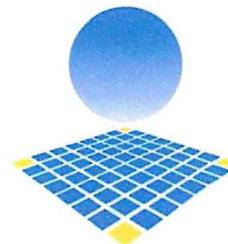


DK542477

BA-TH 1494



Unité de Service Enseignement
et Formation en Elevage
Campus de Baillarguet
TA A-71 / B
34 398 MONTPELLIER Cedex 5



UNIVERSITÉ MONTPELLIER II
UFR Sciences
Place Eugène Bataillon
34 095 MONTPELLIER Cedex 5

MASTER 2EME ANNEE
BIOLOGIE GEOSCIENCES AGRORESSOURCES
ET ENVIRONNEMENT
SPECIALITE PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES

RAPPORT DE STAGE

***Salmonella enterica* subsp. *enterica* et
Campylobacter spp. dans les élevages de
poulets de chair à la Réunion**

Présenté par

Isabelle Henry

Réalisé sous la direction de : Dr. Eric Cardinale

Organisme et pays : CIRAD Réunion, DOM

Période du stage : 11 avril - 14 septembre 2007

Date de soutenance : 2 octobre 2007

Année universitaire 2006-2007



Remerciements

Je tiens à remercier l'équipe du pôle Kappa du CIRAD de Saint Denis de la Réunion pour son accueil, son soutien et sa bonne humeur au travail.

Un remerciement tout particulier à Eric Cardinale pour son encadrement, sa joie de vivre, son enthousiasme et son éternel optimisme qui m'a permis d'effectuer ce stage dans d'excellentes conditions. Ces cinq mois n'auraient pas été aussi agréable sans mon acolyte de travail, Aurélie Pédarrieu, qui m'a formé non seulement au travail de microbiologie mais aussi apporté son soutien et son écoute quotidienne. Merci pour ces nombreux fous rires partagés sur le terrain, parmi nos fidèles compagnons d'étude, les volailles, ou au laboratoire. Sans les stagiaires, VAT et thésards, ce stage n'aurait pas été aussi agréable s'il n'y avait pas eu Rémy, Adeline, Pierre et Jean Yves, mes compagnons de bureau.

Je tiens également à remercier Jef Reichardt, Jacky Berby, Jimmy Hoareau, François Penverne et Yvon Euzen d'Avi-pôle pour m'avoir guidée sur mon travail de terrain.

Merci également à Stéphanie Yeung et à Benjamin Boulanger de Crête d'Or Entreprise qui ont assuré la logistique pour les prélèvements de caeca.

Enfin, je remercie également tous les éleveurs qui m'ont prêté leur écoute et leur temps précieux en donnant ainsi une dimension humaine à mes enquêtes.

D'excellents moments fort enrichissants, variés et instructifs qu'on prend plaisir à partager et pour lesquels je remercie encore une fois toutes les personnes qui y ont contribuées.

Bonne lecture,

Sommaire

REMERCIEMENTS	2
LISTE DES TABLEAUX ET DES FIGURES	5
INTRODUCTION	6
I^{ERE} PARTIE : GENERALITES	7
I CONTEXTE DE L'ETUDE	7
I.1. Présentation du CIRAD à la Réunion	7
I. 2 La filière avicole à la Réunion.....	7
I.2. 1 <i>Historique et mise en place de la filière</i>	7
I.2. 2 <i>Réorganisation de la structure et création d'Avi-Pôle Réunion</i>	8
I.2. 3 <i>Crête d'Or Entreprise</i>	8
II. LES ENJEUX ECONOMIQUES ET TECHNIQUES	8
II. 1 Les enjeux économiques	8
II.2 <i>Les enjeux techniques</i>	9
III. LES BACTERIES ENTEROPATHOGENES RECHERCHEES : <i>SALMONELLA</i> SUBSP. ET <i>CAMPYLOBACTER</i> SPP.	10
III. 1 <i>Salmonella</i> subsp. et salmonellose humaine	10
III.1.1 <i>Généralités</i>	10
III. 1.2 <i>Bactériologie et taxonomie</i>	10
III. 1.3 <i>Habitat et réservoir</i>	11
III. 1.4 <i>Transmission</i>	12
III. 1.5 <i>Symptômes chez l'homme</i>	13
III. 1. 6 <i>Résistance aux antibiotiques</i>	13
III. 1.7 <i>Diagnostics, traitements et prophylaxie</i>	13
III. 1.8 <i>Principaux caractères biochimiques des Salmonelles</i>	13
III. 2 <i>Campylobacter</i> spp. et campylobactériose humaine	14
III. 2.1 <i>Généralités</i>	14
III. 2.2 <i>Bactériologie et taxonomie</i>	14
III. 2.3 <i>Habitat et réservoir</i>	14
III. 2.4 <i>Transmission</i>	15
III. 2.5 <i>Symptômes chez l'homme</i>	15
III. 2.6 <i>Diagnostic, traitement et prophylaxie</i>	15
III. 2.7 <i>Sensibilité aux antibiotiques</i>	16
III. 2.8 <i>Principaux caractères biochimiques des Campylobacter</i>	16
II^{EME} PARTIE : MATERIEL ET METHODE	17
I. RECOLTE DES ECHANTILLONS POUR LA RECHERCHE DE <i>SALMONELLA</i> SUBSP. ET <i>CAMPYLOBACTER</i> SPP.	17
I. 1 Echantillonnage	17
I. 1.1 <i>Période impartie à l'étude</i>	17
I. 1.2 <i>Localisation des élevages</i>	17
I. 1.3 <i>Etude au niveau des élevages</i>	18
I. 1.4 <i>Etude au niveau de l'abattoir</i>	18
I. 2 Récolte des données et enquêtes de terrains au niveau des élevages et de l'abattoir	18
II. ANALYSES MICROBIOLOGIQUES POUR L'ISOLEMENT, L'IDENTIFICATION DE <i>SALMONELLA</i> SUBSP. ET DE <i>CAMPYLOBACTER</i> SPP.	20

II. 1 Analyses microbiologiques pour l'isolement et l'identification de <i>Salmonella</i>	20
II. 2 Analyses microbiologiques pour l'isolement et l'identification de <i>Campylobacter</i> spp.....	23
III. REALISATION DES ANTIBIOGRAMMES POUR <i>SALMONELLA</i> SUBSP. ET <i>CAMPYLOBACTER</i> SPP.	24
III. 1 Définition	24
III. 2 Technique de l'antibiogramme : méthode de diffusion	24
IV. TRAITEMENT DES DONNEES.....	25
IV.1 Analyses statistiques.....	25
IV.2 Méthode pour traiter les données d'enquête : l'Analyse Factorielle des Correspondances Multiples (AFCM)	25
IV.3 Méthode automatique de classification : la Classification Hiérarchique Ascendante (CAH)	26
3^{EME} PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION.....	27
I. RESULTATS.....	27
I.1 Prévalence constatée de <i>Salmonella</i> subsp. dans les élevages.....	27
I. 1.1 <i>Prévalence par visite</i>	27
I. 1.2 <i>Prévalence par bande</i>	28
I. 1.3 <i>Sérotypes identifiés par visite</i>	29
I.2 Prévalence de <i>Campylobacter</i> spp	29
I. 2.1 <i>Prévalence par visite</i>	29
I. 2.2 <i>Prévalence par bande précédente versus bande étudiée</i>	30
I.3 Identification de certaines pratiques à risque dans l'infection à <i>Salmonella</i> subsp. et <i>Campylobacter</i> spp	30
I. 3.1 <i>Résultats de l'analyse multivariée</i>	30
I. 3.2 <i>AFCM et CAH</i>	30
I.4 Résistance des <i>Salmonella</i> subsp. et de <i>Campylobacter</i> spp vis-à-vis des antibiotiques.....	31
I. 4.1 <i>Salmonella</i> subsp.....	31
I. 4.2 <i>Campylobacter</i> spp.....	32
I. 4.3 <i>Phénotype de résistance pour Salmonella subsp.</i>	32
II. DISCUSSION.....	33
CONCLUSION	
BIBLIOGRAPHIE.....	40
ANNEXES	41

Liste des tableaux et des figures

Figure 1 : Installations du CIRAD à la Réunion

Figure 2 : Mode de transmission de *Salmonella* subsp.

Figure 3 : Localisation des élevages de type industriel

Figure 4 : Localisation des élevages sentinelles de volailles à la Réunion

Figure 5 : Bande de poulets de chairs à la fin de la période d'élevage dans un élevage industriel (photo de gauche) et de basse-cour (photo de droite).

Figure 6 : Prélèvements des caeca à l'abattoir Crête d'Or Entreprise

Figure 7 : Isolement des *Salmonella* sur milieu Hektoen

Figure 8 : Tests biochimiques caractéristiques pour l'identification des *Salmonella* (Kligler, Simmons, mannitol mobilité, urée indole et ONPG).

Figure 9 : Plaque « Rapid ONE »

Figure 10 : *Campylobacter* isolé sur milieu Karmali

Figure 11 : Antibiogramme sur gélose Hinton

Figure 12 : Estimation de la prévalence de *Salmonella* subsp. constatée par visite dans les élevages de poulets de chair à la Réunion

Figure 13 : Identification des sérotypes des échantillons positifs dans les élevages déclarés positifs

Figure 14 : Prévalence de *Campylobacter* spp.

Figure 15 : Pourcentage de résistance des souches de *Salmonella* subsp vis-à-vis des antibiotiques

Figure 16 : Résistance de *Salmonella* Virchow aux antibiotiques

Figure 17 : Pourcentage de résistance des souches de *Campylobacter* spp vis-à-vis des antibiotiques

Tableau 1 : Sérotypes isolés en 2005 dans le secteur Santé et productions animales en France

Tableau 2 : Caractères biochimiques d'identification de *Salmonella*

Tableau 3 : Concentrations, et diamètres critiques pour *Salmonella* et *Campylobacter*

Tableau 4 : Sérotypes identifiés de la bande précédente et par échantillons

Tableau 5 : Sérotypes identifiés par échantillons des bandes d'étude positive

Tableau 6 : Phénotype de résistance des souches de *Salmonella* subsp. selon leur résistance aux antibiotiques

Introduction

A la Réunion, la production de volailles est en constante augmentation malgré la menace perpétuelle de nombreuses pathologies et notamment le spectre du virus H5N1. L'aviculture, est un moteur de l'économie locale où le volume de volailles vendues par la filière a augmenté de 2,2 % en 2006 par rapport en 2005. De ce fait, les éleveurs, la filière ainsi que Crête d'Or Entreprise se doivent de garantir aux consommateurs des produits d'une qualité irréprochable sur un plan sanitaire c'est-à-dire exempts de bactéries pathogènes telles que *Salmonella enterica* subsp. *enterica* et *Campylobacter* spp., principales cibles de notre étude.

Il est donc nécessaire d'améliorer la qualité sanitaire des poulets de chair sur l'île de la Réunion par une meilleure maîtrise des risques. Pour ce faire, un travail de collaboration a été mis en place faisant intervenir de nombreux acteurs dans l'intérêt d'améliorer et de préserver l'avenir de la filière avicole Réunionnaise.

Le travail effectué au pôle Kappa du CIRAD durant ces cinq mois a contribué à l'élaboration d'un projet de grande envergure, en estimant la prévalence de *Salmonella* subsp. et de *Campylobacter* spp. dans les élevages de poulets de chair à la Réunion.

Dans une première partie il sera question de présenter le cadre de l'étude, puis il sera question d'aborder les méthodes opératoires et techniques ayant permis de mettre en évidence les bactéries pathogènes recherchées et enfin nous dévoilerons les premiers résultats obtenus tant sur la prévalence et la résistance aux antibiotiques que sur la mise en évidence des pratiques à risque pour l'infection à *Salmonella* subsp et *Campylobacter* spp.

I^{ère} Partie : Généralités

I Contexte de l'étude

I.1. Présentation du CIRAD à la Réunion (annexe 0)

Les installations du CIRAD sont réparties sur sept sites du nord au sud de l'île et comprennent des laboratoires (microbiologie, biologie moléculaire, entomologie, analyses agronomiques), des serres, des parcelles expérimentales et un centre de ressources documentaires (schéma 1).



Figure 1 : Installations du CIRAD à la Réunion

I. 2 La filière avicole à la Réunion

I.2. 1 Historique et mise en place de la filière

La filière avicole à la Réunion et notamment l'élevage de poulets de chair reste un modèle en terme d'organisation et de professionnalisme. En 2006, ce sont plus de 8000 tonnes de volailles qui ont été produites (Agreste). Jusqu'en 2005, la production de volailles était organisée par 3 structures :

-la **SCAAR**, Société Coopérative Agricole des Aviculteurs de la Réunion, créée en 1984, est le seul groupement de producteurs agréé de l'île. En 2004, elle rassemble 78 producteurs qui ont produit 7 930 tonnes de volailles ; la SCAAR a entre autre une connaissance portant sur les élevages de poulet de chair relative à la date de mise en place des poussins et la localisation des élevages.

- le **SREV**, Syndicat Réunionnais des Eleveurs de Volailles, a été créé en 1991. Il regroupe 20 producteurs en 2004 pour un tonnage produit de 1 882 tonnes ;

- le **GEVE**, Groupement des Eleveurs de Volailles de l'Est compte, en 2004, 16 producteurs qui ont produit 1 396 tonnes de volailles.

- la **FEVOR**, Fédération des Eleveurs de Volailles de la Réunion, a été créée en 1993 par la volonté des 3 groupements de producteurs. C'est la FEVOR qui représente le maillon

production au sein de l'interprofession ARIV (Association Réunionnaise Interprofessionnelle de la Volaille).

I.2. 2 Réorganisation de la structure et création d'Avi-Pôle Réunion

Depuis fin 2004, le maillon production de la filière se réorganise afin notamment d'optimiser les moyens existants, de réduire les coûts de fonctionnement et d'ajuster les flux de volaille en quantité et en qualité (planification centralisée) par rapport à la demande. Cette réorganisation s'est traduite en avril 2005 par l'intégration des éleveurs du SREV (syndicat réunionnais des éleveurs de volailles) au sein de la SCAAR. Cette nouvelle structure regroupant la production a pris une nouvelle dénomination en 2006 : **Avi-Pôle Réunion**, la coopérative des producteurs de « Volay Peï ».

En amont de la filière, **COUVÉE D'OR** créé en 1991 est l'unique société de multiplication et d'accoupage de la Réunion. Couvée d'or produit plus de 90% des besoins en poussins de la filière (<http://www.couveedor.com>).

I.2. 3 Crête d'Or Entreprise

Crête d'Or Entreprise à été créée en février 1990, et le fonctionnement de l'abattoir a débuté en juillet 1991 pour atteindre en 1998 l'extension de l'usine avec la création d'une charcuterie industrielle de 1 000 m².

Crête d'Or et SEGMA regroupés sous l'entité **AVICOM** en 2001, sont chargées de la commercialisation des produits et constituent les deux outils d'abattages agréés aux normes U.E de la Réunion.

II. Les enjeux économiques et techniques

II. 1 Les enjeux économiques

A la Réunion, la production de volailles est en constante augmentation. Malgré un contexte international tendu à cause de la menace perpétuelle de l'Influenza Aviaire, le volume de volailles vendues par la filière organisée en 2006 à la Réunion progresse de 2,2 % et dépasse les 8 000 t contre les 7850 t en 2005 (source : site Internet de la chambre d'Agriculture de la Réunion : <http://www.reunion.chambragri.fr>). Il en va de même pour le chiffre d'affaires qui croît lui aussi de près de 3 % par rapport à 2005.

La filière avicole à la Réunion et notamment l'élevage de poulets de chair reste un modèle en terme d'organisation et de professionnalisme. Elle constitue une source importante de revenus sur l'île et assure le maintien d'un nombre conséquent d'emplois. Mais pour survivre dans un tel marché international, tourné vers la concurrence, les élevages locaux se doivent de garantir l'innocuité de leurs produits sous peine d'être « dévorés » par les importations de la métropole.

Salmonella et *Campylobacter* sont les bactéries les plus incriminées dans les toxi-infections alimentaires dans le monde. Ces bactéries sont encore présentes dans les élevages de poulet de chair à la Réunion malgré les efforts menés par les professionnels pour réduire leur occurrence. Aucune étude épidémiologique précise n'a été conduite afin de mener une lutte efficace pour diminuer la prévalence de *Salmonella* au sein des élevages de poulets de

chair de même que la détection et l'isolement de *Campylobacter*. D'où la nécessité de mettre en place une telle étude visant à mettre en exergue les facteurs majeurs d'infection et de contamination des volailles ; et de protéger ainsi l'intérêt de tous, y compris celui des éleveurs et des consommateurs.

Par décret du 17 février 2005, de nouveaux sérovars de *Salmonella* (Infantis, Virchow, Hadar) se rajoutent à ceux déjà réglementés (Enteritidis et Typhimurium). Même si les poulets de chair ne sont pas visés directement par cette réglementation, la présence de ces bactéries peut éventuellement constituer un risque pour la santé publique et s'avère désastreuse pour l'image de marque d'un produit aux yeux du consommateur, fortement sensibilisé aux différentes crises sanitaires (ESB, Listériose, Influenza Aviaire...).

De plus, à la Réunion, une diversité de culture et de religion coexistent et les résultats scientifiques apportés par cette étude seront bénéfiques à tous ceux qui souhaiteraient développer des spécificités locales comme les saucisses 100 % volaille. En effet, ces spécialités peuvent accroître le risque de contamination pour le consommateur en raison de l'incorporation de la peau (siège majeur de ces bactéries) dans ces produits.

