregistré des taux respectifs de 10% (3/30), et 9,6% (23/240).

IV.1.4.Taux de contamination de *salmonella* dans les fèces ovines :

Dans notre étude la prévalence de *Salmonella* était nulle sur un total de 57 échantillons de matières fécales ovines. Ce taux est significativement inférieur à celui enregistré chez l'espèce bovine en appliquant le test de Khi-deux avec correction de Yates.

Ceci est signalé par Davies et al, en 2004 dans une enquête nationale en Grande-Bretagne afin d'estimer la prévalence du portage fécal de *salmonella* à l'abattoir, chez des porcs, des bovins et des moutons en bonne santé. Ces auteurs ont rapporté un taux de 0,1% sur 973 échantillons de matières fécales de moutons.

Ainsi que lors d'une étude réalisée en Australie par Vanselow et al., en 2007, qui eux ont rapporté un taux de contamination de 0,2% par les salmonelles.

Dans une étude visait à déterminer la présence et la concentration d'*Escherichia-coli* O157 et *salmonella* spp sur la laine, matières fécales et carcasses de moutons durant l'abattage sur

Etude Expérimentale

164 échantillons ou les salmonelles ont été isolés à partir de 20% de matières fécales, 13% de toisons et 1,3% des carcasses. Ce faible taux indique un faible risque d'infection humaine de produits dérivés de ces animaux (Duffy et al., 2010).

En Ethiopie, Muckle et al., (2005) ont rapporté une prévalence de salmonella de 2,1% et 3,3% dans les fèces de moutons et de chèvres respectivement.

Les moutons sont considérés comme le réservoir le moins important de *salmonella* (Chambers., 1977).

Une étude britannique rapporte un taux de 1,1% pour *salmonella spp.* dans les fèces de moutons à l'abattoir (Milnes et al., 2008).

En revanche, Rubino et al., (2001), ont noté que les petits ruminants, comme les moutons et les chèvres sont potentiellement porteurs de salmonella et d'*Escherichia-coli* O157 :H7 qui pourrait être expliqué par la sécrétion de la bactérie *Salmonella* dans les matières fécales des animaux infectés, en particulier lors d'un stress, ce qui contaminerait l'environnement et la transmission de l'infection à d'autres animaux, qui peuvent devenir des porteurs.

La différence dans les prévalences de *salmonella* déclarées pourrait être associée au plan d'échantillonnage et au type d'échantillon, de la distribution de salmonelles dans un lot examiné et de la méthode de détection utilisée.

Le test de Khi-deux d'indépendance appliqué au résultat de contamination des carcasses et des fèces ovines nous a permis de déceler une différence significative ($p < 0,05$) ce qui signifie que les carcasses sont plus contaminées que les fèces.

IV.2. Etude sérologique des souches de *Salmonella spp.* Isolées :

Sur les 39 souches de *Salmonella* isolées au cours de notre étude, 24 étaient d'origine bovine et 15 d'origine ovine.

Lors de notre étude, concernant **l'espèce bovine**, les sérotypes de *Salmonella* les plus fréquemment isolés dans les deux types d'échantillons sont par ordre de fréquence décroissant : S. Muenster (44,44%), S. Infantis (27,77%) et S. Richmond (22,22%) pour les carcasses et S. Muenster (42,85%), S. Infantis (28,57%) et S. Montevideo (28,57%) pour les fèces.

Ces résultats concordent avec ceux obtenus par Callaway et al. (2005), où les serovars les plus souvent isolés sont, S. Muenster et S. Montevideo.

En revanche, *Salmonella* sérotype Muenster est rare en France et en Europe (Van Cauteren et al., 2009).

En Algérie, Chellali en 2014, a trouvé que les serovars les plus isolés dans les matières fécales bovines sont par ordre de fréquence décroissant S. Muenster (45%), S. Eastbourne

Etude Expérimentale

(20%), *S. Infantis* (20%), *S. Kentucky* et *S. Mbandaka* (10%) et *S. Saintpaul* et *S. Typhimurium* (5%).

La prédominance de *S. Muenster* dans les excréments témoigne que nos bovins constituent le premier réservoir de ce serovar, et que l'absence de surveillance périodique augmente sa propagation entre les bovins.

Une autre enquête réalisée sur les carcasses bovines aux Etats-Unis par Schlosse et al., (2000) a détecté les sérotypes suivants : *S. Montevideo*, *S. Typhimurium*, *S. Muenster* et *Kentucky*.

Dargatz et al. (1998), dans une autre étude sur les fèces bovines ont montré que le sérotype le plus fréquent est *S. Anatum* (27,9%) suivi de *S. Montevideo* (12,9%), ce qui est inférieur au résultat trouvé dans notre étude et *S. Muenster* (11,8%), *S. kentucky* (8,2%) et *S. Newington* (4,3%).

Le sérotype *S. Montevideo* a été l'isolat le plus commun dans du bœuf haché cru et des carcasses bovines (Wayne et al., 2000).

Dans une autre étude pour évaluer les facteurs de risque associés à la contamination des carcasses bovines, *S. Montevideo* occupait la troisième place des sérotypes les plus fréquents (9,2%) (Gary et al., 2002).

Stevens et al., (2006), dans une étude à Dakar (Sénégal) sur des carcasses bovines, ont noté que le sérotype *S. Muenster* avait une prévalence de (8%), ce qui est fortement inférieur à celui rapporté dans notre étude.

Une prévalence très faible de *S. Montevideo* (7,25%) et *S. Muenster* (4,35%) par rapport à notre étude est rapportée dans notre pays, par Mezali en 2009 dans différentes matrices alimentaires dans la wilaya d'Alger.

Concernant le sérotype *S. Infantis*, Davies et al (2004), ont rapporté des résultats inférieurs aux nôtres, dans une étude sur les carcasses de porc où le sérotype prédominant est *S. Infantis* (0,2%).

Berghold et al., (2002), du laboratoire national de référence des salmonelles en Australie indiquent que sur un total de 2424 salmonelles d'origine animale isolées en 2001, le sérotype *Infantis* avait une prévalence de 5,3%, ce qui reste inférieur à celui enregistré dans notre étude, et *S. Montevideo* à 2,7%, ce qui est très faible par rapport à notre résultat.

A Constantine Elgroud et al., (2008), ont enregistré dans une étude sur le poulet de chair une prévalence de (11%) du sérotype *S. Infantis*.

Concernant le sérotype *S. Richmond* aucune étude n'a été retrouvée chez l'espèce bovine.

Etude Expérimentale

Chez les ovins, les sérotypes les plus fréquemment isolés lors de notre étude dans les carcasses sont par ordre de fréquence décroissant : S. Muenster (46,66%), S. Infantis (33,33%), S. Typhimurium (13,33%) et S. Anatum (6,66%).

Dans les carcasses ovines, S. Muenster est le serovar dominant avec une prévalence de (46,66%) alors que plusieurs études ont spécifié la prédominance du serovar S. Abortus qui est étroitement adapté à l'espèce ovine (Pardon et al., 1988, Humbert., 1998, OIE., 2005a).

La présence de S. Muenster dans les carcasses ovines pourrait être expliquée par la contamination croisée entre les deux espèces et ce par l'intermédiaire du matériel, des mains des opérateurs contaminées par les matières fécales ou par les viscères des bovins malades.

Des résultats similaires chez les ovins sont rapportés par Woldemariam et al., (2005), dont S. Infantis était le principal sérotype parmi les sérotypes de salmonella identifiés avec (45,5%), S. Anatum était présent avec une prévalence de 3%, ce qui est légèrement inférieur à notre résultat.

Par ailleurs D'aoust et al., (1989) ont cité des études menées dans un certain nombre de pays que S. Infantis a été parmi les sérotypes dominants identifiés à partir des souches humaines et non-humaines de salmonella qui ont une importance pour la santé publique.

En Ethiopie, des rapports sur la prévalence des sérotypes de *Salmonella* à partir de différentes sources d'origine animale, ont indiqué que S. Infantis et S. Butantan étaient les serovars les plus répandus (Molla et al., 2003).

Nabbut et Al-Nakhli en 1982 ont rapporté que les serovars les plus fréquemment isolés aux abattoirs de Ryad en Arabie Saoudite sont S.Typhimurium et S. Anatum.

Un résultat similaire pour le S.Typhimurium a été rapporté par Gizachew Muluneh (2005), ce même sérotype occupait la troisième position des souches de salmonella isolées des carcasses bovines avec une prévalence de 13,1%. Une même prévalence de S.Typhimurium (14%) a été enregistrée par McEvoy et al. (2003), dans des carcasses et matières fécales bovines.

La prévalence de S.Typhimurium était faible dans notre étude, en revanche, une étude menée dans neuf abattoirs Irlandais en 2000, a enregistré une forte prévalence de S.Typhimurium dans les carcasses bovines (Keogh et al., 2001).

Au Royaume-Unis, Little et al., (2008) ont isolé S.Typhimurium à partir des viandes rouges avec un taux de 54,2%.

A l'échelle nationale, l'étude réalisée par Nouichi en 2008 sur la contamination bactérienne superficielle des carcasses ovines et bovines à l'abattoir d'El-Harrach, une seule souche de S. Anatum a été isolée à partir de 90 carcasses ovines, ce qui représente un taux de contamination de 1,1% ; résultat en accord avec les résultats de notre étude.

Etude Expérimentale

Selon Brisabois (2001), le centre de sérotypage de l'AFSSA-LERHQA (France) a classé le sérotype Anatum parmi les dix premiers sérotypes isolés de prélèvements d'origine non humaine en 2000, enregistrant un taux d'isolement de 3% à partir du secteur de l'hygiène alimentaire et de 04% de l'écosystème, ce qui avoisine le pourcentage retrouvé dans notre étude (6,66%).

En Ethiopie (Ejeta et al., 2005), ce sérotype a été isolé à partir de 8,3% des viandes ovines et 13% des viandes hachées bovines prélevées des marchés.

Woldemariam et al., (2005) ont isolé le sérotype Anatum des nœuds lymphatiques mésentériques des ovins abattus apparemment sains.

En Afrique du Sud, Van Nierop et al., (2005) ont enregistré un taux de contamination de 5,26% des carcasses de volaille par S. Anatum.

Une autre étude rapportée par Jorgensen et al., (2002) a montré que ce sérotype représente 3,3% des souches de *Salmonella* isolées dans de la viande de poulet.

En Australie, Fegan et al., (2004) ont isolé S. Anatum dans des matières fécales de bovins présentés à l'abattage, ce qui représente une source de contamination des carcasses par ce sérotype.

En revanche, Aux Etats-Unis, le CDC (2005) a rapporté que S. Anatum a avancé dans le rang pour être parmi les sérotypes les plus rencontrés dans les isolats de *Salmonella* d'origine humaine.

IV.3. Etude de la sensibilité de *Salmonella spp.* aux antibiotiques :

IV.3.1. Etude globale de la sensibilité de *Salmonella spp.* aux antibiotiques :

Dans notre étude la résistance a caractérisée 02 souches atteignant une prévalence de 5,12%.

Nos résultats montrent que l'antibiorésistance des souches de *Salmonella spp.* isolées à partir des carcasses et fèces bovines et ovines est significative (34,61%).

L'émergence d'une résistance aux antibiotiques résulterait, selon de nombreux auteurs dont Weill (2008), Little et al. (2008), Thi Thu Hao et al. (2007), Bada-Alambedji et al. (2006), Oliveira et al. (2006), Velag et al. (2005), Angkititrakul et al. (2005) et Antunes et al. (2003), de leur incorporation systématique dans l'alimentation des animaux d'élevage, à des doses souvent sub-thérapeutiques, en prophylaxie ou dans le but de stimuler la croissance et d'améliorer le rendement.

Bien qu'à des doses faibles, la présence permanente de ces produits dans le milieu exerce une pression de sélection antibiotique permettant aux bactéries d'acquérir des gènes de résistance

(Fauchère et al., 2002) qui seront par la suite, transmis à l'homme via la chaîne alimentaire (Schmid et al., 2004).

De nombreuses études internationales ont rapporté des résultats plus alarmants que les nôtres. Une recrudescence de la résistance observée dans de nombreux pays à partir des années 60 coïnciderait avec le développement des modes d'élevage intensifs. En Europe, 10% des souches seraient résistantes à 4 produits au moins; au Japon, cette proportion est de l'ordre de 28% (Pechere., 1989).

Dans la présente étude, 94,87% des souches isolées ne montrent aucune résistance vis-à-vis des 26 antibiotiques testés, ce taux est supérieur à celui enregistré au Sénégal par Stevens et al. (2006) qui est de l'ordre de 22%. Le taux de résistance est évalué à 77,7%, il est par ailleurs hautement supérieurs ($p < 0,05$) à celui observé dans notre étude (5,12%).

Dans une autre étude similaire en Australie, Fegan et al., (2004) ont trouvé que la majorité des isolats de *Salmonella* ont été sensibles à tous les antibiotiques testés, avec seulement deux isolats résistants à plusieurs antibiotiques et seulement trois isolats résistants à un antibiotique seul.

Aux États-Unis, Dargatz et al., (2003), ont constaté que la plupart des *Salmonelles* isolées de parc d'élevage et de la viande de bovin étaient sensibles aux antibiotiques testés. Toutefois, les antibiotiques testés étaient différents de ceux utilisés dans la présente étude.