Ainsi, cette étude est intéressante à deux niveaux d'un point de vue économique :

- d'abord assurer la consolidation de la filière avicole réunionnaise en augmentant la garantie sanitaire de ses produits
- ensuite, utiliser les résultats de ce travail pour les pays traditionnellement tournés vers la consommation de volailles comme les pays en développement (dont ceux à population majoritairement musulmane).

II.2 Les enjeux techniques

L'épidémiologie des germes entéropathogènes comme *Salmonella* ou *Campylobacter* est excessivement complexe car ce sont des bactéries ubiquitaires qu'il est possible de retrouver autant dans l'environnement que sur des organismes hôtes (volailles, ruminants, chiens...).

En raison des conditions climatiques (température, hygrométrie...) et des pratiques régulièrement différentes de celles rencontrées dans les pays tempérés, les résultats des études de l'hémisphère Nord ne sont pas directement transposables.

De plus, du fait d'une utilisation intempestive de médicaments vétérinaires, on constate une résistance à certains antibiotiques qu'il est nécessaire de comprendre et d'évaluer pour appliquer des traitements adéquats à la fois chez l'homme et chez l'animal.

Ainsi, l'objectif général est d'améliorer la qualité sanitaire des poulets de chair sur l'île de la Réunion par une meilleure maîtrise des risques.

Cette étude s'inscrit dans un projet à plus long terme ; les objectifs de ce projet visent en effet (i) à identifier les risques majeurs d'infection et de contamination aux différents maillons de la filière afin de consolider les mesures de maîtrise au niveau de ces points critiques et (ii) à améliorer la surveillance dans la perspective d'optimiser la qualité des aliments de la production primaire jusqu'à l'assiette du consommateur.

Cependant, au cours de ces 5 mois de stage, les objectifs spécifiques sont :

- (i) d'estimer la prévalence de *Salmonella enterica* subsp. *enterica* et de *Campylobacter* spp. sur une vingtaine d'élevages ;
- (ii) de mettre en évidence des pratiques à risques d'infection par *Salmonella* subsp. et *Campylobacter* spp. des élevages de poulets de chair à la Réunion

III. Les bactéries entéropathogènes recherchées : *Salmonella* subsp. et *Campylobacter* spp.

III. 1 *Salmonella* subsp. et salmonellose humaine

III.1.1 Généralités

Les toxi- infections alimentaires représentent un problème de santé publique majeur sur un plan international et participent à la diminution de la croissance économique (White *et al.*, 1997). *Salmonella* et *Campylobacter* sont les bactéries principales responsables des gastroentérites dans le monde (Altekruse *et al.*, 1999). Dans les pays développés, les recherches ont montrées que les infections provoquées par *Campylobacter* spp. sont aussi sérieuses que celles provoquées par *Salmonella* subsp. aussi bien pour la sévérité des symptômes que pour la fréquence d'apparition de la maladie provoquée par cette bactérie (Bryan and Doyle, 1995 ; Aarestrup F.M., Engberg J., 2001). Ces bactéries représentent également un problème de santé publique et sont des sources complémentaires de complications pour les patients atteints du virus VIH (Obi and Bessong, 2002).

Plus de 60 % des toxi-infections dans le monde sont dues à *Salmonella*. De ce fait, les salmonelloses sont devenues un phénomène de santé publique justifiant l'implication de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (Salm-Surv, 2005).

Le contrôle des toxi-infections alimentaire est ainsi devenu l'objectif principal en santé publique dans les pays européens et la mise en place de la directive 92/117/EEC requiert à la fois le contrôle et l'éradication de ces pathogènes.

Au-delà des implications en santé humaine, *Salmonella* est un pathogène de grande importance dans le domaine relatif à la production animale.

Les *Salmonella* sont des parasites de l'homme, des mammifères (rongeurs), des oiseaux (volailles) et des animaux à sang froid (reptiles). Elles sont responsables, après pénétration par voie orale, de nombreuses infections (salmonelloses), notamment des fièvres typhoïdes et paratyphoïdes (maladies à déclaration obligatoire n° 1), des gastro-entérites et des toxi-infections alimentaires collectives (maladies à déclaration obligatoire n° 12).

III. 1.2 Bactériologie et taxonomie

Les Salmonelloses sont des zoonoses provoquées par des entérobactéries du genre *Salmonella*. Ce sont des bacilles Gram négatif de la famille des entérobactéries, parasites intestinaux des animaux vertébrés et des oiseaux.

Le genre *Salmonella* comporte 3 espèces : *Salmonella enterica*, *Salmonella bongori* et *Salmonella subterranea*. Parmi l'espèce *Salmonella enterica*, on distingue 6 sous-espèces : S.

enterica subsp. *enterica*, *S. enterica* subsp. *salamae*, *S. enterica* subsp. *arizonae*, *S. enterica* subsp. *diarizonae*, *S. enterica* subsp. *houtenae*, et *S. enterica* subsp. *indica*. Des nombreux sérotypes de *Salmonella* peuvent être différenciés sur la base de la composition du lipopolysaccharide, les antigènes somatiques O et des antigènes flagellaires H. Parmi ces six sous espèces il existe plus de 2500 sérotypes connus à ce jour (Popoff M.Y., 2001). Dans le secteur « santé et productions animales », les sérotypes prédominants diffèrent selon la filière animale. En effet, le degré d'adaptation des hôtes varient selon le sérotype concerné (tableau 1).

Tableau 1: Sérotypes isolés en 2005 dans le secteur Santé et productions animales en France

Sérotypes	Bovin	Volaille	Porc	Autres espèces	Total
Typhimurium	137	1604	26	30	1797
Senftenberg	0	1441	0	0	1441
Indiana	2	1203	1	2	1208
Kottbus	2	883	1	0	886
Montevideo	74	632	0	4	710
Enteritidis	15	615	0	16	646
Saintpaul	0	320	0	0	320
Infantis	9	223	1	1	234
Hadar	3	210	3	1	217
Virchow	0	175	0	0	175
Agona	5	117	0	1	123
Derby	1	101	7	6	115
Tennessee	0	102	0	1	103
Mbandaka	35	64	2	0	101
Napoli	2	93	0	2	97
Autres Sérotypes	118	908	49	146	1 221
Total	403	8 691	90	210	9 394

Source : Moury F., Frémy S., Brisabois A., 2006

Ainsi, les sérotypes adaptés à l'homme comme *S. Typhi* et *S. Paratyphi* provoquent chez l'homme une fièvre entérique. Ces sérotypes sont non pathogènes chez l'animal, les sérotypes adaptés chez l'animal tel que *S. Gallinarum* pour les volailles ou *S. Abortus ovis* pour les moutons ont une faible incidence chez l'homme. Cependant, *S. Choleraesuis* dont l'hôte primaire est le porc occasionne de graves maladies chez l'homme (Velge P., 2005). En outre, les sérovars les plus souvent incriminés dans les infections animales et humaines sont Typhimurium, Enteritidis, Newport, Typhi, Paratyphi et Choleraesuis (Porwollik S., 2004).

Par ailleurs, il a été constaté que dans la filière avicole, certains sérotypes sont en augmentation comme Kottbus et Montevideo alors que d'autres tendent à diminuer comme pour Hadar et Virchow. Quant à la fréquence du sérotype Enteritidis, elle est en constante progression dans le secteur avicole.

III. 1.3 Habitat et réservoir

Le réservoir principal de *Salmonella* subsp. est constitué par le tractus gastro-intestinal des mammifères et des oiseaux. Dans de nombreux cas, les animaux sont considérés comme

III. 1.5 Symptômes chez l'homme

A l'heure actuelle, de nombreux pays recensent des cas de salmonelloses chez les humains. Ainsi, en 2004, d'après l'Autorité Européenne de Sécurité des Aliments (EFSA), 192 703 cas humains ont été rapportés dans l'union Européenne. Pour cette même année, en France il y a eut 6352 cas dont 2 064 liés au sérovar Enteritidis, 1 666 causés par Typhimurium et 2 622 par d'autres sérovares (EFSA, 2006). En effet les sérovares Enteritidis et Typhimurium sont les sérovares les plus incriminés responsables des infections humaines. Des données similaires sont également retrouvées dans d'autres pays, mais la plupart sous estiment l'ampleur du problème puisque de nombreux cas ne sont pas reportés.

En France, les *Salmonella* dites ubiquistes responsables des toxi-infections alimentaires représentent 96% des souches de *Salmonella* isolées chez l'homme (<http://www.pasteur.fr/sante/clre/cadrecnr/salmcncr/salmcncractualites.html>).

Chez l'homme, la salmonellose est caractérisée par une diarrhée, de la fièvre à 39°C-40°C, des douleurs abdominales, des vomissements, des maux de tête et des nausées. Le temps d'incubation varie de 8h à 72h et la durée des symptômes peuvent durer une semaine. Chez les sujets immunodéprimés, les jeunes enfants et les personnes âgées, l'infection peut être fatale (FAO).

III. 1. 6 Résistance aux antibiotiques

La sensibilité aux antibiotiques des souches de *Salmonella* subsp. est caractérisée par une sensibilité à la totalité des antibiotiques actifs sur les entérobactéries. Cependant, on constate que de nombreuses souches sont devenues résistantes. Par exemple, depuis quelques années, les souches de *Salmonella* Typhimurium DT 104 isolées dans des environnements humains et animaux présentent souvent un caractère de résistance aux antibiotiques suivants : l'ampicilline, le chloramphénicol, la streptomycine, les sulfamides et les tétracyclines. Les souches non sensibles à une pression de sélection seraient sensibles aux antibiotiques. L'usage intempestif de médicaments en médecine vétérinaire augmente chez les animaux l'acquisition de résistance vis-à-vis des antibiotiques.

III. 1.7 Diagnostics, traitements et prophylaxie

Chez l'homme, seule une coproculture permet d'établir un véritable diagnostic. Cette coproculture, comprend une phase d'isolement puis une identification précise de la bactérie complétée par un antibiogramme. Selon l'état du patient, une antibiothérapie précise est préconisée.

III. 1.8 Principaux caractères biochimiques des Salmonelles

Les *Salmonella* réduisent les nitrates en nitrites, dégradent les glucides par métabolisme fermentatif, utilisent le citrate comme seule source de carbone, fermentent du glucose mais pas le lactose ni le sucrose et produisent du gaz à partir du glucose (tableau 2).

Tableau 2 : Caractères biochimiques d'identification de *Salmonella*

Milieux	Caractères biochimiques	<i>Salmonella</i> non typhiques	<i>Salmonella</i> typhiques	
			<i>S. Typhi</i>	<i>S. Paratyphi</i>
Milieu Hajna-Kligler	Glucose	+	+	+
	Gaz	+	-	
	H ₂ S	+	+	-
	Lactose	+/-	(faible)	
Milieu Urée-Indole	Uréase	-	-	-
	Indole	-	-	
Milieu glycérol	Glycérol	-	-	
Milieu LDC	LDC	+	+	

Cependant, de nombreuses souches sont gazogènes et produisent du H₂S mais certains sérovars ne produisent jamais de gaz tels que Typhi et Pullorum-gallinarum. Il en va de même pour ce qui concerne la production d'H₂S comme Paratyphi. Les *Salmonella* n'utilisent pas de lactose sauf pour Arizonae et les souches atypiques, possèdent certains enzymes, n'ont pas de bêta-galactosidase sauf pour Arizonae. Elles n'ont pas non plus d'uréase, fermentent le mannitol, sont catalase positive et la réaction au test à l'oxydase est toujours négative (Hanes D., 2003).

III. 2 *Campylobacter* spp. et campylobactériose humaine

III. 2.1 Généralités

Campylobacter est la bactérie principale responsable des gastroentérites aux Etats-Unis, (Altekruse *et al.*, 1999), au Royaume-Uni (Anon, 2003), et dans le reste du monde et en particulier dans les pays développés (Bates *et al.*, 2004 ; Charlett *et al.*, 2003). Le genre *Campylobacter* comprend une douzaine d'espèces parmi lesquelles trois sont responsables de pathologies humaines : *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter coli*, et *Campylobacter fetus*. Ainsi, les *Campylobacter* thermotolérants (T min=30°C, T opt = 42°C, T max = 48°C) comme *Campylobacter jejuni* sont responsables de toxi-infections alimentaires chez l'homme (Allos B., 2001).

III. 2.2 Bactériologie et taxonomie

Le genre *Campylobacter* défini en 1963 regroupe des bactéries à Gram négatifs, microaérophiles, incurvées et leur mobilité en forme de vrille est l'une des principales caractéristiques pour leur reconnaissance. De plus, elles possèdent un flagelle unique et polaire relativement étroit (0,2-0,5 µm) et font partie de la branche des Protéobactéries (Vandamme *et al.*, 1991).

III. 2.3 Habitat et réservoir

Les *Campylobacter* sont des commensaux du tube digestif des mammifères (et éventuellement génitaux chez les bovins pour certaines espèces de *Campylobacter fetus*

responsables d'avortements) et des oiseaux. Leur survie dans l'environnement est limitée et ils sont sensibles à l'air, au sec et à la chaleur.

Les volailles constituent le réservoir majeur des *Campylobacter* qui sont des hôtes réguliers du tube digestif et notamment des parties terminales tels que le caecum et l'iléum. Les rats et les oiseaux sont aussi impliqués pour être des vecteurs de *Campylobacter* (Chuma *et al.*, 2000).

III. 2.4 Transmission

Chez l'homme, la principale source des infections à *Campylobacter* est l'ingestion d'aliments contaminés et en particulier celle des viandes crues ou peu cuites et principalement la viande de volaille (Kapperud *et al.*, 1993). Les viandes de volaille ainsi que la consommation de produits avicoles et de viandes crues et le manque d'hygiène dans les cuisines sont souvent responsables de ces infections (Cardinale E., *et al.*, 2003 ; Mattick K., *et al.*, 2003). Au niveau de l'abattoir, la dissémination de ce germe est fréquente et est essentiellement liée à des contaminations croisées entre les carcasses (Zrelli S., 2003).

Les sources vectrices de *Campylobacter* sont donc diversifiées, bien que la viande de volaille crue ainsi que le lait restent les principales sources de contamination.

Chez l'animal, la transmission verticale semble peu probable (Van de Giessen *et al.*, 1996) mais il existe de nombreuses voies horizontales d'infection par *Campylobacter* des élevages de volailles comme la litière souillée, les rongeurs, les insectes (Bates *et al.*, 2004 ; Templeton *et al.*, 2006), les oiseaux (Hänninen M.L., 2004), les animaux domestiques (Javid M., Ahmed S., 2002), et la terre présente aux abords de ces élevages (Rivoal K., 2000).

Bien que de nombreuses interrogations sur les méthodes de transmission de *Campylobacter* au sein des élevages sont encore mal définies (Hiatt *et al.*, 2003), il demeure l'hypothèse que les matières fécales de ces animaux sont une source importante de transmission de *Campylobacter* et crée donc un risque supplémentaire pour la contamination des carcasses.

III. 2.5 Symptômes chez l'homme

Chez l'homme, les infections intestinales sont accompagnées de diarrhées banales, liées à une contamination digestive qui sont rencontrées avec *Campylobacter jejuni* et accessoirement *coli*. Les aliments en cause sont essentiellement les viandes de volailles (*jejuni*) et accessoirement de porc (*coli*). Les *Campylobacter* sont très certainement l'un des premiers, sinon le premier responsable des diarrhées dans le monde. Dans de rares cas l'infection à *C. jejuni* peut provoquer un syndrome grave : le syndrome de Guillain-Barre (Tam *et al.*, 2003).

III. 2.6 Diagnostic, traitement et prophylaxie

La recherche de *Campylobacter* se fait par coproculture. Il n'existe pas de traitement spécifique mais pour les cas les plus sévères les traitements utilisés sont des antibiotiques tels que l'érythromycine ou les fluoroquinolones afin de diminuer la durée des symptômes. Cependant, lors de la cuisson de la viande le traitement à la chaleur (60°C pendant 0,2-0,3 minutes) détruit aussi bien les *Salmonella* que les *Campylobacter* (Lake R., 2007).

III. 2.7 Sensibilité aux antibiotiques

Campylobacter jejuni et *Campylobacter coli* sont sensibles à de nombreuses familles d'antibiotiques. Cependant une résistance peut être acquise face aux macrolides, aminosides, tétracyclines et quinolones (Engberg *et al.*, 2001).

III. 2.8 Principaux caractères biochimiques des Campylobacter

Les *Campylobacter* possèdent une oxydase et n'utilisent aucun sucre comme source de carbone, réduisent les nitrates en nitrites et sont catalases négatives.

II^{ème} partie : Matériel et méthodes

I. Récolte des échantillons pour la recherche de *Salmonella* subsp. et *Campylobacter* spp.

I. 1 Echantillonnage

I. 1.1 Période impartie à l'étude

Le stage s'est déroulé du mois d'avril au mois de septembre 2007 ; le projet dans son intégralité est quant à lui prévu pour une durée de 36 mois. Le projet inclut l'étude d'une centaine d'élevages de volailles de type « industriel » ainsi que celle d'élevages de type « basse-cour ». Durant ces 5 mois, une vingtaine d'élevages de type industriels ainsi que quelques uns de type basse-cour auront fait l'objet de nos enquêtes.