Pohl et al., (1977) au Centre National Belge, ont constaté une prévalence inférieure à celle trouvée dans notre étude, 62% des souches sont sensibles aux cinq antibiotiques expérimentés.

Une autre étude réalisée au Vietnam par Thi Thu Hao et al., (2007), a rapporté une prévalence de résistance à au moins un antibiotique équivalent à (50,5%) et une prévalence de multirésistance estimée à 20,9%, ce qui est bien supérieur à la valeur notée dans la présente étude (5,12%).

IV.3.2. Etude de la sensibilité de *Salmonella spp.* en fonction de l'antibiotique :

Nos résultats sont similaires à ceux obtenus en Algérie par Mezali (2009), qui enregistre un taux de 4,47% de résistance à l'ampicilline, l'amoxicilline, la ticarcilline et à la pipéracilline.

Au Rwanda, Bogaerts et al., (1982), ont rapporté un taux de résistance de 4,5% vis-à-vis de l'ampicilline et du chloramphénicol, ce qui n'est pas significativement inférieur ($p > 0,05$) à celui enregistré dans notre étude 5,12%, et un taux de résistance de l'ordre 6,5% à la tétracycline.

Avec un taux de résistance de 43%, Cruchaga et al. (2001) placent l'ampicilline et la tétracycline au 1^{er} rang, cependant aucune résistance aux céphalosporines et aux fluoroquinolones n'a été notée.

Etude Expérimentale

L'étude de Thi Thu Hao et al. (2007) affiche des taux de résistance de l'ordre de 40,7% et de 22% respectivement à l'ampicilline/amoxicilline et à l'acide nalidixique, résultats nettement supérieurs à ceux observés dans notre étude (5,12%).

En revanche, En Allemagne, Miko et al., (2005) ont enregistré les taux de résistance aux antibiotiques les plus élevés : streptomycine (94%), sulfaméthoxazol (92%), tétracycline (81%), ampicilline (73%), chloramphénicol (48%), et triméthoprime (27%), avec un taux de résistance à l'acide nalidixique de l'ordre de 15%, ces résultats sont supérieurs ($p < 0,05$) à ceux observés dans notre étude (5,12%).

La résistance à la streptomycine et à la tétracycline est fréquente chez les *Salmonella* isolées, elle a été observé précédemment en Algérie (Elgroud et al., 2008) et en Allemagne (Miko et al., 2005).

Concernant l'acide nalidixique, statistiquement, il n'existe pas de différence significative ($p > 0,05$) par rapport au taux enregistré par Chandra et al. (2006) (6,67%).

Par ailleurs, l'augmentation de la résistance à l'Acide Nalidixique a été rapportée par plusieurs études dont celle de Miko et al. (2005).

Une étude similaire sur des souches de *Salmonella* Typhimurium DT104, isolées en Irlande a constaté que 5 à 6% étaient résistantes à l'acide nalidixique, et aucune d'entre elles n'était résistante aux fluoroquinolones (Murphy et al., 2001).

Le faible taux de résistance aux antibiotiques (ampicilline, ticarcilline, pipéracilline, augmentin, amoxicilline, acide Nalidixique, tétracycline, chloramphénicol et aux furanes) enregistré au cours de notre étude, refléterait probablement une utilisation modérée de ces produits dans nos élevages.

Sowl et al. (2000) ont relevé un taux de 66% des souches de Salmonelles qui ont présenté un phénotype sauvage, sensible à toutes les β -lactamines, ce résultat qui est significativement inférieur ($p < 0,05$) à celui remarqué dans notre étude (94,87%).

Le phénotype sauvage des souches de *Salmonella* spp. est caractérisé par une sensibilité à la totalité des antibiotiques actifs sur les Enterobacteriaceae, mais il est de plus en plus fréquent de retrouver des souches ayant acquis des caractères de résistance à une ou plusieurs familles d'antibiotiques, s'exprimant majoritairement par une inactivation enzymatique (Weill., 2008).

Molla et al. (2006) ont remarqué que tous les isolats de *Salmonella* étaient sensibles à l'effet antimicrobien des antibiotiques suivants : ceftriaxone, cefoxitine, ciprofloxacine, gentamicine, kanamycine, acide nalidixique. Les taux de résistance pour les autres antimicrobiens variaient de 4,6% à 18,2%.

Etude Expérimentale

Les différences observées dans les taux de résistance aux antibiotiques entre notre étude et les études respectives pourrait être due aux différents stéréotypes récupérés, et éventuellement en raison de la fréquence d'utilisation des antimicrobiens chez les animaux.

La forte sensibilité des Salmonelles aux fluoroquinolones enregistrée, a déjà été notée par Bakir et al., (1997) en Tunisie. C'est pourquoi les quinolones peuvent être proposées dans l'antibiothérapie de première intention en cas de Salmonellose.

IV.3.3. Etude de la sensibilité de *Salmonella* spp. aux antibiotiques en fonction du serovar :

La résistance aux antibiotiques varie selon le serovar. Au cours de notre étude nous avons isolé deux souches de *S. Typhimurium* qui ont présenté une multirésistance à 9 antibiotiques.

En Algérie, la même prévalence a été observée dans une étude menée par Chellali (2014), où la résistance des 2 souches de *Salmonella* Typhimurium isolées, était de 100% pour les antibiotiques suivants : l'ampicilline, l'augmentin, la ticarcilline, l'acide nalidixique et le chloramphénicol.

Cette forte multirésistance pourrait être expliquée par l'utilisation anarchique et abusive des antibiotiques en raison de leur large disponibilité sur le marché algérien, en l'absence de législation réglementant leur utilisation à titre thérapeutique et préventif, d'où l'émergence des plasmides de résistance.

La multirésistance aux antibiotiques est un problème de santé majeur chez *S. Typhimurium* ; certaines souches peuvent être résistantes à plus de six produits (Prescott., 1999).

Payne et al., (2007) ont rapporté le même taux de multirésistance (100%) de *S. Typhimurium* à l'ampicilline, streptomycine et tétracycline.

Une multirésistance à 5 antibiotiques (Amp/Clo/Sul/Tet /Stx) a été enregistrée en Italie par Perugini et al., (2010), avec un taux de 14%, significativement inférieur au taux obtenu dans notre étude.

Les plasmides de *S. Typhimurium* sont autotransférables et pourraient éventuellement se retrouver dans d'autres germes. Cependant Pohl et al., (1977), dans une étude ont trouvé parmi les 40 souches de ce sérotype étudié, une seule souche qui résistait à plus de deux antibiotiques (streptomycine, tétracycline, chloramphénicol et ampicilline) il est donc peu vraisemblable qu'elles constituent un réservoir important de facteur R.

Dans une autre étude, toutes les souches de *S. Typhimurium* sont multirésistantes, dont une parmi elles, a montré un modèle de multirésistance à 09 antibiotiques (AmpAmcCefChlSptStrSulSxtTmp), une autre souche a montré une résistance à l'ampicilline, amoxicilline céfalotine, chloramphénicol, tétracycline et triméthoprime, (AmpAmcCefChlSxtTmp) (Molla et al., 2006).

Etude Expérimentale

Gebreyes et Altier (2002) ont remarqué que *Salmonella* Typhimurium type 193, est une souche responsable d'épidémies de multirésistance chez l'homme à la fin des années 1980 et au début des années 1990, principalement en Europe.

Les souches de *Salmonella* Typhimurium isolées du Ressab présentent en grande majorité un profil d'antibiorésistance de type « ACSSuT » (ampicilline/amoxicilline, chloramphénicol/florfenicol, streptomycine/septinomycine, tetracycline et sulfamide. (Chazel, Buret, 2006).

Mezali et Hamdi (2012) en Algérie, ont constaté un mode de pentarésistance « ACSSuT » dans trois souches de *Salmonella* Typhimurium.

En Espagne, la résistance « ACSSuT » était la multirésistance la plus communément retrouvée parmi les *S.*Typhimurium polychimiorésistantes isolées de l'homme (Cruchaga et al., 2001).

Selon Grimont et Weill (2007), *Salmonella enterica* sérotype Typhimurium appartenant au lysotype DT104 est habituellement résistant à l'amoxicilline, à la streptomycine, aux sulfamides, au chloramphénicol, et à la tétracycline. Ce phénotype « AmSSpSulCTe » s'est répandu dans les pays développés chez l'homme et l'animal depuis la fin des années 80.

Cette forte multirésistance est inquiétante car elle représente un risque énorme pour nos élevages lors de transmissions plasmidiques des résistances d'une bactérie à une autre, d'où des échecs aux traitements, et par conséquent une diminution de la production à cause des morbidités et de mortalités élevées.

V.CONCLUSION

Les taux de contaminations globales de *Salmonella spp.* chez les bovins et les ovins sont de l'ordre de 61,58% et 38,46% respectivement.

Chez l'espèce bovine, nous avons enregistré des taux de contamination dans les carcasses et des matières fécales respectifs de 32,69% et 13,20%.

Dans les carcasses et les fèces ovines nous avons noté des taux de contamination respectifs de 28,30% et 00%.

Comparativement aux valeurs retrouvées dans la littérature, ces taux de contaminations sont relativement élevés, notamment pour l'espèce bovine.

Le test de Khi-deux d'indépendance appliqué au résultat de contamination des carcasses et des fèces nous a permis de déceler une différence significative ($p < 0,05$), ce qui signifie qu'il n'existe pas de rapport entre la présence du germe dans les fèces, et la contamination superficielle des carcasses.

Les résultats enregistrés au cours de notre travail ainsi que ceux d'El-Groud (1999) et d'El-Hadef et al., (2005) à Constantine, témoignent des mauvaises conditions d'abattage, de manipulation des carcasses, et des insuffisances en matière d'hygiène au niveau des abattoirs dans notre pays en général et ceux d'El-Harrach en particulier. Ces niveaux de contamination limitent les possibilités de conservation et par conséquent la durée de vie commerciale des denrées en question, comme ils accentuent les risques économiques par perte de denrées (putréfaction), et les risques sanitaires pour la santé publique par les toxi-infections alimentaires.

Les tests sérologiques opérés sur les 39 souches de *Salmonella spp.* nous ont permis d'identifier 06 serovars distincts, classés par ordre de fréquence décroissant comme suit : S. Muenster, S. Infantis, S. Montevideo, S. Richmond, S. Typhimurium et S. Anatum.

Globalement, les résultats publiés dans la littérature corroborent les nôtres, pour témoigner d'une vaste distribution et diffusion des *Salmonella*. ubiquistes et prototrophes, elles peuvent aisément traverser la barrière de l'espèce pour atteindre les populations humaines et engendrer des TIA en empruntant particulièrement les maillons de la chaîne alimentaire, profitant des mauvaises conditions d'hygiène qui y règnent.

L'étude de la sensibilité aux antibiotiques des 39 souches de *Salmonella spp.* vis-à-vis des 26 antibiotiques testés, a démontré que 94,87% des souches étaient sensibles, alors que la résistance (multirésistance) a atteint un taux de 5,12%.

Nous avons isolé deux souches de S. Typhimurium qui présentent une multirésistance à 9 antibiotiques avec un même profil d'antibiorésistance (AAATPCTeFrAc). Cette multirésistance peut être expliquée par l'émergence d'un plasmide responsable de l'excrétion de béta-lactamase, ou l'utilisation anarchique des antibiotiques.

Etude Expérimentale

Le fait que ce même serovar soit sensible aux fluoroquinolones (ciprofloxacine, pefloxacine) et aux céphalosporines (céfazoline, céfoxitine, ceftazidime, cefotaxime, ceftriaxone), témoigne de la non émergence des plasmides responsables de l'excrétion des enzymes de résistance (BLSE, AMPC) et une utilisation modérée et sensée de ces produits. Les fluoroquinolones ainsi que les C3G constituent les antibiotiques de choix pour le traitement des salmonelloses humaines.

VI. RECOMMANDATIONS

Les taux de contamination et de résistance aux antibiotiques de *Salmonella spp.* que nous avons enregistré sont importants, les réduire passe par l'application des mesures de prévention et de contrôle strictes dans l'espoir de diminuer le nombre des cas de TIA et de préserver la santé humaine.

VI.1. Mesures visant à réduire la prévalence des Salmonella dans les carcasses bovines et ovines : Nos propositions se résument comme suit :

- Le respect de la mise au repos et de la diète hydrique des animaux avant l'abattage.
- Concevoir un périmètre de sécurité autour de l'abattoir pour éviter l'entrée des chiens et des chats, et interdire l'entrée aux personnes étrangères à l'abattoir.
- Réfection des sols et des murs: les sols devront être étanches et faciles à nettoyer pour éviter la stagnation des eaux. Les murs devront être en carrelage lisse de teinte claire.
- Respect de l'hygiène et de la désinfection des locaux et du matériel.
- L'éviscération doit être effectuée avec plus de soins.
- Exiger la continuité de la chaîne du froid pour le transport des viandes dans des conditions appropriées.
- Respect de l'hygiène du personnel : corporelle et vestimentaire d'où la nécessité d'équiper l'abattoir en douche, salles d'eaux. Les manipulateurs doivent être soumis à des examens médicaux réguliers et périodiques selon la réglementation en vigueur.
- Prévoir un effort de sensibilisation, d'éducation, de formation, de vulgarisation et d'organisation en faveur de l'ensemble des ouvriers, des professionnels et industriels de la viande, en association avec les services vétérinaires et les municipalités, pour lutter contre l'insalubrité des produits et une plus grande maîtrise de la filière viande.
- Donner plus de prérogatives aux inspecteurs vétérinaires pour l'application des règles d'hygiène.