La localisation des élevages sélectionnés au hasard par la filière, les dates d'abattages et les dates des premières visites nous sont communiquées par Avi-pôle pour les élevages de type industriel et par le GDS pour les « basses-cours ».

Dans chaque élevage, les informations relatives à la fois à la bande précédente et à la bande d'étude sont collectées

Lors de nos visites, nous expliquons aux éleveurs l'enjeu et l'intérêt du projet tout en insistant sur le fait que la confidentialité de nos questionnaires est assurée puisque chaque élevage identifié est rendu anonyme.

I. 1.2 Localisation des élevages

- élevage de type « industriel »

Les prélèvements ont été réalisés sur la globalité de l'île comme peut l'indiquer la carte ci-contre (figure 3) ou chaque lieu visité est mentionné ; au total ce sont plus de 6 000 km qui ont été parcourus afin de pouvoir se rendre sur les différents élevages.

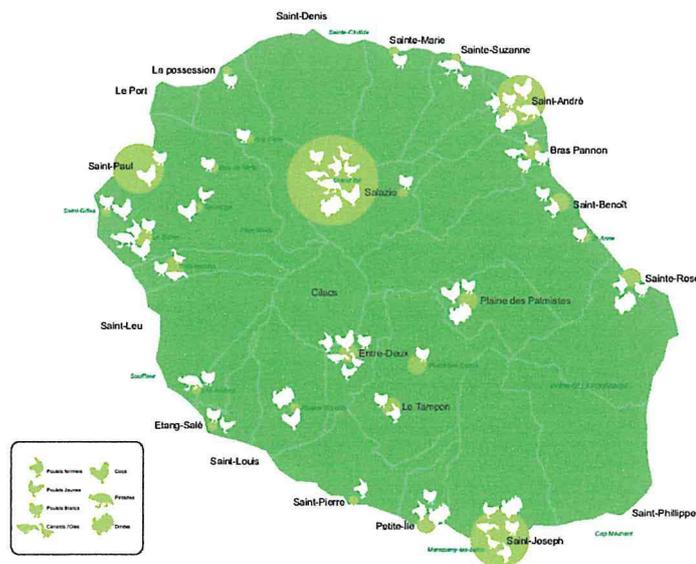


Figure 3 : localisation des élevages de type industriel à la Réunion

-élevage de type « basse-cour »

La carte illustrée sur la figure 4 met en évidence la localisation des élevages sentinelles de volailles ; la mise en place de ces visites n'a pu être organisée qu'à partir du mois de juillet pour des raisons de logistique.

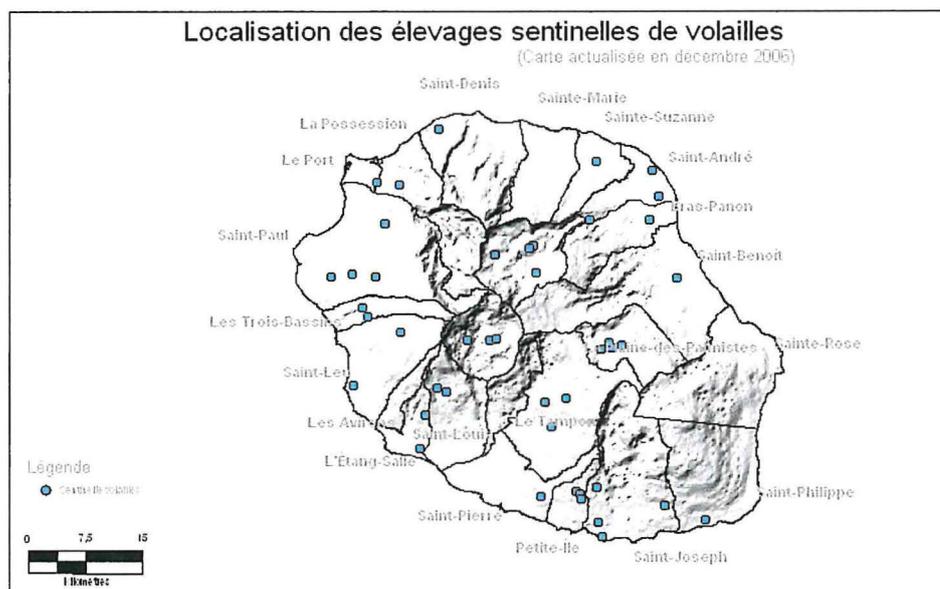


Figure 4 : localisation des élevages sentinelles de volailles à la Réunion

I. 1.3 Etude au niveau des élevages

Une seule bande a été étudiée par exploitation (pour des raisons statistiques). Les informations relatives à la localisation de la ferme et la date de mise en place des poussins sont transmises par Avi-pôle et par le GDS (groupement de défense sanitaire) pour la basse-cour. L'inclusion des poulaillers « bazarriers » et des petits poulaillers type basse-cour, dans l'étude, est intéressante dans le sens où elle permet d'avoir une vision globale de l'élevage avicole sur l'île et donc d'apporter des précisions sur la nature des souches circulantes.

Une présentation globale de l'étude a été entreprise avant le début de l'enquête pour expliquer les objectifs de celle-ci aux aviculteurs.

I. 1.4 Etude au niveau de l'Abattoir

La bande étudiée a été suivie au niveau de l'abattoir pour la détection de *Salmonella* subsp. et de *Campylobacter* spp.

I. 2 Récolte des données et enquêtes de terrains au niveau des élevages et de l'abattoir

Les échantillons sont récoltés à six stades différents au cours de la période d'élevage pour les élevages de type industriel et de basse-cour.

∞ La première visite a été effectuée sur la bande précédente à la fin de la période d'élevage (figure 5) avant le départ pour l'abattoir afin de déterminer son statut vis-à-vis de *Salmonella*. Au cours de cette visite, les échantillons prélevés sont des fientes fraîches (4 pools de 5 fientes) ainsi que des pédichiffonnettes récoltées de part et d'autre de l'intérieur du bâtiment. La méthode pour réaliser les prélèvements figure en annexe 2.



Figure 5 : Bande de poulets de chair à la fin de la période d'élevage dans un élevage industriel (photo de gauche) et de basse-cour (photo de droite).

∞ La deuxième visite a consisté à faire des prélèvements sur le lot abattu. Il s'agit de 50 caeca prélevés au hasard par l'abattoir (figure 6).



Figure 6 : Prélèvements des caeca à l'abattoir Crête d'Or Entreprise

∞ La troisième a eu lieu après les opérations de nettoyage et de désinfection, généralement le plus proche possible de la date d'entrée des poussins afin d'évaluer la présence potentielle des *Salmonella* résidentes. A l'occasion de cette visite, les prélèvements effectués pour déterminer la présence de *Salmonella* aux abords du bâtiment sont des pédichiffonnettes tandis qu'à l'intérieur sont prélevés des pédichiffonnettes ainsi qu'une chiffonnette sur les murs et le matériel et une seconde chiffonnette effectuée dans le SAS. Lors de cette visite, un questionnaire de type « semi-directif » permettant de noter les pratiques de nettoyage et de désinfection est soumis à l'éleveur (annexe 3).

∞ La quatrième visite a été effectuée en fin de bande d'étude. Il s'agit de prélever 4 pools de 5 fientes, une pédichiffonnette dans le poulailler, une sur les abords, une chiffonnette sur les murs et le matériel, une dans le sas propre, une dans le sas sale lorsqu'il existe et des ténébrions. De même que pour la visite 3, un questionnaire concernant les caractéristiques de l'exploitation et les pratiques de l'élevage est soumis à l'éleveur (annexe 4). Les questionnaires ont été pré-testés dans une étude préliminaire.

∞ De même que pour la seconde visite, la 5^{ème} visite a consisté à prélever 50 caeca à l'abattoir sur le lot d'étude.

∞ Pour la sixième et dernière visite, les prélèvements ont été des chiffonnettes effectuées par l'éleveur sur : le camion du provendier, le camion du couvoir, le camion d'enlèvement et la voiture du technicien. Il est aussi demandé à l'éleveur et dans la mesure du possible de conserver les rats et éventuellement les oiseaux sauvages au congélateur pour autopsie et analyse.

Les informations recueillies lors des enquêtes réalisées en visite 3 (questionnaire relatif aux pratiques de nettoyage et de désinfection) et de la visite 4 (questionnaire de type « semi directif » concernant les caractéristiques de l'exploitation et les pratiques de l'élevage) ainsi que les résultats de la présence de *Salmonella* et de *Campylobacter* par visite réalisée sont rentrés dans une base de données de type Access. Cette table servira de base pour les analyses statistiques ultérieures notamment pour la mise en évidence des pratiques de gestion des éleveurs de poulets de chair à la Réunion et l'identification de l'origine des épidémies.

II. Analyses microbiologiques pour l'isolement, l'identification de *Salmonella* subsp. et de *Campylobacter* spp.

L'isolement, et l'identification de *Salmonella* et de *Campylobacter* suivent respectivement la procédure de la norme ISO 6579 et de la norme ISO 10272 :1995 /Cor2 :1997. Quant au sérotypage de *Salmonella*, la procédure est celle qui est recommandée par l'AFNOR NF U 47-100.

II. 1 Analyses microbiologiques pour l'isolement et l'identification de *Salmonella*

La recherche de *Salmonella* dans les fientes et autres échantillons nécessite quatre phases successives.

Les *Salmonella* peuvent en effet être présentes en petit nombre et sont souvent accompagnées d'un nombre beaucoup plus grand d'autres microorganismes appartenant à la même famille des *Enterobacteriaceae*. En conséquence, un enrichissement sélectif est nécessaire précédé d'un pré-enrichissement afin de pouvoir rechercher les *Salmonella* ayant subi une altération :

- **le pré-enrichissement** dans un milieu liquide non sélectif (Eau Peptonée Tamponnée) est suivi d'une incubation de 20 h dans une étuve à 37 °C.

- **l'enrichissement**, réalisé sur un milieu sélectif semi- solide.

L'ensemencement se fait sur du milieu Rappaport vassiliadis modifié et d'un bouillon Mueller Kauffman au Tetrionate / Novobiocine.

L'incubation du bouillon RVS est réalisée à 42°C pendant 24h et celle du bouillon MKTTn à 37°C pendant 24h.

- **l'isolement et l'identification** des *Salmonella* sont réalisés à partir des cultures obtenues précédemment par ensemencement sur trois milieux sélectifs solides : le milieu Hektoen, le milieu XLD et le milieu SS. Les deux milieux sont ensuite incubés 24 h à 37 °C puis les boîtes sont examinées afin de rechercher la présence des colonies susceptibles ou non d'être des *Salmonella* (figure 7).

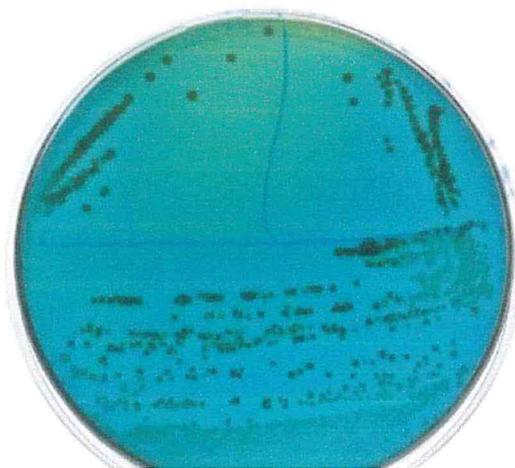


Figure 7 : Isolement des *Salmonella* sur milieu Hektoen

- la confirmation de l'identité des colonies sélectionnées

Lorsqu'il s'avère nécessaire, les colonies présumées être des *Salmonella* sont ré-isolées de novo. L'identité des colonies sélectionnées est confirmée par une série de tests biochimiques et sérologiques adaptés (Kligler, Simmons, urée, indole, ONPG, mannitol mobilité, catalase, oxydase).

Le schéma du mode opératoire pour l'isolement et la détection de *Salmonella* est résumé en annexe 5.

Les tests décrits ci-dessous permettent de mettre en évidence les caractères biochimiques caractéristiques pour la mise en évidence de *Salmonella* (figure 8) :

∞ Le test de Kligler permet la recherche simultanée du lactose, du glucose, de la production de gaz, d'H₂S et de la β-galactosidase pour les bactéries lactose -.

∞ Le test de Simmons permet de voir si le citrate est utilisé comme source de carbone (le virage au bleu indique que la source est citrate de Simmons +).

∞ Le test à l'urée met en évidence la présence d'uréase. La couleur du milieu reste inchangée pour les souches suspectes, et sont dites uréase négative (non productrices d'uréase). Dans le cas contraire, il vire au rose. Pour la mise en évidence de la production d'indole, quelques gouttes du réactif de Kovacs sont ajoutées dans les tubes du milieu urée-indole. La dégradation du tryptophane est marquée par l'apparition d'un anneau jaune, pour les *Salmonella* qui sont dites indole négative. Dans le cas contraire, nous avons un anneau rouge.

∞ Le milieu mannitol de mobilité est utilisé pour l'identification des entérobactéries dont les coliformes et permet de rechercher la mobilité, l'utilisation du mannitol et la réduction des nitrates en nitrites par ces germes.

∞ Le test ONPG est indispensable à l'étude de dégradation du lactose chez les entérobactéries ; c'est le cas lorsque la pente du milieu Kligler est rouge à 24 heures.

Pour les bactéries qui hydrolysent le lactose il faut qu'elles possèdent deux enzymes :

-une β galactoside perméase membranaire permettant la pénétration du lactose dans la cellule,

-une β galactosidase catalysant l'hydrolyse du lactose en galactose et glucose (Delarras C., 2007).

Les bactéries lactose + possèdent la β galactosidase et sont toujours ONPG +. Les bactéries lactose - sont :

- ONPG - : elles ne possèdent pas d'ONPG hydrolase
- ONPG + : elles possèdent soit une β galactosidase mais pas de β galactosidase perméase et ne peuvent pas dégrader le lactose, soit une ONPG Hydrolase autre qu'une β galactosidase.



Figure 8 : Tests biochimiques caractéristiques pour l'identification des *Salmonella* (Kligler, Simmons, mannitol mobilité, urée indole et ONPG).

Enfin cette série de tests est confirmée par une plaque « Rapid-ONE » qui permet de confirmer les caractères biochimiques des *Salmonella* (figure 9).

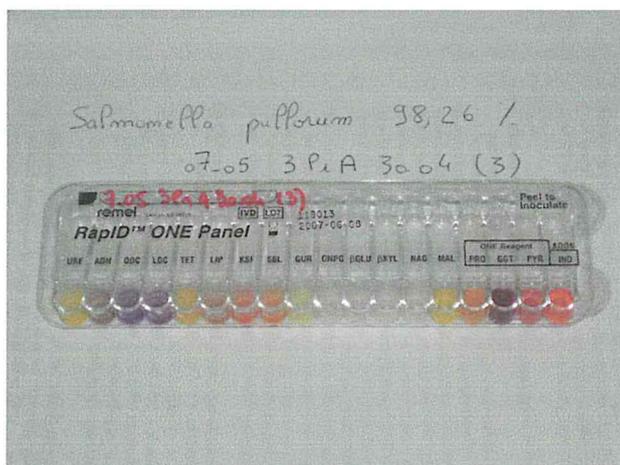


Figure 9 : Plaque « Rapid ONE »

II. 2 Analyses microbiologiques pour l'isolement et l'identification de *Campylobacter* spp.

La recherche de *Campylobacter* est réalisée dans les fientes (visite 1 et 4) et dans les caeca (visite 2 et 5). Elle nécessite en principe une phase d'enrichissement en milieu liquide puis une phase d'isolement et d'identification (annexe 6). Cependant, dans notre étude la phase d'enrichissement avec du bouillon Preston ne fut pas réalisée car jugée non nécessaire. Nous avons préféré réaliser des isolements directs supprimant alors la phase d'incubation de 20h à 42°C afin de diminuer ainsi les contaminations possibles qui pouvaient s'y développer (et nous l'avons vérifié !!).

- L'isolement et l'identification

A partir des fientes ou des caeca mis en solution avec de l'eau peptonnée (EPT), les milieux sélectifs solides, Butzler et Karmali sont ensemencés à l'aide d'une oese. Les deux milieux sont ensuite mis à incuber à 42°C en atmosphère micro aérophile (5% d'O₂ et par exemple 10% de dioxyde de carbone et 85% d'azote). L'examen des boîtes est réalisé 24h après.

- Confirmation des colonies

La détection de *Campylobacter* (figure 10) est confirmée par la réalisation d'un état frais et une coloration de Gram puis les souches sont conservées au surgélateur à -80°C par le LVD afin d'être par la suite typées (par PCR).



Figure 10 : *Campylobacter* isolé sur milieu Karmali

III. Réalisation des antibiogrammes pour *Salmonella* subsp. et *Campylobacter* spp.

III. 1 Définition

L'antibiogramme de diffusion permet de déterminer la sensibilité des bactéries vis-à-vis d'un panel d'antibiotiques et détermine la Concentration Minimale Inhibitrice (CMI) d'une souche bactérienne vis-à-vis des antibiotiques.

La CMI est la plus faible concentration d'antibiotique capable de provoquer une inhibition complète de la croissance d'une bactérie donnée après une période d'incubation définie (O.M.S).