IV.2. Mesures visant à contrecarrer l'apparition de l'antibiorésistance :

- Restreindre leur utilisation en les substituant par des additifs anti-Salmonella (la liste des antibiotiques et des additifs autorisés par le ministère de l'agriculture à être utilisés dans l'alimentation animale comme coccidiostatiques, figure dans la

Etude Expérimentale

décision N° 427 du 24/122006 publiée dans le fascicule de standardisation de l'antibiogramme en médecine vétérinaire à l'échelle nationale, édition 2008).

- Renforcer la surveillance de la sensibilité aux antibiotiques de Salmonella non – typhiques collectées chez l'homme, chez l'animal et dans les aliments grâce à des réseaux de laboratoires ou la coordination et l'établissement d'une base de données, permettrons de suivre l'évolution des tendances au cours du temps, et de pouvoir mettre en œuvre des stratégies de prévention, et détecter des clones bactériens résistants ou des plasmides de résistance émergents et d'en déterminer la source.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ❖ AFNOR. Norme NF U 47-100 Méthodes d'analyse en santé animale –Recherche par l'isolement et identification de tout sérovar ou de sérovar(s) spécifié (s) de salmonelles dans l'environnement des productions animales .Paris ,2008.
- ❖ Amhis.W.,Benslimane.A.,Tiouit.D.,Naim.M .,2001 ;Tests de sensibilité utiles au traitement antibiotique.Médecine du Maghreb,91 :22-25.
- ❖ Andermont .A., 2002 ;L'impact des antibiotiques sur les flores commensales conditionne l'avenir de la résistance .Médecine .Science ,3 (18) ,364-365.
- ❖ Angkititrakul .S., C.Chomvarin ., T.Chaita ., K.Kanistanon ., S.Waethewutajarn., 2005 ;Epidemiology of antimicrobial resistance in *Salmonella* isolated from pork ,chicken meat and humans in Thailand .Southeast asian j trop medpublic health ,vol 36 n° 6: 1510-1515.
- ❖ Angulo .F.J.,Nunnery.J.A.,Bair.H.D., 2004 ;Antimicrobial resistance in zoonotic enteric pathogens .Rev .Sci.Tech.Off.Int.Epiz.,23 (2) : 1-12.
- ❖ Angulo.J.,Brenner.W.F.,Swaminathan.B.et Villar.R.S.,2000 ;*Salmonella* .nomenclature.J.Clin. Microbiol,38 :2465.
- ❖ Anonyme Sérotypage des Gram 2011-.<http://pedagogie.acmontpellier.fr/DisCIPLINES/sti/biootechn/documents/le %20Sc3%20Sérotypage/pdf>.
- ❖ Antunes .P.,Réo.C., Souse .J.C ., Peixe .L ., Pestana .N ., 2003 ;Incidence of *Salmonella* from poultry products and their susceptibility to antimicrobial agent (Portugal).International Journal of Food Microbiology , 82 : 97-103.
- ❖ Armitage. N. H., 1995; Microbiological quality of New Zealand beef and lamb. In: New Zealand comment to the USDA, FSIS proposed rule on pathogen reduction; Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) systems, June 1995. Ministry of Agriculture and Forestry, Regulatory Authority, Wellington, New Zealand
- ❖ Avril .J.L .,Dabernat .H., Denis .F.,Monteil.H., 1988 ; bactériologie clinique ,Edition marketing ,ledele ,ellipses.
- ❖ Avril.J.L.et Faucher.J.L.,2002 ;Bactériologie Générale et Médicale. Edition Ellipses Marketing ,S.A ,242-248p.
- ❖ .Brisabois .A ., 2001 ;Interets et limites des techniques de caractérisation des *Salmonella* .Epidemiologie et Santé Animale ,39:31-42.
- ❖ Bacon. R. T., Sofos. J. N., Belk. K. E., Smith, G .C. ,2000 ; Incidence of *Salmonella* spp. on beef cattle hides and carcasses in eight commercial beef slaughtering facilities. Animal Sciences Research Report 2000, Department of Animal Sciences, Colorado State University, Fort Collins, CO. pp: 53-56.

- ❖ Bada-Alamedji.R.,Fofan .A.,Seydi.M.,Akakpo.A.J., 2006 ;Antimicrobial resistance of *Salmonella* isolated from poultry carcasses in Dakar (Senegal).Brazilian Journal of Microbiology ,37:510-515.
- ❖ Baiod Najoua .,1997 ;Prévalence ,résistance aux antibiotiques et virulence des salmonelles mineures isolées dans les hopitaux de la région d'Alger : étude sur 106 souches .Thèse de Magister :Option :Microbiologie :1996-1997 ;16-18 ;20-27 ;38-41 ;79-83p.
- ❖ Bakir L,Chourou O,Ben Saleh N ;Epidemiologie des salmonelloses au CHU de la Massa (Tunisi) ,1997 ;27 :842-7.
- ❖ Barker. R. M., Kearney.G. M., Nicholson. P., Blair. A. L., Porter. R. C., Crichton. P. B., 1988; Types of *Salmonella* Paratyphi B and their phylogenetic significance. *Journal of Medical Microbiology*. 26: 249- 257.
- ❖ Barkocy-Gallagher. G. A., Arthur. T. M., Rivera-Betancourt. M., Nou. X., Shackelford. S. D., Wheeler. T. L., Koohmaraie. M., 2003; Seasonal prevalence of shigatoxin- producing *Escherichia coli*, including *O157:H7* and non O157 serotypes, and *Salmonella*, in commercial beef processing plants. *Journal of Food Protection*. 66 (11): 1978- 1986.
- ❖ Bell. R.G., Hathaway. S.C., 1996 ; The hygienic efficiency of conventional and inverted lamb dressing systems. *Journal of Applied Microbiology*. 81: 225- 234.
- ❖ Bell.C.,Kyriakides.A .,2002 ;*Salmonella* :A practical approach to the organism and its control in foods ;Editions Blackwell Sciences ,United Kingdom ,330p.
- ❖ Belle.C.,Kyriakides.A.,2002 ;*Salmonella* :A ppractical approach to the organism and its control in foods; Editions Blackwell Sciences,United Kingdom,330p.
- ❖ Ben Salah.R., Denden.I .,Bakhrouf.A.,2004 ;Devenir de *Salmonella* dans les produits carnés (Merguez) conserves par différents moyens .MHA,16 (47) :60-66.
- ❖ Berends. B. R., Van Knapen. F., Snijders. J. M. A., Mossel. D. A. A., 1997 ; Identification and quantification of risk factors regarding *Salmonella* spp. on pork carcasses. *International Journal of Food Microbiology*.36: 199- 206.
- ❖ Berghold ., CH.Kornschober ., 2000 ; Résistance –monitoring of Humain and non – Humain *Salmonella* in Austria in(*Salmonlla* and salmonellosis) , 499-500p.
- ❖ Bergogne-Bérézin.E.,Dellamonica .P.,1999 ;Antibiothérapie en pratique clinique ;2^{ème} Edition Masson,Paris ,496p.

- ❖ Bertrand .S., Boyen .F., Buck .J. et Collard .M., 2005 ; *Salmonella* dans les viands de volaille et dans les oeufs : Un danger pour le consommateur qui demande la mise en place d'un programme de lutte efficace . *Ann .Méd .Vét .*, 149 : 34-48.
- ❖ Bhandare. S. G., Sherikar. A. T., Paturkar. A. M., Waskar. V. S., Zende. R. J., 2006; A comparison of microbial contamination on sheep/goat carcasses in a modern Indian abattoir and traditional meat shops. *Food Control*. doi:10.1016/j.food cont. 2006.04.012.
- ❖ Biss. M. E., Hathaway. S. C., 1995 ; Microbiological and visible contamination of lamb carcasses according to preslaughter presentation status: implications for HACCP. *Journal of Food Protection*. 58 : 776- 783.
- ❖ Biss. M. E., Hathaway. S. C., 1996. ; The effect of different on-line dressing practices on microbiological and visible contamination of lamb carcasses. *New Zealand Veterinary Journal*. 44 (2): 55- 60.
- ❖ Biss. M. E., Hathaway. S. C., 1998 ; A HACCP based approach to hygiene slaughter and dressing of lamb carcasses. *New Zealand Veterinary Journal*. 46: 167- 172.
- ❖ Bogaerts .J., Vandepitte .J., Mubiligi .V ., Habiyaremye.I., Ghysels .G ; Les Shigella et *Salmonella* a Butare (Rwanda) 1974- 1980 , *Ann.soc .Belge .Méd .trop* , 1982,62,353-359.
- ❖ Bonnefoy .C., Cuillet .F., Leyral .G. et Verne-Bourdais.E., 2002 ; Microbiologie et Qualité dans les Industries Agroalimentaires. Doin Editeurs, Aquitaine, 153-178p.
- ❖ Bonnefoy .C., Cuillet .F., Leyral .G. et Verne-Bourdais.E., 2002 ; Microbiologie et Qualité dans les Industries Agroalimentaires. Doin Editeurs, Aquitaine, 155-223p.
- ❖ Bornet .G., 2000 ; Le poulet sans salmonelles : Mythe ou réalité ? *Revue de Médecine Vétérinaire* , 151 (12) : 1083-1094.
- ❖ Bossie .S., Buchmeier .J., Chen .C.Y., Fang.C., Guiney.D.G., Libby .S.J. et Slya ., 1997 ; A transcriptional regulator of *Salmonella* Typhimurium is required for resistance to oxidative stress and is expressed in the intracellular environment of macrophage. *Infect .Immun* , 65 , 3725-3730p.
- ❖ Boucrot .E., Henry .T., Borg .J.P., Gorvel .J.P. et Meresse.S., 2005 ; The intracellular fate of *Salmonella* depends on the recruitment of Kinesin , 308, 1174-1178p.
- ❖ Bourgeois .C.M ., Mescle .J-M ., Zucca .J., 1996 ; Microbiologie alimentaire : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments ; Editions Lavoisier –Tec & Doc , Paris , 672p.

- ❖ Bouvet .P.J-M., *Salmonelles* et salmonelloses en Franc .In :Moll.M.,Moll.N ;-Sécurité alimentaire du consommateur ;2éme Edition Tec & Doc Lavoisier ,Paris ,2002,442p,1-33.
- ❖ Brisabois A.,2001 ;Interet et limites des techniques de caractérisation des *Salmonella*.Epidémiol et Santé Anim ,39 :31-42.
- ❖ Brisabois. A ., 2001 ; Intérêt et limites des techniques de caractérisation des *Salmonella*. *Epidémiologie et Santé Animale*. 39: 31- 42.
- ❖ Brisabois. A., Gouillet. P .,1993; Isolation and characterization of carboxylesterase E3 from *Salmonella enterica*. *Journal of Applied Microbiology*. 75 (2): 176- 183.
- ❖ Callaway .T.R., Keen .J.E., Edrington .T.S., Baumgard .L.H., Spicer .L ., Fonda .E.S., Griswold .K.E., Overton .T.R., Vanamburgh.M.E., Anderson .R.C., Genovese .K.J., Poole .T.L., Harvey .R.B., Nisbet .D.J ;Fecal Prevalence and Diversity of *Salmonella* Species in Lactating Dairy Cattle in Four States .J Dairy Sci ., 2005 ,88 (10) ,3603-3608p.
- ❖ Cambau .E.,2006 ;Mécanismes d'action et de résistances des antibiotiques .Enseignement Complémentaires PCEM₂-DCEM₁ ,Université Paris ,12 ,Creteil.
- ❖ Canu.A.et Peter .F.,2001 ; Le Préparateur en Pharmacie Microbiologie Immunologie.Tec &Doc ,Paris , 51-59p.
- ❖ CDC. 2005. *Salmonella* Surveillance: Annual Summary, 2004. Atlanta, Georgia: US Department of Health and Human Services, CDC. P: 15. Page consultée le 11 /06/2007.Site:
<http://www.cdc.gov/Ncidod/dbmd/phlisdata/salmtab/2004/SalmonellaIntroduction2004.pdf>
- ❖ Chambers, P.G., 1977; *Salmonella* in Rhodesia: sources and serotypes of some isolates from abattoirs, domestic animals, birds and man. J. South Afr. Vet. Assoc. 48, 241–244.
- ❖ Chandra Mudit. , B.R. Singh ., Hari Shankar ., Meenu Agarwal ., Ravi Kant Agrawal ., Gautam Sharma ., N. Babu ; Study on prevalence of *Salmonella* infection in goats. *National Salmonella Centre (Vet.) , Division of Bacteriology and Mycology, Indian Veterinary Research Institute, Izatnagar 243122, India*. Small Ruminant Research 65 (2006) 24–30.
- ❖ Chazel .M., Y. Buret ., D. Meunier ., J.-Y. Madec., D. Calavas . , Afssa - Laboratoire d'études et de recherches en pathologie bovine et hygiène des viandes – 31 avenue

Tony Garnier 69364 Lyon cedex 07. Le RessaB - Réseau d'Épidémiologie Surveillance des Salmonelloses Bovines .

- ❖ Chellali. A., 2014 ; Prévalence, état des résistances aux antibiotiques des *Salmonella* et conditions d'élevages bovins laitiers dans la Wilaya de Constantine, Mémoire de magistère en science vétérinaires, ENSV, Alger, 93p.
- ❖ Chevalier.J.Choisy.C.,Cremieux .A.,Darbord.J-C., Davin-Regli.A.,Dubreuil.L.,Finance.C., Linxe.C.,Quentin-Noury.C.,Quero.A-M.,Reynaud.A.,2003 ; Agents antibactériens et antiviraux ,In : Bosgiraud.C ; - Microbiologie générale et santé ; Editions Eska ,520,278-321p.
- ❖ Colin.,2002 ;*Salmonella spp.*AFSSA,1-6p.
- ❖ Comité de rédaction .,2008 ; Standardisation de l'antibiogramme en médecine humaine à l'échelle nationale selon les recommandations de l'OMS.
- ❖ Cossart.P.et Trans Van Nhieu .G.,2001 ;Détournement de fonctions cellulaires clés ,par les bactéries pathogènes .Médecine –Sciences ,17,N°6-7,701-711p.
- ❖ Courvalin .P.,Philippon .A-Mécanismes biochimiques de la résistance bactérienne aux agents antibactériens. .In : Le Minor .L.,Veron.M. ; -Bactériologie médicale ;2^{ème} Edition Flammarion Médecine-Sciences,Paris ,1989,1107p.
- ❖ Courvalin .P.,Trieu-Cuot .P.-Plasmides et transposons de résistance aux antibiotiques .In :Le Minor .L.,Veron.M ; -Bactériologie médicale ;2^{ème} Edition Flammarion Médecine-Sciences ,Paris ,1989,1107p ,316-331.
- ❖ Cruchaga . S., Echeita .A., Aladuena .A., Garcia-Pena .J., Frias .N ., Usera .M .A ., 2001 ; Antimicrobial resistance in *Salmonella* from humans , food and animals in Spain in 1998 .Journal of Antimicrobial Chemotherapy ,47 : 315-321.
- ❖ D'Aoust, J.-Y., 1989 ; *Salmonella*. Marcel Dekker, New York.
- ❖ D'aoust.J.Y.,-*Salmonella* .In: Labbae .R.G.,Garcia.S.;-Guide to foodborne pathogens ; Editions W.Iee, 2001, 163-192.
- ❖ Dargatz. D. A., Fedorka-Cray. P. J ., Thomas. L. A., Gray. J. T ;Survey of *Salmonella* Serotypes in Feedlot Cattle., 1998. Journal of Food Protection .513-648, pp. 525-530(6).
- ❖ Dargatz. D.A., Fedorka-Cray. P.J., Ladely. S.R., Kopra., C.A., Ferris. K.E. et Headric. M.L. ,2003 ; Prevalence and antimicrobial susceptibility of *Salmonella spp.* isolates from US cattle in feedlots in 1999 and 2000. Journal of Applied Microbiology 95, 753–761.

- ❖ Davies .R.H ., Dalziel .R., Gibbens .J.C., Wilesmith. J.W., Ryan. J.M.B., Evans S.J., Byrne .C., Paiba. G.A ., Pascoe. S.J.S. et Teale. C.J ; National survey for Salmonella in pigs, cattle and sheep at slaughter in Great Britain (1999–2000). *Journal of Applied Microbiology* 2004, 96, 750–760
- ❖ Dedet .J-P.,2007 ;La microbiologie ,de ses origines aux maladies émergentes ;Editions Dunod ,Paris ,262p.
- ❖ Dennaï. N., Kharrati. B., EL Yachioui. M., 2001 ; Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus. *Annales de Médecine Vétérinaire*. 145: 270- 74.
- ❖ Dickson. J.S. ., M.E. Anderson. «Microbiological decontamination of food animal carcasses by washing and sanitizing systems», *J Food Prot*, 1992, vol. 55, p. 133–140.
- ❖ Doublet .B.,2004 ;Caractérisation des éléments génétiques mobiles du gène de résistance au Florphénicol florR chez *Salmonella enterica* et *Escherichia coli* ;thèse de doctorat ;Université François Rabelais ,Tours ,France :1-76.
- ❖ Duffy.L.L., Small.A. et Fegan.N., 2010 ; Concentration and prevalence of *Escherichia coli* O157 and *Salmonella* serotypes in sheep during slaughter at two Australian abattoirs. *Australian Veterinary Journal* 2010, Australian Veterinary Association Issue .
- ❖ Duval.J.-Classification et mécanismes d'action des agents antibactériens .In :Le Minor.L.,Veron.M. ;-Bactériologie médicale ;2^{ème} Edition Flammarion Médecine-Sciences ,Paris ,1989 ,1170p,273-296.
- ❖ Edrindton .T.S., Schultz .C.L., Bischoff.K.M., Callaway.T.R.,Looper .M.L., Genovese .K.J., Jung .Y.S., McCreynolds .J.L., Anderson .R.C., Nisbet .D.J ;Antimicrobial resistance and serotype prevalence of *Salmonella* isolated from dairy cattle in the sSouthwestern United States .*Microb Drug Resist* .,2004 ,10(1) ,51-6p.
- ❖ Ejeta. G., Molla. B., Alemayehu. D., Muckle. A., 2005; *Salmonella* serotypes isolated from minced meat beef, mutton and pork in Addis Ababa, Ethiopia. *Revue de Médecine Vétérinaire*. 155 (11): 547- 551.
- ❖ El-Gazzar .F.E.,Marth.E.H.,1992 ;Dairy foods .*Salmonella* ,salmonellosis, and dairy foods :A review.*Journal of Dairy Sciences* ,75:2327-2343.
- ❖ Elgroud. R ., Zerdoumi F., Benazzouz M., Bouzitouna. ., 2008 ; Contaminations du poulet de chair par les salmonelles non typhiques dans les élevages et abattoirs de la wilaya de Constantine. Université Mentouri Constantine, Algérie ,37-48.
- ❖ Euzeby.J.P.,2005 ;Dictionnaire de bactériologie vétérinaire.

- ❖ Fang .F.G. et Vasquez-Torre .A ., 2001 ;*Salmonella* evasion of NADH phagocyte oxydase .Micro.Infec ,3, 1313-1320p.
- ❖ Fasquelle.R.,1974 ;Eléments de bactériologie médicale 9^{ème} Edition ,107-108p.
- ❖ Faucher .J.L. et Avril.J.L.,2002 ;Les bacilles Gram négatif de la famille des entérobactéries ;In : « Bactériologie Générale et Médicale ».Ellipses ,Edition Marketing S.A,Paris ,242,248p.
- ❖ Fauchère .J-L ., Avril .J-L ., 2002 ; Bactériologie générale et médicale ; Editions Ellipes , 365p.
- ❖ Fegan .N ., P. Vanderlinde ., G. Higgs et P. Desmarchelier ; Quantification and prevalence of *Salmonella* in beef cattle presenting at slaughter, Microbiology Section, Food Science Australia, Cannon Hill, Qld, Australia .Journal of Applied Microbiology 2004, 97, 892–898.
- ❖ Fegan. N., Vanderlinde. P., Higgs. G., Desmarchelier. P., 2004 ; Quantification and prevalence of *Salmonella* in beef cattle presenting at slaughter. *Journal of Applied Microbiology*. 97: 892- 898.
- ❖ Flandrois .J.P.,1997 ;Bactériologie Médicale .Presse universitaire de Lyon,181-187p.
- ❖ Fosse .J.et Magras.C ., 2004 ; *Salmonella Enterica* ;In : « Danger Biologique et Consommation des Viandes »,Technique et Documentation ,Lavoisier , Paris ,147-152p.
- ❖ Fosse .J.et Magras.C.,2004 ;*Salmonella enterica* ;in : « Danger Biologique et Consommation des Viandes »,Technique et Documentation ,Lavoisier ,Paris,147-152p.
- ❖ Fossler .C.P., Wells .J., Kaneene .J.B., Ruegg .P.L., Warnick.L.D., Bender .J.B ., Godden .S.M., Halbert .L.W ., Campbell.A. M., Zwald .A .M ; Prevalence of *Salmonella spp.* on conventional and organic dairy farms .J.Am. Vet.Med.Assoc ,2004 ,225 (4) ,567-573.
- ❖ Frobisher .M.,Fuerst.R.,1976 ;Microbiologie Clinique ;Edition HRW LTEE,Canada ,507p.
- ❖ Frobisher .M.,Fuerst.R.,1976 ;Microbiologie clinique ;Edition HRW LTEE ,canada,207p.
- ❖ .Gulig .P.A.et Doyle .T.J., 1993 ;The *Salmonella* Typhimurium plasmide increase the growth rate of *Salmonella* in mice .Infect .Immun ,61,504-511p.

- ❖ G.Arlet.,T.J.Barret,P.Butaye,A.Cloekaert , M .R.Mulvey,D.G.White .,2006 ;*Salmonella* resistant to extended-spectrum cephalosporins : prevalence and epidemiology *Microbes and Infection* ,8 (7) :1945-1954.
- ❖ Gandouly .Y.N.K.,Mehta.A.et Singh .,1999 ;Effect of *Salmonella* Typhimurium enterotoxin on lipide peroxidation and cell viability levels of isolated rat enterocytes .*Mol.Cell.Biochim* ,196 :175-181p.
- ❖ Garre .M.,Pennec .Y.,2003 ;Salmonelloses de l'adulte .Encyl. Méd .Chir. Edition Scientifique et Médicale ,Elsevier SAS ,Paris,Maladies Infectieuses ,8-0118- A-15,9p.
- ❖ Gary. R., Beach., John .C., Murano., Elsa A., Acuff ; Serotyping and Antibiotic Resistance Profiling of *Salmonella* in Feedlot and Nonfeedlot Beef Cattle *Journal of Food Protection®*, Number 11, November 2002, pp. 1687-1829, pp. 1694-1699(6).
- ❖ Gill. C. O., Jones. T., 2000 ; Microbiological sampling of carcasses by excision or swabbing. *Journal of Food Protection*. 63: 167- 173.
- ❖ Gizachew Muluneh .,Mulugeta Kibret^b ., 2005 ; *Salmonella* spp. and risk factors for the contamination of slaughtered cattle carcass from a slaughterhouse of Bahir Dar Town, Ethiopia. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*.
- ❖ Gledel. J., Corbion.B.,1991. Le genre *Salmonella*. In : Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agroalimentaires. Vol.3 : Le contrôle microbiologique. Bourgeois. C.M., Leveau. J.Y. Lavoisier Tec et Doc (2^{ème} édition) : 260- 273p
- ❖ Gledel. J.,1996. Le genre *Salmonella*. In : Microbiologie alimentaire.Tome1:Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. BOUGEOIS. C. M., Mescle. J. F., Zucca. J. Lavoisier Tec et Doc : 62- 88p.
- ❖ Gledel.J., Corbion .B.-Le Genre *Salmonella* .In :Bourgeois .C.M.,Leveau.J.Y. ; - Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries Agro-alimentaires :Le Contrôle microbiologique ;Editions Lavoisier-Tec & Doc ,Paris,1991,454p,260-273.
- ❖ Gledel.J.,1996 ;Le genre *Salmonella* in : « Microbiologie Alimentaire ».Technique de documentation ,2^{ème} édition,Lavoisier,Paris,62-79p.
- ❖ Gledel.J.-Le genre *Salmonella* .In :Bourgeois.C.M .,Mescle.J-M., Zucca .J. ; - Microbiologie alimentaire : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments ;Editions Lavoisier -Tec & Doc,Paris ,1996, 672p,62-77.
- ❖ Grimont .F.,Grimont.P et Bouvet.P.,1994 ;*Salmonella* ;in : « Bactériologie ».Edition Scientifique et Médicales,Elsevier,Paris,1017-1042p.