III. 2 Technique de l'antibiogramme : méthode de diffusion

L'utilisation de la méthode par diffusion des disques imprégnés d'antibiotiques et la mesure des diamètres est réalisée selon la méthode de Kirby Bauer, méthode recommandée par l'OMS permettant d'évaluer la résistance et la sensibilité de chaque antibiotique. En milieu solide, l'antibiotique sous forme de disques de papier buvard imprégné des antibiotiques à tester sont incorporés sur un milieu gélosé d'agar Hinton (BioMérieux) pour *Salmonella* et d'une gélose enrichie à 5 % de sang de cheval pour *Campylobacter*. Après une incubation de 24h à 37°C pour *Salmonella* et de 48h à 42°C pour *Campylobacter* dans une atmosphère en micro-aérophilie, les disques sont entourés de zones d'inhibition circulaires correspondant à une absence de culture (figure 11).

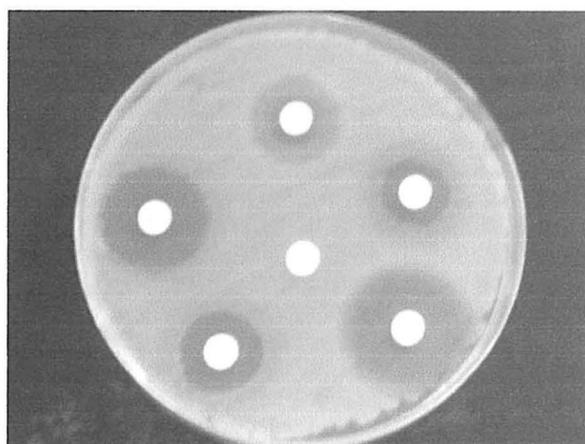


Figure 11 : Antibiogramme sur gélose Hinton

Les diamètres critiques des souches bactériennes (tableau 3) nous permettent de déterminer la sensibilité vis-à-vis d'un panel d'antibiotiques : tétracycline (TE), la gentamicine (CN 15), le triméthoprime (SXT 25), la cefalotine (KF 30), les quinolones (acide nalidixique NA 30 et ciprofloxacine CIP 5), l'ampicilline (AMC 30), l'amoxicilline (AML 25), les macrolides (erythromicine E 15), le chloramphenicol C 30 et la streptomycine S10.

Tableau 3 : Concentrations, et diamètres critiques pour *Salmonella* et *Campylobacter*

	Antibiotiques	Charge du disque (µg)	Diamètres critiques (mg/L)	
			S	R
Aminoglycosides	Streptomycine	10	≥15	<13
	Gentamicine	15	≥16	<14
Cephalosporin (1 ^{ère} génération)	Céfalotine	30	≥18	<12
Phenicol	Chloramphénicol	30	≥23	<19
β lactamase inhibitor	Amoxiciline / ac. Clavulanique	30	≥21	<14
	Amoxicilline	25	≥21	<14
	Erythromycine	15	≥22	<17
Folate pathway inhibitor	Triméthoprimé/ Sulphaméthoxazole	25	≥16	<10
Tetracycline	Tétracycline	30	≥19	<17
Quinolones	Acide nalidixique (quinolone)	30	≥20	<15
	Ciprofloxacine (fluoroquinolone)	5	≥22	<19

IV. Traitement des données

IV.1 Analyses statistiques

- Prévalence

Pour les calculs de prévalence, il sera pris en compte comme unité d'observation la bande (le lot) qui est déclarée infectée si au moins un prélèvement s'avère positif. C'est une variable dichotomique : infectée ou non infectée.

- Test du χ^2

Une procédure en deux étapes sera utilisée pour évaluer l'association entre les variables explicatives et le statut "infection par *Salmonella*" de la bande.

IV.2 Méthode pour traiter les données d'enquête : l'Analyse Factorielle des Correspondances Multiples (AFCM)

Afin de pouvoir faire des regroupements de pratiques justifiant la présence ou l'absence de *Salmonella* et de *Campylobacter*, nous utiliserons l'AFCM. C'est une généralisation de l'AFC pour l'étude de plus de deux variables qualitatives dont la méthode s'avère très adaptée pour les tableaux issus d'enquêtes. L'AFCM est une analyse factorielle qui cherche à rendre compte de ce qui distingue les éleveurs. Nous retiendrons les variables qui pèsent le plus dans l'explication des facteurs (CTR / variable).

IV.3 Méthode automatique de classification : la Classification Hiérarchique Ascendante (CAH)

Le principe de la CAH est de grouper les éleveurs, dans notre cas, selon leur ressemblance sur leur mode de pratique afin d'obtenir des partitions successives représentées graphiquement sous forme de dendrogramme ou arbre hiérarchique.

3^{ème} partie : Résultats et discussion

I. Résultats

I.1 Prévalence constatée de *Salmonella* subsp. dans les élevages

La prévalence totale constatée sur les 21 élevages étudiés à ce jour est de **62%** sachant que l'élevage est considéré positif dès lors qu'un seul et unique échantillon est constaté positif. En effet sur les 21 élevages étudiés, toutes bandes confondues, 13 ont été déclarés au moins une fois positif à *Salmonella* subsp.

I. 1.1 Prévalence par visite

A l'heure actuelle 12 élevages sur les 21 en cours ont fait l'objet de l'intégralité des prélèvements et des confirmations des analyses effectuées à l'issue des 6 visites.

La prévalence de *Salmonella* subsp. a été calculée en rapportant les élevages déclarés positifs à *Salmonella* subsp. ramenés au nombre d'élevages totaux réalisés lors des visites respectives décrites précédemment (figure 12). La prévalence est ainsi de 33 % en pré-abattage du lot étudié, de 8% lors de l'abattage et de 17 % pour les véhicules (camions d'aliments, camions de poussins et voitures des techniciens du groupement).

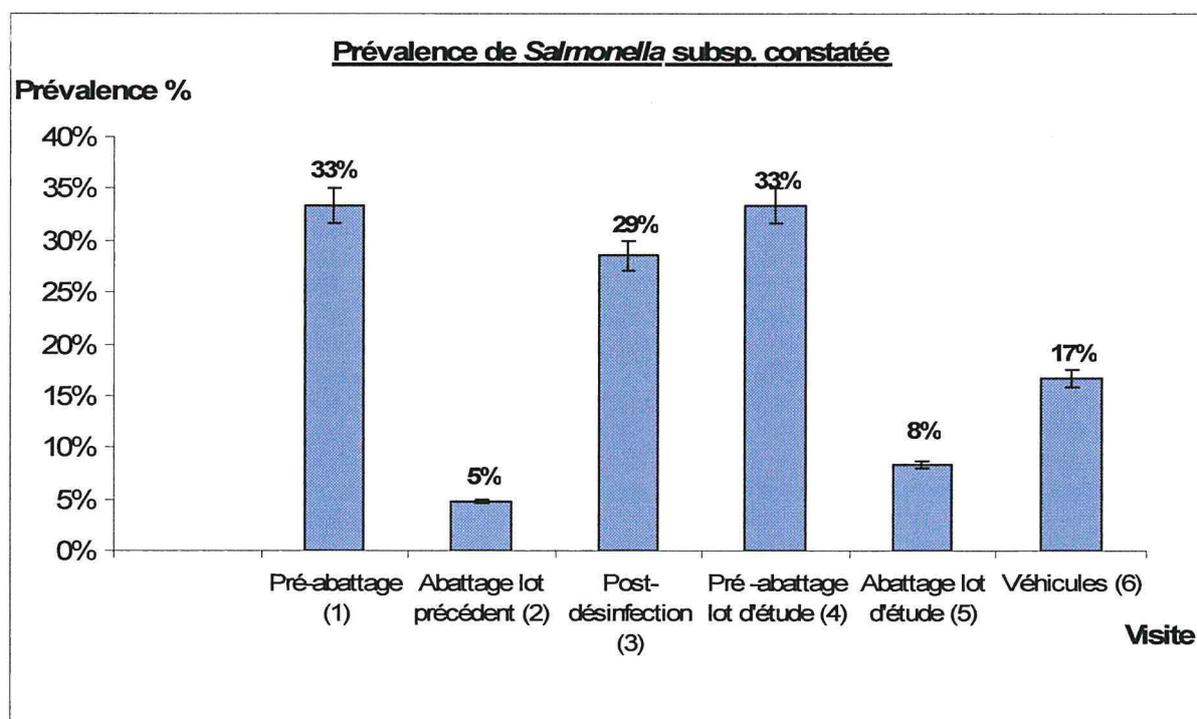


Figure 12 : Estimation de la prévalence de *Salmonella* subsp. constatée par visite dans les élevages de poulets de chair à la Réunion

I. 1.2 Prévalence par bande

- Bande précédente

La prévalence sur la bande précédente est de **50 %** pour les 12 premiers élevages étudiés. Le sérotype majeur identifié est Virchow à 42%, dont 33% trouvés dans les pédichiffonnettes effectués sur le sol à l'intérieur du bâtiment. Le tableau 4 répertorie les sérotypes des échantillons positifs à *Salmonella* sur la bande précédente.

Tableau 4 : Sérotypes identifiés de la bande précédente et par échantillons

Bande Précédente	Enteritidis	Infantis	Hadar	Typhimurium	Virchow	Aucun des 5
3					fientes	
4			fientes			-pedichiffonnette sol
11					- pedichiffonnette sol	
12					- pedichiffonnette sol	
13					- pedichiffonnette sol	-pedichiffonnette sol - fientes
14					- pedichiffonnette sol	

- Bande étudiée

Sur les bandes étudiées, la prévalence est de **42%** sur les 12 élevages ayant fait l'objet de la totalité de nos investigations. Les sérotypes identifiés par échantillons et par bande lors de ces visites figurent dans le tableau ci-dessous (tableau 5). Le sérotype prédominant est Virchow retrouvés dans les pédichiffonnettes du sol et des abords mais également sur les chiffonnettes effectuées dans le sas et sur le mur/matériel.

Tableau 5 : Sérotypes identifiés par échantillons des bandes d'étude positive

Bande étudiée	Enteritidis	Infantis	Hadar	Typhimurium	Virchow	Aucun des 5
3						- pedichiffonnette abord
7						- pedichiffonnette sol
11					- pedichiffonnette sol - chiffonnette sas	
13					- pedichiffonnette sol - chiffonnette Mur/matériel	
15					- pedichiffonnette abord	

On constate une diminution de prévalence de 8% entre la bande précédente et la bande d'étude pour les 12 mêmes premiers élevages de l'étude visités dans leur intégralité.

I. 1.3 Sérotypes identifiés par visite

Les sérotypes majeurs identifiés présents à la Réunion sont essentiellement Virchow et les sérovars non identifiés à ce jour par le LVD, qui ne font pas parti des 5 recommandés dans la législation. Parmi les élevages positifs, *Salmonella* est présent dans 32 échantillons. On constate que *Salmonella* Virchow est présent à la fois en pré- abattage de la bande précédente mais également de la bande d'étude, ainsi qu'au niveau de l'abattage, en post désinfection et dans les véhicules (figure 13). Virchow est donc le sérotype majeur identifié à la Réunion, présent à 42% parmi nos échantillons positifs récoltés à ce jour.

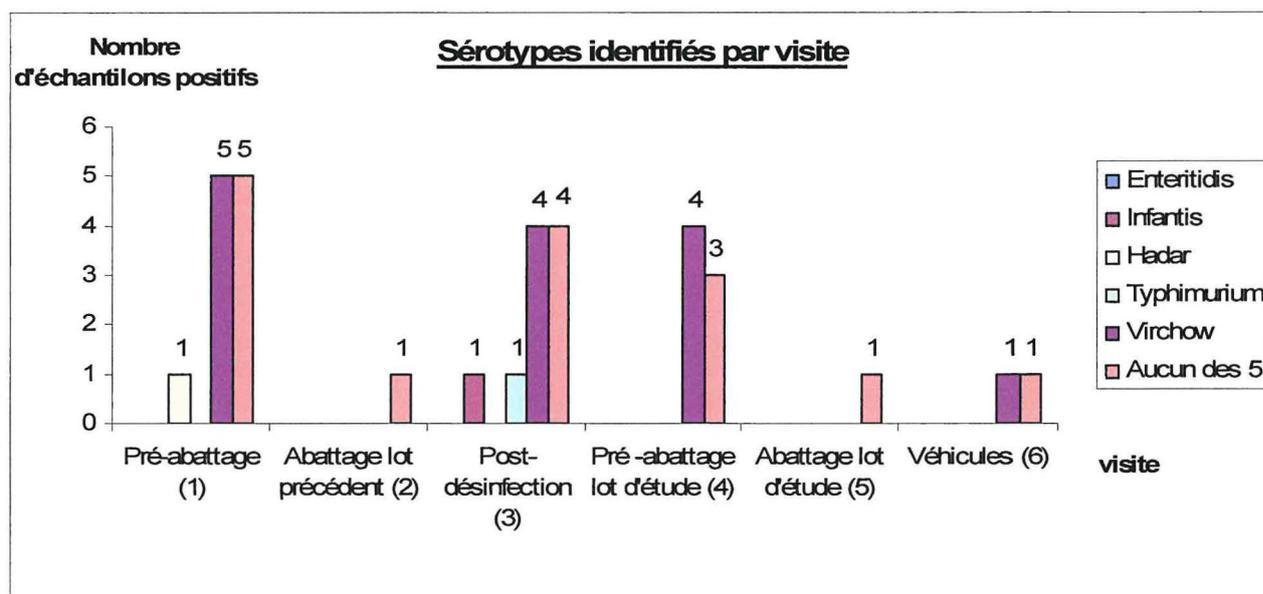


Figure 13 : Identification des sérotypes des échantillons positifs dans les élevages déclarés positifs

I.2 Prévalence de *Campylobacter* spp.

La prévalence totale pour les 21 élevages, toutes visites confondues, est de **90%**.

I. 2.1 Prévalence par visite

La prévalence de *Campylobacter* sur la bande précédente est de **62 %** sur les 21 premiers élevages. Elle est de **58 %** sur la bande étudiée pour laquelle 12 élevages ont été pris en compte comme pour *Salmonella* puisque les visites 4 (pré abattage du lot d'étude) et 5 (abattage du lot d'étude) n'ont pas encore été réalisées à ce jour (figure 14).

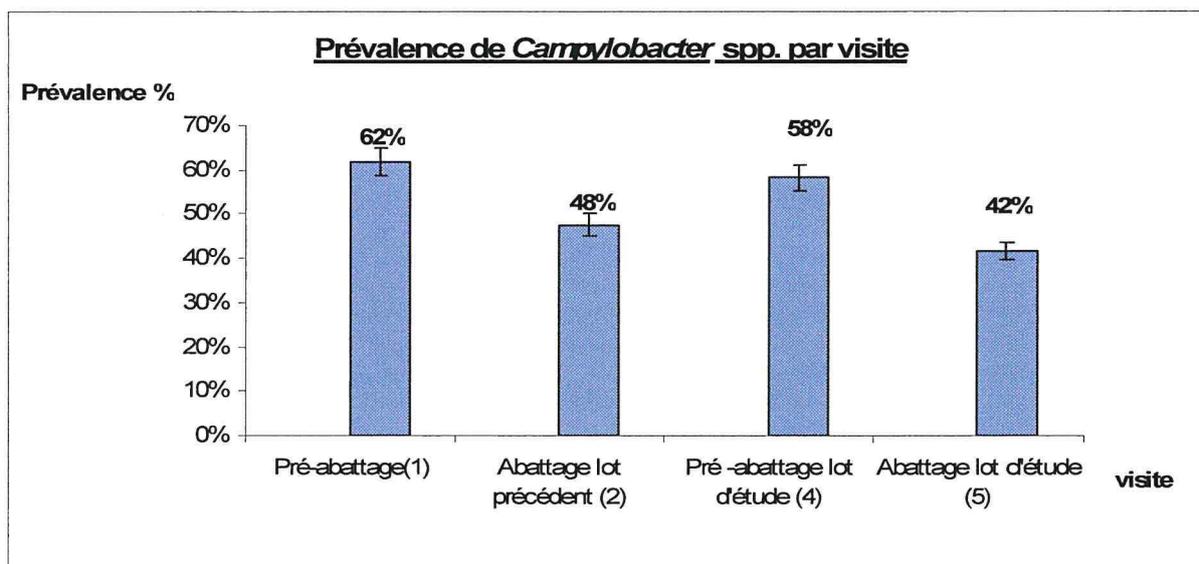


Figure 14 : Prévalence de *Campylobacter* spp.

I. 2.2 Prévalence par bande précédente versus bande étudiée

A titre de comparaison pour comparer les 12 premiers élevages entre eux comme nous l'avons fait pour *Salmonella*, la prévalence sur la bande précédente en pré-abattage dans les fientes est de 66% et de 58% dans les caeca à l'abattage.

Sur la bande étudiée, la prévalence reste de 58% en pré-abattage et de 42 % lors de l'abattage.

I.3 Identification de certaines pratiques à risque dans l'infection à *Salmonella* subsp. et *Campylobacter* spp.

I. 3.1 Résultats de l'analyse du χ^2

D'après les résultats de l'analyse du χ^2 , certaines variables sont associées à la présence de *Salmonella*. Ainsi la surface de l'exploitation, la présence d'abords sales, l'absence de pièges pour les rats, la présence d'autres volailles, le non traitement de l'eau ainsi que l'absence d'un lavabo fonctionnel et la présence des *Salmonella* en visite 3 sont liées avec la présence de *Salmonella* sur notre bande étudiée.

Pour *Campylobacter*, les variables associées sont la présence d'animaux domestiques et la proximité d'autres fermes.

I. 3.2 AFCM et CAH

D'après le diagramme des valeurs propres nous retenons deux axes significatifs. Le plan factoriel F1-F2 des modalités permet de distinguer 3 groupes associant différentes pratiques justifiant la présence ou non de *Salmonella* (annexe 7).

Cependant aucune distinction n'a été faite pour la mise en évidence de *Campylobacter* car les modalités observées sont proches de l'origine et n'apportent pas d'information quant à la distinction de pratiques différentes pour la mise en évidence de *Campylobacter*.

Pour *Salmonella* nous distinguons donc 3 groupes d'éleveurs associés respectivement à un ensemble de pratiques.

L'ensemble de pratiques concernant le groupe associé à l'absence de *Salmonella* sur la bande étudiée est : la présence d'abords propres, l'accès fermé de l'exploitation, la présence de l'accès bétonné, ainsi que d'une rampe bétonnée pour le chargement, l'absence de

productions végétales concomitantes à l'exploitation, et la propreté des vêtements et des chaussures.

Le deuxième groupe associé à la présence de *Salmonella* présente : des abords sales, l'accès ouvert de l'exploitation non délimité par une barrière physique, l'absence de pièges à l'extérieur pour les rongeurs, et l'état sale des vêtements et des chaussures.

Un troisième groupe, constitué uniquement de deux éleveurs dont les résultats à *Salmonella* sont négatifs sur le lot étudié. Les pratiques associées concernent l'absence de désinfection des circuits d'eau et l'absence de fermes dans un rayon de 500m.

L'arbre hiérarchique figurant en annexe 7 permet de distinguer nos 3 groupes d'éleveurs identifiés.

I.4 Résistance des *Salmonella* subsp. et de *Campylobacter* spp vis-à-vis des antibiotiques

I. 4.1 *Salmonella* subsp

Les *Salmonella*, tous sérotypes confondus, présentent une sensibilité pour la plupart des antibiotiques testés hormis pour 3 d'entre eux. 57 % des souches sont résistantes aux tétracyclines (TE), 94 % de résistance pour l'érythromicine et 51 % pour la streptomycine (figure 15).

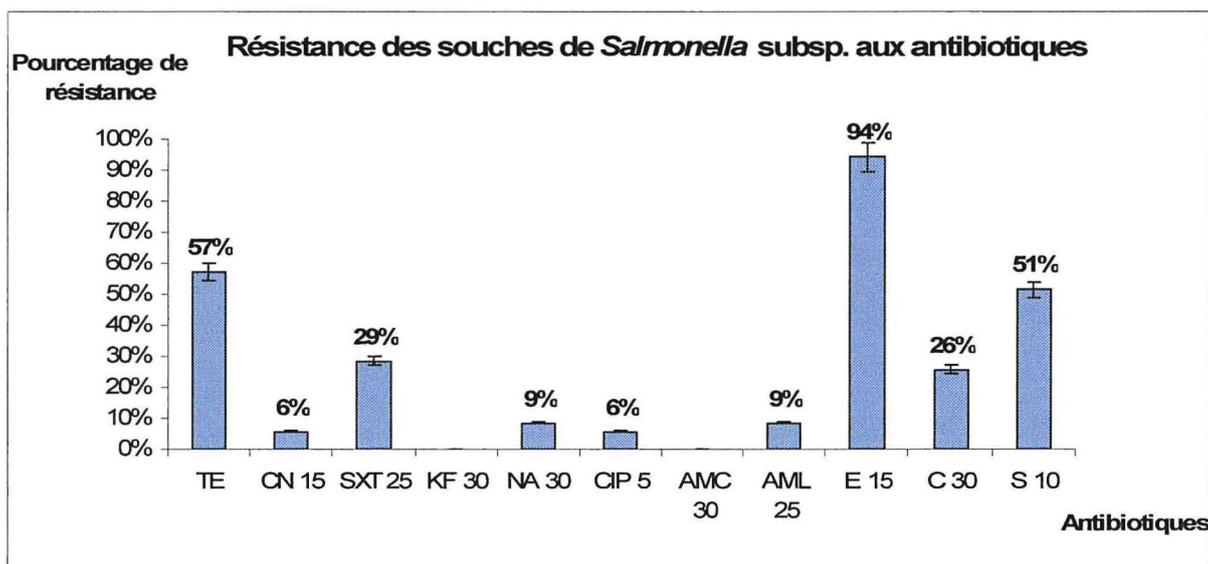


Figure 15 : Pourcentage de résistance des souches de *Salmonella* subsp vis-à-vis des antibiotiques

- Exemple de caractères de résistance pour *Salmonella* Virchow (figure 16)

S. Virchow, sérotype majeur identifié à la Réunion présente une résistance importante aux quinolones (acide nalidixique NA 30) mais également à l'érythromycine (E 15) pour laquelle 94% des souches sont résistantes.

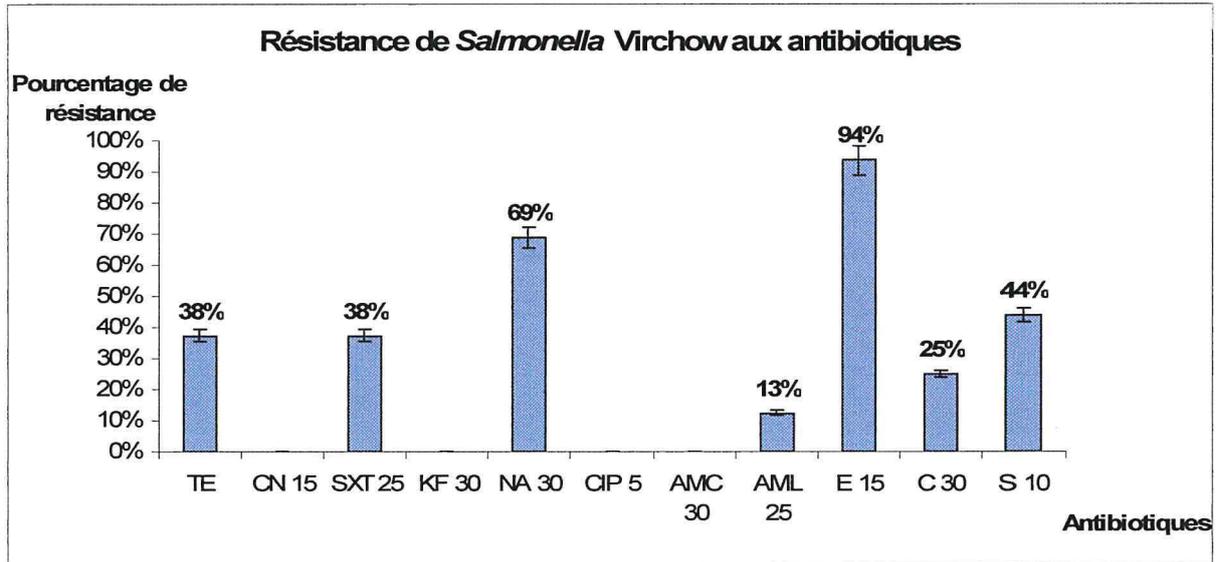


Figure 16 : Résistance de *Salmonella* Virchow aux antibiotiques

I. 4.2 *Campylobacter* spp.

Sur les 8 antibiotiques testés, les souches de *Campylobacter* spp. sont résistantes pour 62 % d'entre eux : 90 % des souches sont résistantes à la tétracycline (TE), 60% aux quinolones (NA 30), 62 % à l'érythromicine (E 15) et 60 % à la streptomycine (figure 17).

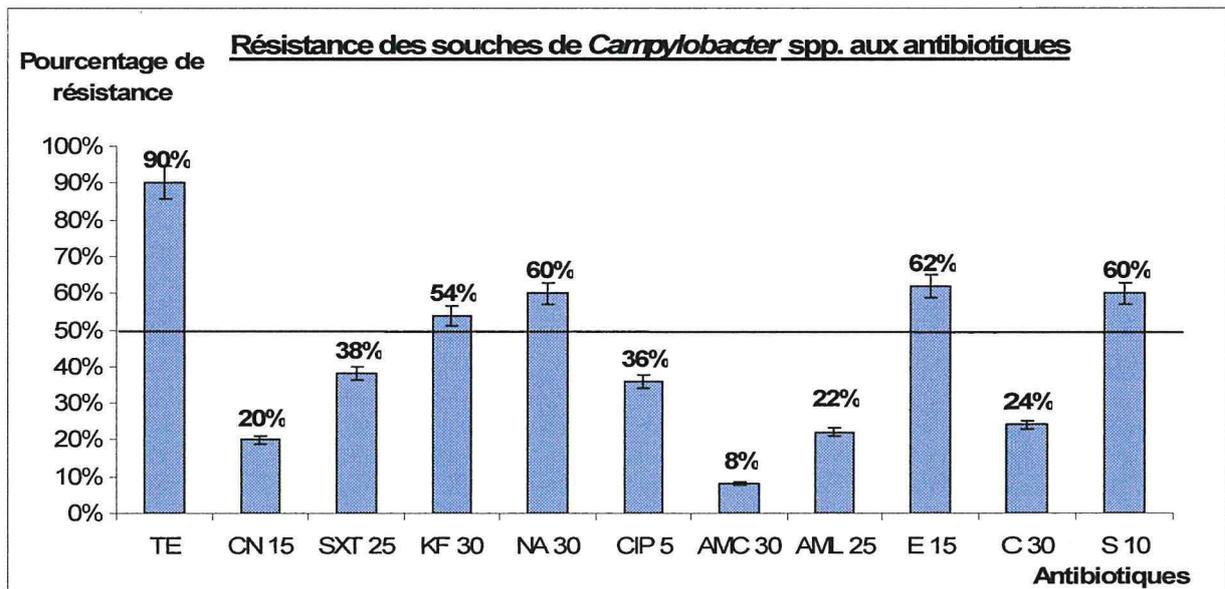


Figure 17 : Pourcentage de résistance des souches de *Campylobacter* spp vis-à-vis des antibiotiques

I. 4.3 Phénotype de résistance pour *Salmonella* subsp.

D'après les phénotypes de résistance on constate que des souches sont uniquement résistantes à une association d'antibiotiques ou le plus souvent reste présent la tétracycline (tableau 6). 14 % des souches témoignent également d'une résistance à une famille de 6 antibiotiques.

Tableau 6 : Phénotype de résistance des souches de *Salmonella* subsp. selon leur résistance aux antibiotiques

Phénotype de résistance	<i>Salmonella</i> subsp. n=35
TE	20 (57 %)
TE E15	3 (8%)
TE S10	3 (8%)
TE E15 S10	4 (11%)
TE NA30 CIP5 E15 S10	3 (8%)
TE SXT25 NA E15 C30 S10	5(14%)

TE=Tétracycline ; NA 30= Acide nalidixique (quinolone) ; E 15= érythromycine ; S 10= streptomycine ; KF 30 = céfalotine ; SXT 25= triméthoprim; CIP 5= Ciprofloxacine

II. Discussion

- La prévalence de 62 % déterminée sur les élevages est importante mais reste cohérente avec d'autres résultats d'études antérieures. En effet, dans les pays développés, la prévalence de *Salmonella* est variable : 76.9 % au Canada (Chambers *et al.*, 1998) ; 69,8 % en France (Rose *et al.*, 1999) ; 41,3 % en Turquie (Carli *et al.*, 2001) et 25 % au Danemark (Chadfield *et al.*, 2001).

En revanche, il faut bien noter que c'est bien une approche de la prévalence qui a été faite et l'exactitude exacte de celle-ci ne pourra être définie qu'à la fin du projet lorsque tous les élevages auront été étudiés. Cependant, d'après ces résultats quelques points sont à noter. Nous remarquerons que la différence de prévalence entre le pré-abattage et l'abattage de notre lot d'étude est assez importante passant de 33 % à 8 % et qu'il n'y a pas de raison d'avoir un tel écart. A cela quelques explications sont plausibles :

- la sensibilité de détection de *Salmonella* subsp. est peut être plus faible sur les caeca qu'à partir des prélèvements réalisés dans l'environnement en pré-abattage.

- la quantité de caeca prélevée est insuffisante. En effet, la quantité de caeca prélevée devrait être fonction de la taille du lot car la prévalence individuelle intra-lot est peut être assez faible.

- en pré-abattage et post désinfection où la prévalence est similaire (29% et 33% respectivement), les *Salmonella* que l'on détecte pourraient être des *Salmonella* résidentes dans l'environnement et ne correspondraient pas forcément à des *Salmonella* excrétées par le lot que l'on étudie. Cette hypothèse pourrait expliquer la similitude des résultats obtenus après les processus de nettoyage et désinfection avec le pré-abattage du lot. Le taux important de *Salmonella* lors de la visite 3 pourrait remettre également en question l'efficacité de la désinfection.

- la dernière hypothèse que l'on peut émettre concerne la méthode employée par l'expérimentateur pour identifier les *Salmonella* dans les caeca.

En ce qui concerne, la prévalence de *Campylobacter* spp., elle est également en adéquation avec d'autres résultats trouvés dans le monde. Elle est de 46% en Allemagne, 46% au Japon et de 73 à 100% aux Etats-Unis. Cependant il faudra dans la continuité du projet, typer les souches de *Campylobacter* afin de pouvoir déterminer l'espèce majeure présente à la Réunion.

De plus, outre l'impact sur la santé publique, des problèmes économiques en découlent. Ainsi aux Etats-Unis par exemple, les coûts annuels des salmonelloses ont une valeur comprise entre 400 et 3,5 milliards US\$ pour la totalité de l'économie américaine. Ces chiffres établis par des économistes tiennent à la fois compte des coûts médicaux et des pertes de productivité (Sarwari *et al.*, 2001).

Le challenge actuel est d'offrir aux consommateurs des produits d'une qualité irréprochable et pour cela il faut axer l'étude sur la maîtrise des risques d'infection et de contamination par *Salmonella*.

- Afin d'empêcher l'infection des volailles à *Salmonella* et *Campylobacter* et la contamination des produits qui en sont issus, il est important de contrôler et de maîtriser les risques tout au long de la chaîne de production.

De nombreuses voies d'infection sont possibles dont les conditions d'élevage qui représentent un point clef dans le contrôle des *Salmonella* (Bailey *et al.*, 2001). Dans notre cas, ce sont essentiellement des facteurs sur les pratiques d'hygiène qui ont été identifiées (entretien des abords ainsi que la présence de tenues vestimentaires propres). Le manque d'hygiène et l'entretien des abords sont les facteurs prépondérants d'infection des volailles par *Salmonella* en pré-abattage. Il faut également veiller à lutter contre les rongeurs, réservoirs et vecteurs potentiels de *Salmonella*, en disposant entre autre des pièges à l'extérieur du bâtiment.

Cependant, d'autres voies d'infection des élevages existent par contact direct avec des oiseaux infectés avec ou sans signes cliniques, par contamination d'aliments ou d'eau infectée et au travers de l'environnement (White P.L., 1997). D'autres pratiques à risque pourront donc être mises en évidence lorsque notre échantillonnage regroupera les informations de la totalité des éleveurs présents à la Réunion.

Il est essentiel cependant de remarquer que l'analyse des facteurs de risque d'infection de *Salmonella* et de *Campylobacter* dans les élevages est basée sur des questionnaires semi-directs. Certaines pratiques d'hygiène sur les processus de nettoyage et désinfection ainsi que sur la gestion de l'exploitation sont donc à nuancer et à prendre avec précaution puisque la certitude des réponses est fonction de l'honnêteté et de la véracité des propos qu'il est impossible de vérifier.

Un autre point clé de l'étude est la présence de caractères de résistance aux antibiotiques de *Salmonella* subsp. et *Campylobacter* spp. Certaines résistances ont déjà été montrées comme la résistance des *Salmonella* aux tétracyclines qui est classique (Boyd D.A., *et al.*, 2001) ou celle de *Campylobacter* pour les quinolones. (Cardinale E., *et al.*, 2002 ; Cardinale E., *et al.*, 2003). La résistance à ces deux antibiotiques serait liée à des mutations chromosomiques et à l'acquisition de gènes de résistance qui se pourrait être acquise chez *Campylobacter* (Aarestrup Franck M., 2001).

Les phénomènes de résistance ont émergé depuis l'utilisation chez les animaux d'antibiotiques entrant dans la chaîne alimentaire (Saenz Y., 2000) ou bien du fait d'une utilisation intempestive de probiotiques.

En effet, la résistance aux antibiotiques communs à l'homme et à l'animal est un phénomène qu'il est nécessaire de surveiller car elle peut être transmise de l'animal à l'homme via la chaîne alimentaire (Pezzoti G., *et al.*, 2003) où il est difficile d'évaluer avec précision le risque posé à la santé humaine (Phillips I., *et al.*, 2004).

Dans les années 80, par exemple, l'utilisation des fluoroquinolones était un traitement efficace contre les pathogènes responsables d'infections intestinales. Pour les espèces thermophiles telles que pour *Campylobacter* et les autres bactéries de la famille des *Enterobacteriaceae*, l'utilisation des fluoroquinolones présentait une bonne activité (Wistrom J., 1995). En effet les patients atteints de diarrhées aiguës, traités aux fluoroquinolones témoignaient une bonne réponse clinique (Piddock, 1995). Cependant, l'augmentation de la résistance des bactéries

aux fluoroquinolones et aux macrolides ne cesse de progresser (Engberg J., 2001) et est donc un échec à tout traitement thérapeutique.