- ❖ Grimont .P.A.D., Weill.F.X., 2007 ;Antigenic formulae of the *Salmonella* serovars ;9th Edition WHO Collaborating Center for Reference and Research on *Salmonella* .Institut Pasteur ,Paris.
- ❖ Grimont. P. A. D., 1992. ;Les marqueurs épidémiologiques des Salmonella. Médecine et Maladies Infectieuses. 22 : 249- 257.
- ❖ Guiraud.J.P.,2003 ;Microbiologie alimentaire ;Editions Dunod, Paris,652p.
- ❖ Hanes. D., 2003. Nontyphoid *Salmonella*. In: International Handbook of Foodborne Pathogens. Miliotis.N., Bien. J. Edition Marcel Dekker. New York, 137-149p.
- ❖ Hardy. A., 2004.;*Salmonella*: a continuing problem. *Journal of Postgraduate Medicine*. 80: 541- 545.
- ❖ Haslay.C.et Leclerc.H.,1993 ;Micro-organismesde l'eau et infections d'origine hydrique ;in : « Microbiologie des Eaux d'Alimentation ».Technologie et Documentation ,Lavoisier,Paris,78-80p.
- ❖ Hensel .M.,2000 ;*Salmonella* Pathogenicity Islande.Mol.Micro ,36, 1015-1023p.
- ❖ Hilton. A. C., Banks. J. G., Penn. C. W., 1996 ;Random amplification of polymorphic DNA (RAPD) of *Salmonella*: Strain differentiation and characterization of amplified sequences. *Journal of Applied Bacteriology*. 81: 575- 584.
- ❖ Hirsh .D.C.,-*Salmonella* .In : Hirsh.D.C., Zee.C ;Veterinary Microbiology ;Blackwell Publishing ,USA,1999,479p ,75-79.
- ❖ Hjartardottir. S., Gunnarsson, E. and Sigvaldottir, J., 2002 ;Salmonelle in sheep in Iceland. *Acta Veterinaria Scandinavica* 43, 43–48.
- ❖ Humbert. F.-Les Salmonelles .In : Sutra L.,Federighi M .,Jouve J-L;-Manuel de bactériologie alimentaire ;1ère Edition Polytechnica ,Paris ,1998, 308p,27-52.
- ❖ Humbert.F.-Les Salmonelles.In : FederighI.M. ;-Bactériologie alimentaire Compendium d'hygiène des aliments ;2ème Edition Economica,Paris ,2005,292p,1-23.
- ❖ Humphrey. T., Jørgensen. F., 2006; Pathogens on meat and infection in animals- Establishing a relationship using *Campylobacter* and *Salmonella* as examples. *Meat Science*. 74: 89- 97.
- ❖ Hutchison. M. L., Walters. L. D., Avery. S. M., Reid. C.-A., Wilson. D., Howell. M., Johnston. A. M., Buncic. S., 2005; A comparison of wet-dry swabbing and excision sampling methods for microbiological testing of bovine, porcine, and ovine carcasses at red meat slaughterhouses. *Journal of Food Protection*. 68 (10): 2155- 2162.

- ❖ Jay.J.M.,Loessner .M.J.,Golden.D.A.,2005 ;Modern Food Microbiology ;Seventh Edition ,Food Science Text Series ,S pringer Edition ,USA,790p.
- ❖ Jay.J.M.,Loessner.M.J.Golden.D.A.,2005;Modem Food Microbiology;Seventh Edition ,Food Science Text Series,Springer Edition ,USA,790p.
- ❖ Joly.B.,Reynaud.A., 2003 ;Entérobactéries ,systématique et méthodes de diagnostic ;Edition Lavoisier-Tec&Doc,Paris,356p.
- ❖ Jorgensen. F., Bailey. R., Williams. S., Henderson. P., Wareing. D. R. A., Bolton. F. G., Frost. J. A., Ward. L., T. J. Humphrey. T. J., 2002; Prevalence and numbers of *Salmonella* and *Campylobacter* spp. on raw, whole chickens in relation to sampling methods. *International Journal of Food Microbiology*. 76: 151– 164.
- ❖ Jouve. J.L., «Microbiologie alimentaire et filière viande», *Viandes Prod Carnés* ., 1990, vol. 11, p. 207–213.
- ❖ .Kagambéga .A., Lienemann.T., Aulu .L., Traoré .A.S., Barro.N.,Siitonen.A ., Haukka .K ;Prevalence and characterisation of *Salmonella* enterica fromthe feces of cattle ,poultry ,swine and hedgehogs in Burkina Faso and their comparison to human Salmonella isolates .BMC Microbiol .,2013 ,13-253.
- ❖ Kain. M., Sofos. J. N., Belk. K. E., Reagan. J. O., Smith. G. C., Buege. D. R., Henning. W. P., Morgan. J. B., Ringkob. T. P., Bellinger. G. R., 1999; Microbiological contamination baselines of beef carcasses, wholesale cuts and retail cuts. *IAMFES 86th Annual Meeting*. 01-04 aout 1999, Michigan, p : 44.
- ❖ Karib. H., Yanguela. J., Blanco. D., Rota. C., Carraminana. J. J., Herrera. A.,1994 ; Appreciacion de la calidad microbiana de canales y visceras de cordero recién obtenids. *Alimentaria*. 18: 19- 23.
- ❖ Keogh, E., Kerr, M., McGuire, L. and Sheridan, J.J. ,2001 ;The extent of faecal and bacterial contamination of beef carcasses. In Concerted Action CT98-3935, Verocytotoxigenic E. coli in Europe, 5. Epidemiology of verocytotoxigenic E. coli ed. Duffy, G., Garvey, P., Coia, J., Wasteson, Y. and McDowell, D.A. pp. 141. Dublin: Teagasc, The National Food Centre, Castleknock.
- ❖ Kezzal.K., 1993 ;Les antibiotiques ;Editions Office des Publications Universitaires ,Alger ,91p.
- ❖ Korsak.N.,Clinquart .A.et Daube .G.,2004 ;*Salmonella* spp.dans les denrées alimentaires d'origine animale :un réel problème de santé publique.Ann.Med.Vét,148 :174-193p.

- ❖ .Le Minor .,Michel Veron .,1982 ;bacteriologie médicale ,Flammarion Médecine Sciences.
- ❖ Lariviere .S., 2002 ;Résistance des bactéries aux agents antimicrobiens .Colloque sur le veau.Centre de référence en agriculture et en agroalimentaire du Québec (CRAAQ),Université de Montréal , faculté des médecines vétérinaire ,Saint-Hyacinthe,1-8p.
- ❖ Larpent .J.P.,Larpent-Gourgaud .M. ,1997 ;Mémento Technique De Microbiologie ;3^{ème} Edition Tec &Doc ,Paris ,1039p.
- ❖ Lasta, J., R. Rodriguez ., M. Zanelli ., C.A. Margaria. «Bacterial count from bovine carcasses as an indicator of hygiene at slaughtering places: a proposal for sampling», *J Food Prot*, 1992, vol. 54, p. 271–278.
- ❖ Le Minor.L.,Richard.C.,1993 ;Méthodes de laboratoire pour l'identification des entérobactéries ;Editions de l'Institut Pasteur,France,217p.
- ❖ Le Minor.L.et Veron.M.,1982 ;Bactériologie Médicale.Médecine-Sciences Flammarion ,Paris,125-274p.
- ❖ Le Minor.L.et Veron.M.,1989 ;Bactériologie Médicale.Edition Flammarion.Médecine-Sciences.France,259-274p.
- ❖ Le Minor.L.-*Salmonella*.In :Le Minor.L.,Veron.M ;-Bacteriologie médicale ;2^{ème} Edition Flammarion Médecine-Sciences,Paris,1989,1107 :411-427.
- ❖ Leclerc .H., Gaillard.J.L .et Simonet .,1995 ; Microbiologie Générale ,la bactérie et le monde microbien .Edition Doin ,71-87 et 466-477p.
- ❖ Leclerc .H.,Mossel.D.A.A., 1989 ;Microbiologie :Le tube digestif ,l'eau et les aliments ; Editions Doin , Paris ,529p.
- ❖ Leclerc .L.S et Meyer.A .,1994 ;Cours de Microbiologie Générale .Edition Doin ;220-240p.
- ❖ Lederer.J.,1970; Encyclopédie modern de l'hygiène alimentaire.Tome IV :Les intoxications alimentaire ;Editions Nauwelaerts,156p.
- ❖ Leyral.G.,Vierling.E .,2001; Microbiologieet toxicology des aliments .Hygiène et sécurité alimentaires .Centre regional de documentation pédagogique d'Aquitaine,Collection Biosciences et Techniques ;Editions Doin ,Paris,277p.
- ❖ Liassine .N., 2000 ;Problème des pathogènes Gram négatif résistants aux antibiotiques en milieu hospitalier .Schweiz Med Wochenschr ,130,1930-1936.

- ❖ Little.C.L., J.F.Richardson ., R.J.Owen ., E.De Pinna ., E.J. Threlfall ., 2008 ;
Campylobacter and *Salmonella* in raw red meats in the United Kingdom : Prevalence ,
characterization and antimicrobial resistance pattern , 2003-2005 –Food Microbiology
25 : 538-543.
- ❖ Lonvaud-Funel. A., 1991 ; L'identification des microorganismes par hybridation des
sondes nucléiques. In: Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-
alimentaires. Volume 3: Le contrôle microbiologique. Bourgeois. C. M., Leveau. J. Y.
2^{ème} édition. Lavoisier TEC et DOC. pp : 92- 109.
- ❖ Lynda Mezali ., Taha Mossadak Hamdi, Prevalence and Antimicrobial Resistance of
Salmonella Isolated from Meat and Meat Products in Algiers (Algeria) . Foodborne
Pathogens and Disease Volume 9, Number 6, 2012.
- ❖ .Miko .A., Pries .K ., Schroeter .A., Helmuth .R., 2005 ; Molecular mechanisms of
resistance in multidrug-resistant serovars of *Salmonella enterica* isolated from foods
in Germany.Journal of Antimicrobial Chmotherapy ,56 ,1025-1033.
- ❖ Madden. R. H., Espie. W. E., Moran. L., McBride. J., Scates. P., 2001; Occurrence of
Escherichia coli O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* and *campylobacter*
spp. on beef carcasses in Northern Ireland. *Meat Science*. 58: 343- 346
- ❖ Mallo.D.et Salaz .L.,2004 ; Protagoniste de l'immunité innée dans les infections à
Salmonella .Médecine-Sciences ,12 N° 20, 1119-1124p.
- ❖ Marcus .L.S., Brumell.G.H.et Pfeifer . , 2000 ; *Salmonella* Pathogenicity Island :Big
virulence in small packages .Med.Rev ,2,145-156p.
- ❖ Martel. J. L., Chaslus-Dancla. E., Coudert. M., Lafont. J. P., 1996. ; Evolution de la
sensibilité aux antibiotiques des salmonelles d'origine bovine en France. *Médecine et
Maladies Infectieuses*. 26 : 415- 19.
- ❖ Martinez .V.et Terrier .B., 2006 ;Salmonelloses ,Encyclo.Méd.Chir.Traité de médecine
Akos ,Elsevier Paris ,6p.
- ❖ McEvoy. J. M., Doherty. A. M., Finnerty. M., Sheridan. J. J., Mcguire L., Blair. I. S.,
McDowell. D. A., Harrington. D., 2000 ; The relationship between hide cleanliness
and bacterial numbers on beef carcasses at a commercial abattoir. *Letters in Applied
Microbiology*. 30: 390- 395.
- ❖ McEvoy. J. M., Sheridan. J. J., Blair. I. S., McDowell. D. A., 2004: Microbiological
contamination on beef relation to hygiene assessment based on criteria used in EU
Decision 2001/471/EC. *International Journal of Food Microbiology*. 92: 217- 225.

- ❖ McEvoy.J.M. , A.M. Doherty1., J.J. Sheridan .,I.S. Blair2 et D.A. McDowell ., 2003 ; The prevalence of *Salmonella spp.* in bovine faecal, rumen and carcass samples at a commercial abattoir. *Journal of Applied Microbiology* , 94, 693–700.
- ❖ Mcewen.S.,2002 ; Rapport du comité consultatif sur l'utilisation au Canada d'antimicrobiens chez les animaux destinés à l'alimentation :les conséquences pour la résistance et la santé humaine.University of Guelph .Collège de médecine vétérinaire de l'Ontario ,Canada,118-123p.
- ❖ Menard .R. et Sansonetti.P.,1996 ;Signaux moléculaires induisant l'entrée des bactéries entéropathogènes dans les cellules épithéliales : Convergences et paradoxe .*Médecine-Science*,12,N°4,465-473.
- ❖ Mezali .L., 2009 ; Prevalence etantibiorésistance des souche de *Salmonella spp.* isolées à partir de différentes matrices alimentaires dans la wilaya d'Alger, Mémoire de magistère en science vétérinaires ,ENV,Alger ,145p.
- ❖ Millemann Yves .,2005 ;*Salmonella* une bacteria zoonotique et ubiquiste.Cours CEAV.HQSA.
- ❖ Milnes .A.S.,Saayers .A.R., Stewart .I., Clifton-Hadley .F.A., Davies .R.H., Newell.D.G., Cook .A.J., Evans .S.J ., Smith .R.P., Paiba .G.A ; Factors related to the carriage of Verocytotoxigenic E.coli , *Salmonella* , thermophilic *Campylobacter* and *Yersinia enterocolitica* in cattle ,sheep and pigs at slaughter .*Epidemiol Infect* .2009 ,137 (8).
- ❖ Milnes. A.S., Stewart. I., Clifton-Hadley. F.A et al., 2008. Intestinal carriage of verocytotoxigenic *Escherichia coli* O157, *Salmonella*, thermophilic *Campylobacter* and *Yersinia enterocolitica*, in cattle, sheep and pigs at slaughter in Great Britain during 2003. *Epidemiology and Infection* 136: 739_751.
- ❖ Milord .P.,1993 ;TIAC dues à *Salmonella* Enteridis .Etude épidémiologique à partir d'ovoproduits en région Limousin .Thèse pour le doctorat vétérinaire .E.N.V.d'Alfort,129p.
- ❖ Mirabaud .M.L.,2003 ;Entérobactéries à B-lactamases à spectre élargi en pédiatrie en 1996 ;Thèse de doctorat en médecine ,Université de Genève.
- ❖ Molla, B., Alemayehu, D., Salah,W., 2003a ; Sources and distribution of *Salmonella* serotypes isolated from food animals slaughter house personnel and retail meat products in Ethiopia: 1997–2002. *Ethiop. J. Health Dev.* 17, 63–70.