A l'heure actuelle, il n'existe aucune alternative aux antibiotiques et la résistance de ces derniers est considérée comme le problème majeur d'après l'OMS après celui des maladies émergentes.

Il faut donc contrôler avec efficacité les infections à *Salmonella* dans les exploitations avicoles, en respectant les bonnes pratiques en matière d'élevage et d'hygiène (notamment dans tous les domaines concernant l'alimentation, les volailles, la gestion, le nettoyage et la désinfection, le contrôle des rongeurs, etc.) ainsi que tester les cheptels et éliminer du circuit de production ceux dont les résultats sont positifs.

- Perspectives

Ce stage s'inscrit dans le cadre d'un projet à plus long terme qui permettra d'approfondir le travail effectué pendant ces 5 mois. Les objectifs consisteront à :

- (i) identifier les risques majeurs d'infection au niveau des élevages et de contamination au niveau de l'abattoir et de l'atelier de transformation par les germes entéropathogènes : *Salmonella* et *Campylobacter* ;
- (ii) identifier l'origine des sources infectieuses ;
- (iii) estimer l'impact sur le consommateur.

Ce projet permettra donc d'identifier quels sont les risques majeurs d'infection et de contamination aux différents maillons de la filière et ainsi de consolider les mesures de maîtrise au niveau de ces points critiques.

D'un point de vue économique il se trouve intéressant à deux niveaux :

- d'abord assurer la consolidation de la filière avicole réunionnaise en augmentant la garantie sanitaire de ses produits
- ensuite, utiliser les résultats de ce travail pour les pays traditionnellement tournés vers la consommation de volailles comme les pays en développement (dont ceux à population majoritairement musulmane).

Il s'agira donc non seulement de détecter correctement les *Salmonella* et les *Campylobacter* présents mais aussi de développer une méthodologie statistique performante afin d'identifier les facteurs de risque majeurs et spécifiques de la zone Océan Indien.

Enfin grâce à des méthodes moléculaires comme l'électrophorèse en champs pulsés (PFGE), il sera possible de déterminer la proximité génétique des souches circulantes au sein d'un même sérovar et faciliter l'identification de leurs sources infectieuses, de comparer les souches de *Salmonella* entre elles et de comprendre quels sont les liens épidémiologiques qui les unissent dans le but d'interpréter les diverses origines de ces souches pathogènes.

Dans le cas de la Réunion, cette étude permettra d'avancer sur l'origine des souches présentes et de mettre en évidence certains points sur lesquels il faut intensifier la lutte.

Outre l'implication régionale, les résultats de ce projet pourraient s'appliquer à une échelle internationale. En effet, cette étude pourra avoir des impacts directs sur les pays de la zone Océan Indien. Et même si les conditions d'élevage et d'abattage ou de transformation ne sont pas exactement identiques partout, les résultats relatifs à une meilleure maîtrise des pratiques pourront être répliqués partout.

Conclusion

Durant ces 5 mois se seront succédés, travaux de terrain qui auront nécessité plus de 6 000 km de parcours, enquêtes, analyses microbiologiques, traitement des données dans le but d'apporter une pierre à l'édifice d'un projet de longue haleine.

En effet ces travaux auront permis de mettre en évidence la présence de *Salmonella* subsp. et de *Campylobacter* spp à la Réunion où celle-ci n'avait jamais encore été recherchée et identifiée. A l'heure actuelle, d'après notre vingtaine d'élevages étudiés, les pratiques à risque majeure identifiées concernent essentiellement les bonnes pratiques d'hygiène qu'il est nécessaire d'appliquer afin de continuer la lutte contre *Salmonella* subsp.

D'une grande richesse et d'une forte diversité, ce stage situé à l'interface de la santé animale et de la santé humaine m'aura permis d'approfondir mes connaissances en microbiologie, m'aura formée au travail de laboratoire et de terrain mais surtout fait prendre connaissance de la complexité de l'étude de bactéries comme *Salmonella* et *Campylobacter* (qui je le rappelle n'avait jamais été isolée à la Réunion).

La lutte contre *Salmonella* et *Campylobacter*, n'est pas un combat d'arrière garde et reste un problème d'actualité car une crise médiatique (comme actuellement sur les produits alimentaires chinois) pourrait surgir à tout instant en cas d'intoxications alimentaires.

Bibliographie

Aarestrup F.M, Engberg J., 2001. Antimicrobial resistance of thermophilic *Campylobacter*. *Vet. Res.* **32** : 311-321.

Allos B.M., 2001. *Campylobacter jejuni* infections : update on emerging issues and trends. *Clin. Infect. Dis.* **32** : 1201-1206.

Altekruse S.F., Yang S., Timbo BB., Angulo F.J., 1999. A multi- state survey of consumer food-handling and food consumption practice. *American Journal of Preventive Medicine.* **16**, 216-221.

Anon., 2003. "Zoonoses report, United Kingdom 2003". [en ligne] [http://www.defra.gov.uk/animalh/diseases/zoonoses/zoonose_reports/zoonosesdec2003.pdf], (consulté le 12 juillet 2007)

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

Bates C., Hiatt K.L., Stern N.J., 2004. Relationship of *Campylobacter* isolated from poultry and from darkling beetles in New Zealand. *Avian Diseases*, **48** : 138-147.

Bouvet P., Grimont P., 2001. Données de surveillance 1999 du centre national de reference des *Salmonella* et Shigella. *Bulletin épidémiologique hebdomadaire* **12**, 1-9.

Boyd, D. A., Peters, G. A., Cloeckert, A. et al. 2001. Complete nucleotide sequence of a 43-kilobase genomic island associated with the multi-drug resistance region of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium DT104 and its identification in phage type DT120 and serovar Agona. *Journal of Bacteriology* **183**, 5725-32.

Bryan F.L., Doyle M.P., 1995. Health risks consequences of *Salmonella* and *Campylobacter jejuni* in raw poultry. *J. Food Protect.* **58**, 326-344.

Cardinale E., Dromigny J.A., Tall F., Ndiaye M., Konte M., Perrier Gros Claude J-D., 2002. Antimicrobial susceptibility of *Campylobacter* strains isolated from chicken carcasses in Senegal. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays trop.*, **55** (4): 259-264.

Cardinale E., Perrier Gros-Claude J.D., Tall F., Cissé M., Guèye E.F., Salvat G., 2003. Prevalence of *Salmonella* and *Campylobacter* in Retail Chicken Carcasses in Senegal. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays trop.*, **56** : 1-2.

Cardinale E., Dromigny J.A., Tall F., Ndiaye M., Konte M, Perrier-Gros-Claude JD., 2003. Fluoroquinolone susceptibility of *Campylobacter* strains, Senegal. *Emerging infectious Diseases* **9**(11) : 1479-81.

Cardinale E., Perrier Gros-Claude J.D., Tall F., Guèye E.F., Salvat G., 2005. Risk factors for contamination of ready to eat street-vended poultry dishes in Dakar, Senegal. *International Journal of Food Microbiology*, **103** : 157-165.

Carli K.T., Eyigor A., Caner V., 2001. Prevalence of *Salmonella* serovars in chicken in Turkey. *J. Food Prot.* **64** (11): 1832-1835.

Chadfield M., Skov M., Christensen J., Madsen M., Bisgaard M., 2001. An epidemiological study of *Salmonella enterica* serovar 4, 12: b in broiler chicken in denmark. *Vet. Microbiol.* **82** (3): 233-247.

Chambers J.R., Bisailon J.R., Labbe Y., Poppe C., Langford C.F., 1998. *Salmonella* prevalence in crops of Ontario and Quebec broiler chicken at slaughter. *Poult. Sci.* **77** (10): 1497 – 1501.

Charlett A., Cowden J.M., Frost J.A., Gillespie I.A., Millward J., Neal K.R., O'Brien S.J., Painter M.J., Syed Q., Tompkins D.S., Adak G.K., Tam C.C., Bolton F.J., 2003. Point source outbreaks of *Campylobacter jejuni* infections- are they more common than we think and what might cause them ? *Epidemiology and Infection*, **130** (3): 367-375.

EFSA (European Food Safety Authority) 2006. Trends and source of zoonoses, zoonotic agents and antimicrobial resistance in the European Union in 2004. *EFSA J.*, **310**, 10; 23-95.

Engberg J, Aarestrup FM, Taylor DE, Gerner-Smidt P, Nachamkin I., 2001. Quinolone and macrolide resistance in *Campylobacter jejuni* and *C.coli*: resistance mechanisms and trends in human isolates. *Emerging Infectious Disease*, **7** : 24–34.

FAO, 2004. Evaluation des risques liés à *Salmonella* dans les œufs et les poulets de chair. FAO/OMS 2004.

Hanes D., 2003. Nontyphoid *Salmonella*. In : Miliotis N., Bier J. (Eds.) *International Handbook of Foodborne Pathogens*, Marcel Dekker: New York, 2003, 137-149.

Hiett K.L., Siragusa G.R., Cox N.A., Buhr R.J., Musgrove M.T., Stern N.J., Wilson J.L., 2003. Genotype analyses of *Campylobacter* isolated from the gastrointestinal tracts and the reproductive tracts of broiler breeder roosters. *Avian Diseases*, **47** (2): 406-414.

Hird D.W., Kinde H., Case J.T., Charlton B.R., Chin R.P., Walker R.L., 1993. Serotypes of *Salmonella* isolated from California turkey flocks and environment in 1984-1989 and comparison with human isolates. *Avian Dis.* **37**, 715-719.

Javid M., Ahmed S., 2002. *Campylobacter* infections. [en ligne] [<http://emedicine.com/med/topic263.htm>] (consulté le 26 juin 2007).

Kapperud G., Skjerve E., Vik L., Hauge K., Lysaker A., Aalmen I., Ostroff S.M., Potter M., 1993. *Epidemiology and infection*, **111** : 245-255.

Lake R., Hudson A., Cressey P., Gilbert S., 2007. Risk profile: *Campylobacter Jejuni* / *Coli* in poultry (whole and pieces). *Rapport ESR* 87 P.

Lee J.A., 1974. Recent trends in human salmonellosis in England and Wales: the epidemiology of prevalent serotypes other than *Salmonella* Typhimurium. *J.Hyg.* **72**, 185-195.

Mattick K., Durham K., Domingue G., Jorgensen F., Sen M., Schaffner D.W., Humphrey T., 2003. The survival of foodborne pathogens during domestic washing-up and subsequent transfer onto washing-up sponges, kitchen surfaces and food. *Int.J. Food Microbiol.* **85**, 213-226.

Moury F., Frémy S., Brisabois A., 2006. Epidémiologie des Salmonelles d'origine non humaine, données du réseau *Salmonella*- année 2005. Bulletin épidémiologique N° 20, mars 2006.

Obi C.L., Bessong P.O., 2002. Diarrhoeagenic bacterial pathogens in HIV-positive patients with diarrhoea in rural communities of Limpopo Province, South Africa. *Journal of Health Popular Nutrition.* **20**, 230-234.

Pezzoti G., Serafin A., Luzzi I., Miono R., Milan M., Perin R., 2003. Occurrence and resistance to antibiotics of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* in animals and meat in Northeastern Italy. *Int. J. Food Microbiol.* **82** : 281-287.

Phillips I., Casewell M., Cox T., De groot B., Friis C., Jones R., Nightingale C., Preston R., Wadell J., 2004. Does the use of antibiotics in food animals pose a risk to human health? A critical review of published data. *J. Antimicrob. Chemoter.* **53** : 28-52.

Piddock L.J., 1995. Quinolone resistance and *Campylobacter* spp. *The Journal of antimicrobial Chemoter* **36** (6), 891-8.

Popoff M.Y., Bockemul J., Gheesling L.L., 2003. Supplement 2001 to the Kauffmann-white scheme. *Res. Microbiol.*, **154**, 173-174.

Porwollik S., Boyd E.F., Choy C., Cheng P., Florea L., Proctor E., McClelland M., 2004. Characterization of *Salmonella enterica* Subspecies I Genovars by Use of Microarrays. *Journal of bacteriology* **186**, 5883-5898.

Rivoal K., 2000. Mémoire de Thèse, Université de Bretagne Occidentale, 167 p.

Rodrigue D.C, Tauxe R.V, Rowe B., 1990. International increase in *Salmonella enteritidis* : a new pandemic ? *Epidemiol infect* 1990; **105**: 21-27.

Rose N., Beaudeau F., Drouin P., Toux J.Y., Rose V., Colin P., 1999. Risk factors for *Salmonella enterica* contamination in French broiler-chicken flocks at the end of the rearing period. *Prev. Vet. Med.* **39** (4): 265-277.

Saenz Y., Zarazaga M., Lantero M., Gastanares M.J., Baquero F., Torres C., 2000. Antibiotic resistance in *Campylobacter* strains isolated from animals, foods, and humans in Spain in 1997-1998. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* **44** (2), 267-271.

Salm-Surv, G. 2005. Un réseau de l'OMS pour la surveillance des maladies d'origine alimentaire., In note d'information INFOSAN N°6 / - Programme Global Salm-Surv de l'OMS.

Sarwari A., Magder L., Levine P., McNamara A., Knower S., Armstrong G., Etzel R., Holling-Swirth J., Morris G., 2001. Serotypes distribution of *Salmonella* isolates from food animals after slaughter differs from that of isolates found in humans. *J. Infect. Dis*, **183** : 1295-1299.

Skirrow M.B., Blaser M.J., 2000. Clinical aspects of *Campylobacter* infections. *Campylobacter* (2nd ed) edited by Nachamkin I., Blaser M.J. 69-88.

Tam C.C., Rodrigues L.C., O'Brien S.J., 2003. Guillan- Barre syndrome associated with *Campylobacter jejuni* infection in England, 200-2001. *Clinical Infection Diseases*, **37** (2) : 307-310.

Templeton J.M., De Jong A.J., Blackall P.J., Mifflin J.K., 2006. Survival of *Campylobacter* spp. In darkling beetles (*Alphitobius diaperinus*) and their larvae in Australia. *Applied and Environmental Microbiology*, **72** : 7909-7911.

Vandamme P., Falsen E., Rossau R., Hoste B., Segers P., Tytgat R., De Ley J., 1991. Revision of *Campylobacter*, *Helicobacter*, and *Wolinella* taxonomy: emendation of generic descriptions and proposal of Arcobacter gen. Nov. *Int J. Syst. Bacteriol*, **41**: 88-103.

Velge P., Cloeckaert A., Barrow P., 2004. Emergence of *Salmonella* epidemics: the problems related to *Salmonella enterica* serotype Enteritidis and multiple antibiotic resistance in other major serotypes. *Vet. Res.*, **36** : 267- 288.

White P.L., Baker A.R., James W.O., 1997. Strategies to control *Salmonella* and *Campylobacter* in raw poultry products. *Revue Scientifique et Technique International Office of Epizootics*, **16** (2) : 525-541.

Wistrom J., Norrby SR., 1995. Fluoroquinolones and bacterial enteritis, when and for whom. *The Journal of antimicrobial Chemoter* **36** (1): 23-69.

Zrelli S., Baatout S., Ettriqui A., Messadi L., 2003. Contamination des carcasses de poulets par les *Campylobacters* thermotolérants. *Volailles de Tunisie*, bulletin d'information avicole n°28, avril 2003. [On line]. [16/05/2007]. <URL : [http:// www.gipaweb.com.tn](http://www.gipaweb.com.tn)>.

Annexes

Annexe 0 : Le CIRAD à la Réunion

Le CIRAD (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement) est un organisme scientifique français spécialisé en recherches agronomiques au service du développement des pays du Sud et de l'Outre-mer français (<http://www.CIRAD.fr>). Il contribue au développement agricole des pays tropicaux et noue des relations étroites avec les sociétés humaines, les milieux physiques et biologiques. Doté d'un dispositif de recherche important, le CIRAD intervient dans plus de 40 pays du monde. Il intervient par des recherches, des expérimentations, des actions de formation, d'information, d'innovations et des expertises.

Le CIRAD de la Réunion compte 175 salariés permanents, une vingtaine d'ingénieurs volontaires civils à l'aide technique et une vingtaine de doctorants. Suite à la mise en place du Docup 2000-2006, les fonds européens ont doublé entre 1999 et 2000 et ont été multipliés par 3,5 de 1999 à 2007. Son budget annuel est d'environ 14 millions d'euros, apportés à 50 % par le CIRAD, 30 % par la région et 20 % par l'Union Européenne. Le budget annuel moyen d'une opération de recherche est de 165,5 k€, hors frais généraux.

Les résultats des recherches sont restitués une fois par an aux filières lors de comités techniques ainsi qu'aux partenaires et financeurs lors d'un comité tripartite en milieu d'année. Entre 2000 et 2006, une moyenne de 201 publications a été diffusée.

A la Réunion, depuis le 1^{er} janvier 2007, le CIRAD est composé de trois pôles de recherche :

- Le pôle KAPPA (qualité des productions agricoles et alimentaires tropicales),
- Le pôle REAGIR (risque environnemental, agriculture et gestion intégrée des ressources),
- Le pôle de protection des plantes.

Ces pôles sont mis en place afin de répondre à la fois au développement des filières des productions agricole et des partenaires locaux mais aussi aux objectifs globaux fixés par ses ministères de tutelle : le Ministère délégué à l'enseignement supérieur et à la recherche et le Ministère de l'agriculture et de la pêche.

Pour répondre à la demande de ses partenaires, son dispositif est organisé en 2000 en 6 pôles de compétences, qui conduisent 17 projets de recherche. Entre 2000 et 2006 101 opérations de recherche ont été lancées, 66 sont encore en cours en 2007.

L'année 2007 représente une année de transition pour le CIRAD de la Réunion. La mise en place des nouveaux programmes opérationnels (PO) de l'Union Européenne pour la période 2007-2013 se traduit par une triple mission pour le CIRAD qui consiste à produire des résultats scientifiques d'excellence.

Annexe 1 : Descriptif du réseau sentinelle du réseau RESIR

Les élevages sentinelles ont été choisis parmi les producteurs de poulets fermiers, « poulets pays », canards (mulards, barbarie et pékin, en engraissement ou en gavage), oies, dindes, pintades et également de coqs de combat. Les volailles peuvent évoluer sur parcours ou être confinées en bâtiment d'élevage ; elles peuvent être acquises déjà "démarrées" (à 15-21 jours d'âge pour les poulets) ou à un jour d'âge (achat directement au couvoir) ; l'origine des animaux peut être réunionnaise ou métropolitaine.

Chaque éleveur sentinelle est engagé dans un protocole de suivi avec le RESIR par la signature d'une convention. Le tableau 1 ci-dessous montre l'évolution du nombre de fermes sentinelles depuis 2001.

Tableau 1 : Evolution du nombre de fermes sentinelles volailles depuis la mise en place du suivi.

Année	Nombre d'élevages
2001	7
2002	14
2003	22
2004	26
2005	32
2006	46

A la fin de l'année 2005, le Réseau comptait 32 fermes sentinelles volailles, réparties sur l'ensemble de l'île. Ce chiffre est passé à 46 en 2006.

☞ Rappelons que l'île comporte environ 400 éleveurs de poulets, pour une production annuelle d'environ 8 319 tonnes de viande et 114,6 millions d'œufs. Plus de 13 000 tonnes de volailles sont importées chaque année (source : site Internet de la Chambre d'Agriculture de la Réunion, <http://www.reunion.chambragri.fr>).

Les recrutements des élevages sentinelles sont généralement effectués par les enquêteurs au travers de différents moyens :

- Recrutement suite à des mortalités importantes signalées au niveau des alertes équarrissages,
- Recrutement par l'intermédiaire d'un autre éleveur sentinelle (qui communique les coordonnées de l'éleveur à recruter),
- Prospection dans les élevages, notamment pour recruter des sentinelles dans les zones géographiques les moins couvertes par le Réseau (notamment les cirques),
- Sensibilisation des éleveurs lors de réunions d'information des CFPPA1, dans les Associations pour la Promotion en milieu Rural (APR), aux fêtes agricoles annuelles de Miel Vert et Bras-Panon.

Le Réseau compte actuellement un nombre conséquent d'élevages de volailles, ainsi, les nouveaux recrutements doivent trouver leur justification :

- justification géographique (les nouveaux élevages doivent venir compléter la couverture géographique du Réseau sur l'île),
- justification sanitaire (élevages fréquemment touchés par des pathologies et/ou non suivis par un vétérinaire, comme par exemple certains élevages de l'Est dans lesquels les événements sanitaires resteraient totalement inconnus sans le passage régulier des agents du RESIR).

Les critères de choix d'un recrutement portent aussi sur la motivation des éleveurs et leur implication dans le Réseau, c'est-à-dire qu'ils devront constituer une source régulière et fiable d'informations sanitaires.

Les caractéristiques des différents types d'élevages sentinelles sont :

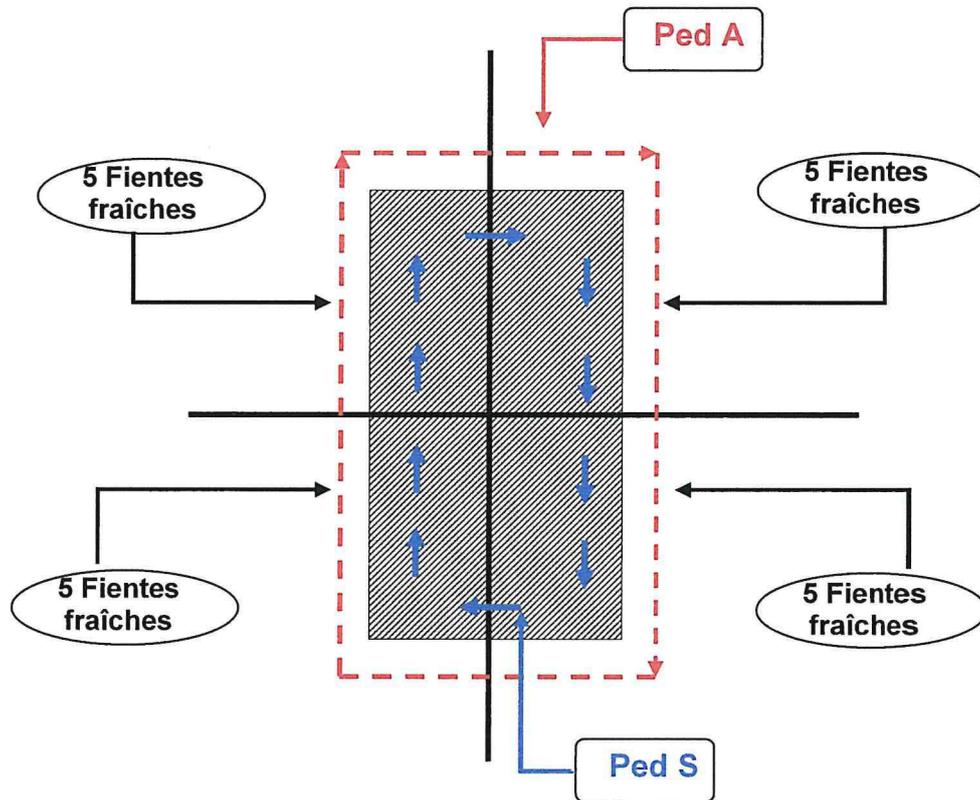
- **Elevages fermiers** : les volailles sont élevées au minimum jusqu'à 90 jours. Elles bénéficient d'une alimentation riche en céréales et d'un parcours. En général, les souches choisies sont spécifiquement destinées à l'élevage fermier (exemples de races utilisées : Cou Nu Rouge, Cou Nu Noir, Fermier Rouge, Fermier Blanc, Master Gris, etc.).
- **Elevages fermiers semi-industriels** : élevages fermiers de taille relativement importante, en moyenne des bandes supérieures à 1 000 volailles. La présence de parcours n'est pas systématique pour ce mode d'élevage.
- **Elevages traditionnels** : élevages de petite taille (une centaine de volailles) dont les produits sont destinés à l'auto consommation, à la vente aux proches (famille, amis, voisins) ou au combat (coqs). Les animaux sont dans la plupart des cas élevés en totale liberté (poulets « la cour »). Il n'y a généralement pas de bâtiment mais un simple abri ou, dans le cas des coqs de combats, des cages individuelles.
- **Elevages répondant aux normes de l'agriculture biologique** : élevages appliquant les pratiques recommandées en agriculture biologique et certifiés par un organisme habilité.

Description d'un élevage «sentinelle » type

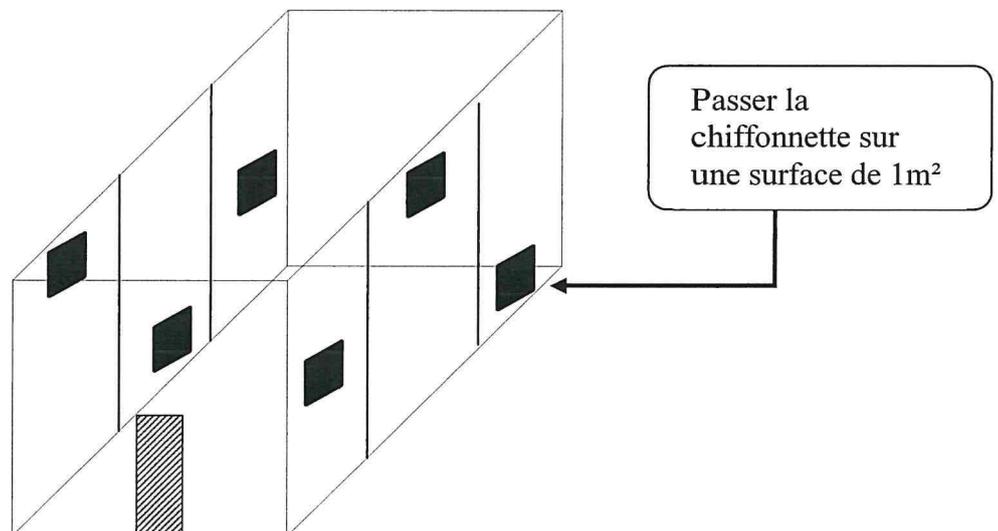
- Présence de 2 à 3 bâtiments d'une surface moyenne de 30 m².
 - Lots de 200 à 500 volailles par bâtiment, élevées sur parcours (généralement la mise sur parcours se fait vers l'âge de 30-35 jours).
- Les élevages traditionnels n'ont généralement pas de bâtiment mais un simple abri en tôle ; les animaux sont souvent élevés dans l'arrière-cour ; l'éleveur ne cherche pas obligatoirement une rentabilité de l'élevage, il s'agit soit d'une production apportant un revenu complémentaire à la famille, soit d'une production destinée à l'autoconsommation.

Annexe 2

∞ Mode opératoire pour les prélèvements des fientes et des pédichiffonnettes



∞ Mode opératoire pour les prélèvements des chiffonnettes sur les murs



Annexe 3

CIRAD

Pôle Kappa (Qualité des produits agricoles et alimentaires)

MRST 100 Rte Rivière des Pluies 97490 Ste Clotilde

Tél: 02 62 92 24 47

Fax: 02 62 92 24 31

FICHE D'ENQUÊTE 1/ Décontamination

Numéro de bande :

Code Eleveur :

Zone sanitaire :

Date : / / 07

Effectif de la bande :

Nettoyage Désinfection :

- **Nettoyage du bâtiment et des abords :** Oui Non

- Surfaces Nettoyées : Sol Plafond Murs

- Méthode de nettoyage : Brossage Kartcher Autre : Eau Utilisée :

Détergent : Oui Non Lequel :

- Abords : Propres Sales

- **Nettoyage du Matériel :** Oui Non Méthode : Brossage Rinçage Trempage Autre :

- **Première Désinfection :**

Désinfection Bâtiment : Oui Non Produits Utilisés : Méthode :

Dates : Quantité d'eau : Quantité de désinfectant : Durée : ...

Désinfection Sol : Oui Non Produits utilisés : Méthode :

Dates : Quantité d'eau : Quantité de désinfectant : Durée :

Désinfection Matériel : Oui Non Produits Utilisés : Méthode :

Dates : Quantité d'eau : Quantité de désinfectant : Durée :

Désinfection des silos : oui non Méthode :

Désinfection des circuits d'eau : oui non Méthode :

- **Vide Sanitaire :** Oui Non Durée : Dates :

- **Deuxième Désinfection :** Oui Non Produits Utilisés : Surfaces :

Dates : Quantité : durée :

- **Utilisation de Virkon en début de bande :** oui non

- **Utilisation de Virkon en cours de bande :** oui non à quel âge :

Annexe 4

CIRAD

Pôle Kappa (Qualité des produits agricoles et alimentaires)

MRST 100 Rte Rivière des Pluies 97490 Ste Clotilde

Tél: 02 62 92 24 47

Fax: 02 62 92 24 31

FICHE D'ENQUÊTE 2/ Fin de Bande

Numéro de bande :

Code Eleveur : Zone sanitaire : Date : / / 07

Effectif de la bande :

- Exploitation :** fermée (Présence d'une délimitation physique) ouverte
Accès bétonné : oui non
Nombre de poulaillers dans l'exploitation : 1 2 ≥ 2
Type de bâtiment : poulailler industriel poulailler « pei » Age :
Proximité d'autres poulaillers (autres fermes) : <500 m > 500 m
Existence d'une rampe bétonnée pour le chargement : oui non
Prêt de matériel entre exploitations : oui non Nature (tracteurs..) :
Production végétale concomitante : oui non Nature (tomates,...):

- Poulailler :** nature du sol : ciment terre autre
Axes principaux du bâtiment/vents : perpendiculaire parallèle autre
Présence d'une aire de déchargement pour les intrants: oui non
Aire de déchargement proche de l'entrée du poulailler: oui non
(*sinon, préciser autre cas*)
Nature de l'aire de déchargement : bétonnée autre (préciser)
Fumier face à l'entrée du poulailler : oui non

- Animaux :

- Poussins : Tenue spécifique pour le livreur (sur-chaussures et combinaison)
Contrôle de laboratoire des poussins : oui non
Situation sanitaire : *Salmonella* + *Salmonella* -
Densité à J1:
Traitement antibiotique à 1 jour : oui non Quel Antibiotique :
- Pratique de la bande unique :
 - Dans le bâtiment : oui non
 - Dans l'exploitation : oui non
- Pratique de la bande multiple : oui non de l'élevage mixte : oui non
- Situation sanitaire de la bande précédente : *Salmonella* + *Salmonella* -
- Programme de prophylaxie médicale oui non
(*Appliqué sous la responsabilité d'un vétérinaire*)
Utilisation d'antibiotiques : oui non raison : âge des volailles :
- Gestion des cadavres : Elevage Evacuation Incinération Consommation Autre

Utilisation d'un container avant élimination : oui non
 Container : >20m du poulailler ≤ 20m du poulailler
 Stockage des morts : congelé non congelé

- Lutte contre les vecteurs contaminants :

- Présence de rongeurs : Oui non contrôle :
- Disposition des appâts ou pièges : intérieur/extérieur intérieur uniquement
- Présence d'autres volailles dans la ferme : oui non (si oui, type :.....)
- Présence d'animaux domestiques : oui non lesquels :
- Etanchéité du bâtiment face aux oiseaux sauvages : oui non
- Présence de ténébrions : oui non de mouches : oui non

- Litière :

- Type de Litière : Copeaux de bois Origine : autre (préciser)
- Quantité de copeaux/ m2 :
- Litière humide par endroits : oui non
- Fréquence d'ajout ou de renouvellement :

- Eau de boisson :

- Eau utilisée : Réseau public Eau de puits/forage Eau de captage
- Vérification de la potabilité (si eau de puits/forage) : oui non
- Traitement de l'eau : oui non produit utilisé : dose : fréquence :
- Abreuvoirs utilisés : type : Surélevés : Oui Non
 matière : métallique plastique
 Souillés propres Fréquence du nettoyage :
 Nombre de lignes de pipettes :
 Nombre de plaçons :

- Aliment :

- Aliment utilisé : Proval Urcoopa
- Matériel utilisé : mangeoires trémies Autre :
 Souillés propres Fréquence du nettoyage :
 Quantité :
- Nombre de silos :

- Fumier :

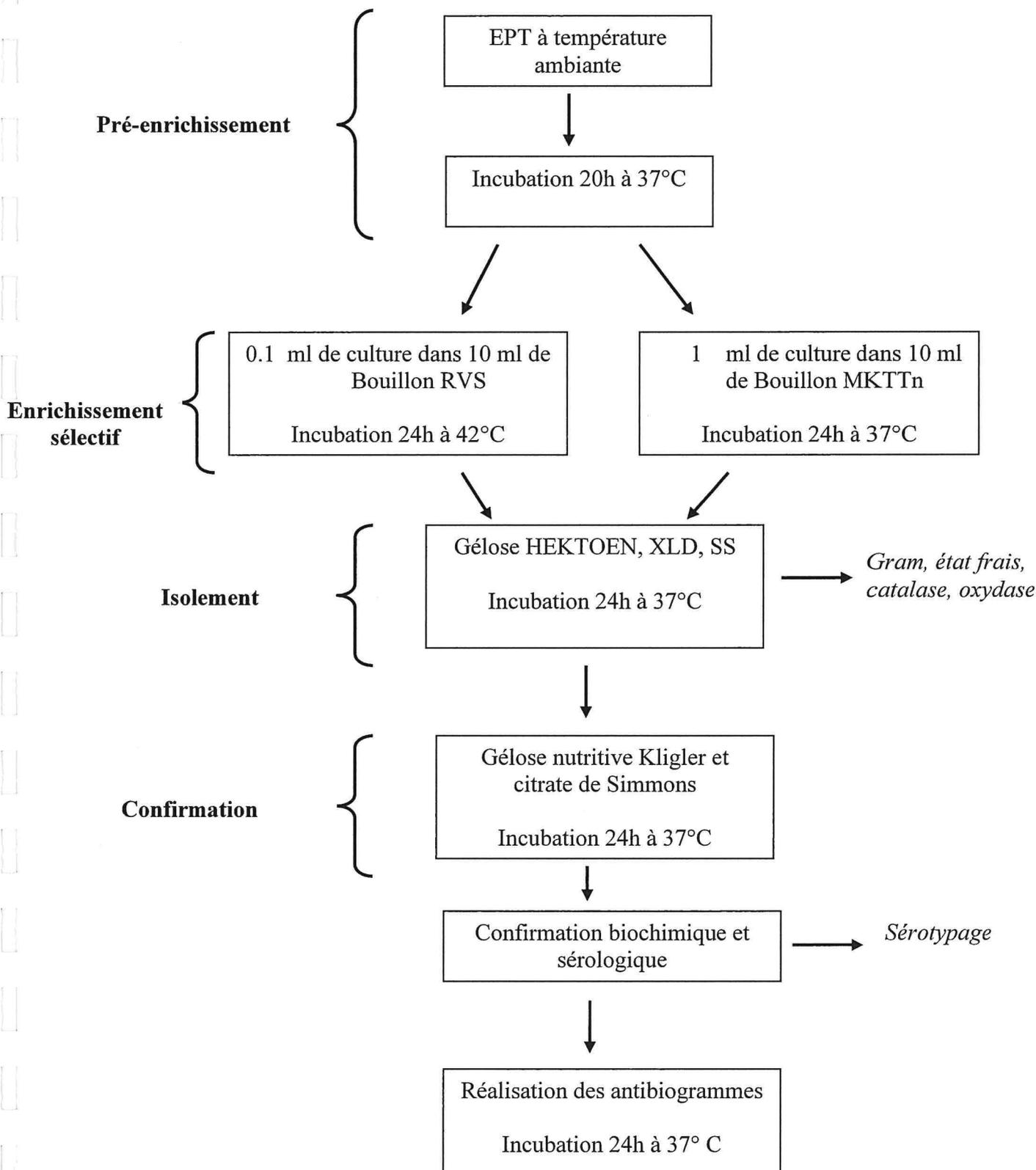
- Devenir du fumier : Elevage Evacuation Fosse Autre :
 (hors poulailler)
- Contrat avec le maraîchage : oui non (*sinon*)