- ❖ Molla. W ., B. Molla ., D. Alemayehu ., A. Muckle ., L. Cole ., E. Wilkie ; Occurrence and antimicrobial resistance of *Salmonella* serovars in apparently healthy slaughtered sheep and goats of central Ethiopia . C Springer Science+Business Media B.V. 2006.
- ❖ Moo. D., O'Boyle. D., Mathers. W., Frost,.A.J., 1980.; The isolation rate of *Salmonella* from jejunal and .aeal lymph nodes of slaughtered animals. Aus. Vet. J. 56, 181–183.
- ❖ Mousterdier.G.,1968 ;Bactériologie médicale ;3^{ème} Edition Maloine,Paris,1123p.
- ❖ Muckle., Woldemariam E., Molla.B., Alemayehu.D; Prevalence and distribution of *Salmonella* in apparently healthy slaughtered sheep and goats in Debre Zeit, Ethiopia *Department of Clinical Studies, Faculty of Veterinary Medicine, Addia Ababa University, P.O. Box34, Debre Zeit, Ethiopia*. Small Ruminant Research 58 (2005) 19–24.
- ❖ Mulvey .M.R.,Boyd.D.A.,Olson.A.B.,Doublet .B.,Cloeckert .A ., 2006 ;The genetics of *Salmonella* Genomic Island 1.Microbes and Infection ,8:1915-1922.
- ❖ Murphy, T.M., McNamara. E., Hill, M., Rooney. N., Barr., J., Egan. J., O'Connell. A., O'Loughlin. J. and McFaddyen. S., 2001 ; Epidemiological studies of human and animal *Salmonella* Typhimurium DT104 and DT104b isolates in Ireland. *Epidemiology an Infection* 126, 3–9.
- ❖ Nabbut, N.H., Al-Nakhli, H.M., 1982 ; Incidence of *Salmonella* in lymph nodes, spleens and of sheep and goats slaughtered in Riyadh public abattoir. *J. Food Prot.* 45, 1314–1317.
- ❖ Narasimha Rao. D., Ramesh. B. S., 1992 ; The microbiology of sheep carcasses processed in a modern Indian abattoir. *Meat Science.* 32 (4): 425-436.
- ❖ Nauciel .C.et Vilde .J.L., 2005 ;Bactériologie médicale. Edition Masson ,Paris,40-131p.
- ❖ Nouichi .S., 2008; Contribution à l'étude de la contamination bactérienne superficielle des carcasses ovines et bovines à l'abattoir d'EL-HARACH, Memoire de magistère en sciences vétérinaires ,ENSV,Alger ,111p.
- ❖ Oie. 2005a. *Salmonella* Abortusovis. Paratyphoid abortion. P: 3. Page consultée le25/09/2007. Site: http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/salmonella_abortusovis.pdf.
- ❖ Olivera Wf.,Cardoso Wm .,Salles .,Romao.Jm.,Teixeira Rsc .,Camara .Sr .,Siqueira Aa ,Marques Lcl .,2006 ;Initial identification and sensitivity to antimicrobial agents of

Salmonella spp. isolated from poultry products in the state of Ceara ,Brazil Brazilian Journal of Poultry Science ;2006 /V.8/N.3/193-199.

- ❖ Oumokhtar. B., Karib. H., Bouchriti. N., Araba. A. ,1998. ;Appréciation de la qualité bactériologique de la viande et des abats de taurillons fraîchement abattus dans les abattoirs de Rabat. *Actes de l'Institut Agronomique et Vétérinaire (Maroc)*. 18(3) :169-176.
- ❖ P.Velge ., A.Cloeckaert., P.Barrow .,2005 ;Emergence of *Salmonella* epidemics :The problems related to *Salmonella* enteric serotype Enteridis and multiple antibiotic resistance in other major serotypes .*Vet .Res* ,36:267-288.
- ❖ Palumbo. S. A., Klein. P., Capra. J., Eblen. S., Miller. A. J., 1999; Comparison of excision and swabbing sampling methods to determine the microbiological quality of swine carcass surfaces. *Food Microbiology*.16: 459- 464.
- ❖ Pardon. P., R. Sanchis, J. Marly, F. Lantier, M. Papin, M. Popoff., 1988; Salmonellose ovine due a *Salmonella abortus ovis*. *Annales Recherches Vétérinaires*. 19: 221– 235.
- ❖ Payne. J. B ., X. Li., F. B. Santos ., J. F. Levine ., K. E. Anderson .,and B. W. Sheldon ; *Salmonella* Populations and Prevalence in Layer Feces from Commercial High-Rise Houses and Characterization of the *Salmonella* Isolates by Serotyping, Antibiotic Resistance Analysis, and Pulsed Field Gel Electrophoresis , *Department of Population Health and Pathobiology, and. †Department of Poultry Science*2007 Poultry Science 86:591–597.
- ❖ Pechere .J.C.-Bases Bactériologiques De La Thérapeutique Antibactérienne .In : Le Minor .L., Veron .M ., -Bactériologie médicale ;2^{ème} Edition Flammarion Médecine-Science ,Paris , 1980 ,1107p , 370-381.
- ❖ Pepperell. R., Reid. C. -A., Solano. S. N., Hutchison. M. L., Walters. L. D., Johnston. A. M., Buncic. S., 2005; Experimental comparison of excision and swabbing microbiological sampling methods for carcasses. *Journal of Food Protection*. 68 (10): 2163- 2168.
- ❖ Perugini Anna Giannina ., Maria Rosaria Carullo ., Assunta Esposito ., Vincenzo Caligiuri ., Federico Capuano ., Giorgio Galiero ., Giuseppe Iovane ; Characterization of antimicrobial resistant *Salmonella enterica* serovars Enteritidis and Typhimurium isolates from animal and food in Southern Italy, Springer Science+Business Media B.V. 2010 , *Vet Res Commun* (2010) 34:387–392.

- ❖ Philippe .J.et Bouvet.M.,2002 ;*Salmonella* et salmonelloses en France ;In : « Sécurité Alimentaire de Consomateur »,Science et Techniques Agroalimentaires,2^{ème} Ed.Lavoisier,Paris.
- ❖ Philippon .A., Posts.L .,2002 ;Cours de bactériologie générale ,Faculté de Médecine Cochin-Port-Royal,Paris V.
- ❖ Phillips. D., Sumner. J., Alexande. J. F., Dutton. K. M., 2001a; Microbiological quality of Australian beef. *Journal of Food Protection*. 64 (5): 692-696.
- ❖ Phillips. D., Sumner. J., Alexander. J. F., Dutton. K. M., 2001b ; Microbiological quality of Australian Sheep meat. *Journal of Food Protection*. 64 (5): 697- 700.
- ❖ Pilet .C.,Boudon.J.L.,Toma .B.,Marchal.N.,Balbastre.C.,Person.J.M.,1978 ;Bactériologie médicale et vétérinaire .Systématique bactérienne ;3^{ème} Edition Doin ,Paris.
- ❖ Pilly.E.,1997 ;maladies infectieuses ,Edition octobre.
- ❖ Pohl .P., G. Ghysels., J. Thomas., J. Moury. et M.L. Chasseur ; *Salmonella* Des viandes: Serotypes et resistances ,médecine et maladies infectieuses ., 1977 -7-8-300 à303.
- ❖ Poyart.C.,2003 ;Bactériologie générale .P.C.E.M.2.Faculté de médecine Necker-Enfants malades ,50-77p.
- ❖ Prescott .,Harley et Klein .,2003 ;Microbiologie 2^{ème} Edition ,de Boeck & Laurier.S.a, De Boeck Université.
- ❖ Prescott.J.F.,-Antimicrobial Chemotherapy. In :Hirsh.D.C.,Zee.Y.C ;Veterinary Microbiology ;Blackwell Publishing ,USA ,1999,479 ,28-45.
- ❖ Prescott.L.M . ,Harley.J.P., Klein.D.A .,2003 ;Microbiologie ;3^{ème} Edition française traduction de la 5^{ème} Edition américaine,1137p.
- ❖ Puyalto. C., Colmin. C., Laval. A., 1997 ; *Salmonella* Typhimurium contamination from farm to meat in adult cattle. Descriptive study. *Veterinary Research*. 28 (5): 449- 460.
- ❖ Quin .P.J., Markey.B.K., 2003 ; Concise review of veterinary microbiology ;Blackwell Publishing ,Great Britain , 153p.
- ❖ Ransom. J. R., Bacon. R. T., Belk. K. E., Sofos. J. N., Scanga. J. A., Smith. G.C., 2001;Evaluation of methods for sampling rectal/colonal feces, hides and carcasses to test for presence of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* spp. Animal Sciences Research Report, Colorado State University, Fort Collins. pp. 95- 98.

- ❖ Rivera-Betancourt. M., Shackelford. S. D., Arthur. T.M., Westmoreland. K. E., Bellinger. G., Rossman. M., Reagan. J. O., Koohmaraie. M., 200; Prevalence of *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella* in two geographically distant commercial beef processing plants in the United States. *Journal of Food Protection*. 67 (2): 295– 302.
- ❖ Roy.P.H.,1997 ;Dissémination de la résistance aux antibiotiques :le génie génétique à œuvres chez les bactéries .Médecine Sciences ,8 (13),927-33.
- ❖ Rubino.S., Uzzau. S., G. S. Leori., V. Petruzzi. , P. R ., Watson, G. Schianchi ., D. Bacciu ., V. Mazzarello ., T. S. Wallis. and. , 2001.; *Salmonella enterica* serovarhost
- ❖ Ruimy .R., 2004 ; Etat actuel de la résistance bactérienne et principaux mécanismes en cause ,bacille à gram négative .Cours de bactériologie .Groupe Hospitalier Bichat-Claud-Bernard.
specificity does not correlate with the magnitude of intestinal invasion in sheep. *Infect. Immun.* 69:3092–3099.
- ❖ S.Egorova.,M.Timinouni .,M.Demartin., S.A.Granier., J.M.Whichard ., V.Sangal .,L.Fabre .,A.Delaune .,M.Pardos .,Y.Millemann .,E.Espié .,M.Achtman .,P.A.D.Grimont .,F-X.Weill., 2008 ;Ceftriaxone-resistant *Salmonella enterica* serotype Newport,France .Emerging Infectious Diseases ,14 (6) :954-957.
sampled from the slaughterhouse and from retailers in Dakar (Senegal). *International Journal of Food Microbiology* 110 ,178–186.
- ❖ Sansonetti .P.,2002 ;Aspects modernes de la guerre des bactéries intestinales .Gastroenterol.Clin .Biol ,26,24-31p.
- ❖ Schlosse. W., Hogue. A., Ebel. E., Rose. B., Umholtz. R., Ferris. K., James. W., 2000 ; Analysis of *Salmonella* serotypes from selected carcasses and raw ground product sampled prior to implementation of the Pathogen Reduction; Hazard Analysis and Critical Control Point Final Rule in the US. *International Journal of Food Microbiology*. 58: 107–111.
- ❖ Schmid .H., Baumgartner .A., 2004 ;Bulletin N° 40 de l’Office Fédéral de la Santé Publique ; Division épidémiologie et maladies infectieuse ,Division science alimentaire.
- ❖ Sierra. M. - L., Gonzales- Fandos. E., Garcia-Lopez. M. –L., Fernandez. M. C. G., Prieto. M., 1995 ; Prevalence of *Salmonella*, *Yersinia*, *Aeromonas*, *Campylobacter*, and cold- growing *Escherichia coli* on freshly dressed lamb carcasses. *Journal of Food Protection*. 58 (11) : 1183- 1185.

- ❖ Singleton.P.,2005 ;Bactériologie pour la médecine ,la biologie et les biotechnologies ;6^{ème} Edition Dunod , Paris ,542p.
 - ❖ Small. A., James. C., James. S., Davies. R., Liebana. E., Howell. M., Hutchison. M., Buncic. S., 2006 ; Presence of *Salmonella* in the red meat abattoir lairage after routine cleansing and disinfection and on carcasses. . *Journal of Food Protection.* 69 (10): 2342- 2351.
 - ❖ Small. A., Reid. C. A., Avery. S. M., Karabasil. N., Crowley. C., Buncic. S., 2002; Potential for the spread of *Escherichia coli* O175, *Salmonella* and *Campylobacter* in the lairage environment at abattoirs. *Journal of Food Protection.* 60 (6): 931- 936.
 - ❖ SnijderS. J. M. A., Janssen. M. H. W., Gerats. G. E., Corstiaensen. G. P., 1984.;A comparative study of sampling techniques for monitoring carcass contamination. *International Journal of food Microbiology.* 1 (4): 229- 236.
 - ❖ Sowl. A.I., M. Seydl .,h, M. Thiaw., C.T. Ndour., M. Soumar .C., M.F. CissC.,S. Badiane., A. Sambl ; Les salmonelloses au centre hospitalier universitaire de Fanni Dakar : aspects bactériologiques Editions scientifiques et médicales Elsevier SAS.Med Mal Infect 2000 ; 30 : 657.60.
 - ❖ Stevens .A., Kaboré .K ., Perrier-Gros-Claud .J-D ., Millemann .Y., Brisabois .A ., Catteau .M., Cavin .J-F ., Dufour .B. ;2006 ; Prevalence and antibiotic-resistance of *Salmonella* isolated from beef sampled from the slaughterhouse and from retailers in Dakar (senegal).*International Journal of Food Microbiology* 110: 178-186.
 - ❖ Stevens Antoine ., Youssouf Kaboré ., Jean-David Perrier-Gros-Claude ., Yves Millemann .,Anne Brisabois ., Michel Catteau ., Jean-François Cavin ., Barbara Dufour., 2006 ; Prevalence and antibiotic-resistance of *Salmonella* isolated from beef
 - ❖ Stiegler. V., 2003. Les méthodes de détection des salmonelles en agro-alimentaire. Thèse de docteur vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon,141p.
 - ❖ Sumner. J., Raven. G., 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: 199– 205.
 - ❖ .Thi Thu Hao Van.,George Moutafis ,Taphrid Istivan ,Linh Thuoc Tran .,Peter .J.Goloe ; Detection of *Salmonella spp.*in retail raw food samples from Vietnam and characterization of their antibiotic resistance .*Applied and Environmental Microbiology* ,Nov., 2007, p.6885-6890 Vol.73,No.21.
- des maladies contagieuses des écoles vétérinaires françaises ,Lyon ,94-96p.

- ❖ Tahiri .Y.,Diouri .A.,2004 ;Antibioresistance et consommation de viande .Reviews in Biology and Biotechnology .The Moroccan Society of biology in Canada ,3(1):2-15.
- ❖ Threlfall .E.J.,2002 ;Antimicrobial drug resistance in *Salmonella* :Problems and perspectives in food- and water-borne infections ,FEMS Microbiology Review :June 1 ,26 (2): 141-8.
- ❖ Toma.B.,Artois.M.et Bene.J.J.,2004 ;Les Zoonoses Infectieuses.Polycopié des unités
- ❖ Tortora .G.J.,Funke.B.R.,Case.C.L.,2003 ;Introduction à la microbiologie ;Editions du renouveau pédagogique Inc .,945p.
- ❖ Troutt . H.F., Galland. J.C., Osburn. B.I., Brewer. R.L., Braun.,R.K.,Schmitz. J.A., Sears. P., Childers. A.B. et al. ,2001 ; Prevalence of *Salmonella spp.* in cull (market) dairy cows at slaughter. Journal of the American Veterinary Medical Association 219, 1212–1215.
- ❖ van Cauteren D ., Jourdan-da Silva N, Weill FX, King L, Brisabois A, Delmas G, Vaillant V, de Valk H , Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice, France .Euro Surveillance : Bulletin Européen sur les Maladies Transmissibles = European Communicable Disease Bulletin .,2009, 14(31):2202-2206.
- ❖ Van Donkersgoed. J., Graham. T., Gannon. V.,1999 ; The prevalence of verotoxins *Escherichia coli* O157:H7, and *Salmonella* in the faeces and rumen of cattle at processing. *Journal of Canadian Veterinary*. 40: 332- 338.
- ❖ Van nierop. W., 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.
- ❖ Vanselow. BA., Hornitzky. M.A., Walker. K.H., Eamens. G.J., Bailey. G.D., Gill. P.A., Coates. K., Corney. B., Cronin. J.P., Renilson. S. 2007; Salmonella and on farm risk factors in healthy slaughter-age cattle and sheep in eastern Australia. *Australian Veterinary Journal* 85: 498_502.
- ❖ Ware. L. M., Kain. M. L., Sofos. J. N., Belk. K. E., Reagan. J. O., Smith, G. C., 200; Influence of sampling procedure, handling and storage on the microbiological status of fresh beef. *Dairy, Food and Environment Sanitary*. 21: 14-19.

- ❖ Warnick .L.D.,Kaneene .J.B., Ruegg.P.L.,Wells .S.J., Fossler .C., Haalbert .L.et Campbell.A ; Evaluation of herd sampling for *Salmonella* isolation on Midwest and northeast US dairy farms .Prev Vet Med .,2003,60 (3),195-206p.
- ❖ Wayne Schlosser., Allan Hogue., Eric Ebel., Bonnie Rose.,Robert Umholtz., Kathy Ferris. , William James., 2000 ; Analysis of *Salmonella* serotypes from selected carcasses and raw ground products sampled prior to implementation of the Pathogen Reduction; Hazard Analysis and Critical Control Point Final Rule in the US. International Journal of Food Microbiology 58 , 107–111.
- ❖ Weill.F-X ., 2008 ;Diarrhées d'origine bactérienne .Revue Francophone des Laboratoires ,(400) :37-47.
- ❖ Weill.F-X.,2008 ;Salmonelles non-typhiques d'origine animale et résistance aux antibiotiques .Bull.Acad.Vét.France ,Tome 161-N°3 :221-234.
- ❖ Woldemariam. E., Molla. B., Alemayehu. D., Muckle. A., 2005 ; Prevalence and distribution of *Salmonella* in apparently healthy slaughtered sheep and goats in Debre Zeit, Ethiopia. *Small Ruminant Research*. 58: 19- 24.
- ❖ Yala .D.,Merad. A.S.,Mohamedi.D et Ouar Korich.M.N.,2001 ;Résistance bactérienne aux antibiotiques .Médecine du Magreb,91,13-14.
- ❖ Yan.S.S.,Pendrak.M.L.,Abela-Rider.B.,Punderson .J.W.,Fedorko.D.P.,Foley.S.L.,2003 ;A n overview of *Salmonella* typing.Public health prespectives.Clinical And Applied Immunology Reviews ,4 : 189-204.
- ❖ Yoshikawa. T. T., Herbert. P., Oill. P. A. 1980. Salmonellosis. Teaching conference, Harbor- UCLA Medical Center, Torrance (Speciality Conference). *West Journal of Medicine*. 133: 408- 417.
- ❖ Yu. S. - L., Cooke. P. H., Tu. S. -I., 2001. Effects of chilling on sampling of bacteria attached to swine carcasses. *Letters in Applied Microbiology*. 32: 205- 210.

REFERENCES ELECTRONIQUES

- ❖ AFSSA .2002.*Salmonella spp.*Site :
<http://www.afssa.fr/ftp/afssa/fiches/mic/Salmonella/Fiche%20Salmonella%20spp%202002.pdf>
- ❖ CDC. 2005. *Salmonella* Surveillance: Annual Summary, 2004. Atlanta, Georgia: US Department of Health and Human Services, CDC. P: 15.Site:
<http://www.cdc.gov/Ncidod/dbmd/phlisdata/salmtab/2004/SalmonellaIntroduction2004.pdf>
- ❖ OIE. 2005a. *Salmonella Abortusovis*. Paratyphoid abortion. P: 3. Site:
http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/salmonella_abortusovis.pdf

ANNEXES

ANNEXE N°1.

Tableau n°03 : Sérovars les plus importants chez les mammifères U 47-100.

Salmonella enterica subsp. enterica

Groupe O : 4

Salmonella Typhimurium: 1, 4, 5, 12: I: 1, 2

Salmonella Derby : 1, 4, 5, 12: f, g:-

Salmonella Bredeney : 1,4,12,27 :I,v :1,7

Salmonella Indiana : 1, 4, 12: z: 1, 7

Groupe O:7

Salmonella Infantis : 6, 7, 14: r: 1, 5

Salmonella Montevideo : 6, 7, and 14: g, m, s-

Groupe O: 8

Salmonella Newport : 6, 8, 20: e, h: 1, 2

Salmonella Hadar : 6,8 :z :10 :e, n ,x

Groupe O : 9

Salmonella Enteridis : 1, 9,12 : g, m :-

Salmonella Dublin : 1, 9,12(vi) : g, p :-

Salmonella Panama : 1, 9,12 : Iv : 1,5

Groupe O : 3,10

Salmonella Anatum : 3,10 :e, h :1,6

Salmonella Give : 3,10:I, v:1,7

Salmonella London : 3,10:I, v:1,6

Groupe O:1, 3,19

Salmonella Sentfenberg : 1, 3,19:g, t:

Annexe n° 02 : Matériels et méthodes.

Matériels d'analyses, milieux de culture, additifs et réactifs

Matériels :

- Tubes à essai stériles.
- Pipettes graduées de 1ml, 2ml, 10ml.
- Conteneur pour pipettes.
- Stérilisateur.
- Bain-marie.
- Incubateurs réglés à 37°C, 42°C.
- Des boîtes de pétri.
- Pipettes pasteur.
- Agitateur à tubes ou Vortex.
- Bec bunsen.
- Balance électrique.
- Eprouvettes.
- Sacs stomacher.
- Homogénéisateur péristaltique ou Stomacher.
- Portoirs.
- Anse de platine.
- Réfrigérateur.
- Ecouvillons.
- Micropipettes.

Milieux de culture, additifs et réactifs :

- Eau physiologie.
- Eau peptonée tamponnée.
- Bouillon de Rappaport-Vassiliadis.
- Bouillon au sélénite-cystine.
- Gélose XLD.
- Gélose inclinée au TSI.
- Milieu Urée-Indole.
- Réactif ONPG.
- Huile de vaseline stérile.
- Galerie API20 E (Bio Mérieux).
- Milieu de conservation.
- Eau distillée stérile.

- Gélose Hektoen.
- Additif Hektoen.
- Additif desoxycholate de sodium.
- Additif xylose à 2%.
- Réactif Kovacs.
- Réactifs VP1 et VP2.

ANNEXE N°3.

Recherche des Salmonelles (norme française de routine NF V 08-52)

La méthode de la recherche des salmonelles est effectuée selon la norme française de routine (Norme NF V 08-52), elle nécessite plusieurs phases successives:

A. Pré- enrichissement

Il est effectué dans l'eau peptonée tamponnée (EPT), le volume ajouté au sachet stomacher dépend du nombre d'écouvillons présents dedans :

Bovin et ovins : écouvillons regroupés (08 écouvillons): 100 ml de l'EPT sont ajoutées dans le sachet stomacher.

B. Enrichissement

A partir de la culture obtenue après le préenrichissement, 1 ml est transféré dans un tube à essai contenant 10 ml de sélénite cystine (SC), et 0,1 ml dans un tube de 10 ml de Rapport Vassiliadis (RV). Les deux milieuxensemencés sont incubés de la façon suivante :

- Le milieu RV à 42°C pendant 24h ;
- Le milieu SC à 37°C pendant 24h.

C. Isolement

Après la période d'incubation, une goutte de la culture dans le milieu RV estensemencé par une anse de platine sur la surface des milieux gélosés Hecktoen et SS (Salmonella-Shigella)coulés préalablement dans des boites de pétri.

La même procédure est répétée avec le milieu SC.

Les boites sont retournées et placées dans l'étuve à 37°C.

Après 24h d'incubation, les boites sont examinées afin de rechercher la présence des colonies caractéristiques de *Salmonella*, si le développement est faible, les boites sont réincubées pendant 24 supplémentaires à la même température.

Les colonies caractéristiques des *Salmonella* sont :

- Vertes ou bleues vertes avec ou sans centre noir sur le milieu Hecktoen
- Transparentes avec ou sans centre noir sur le milieu SS.

D. Confirmation biochimique

A partir de chaque boite des milieux d'isolement, deux colonies (au moins) suspectes sont repiquées sur les milieux suivants :

1) Kligler Hajna (KIA)

A l'aide d'une anse de platine, la pente inclinée du milieu estensemencée en strie, ensuite le culot et piqué profondément, les tubes ne sont pas fermés hermétiquement pour permettre d'avoir une réaction gazeuse. Les tubes sont ainsi incubés à 37°C pendant 24h.

Les réactions typiques de *Salmonella* spp correspondent à la formation de trois couleurs superposées, une pente rouge (lactose négatif), un culot jaune (Glucose positif), et généralement une couleur noirâtre au centre (formation H₂S), la formation de gaz se manifeste par la formation d'une bulle latérale ou le décollement du milieu à la base de tube.

2) Milieu urée indole

0,5 ml de milieu urée indole estensemencé par un inoculum raclée de la surface de la pente du milieu KIA à l'aide d'une anse de platine; les tubes sont ensuite portés à l'étuve à 37° Cependant 24h.

Lecture : le virage du milieu vers une couleur rouge violacée indique la présence d'une uréase. (La couleur originale du milieu est jaune)

Après 24h d'incubation, quatre à cinq gouttes de réactif de Kovacs sont ajoutées dans le tubeensemencé; la formation d'un anneau rouge à la partie supérieure du milieu indique une réaction indole positive.

3) Milieu LDC (Lysine Décarboxylase)

0,5 ml du milieu LDC estensemencé juste au dessous de la surface de liquide par une goutte d'une suspension bactérienne (une colonie suspecte mise dans environ 5 ml de l'eau physiologique stérile), 3 à 4 gouttes de l'huile de vaseline stérile sont ajoutées dans le milieu pour former une couche superficielle créant des conditions semi anaérobiques.

Un autre tube contenant 0,5 ml du milieu LDC témoin estensemencé de la même manière.

Les deux tubes sont ensuite incubés à 37°C pendant 24h.

Lecture : après incubation, une couleur violette sur le milieu LDC indique une réaction positive.

Une couleur jaune indique une réaction négative.

La couleur du milieu témoin doit virer au jaune, si la couleur reste violette, la colonie n'a pas donc développé.

4) Milieu pour la réaction de Voges- Proskauer (VP)

Un tube contenant le milieu Clark et Lubs estensemencé avec 3 à 4 gouttes de la suspension bactérienne préparée dans le test précédent.

Après une incubation de 24h à 37°C, on ajoute 10 gouttes de réactif VP1 et 10 gouttes de réactif VP2.

La formation d'une coloration rose à rouge dans un délai de 15 à 20 minutes indique une réaction positive, dans le cas inverse, la couleur reste inchangée (jaune).

5) Milieu Rouge de Méthyle (RM)

Un tube du Clark et Lubs est ensemencé de la même procédure que le test VP, après l'incubation à 37°C pendant 24h, quelques gouttes de réactif RM sont ajoutées.

Une réaction positive est traduite par le virage du milieu vers une couleur rosâtre.

6) Milieu Citrate de Simmons

La surface du milieu est ensemencée par une goutte de la suspension bactérienne, l'incubation est de 24h à 37°C. La réaction positive se manifeste par un virage vers le bleu.

7) Test β -Galactosidase (ONPG)

Un disque ONPG est mis dans la suspension bactérienne restante de l'ensemble des tests précédents. Le tube est porté à l'incubation à 37°C pendant 24h.

L'apparition d'une couleur jaune indique une réaction positive.

Interprétation des tests biochimiques

Les salmonelles donnent en général les réactions indiquées dans le tableau suivant:

Interprétation des tests biochimiques

Essais	Réaction	Exceptions
Glucose	+	-
Lactose	-	-
Formation de gaz	+	S.Typhi est anaérogène
H ₂ S	-	-
Uréase	-	-
Indole	-	-
VP	-	-
RM	+	-
ONPG	-	Les souches de <i>S. arizonae</i> et <i>S. salamae</i> sont ONPG +
Citrate de Simmons	+	-
LDC	+	-

Les colonies suspectes présentant les critères cités dans le tableau sont conservées sur la gélose nutritive inclinée après une incubation de 24h à 37°C.

h) Galerie biochimique miniaturisée

Les galeries de type api 20E (BioMérieux) sont utilisées, 20 tests biochimiques sont étudiés pour avoir le plus de caractères possibles de manière à identifier de façon plus certaine les différentes entérobactéries et autres bacilles à Gram négatif non fastidieux.

La galerie api 20 E comporte 20 microtubes contenant des substrats déshydratés.

Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisant par des virages colorés spontanés, ou révélés par addition de réactifs. La lecture de ces réactions se fait à l'aide du tableau de lecture d'identification qui est obtenu avec le catalogue analytique ou d'un logiciel d'identification.

Préparation et inoculation de la galerie :

Une atmosphère humide est créée par la répartition d'environ 5 ml d'eau distillée dans les alvéoles.

Les microtubes sont ensuite inoculés avec une suspension bactérienne préparée à l'aide d'une seule colonie fraîche, bien isolée sur un milieu gélosé, mise dans 5 ml de l'eau physiologique stérile, et homogénéisée soigneusement.

- Les tubes et les cupules des tests CIT, VP, et GEL sont remplis avec la suspension bactérienne.
- Uniquement les tubes (et non les cupules) des autres tests sont remplis.
- Les cupules des tests ADH, LDC, ODC, H₂S, URE, sont remplis par l'huile de vaseline stérile pour créer une anaérobiose.

Les galeries sont ensuite portées à l'incubation pendant 18 à 24 h à 37°C.

Lecture : Après la période d'incubation, toutes les réactions spontanées sont notées sur la fiche des résultats.

Les tests TDA, IND, et VP, nécessitent l'addition de réactifs :

- Le test TDA : Une goutte de réactif TDA est ajoutée.
- Le test IND : Une goutte de réactif Kovacs est ajoutée.
- Le test VP : ajouter une goutte de chacun des deux réactifs VP1 et VP 2.

Lecture de la galerie miniaturisée api 20 E

Microtube	Substrat	Caractère recherché	Résultat positif	Résultat négatif
ONPG	Ortho-Nitro-Phényl-Galactosidase	B-galactosidase		
ADH	Arginine	Arginine déshydrolyse		
LDC	Lysine	Lysine décarboxylase		
ODC	Ornithine	Ornithine décarboxylase		
CIT	Citrate de sodium	Utilisation de citrate		
H2S	Thiosulfate de sodium	Production d'H2S		
URE	Urée	Uréase		
TDA	Tryptophane	Tryptophane désaminase		
IND	Tryptophane	Production d'indole		
VP	Pyruvate de sodium	Production d'acétoïne		
GEL	Gélatine de Kohn	Gélatinase		
GLU	Glucose	Fermentation/ oxydation		
MAN	Mannitol	Fermentation/ oxydation		
INO	Inositol	Fermentation/ oxydation		
SOR	Sorbitol	Fermentation/ oxydation		
RHA	Rhamnose	Fermentation/ oxydation		
SAC	Saccharose	Fermentation/ oxydation		
MEL	Melibiose	Fermentation/ oxydation		
AMY	Amygdaline	Fermentation/ oxydation		
ARA	Arabinose	Fermentation/ oxydation		

Annexe N°4

Tableau n°04 : Classification des différents antibiotiques testés

Famille	Antibiotiques
B-Lactamines	
1-Pénicillines	
1-1-Aminopénicillines	Ampicilline, Amoxicilline, Augmentin .
1-2-Carboxypénicillines.	Ticarcilline.
1-3-Uréidopénicillnes.	Pipéracilline.
1-4-Amidinopénicillines	Mecillinam.
2-Céphalosporines	
2-1- 1ère génération	Cefazoline.
2-2- 2ème génération	Cefoxitine, Cefuroxime.
2-3- 3ème génération	Ceftazidime, Cefotaxime.
2-4- 4ème génération	Céfépime.
3-Autres bétalactamines	
3-1- Monobactames	Aztreonam
3-2- Carbapénèmes	Imipenème

Aminosides	Kanamycine Gentamicine Netilmicine
Quinolones 1ère génération	Acide nalidixique
Fluoroquinolones 2ème génération	Pefloxacine, Ofloxacine
3ème génération	Ciprofloxacine
Sulfamides	Triméthoprim Cotrimoxazole
Nitrofuranes	Furanes
Phénicolés	Chloramphénicol
Autres antibiotiques	Colistine

Annexe N°6

Tableau n°15: Résultats de l'étude de la sensibilité de Salmonella spp. aux antibiotiques en fonction de la catégorie clinique.

Antibiotiques testés	N de souches résistantes	Taux de résistance	N de souches sensibles	Taux de sensibilité
AMP	2	5,12%	37	94,87%
TIC	2	5,12%	37	94,87%
FAZ	0	0,00%	39	100,00%
PIP	2	5,12%	37	94,87%
AMX	2	5,12%	37	94,87%
MEC	0	0%	39	100%
KAN	0	0%	39	100%
GEN	0	0%	39	100%
NET	0	0%	39	100%
AN	2	5,12%	37	94,87%
PEF	0	0%	39	100%
CIP	0	0	39	100%
AUG	2	5,12%	37	94,87%
FOX	0	0%	39	100%
CET	0	0%	39	100%
FOT	0	0%	39	100%
FTR	0	0%	39	100%
AZT	0	0%	39	100%
IMI	0	0%	39	100%
FEP	0	0%	39	100%
TRI	0	0%	39	100%
CON	0	0%	39	100%
COL	0	0%	39	100%
CHL	2	5,12%	37	94,87%
TET	2	5,12	37	94,87%
FUR	2	5,12	37	94,87%

N:Nombre

Résumé :

Les Salmonella responsables de toxi-infections alimentaires posent un problème aussi bien pour les pays industrialisés que pour les pays en voie de développement. Cette étude a pour objet la détermination de la prévalence des souches de Salmonella spp. isolées à partir de carcasses et de matières fécales bovines et ovines, ainsi qu'à l'identification sérologique et l'étude de la sensibilité de ces souches aux antibiotiques.

L'analyse des 215 prélèvements recueillis au niveau de l'abattoir d'El-Harrach a permis d'isoler 39 souches de Salmonella spp. . Des taux de contamination respectifs de 32,69%, 28,30%, 13,20%, 00% ont été enregistrés pour les carcasses bovines, les carcasses ovines, les fèces bovines et les fèces ovines.

Les tests sérologiques nous ont permis d'identifier 06 serovars distincts. Le serovar Muenster vient au 1^{er} rang avec une prévalence 46,66% pour les carcasses ovines, 44,44% pour les carcasses bovines et 42,85% pour les fèces bovines. Les autres serovars identifiés sont par ordre décroissant S. Infantis, S. Montevideo, S. Richmond, S.Typhimurium et S. Anatum.

L'étude de la sensibilité aux antibiotiques des souches de Salmonella spp. vis-à-vis de 26 antibiotiques montre, que 94,87% des souches de Salmonella sont sensibles à tous les antibiotiques testés. Le taux global de résistance est de 5,12% et les résistances sont observées pour 9 antibiotiques différents (soit 34,61%).

La multirésistance vis-à-vis de 9 antibiotiques a caractérisé un seul et unique serovar, le plus fréquemment mis en cause dans les cas des toxi-infections alimentaires : S.Typhimurium.

Le serovar S.Typhimurium est sensible aux céphalosporines et aux fluoroquinolones.

Mots clés : Salmonella, carcasses, fèces, ovins, bovins, sérotypage, prévalence, antibiorésistance.

Abstract:

Salmonella responsible for foodborne a problem for both industrialized countries and the developing countries. This study aims to determine the prevalence of strains of Salmonella spp. isolated from carcasses of cattle and sheep faecal, as well as serological identification and study of the sensitivity of these strains to antibiotics.

The analysis of 215 samples collected at the slaughterhouse of El-Harrach was used to isolate 39 strains of Salmonella spp. Respective rates of contamination of 32.69%, 28.30%, 13.20%, 00% were recorded for beef carcasses, carcasses of sheep, cattle and sheep faecal.

Serological tests have allowed us to identify 06 distinct serovars. The serovar Muenster comes in 1st place with 46.66% prevalence for sheep carcasses, 44.44% for beef carcasses and 42.85% for bovine faecal. Other serovars identified in decreasing order S. Infantis, S. Montevideo, S. Richmond, S. Typhimurium and S. Anatum.

The study of the antibiotic susceptibility of strains of *Salmonella spp.* of 26 antibiotics shows that 94.87% of the Salmonella strains were susceptible to all antibiotics tested. The overall resistance is 5.12% and the resistors 9 are observed for different antibiotics (or 34.61%).

Multidrug resistance of 9 antibiotics featured a single serovar, most commonly implicated in cases of food-borne infections: S. typhimurium.

The serovar S. typhimurium is sensitive to cephalosporins and fluoroquinolones.

Keywords: Salmonella, carcasses, faecal, sheep, cattle, serotyping, prevalence, antibiotic resistance.

الملخص:

السالمونيلا مسؤولة عن أمراض تنتقل عن طريق الأغذية هي مشكلة لكل من الدول الصناعية والدول النامية. تهدف هذه الدراسة إلى تحديد مدى انتشار سلالات السالمونيلا. معزولة عن جثث الماشية والأغنام البراز، وكذلك تحديد المصلية ودراسة حساسية هذه السلالات للمضادات الحيوية

يسمح تحليل 215 عينات تم جمعها في المسلخ من الحراش بعزل 39 سلالات من السالمونيلا. معدلات التلوث المتتالية 32.69%، 28.30%، 13.20%، 00% سجلت في جثث الأبقار والأغنام و براز البقر والغنم. وقد سمحت الاختبارات المصلية لنا لتحديد 06 مصليات متميزة. الهصلي مونستر يأتي في الصف الاول بنسبة انتشار 46.66% للجثث الأغنام، 44.44% للجثث الأبقار و 42.85% للبراز الأبقار. المصليات الأخرى المحددة في الترتيب التنازلي س. انفاتس، س. مونتيبيديو، س. ريتشموند، س. تيفمغيوم و س. انتوم.

دراسة قابلية للمضادات الحيوية من سلالات السالمونيلا. بالنسبة ل 26 مضاد حيوي بين أن 94.87% من سلالات السالمونيلا كانت عرضة لجميع المضادات الحيوية التي تم اختبارها. وكان معدل المقاومة العام 5.12% والمقاومة لتسعة مضادات حيوية مختلفة (أي 34.61%).

وقد تميزت المقاومة للأدوية المتعددة وجها لوجه 9 المضادات الحيوية لضرب مصلي واحد، تورط في معظم الأحيان في حالات التسمم الغذائي س.تيفمغيوم. والهصلي س. تيفمغيوم. حساس للاليسيفالوسبورين والفليوروكينولونات.

كلمات البحث: السالمونيلا، جثث، البراز، الأغنام، الأبقار، المصلي، النسبة، مقاومة للمضادات الحيوية.