- Personnel :

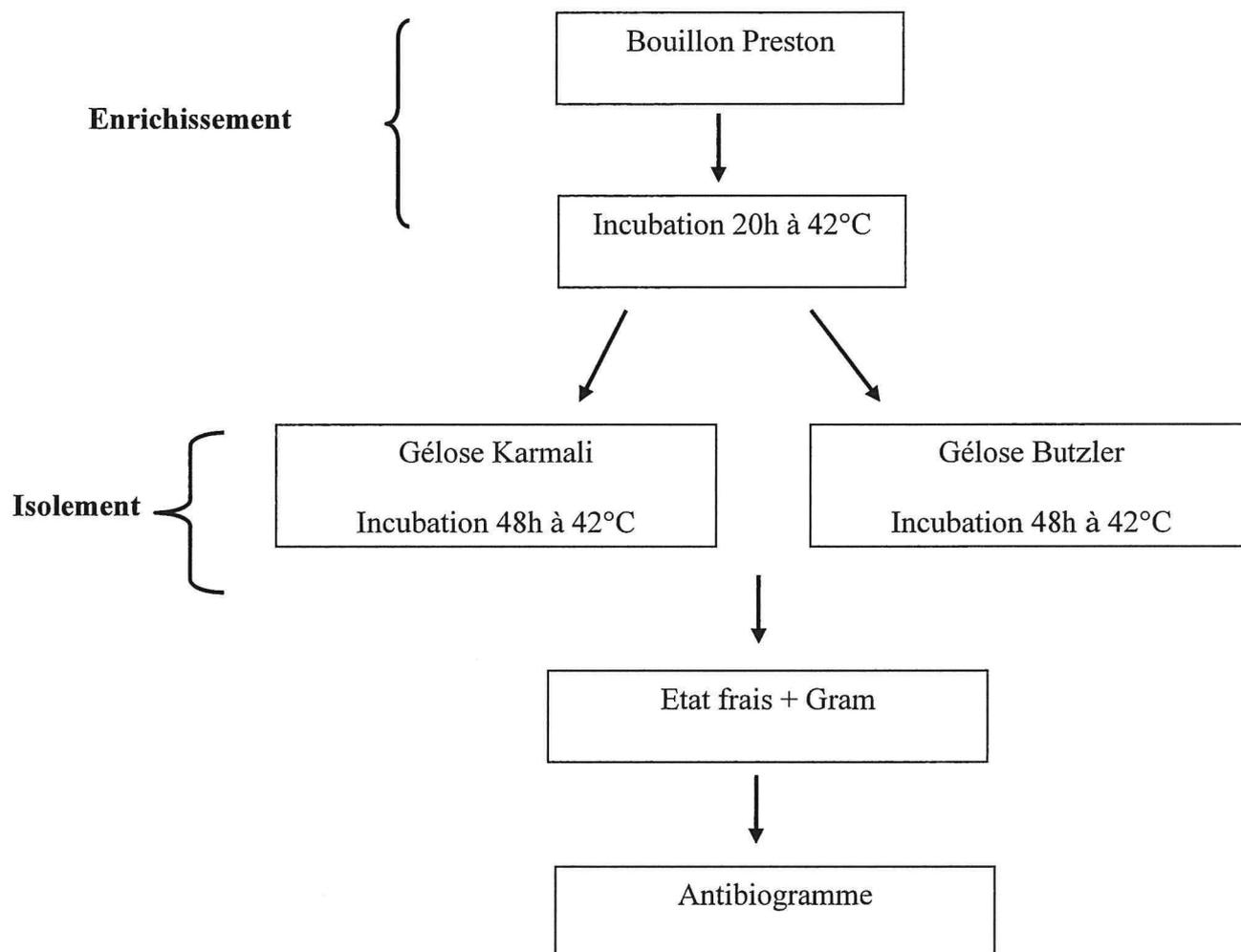
- Type de personnel : Propriétaire Propr. et conjoint Propr. et employés
- Propriétaire de cannes à sucre : oui non
- Changement de tenue du personnel : oui non de chaussures : oui non
- Fréquence d'entrée dans le poulailler / j : ≤3 >3 et ≤4 >4
- Visite fréquente d'autres éleveurs : oui non
- Affectation unique à un poulailler : oui non

- Port de vêtements spécifiques / bâtiment : oui non
- Port de chaussures spécifiques / bâtiment : oui non
- Etat des vêtements et de chaussures : Sale Propre
- Sas
 - Existence d'un sas : oui non spécifique au poulailler commun à plusieurs poulaillers
 - Séparation du sas en deux parties propre et sale : oui non
 - Présence d'un lavabo fonctionnel (eau, savon, serviette) : oui non
 - Présence de vêtements supplémentaires pour « ouvriers » éventuels : oui non
- Interventions particulières pendant la bande : Qui ? : Quand ? : Pourquoi ? :

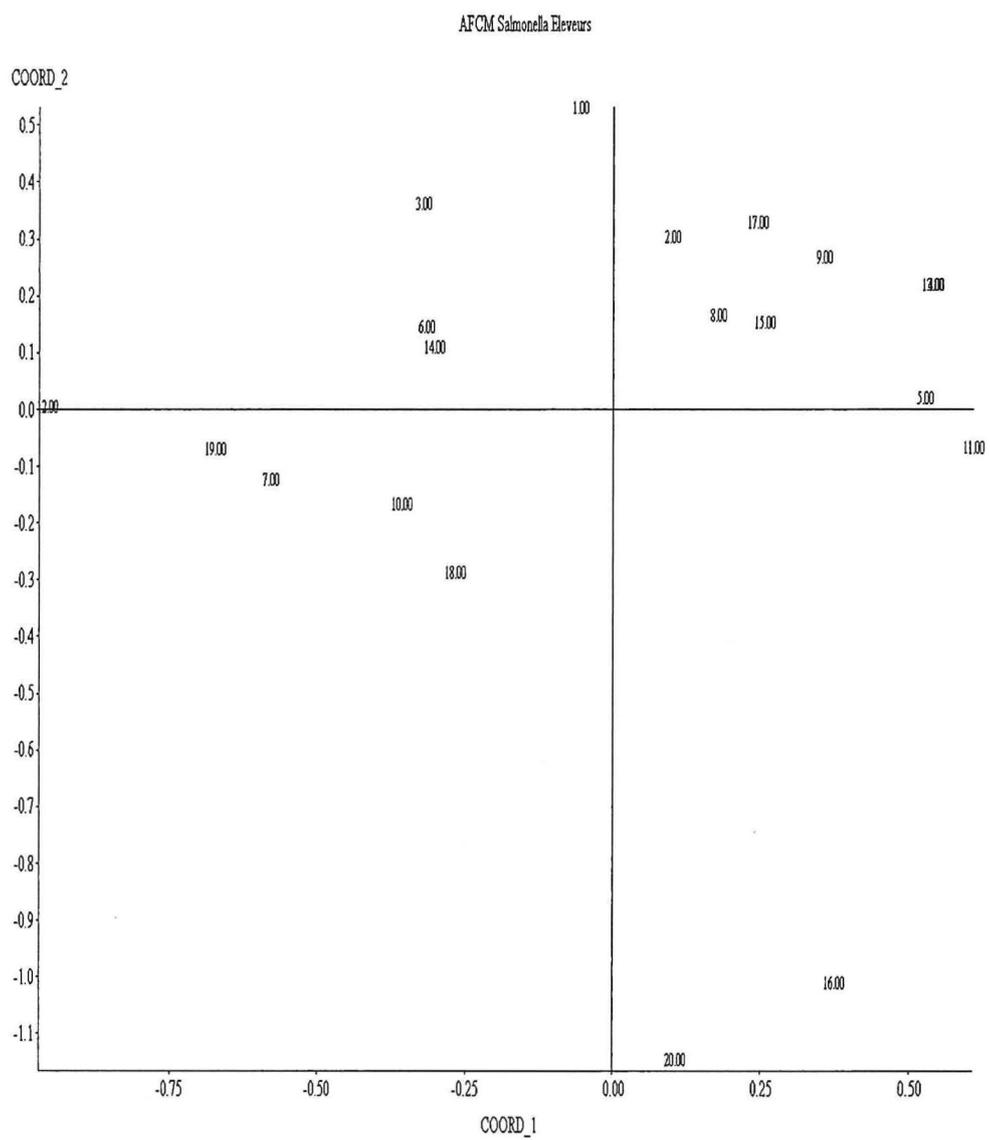
Annexe 5 : Schéma du mode opératoire pour la recherche de *Salmonella*



Annexe 6 : Schéma du mode opératoire pour la recherche de *Campylobacter*



Annexe 7 : AFCM et CAH



ANALYSE DES CORRESPONDANCES MULTIPLES 13/09/2007 09:41:39

E:\STATS\AFCM_I~2.WST (20 individus 31 variables)

NOMBRE D'INDIVIDUS ACTIFS : 20

NOMBRE D'INDIVIDUS SUPPLEMENTAIRES : 0

	VALEUR PROPRE	%	% CUMULE	HISTOGRAMME
001	0.194	18.750	18.750	=====
002	0.167	16.142	34.892	=====
			003	0.100 9.726 44.618 =====
			004	0.097 9.405 54.023 =====
			005	0.083 8.073 62.096 =====
			006	0.066 6.392 68.488 =====
			007	0.061 5.934 74.421 =====
			008	0.047 4.563 78.985 =====
			009	0.043 4.156 83.141 =====
			010	0.041 3.973 87.114 =====
			011	0.025 2.414 89.528 =====
			012	0.022 2.158 91.685 =====
			013	0.020 1.918 93.603 =====
			014	0.018 1.750 95.354 =====
			015	0.017 1.662 97.015 =====
			016	0.012 1.192 98.207 =====
			017	0.010 0.927 99.134 =====
			018	0.006 0.558 99.692 =====
			019	0.003 0.308 100.000 =====

TOTAL 1.032

COORDONNEES DES VECTEURS PROPRES

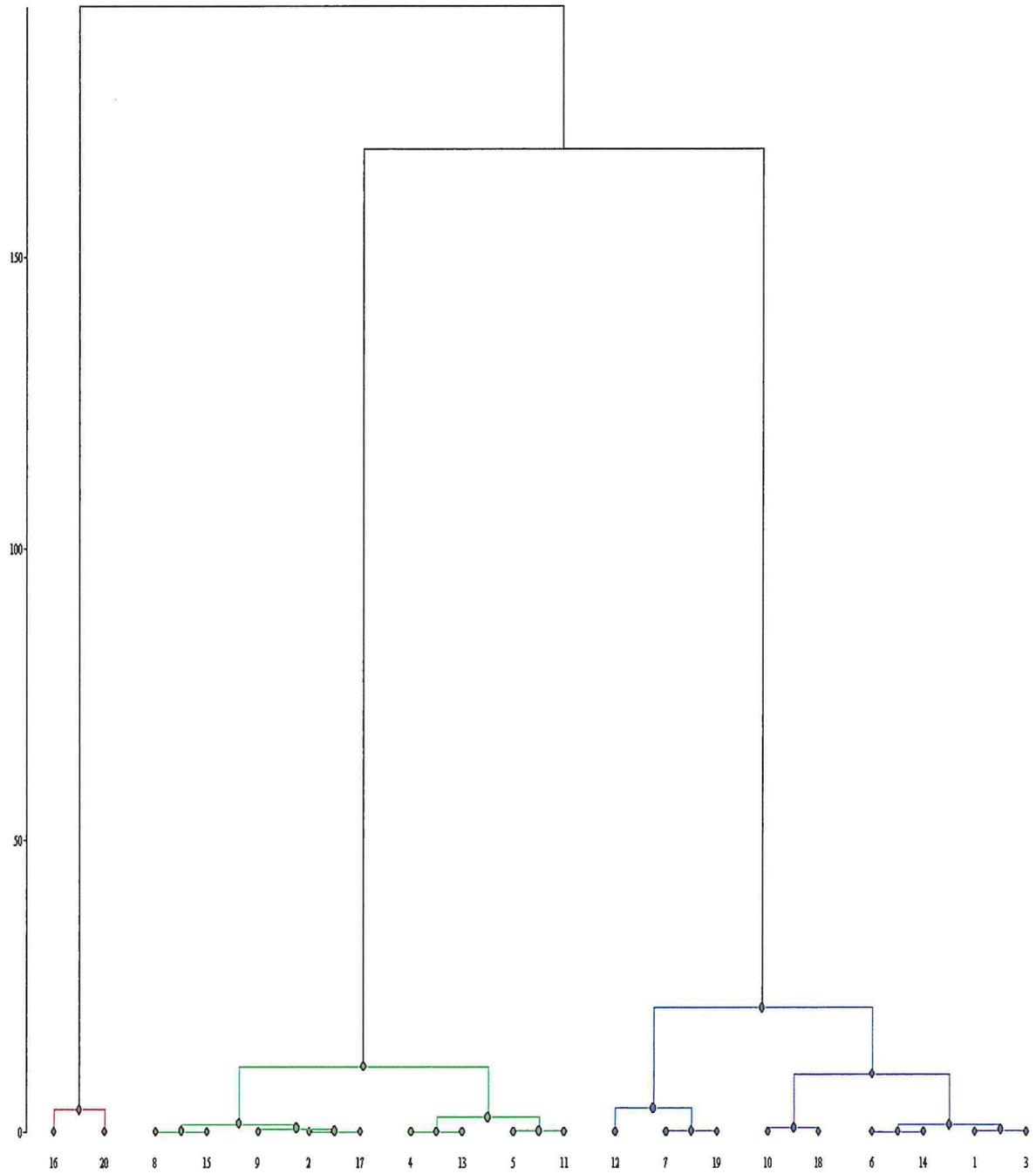
		FACTEUR 1	FACTEUR 2	FACTEUR 3	FACTEUR 4	FACTEUR 5
Detergent	Deterge001	-0.276	0.501	-0.215	-0.843	-0.665
	Deterge002	0.644	-1.169	0.502	1.968	1.553
Abords	Abords001	1.589	0.892	1.062	2.421	-0.554
	Abords002	-0.856	-0.480	-0.572	-1.304	0.299
silos	silos001	0.172	0.409	-0.075	0.082	0.633
	silos002	-0.975	-2.319	0.422	-0.464	-3.586
circuits	circuit001	-0.139	0.718	0.197	0.148	0.146
	circuit002	1.248	-6.459	-1.776	-1.336	-1.314
Desinf2	Desinf2001	-0.367	0.606	0.337	0.273	0.928
	Desinf2002	1.100	-1.817	-1.012	-0.818	-2.785

Desinf3	Desinf3001	1.791	1.412	-1.983	-2.474	1.646
	Desinf3002	-0.316	-0.249	0.350	0.437	-0.291
Virkdeb	Virkdeb001	-1.433	1.358	-1.048	-1.930	-2.015
	Virkdeb002	0.478	-0.453	0.349	0.643	0.672
Virkcours	Virkcou001	-0.924	1.114	0.322	0.218	-1.187
	Virkcou002	0.924	-1.114	-0.322	-0.218	1.187
Exploit	Exploit001	-1.120	0.477	0.402	0.037	0.078
	Exploit002	1.680	-0.715	-0.603	-0.055	-0.118
Acbet	Acbet001	1.373	-1.024	0.751	1.541	-0.686
	Acbet002	-1.123	0.838	-0.614	-1.260	0.561
Nbpoul	Nbpoul001	-2.501	0.865	-0.823	0.127	0.004
	Nbpoul002	1.072	-0.371	0.353	-0.054	-0.002
Prox	Prox001	-0.451	0.804	1.011	-0.351	-1.070
	Prox002	1.053	-1.876	-2.358	0.818	2.497
Dist	Dist001	1.248	-6.459	-1.776	-1.336	-1.314
	Dist002	-0.517	0.413	0.253	0.705	-1.303
	Dist003	0.619	1.327	0.085	-0.965	3.045
rampe	rampe001	1.283	0.880	1.851	1.761	-0.240
	rampe002	-0.856	-0.587	-1.234	-1.174	0.160
Pret	Pret001	-1.193	0.575	0.552	-0.565	-2.827
	Pret002	0.642	-0.310	-0.297	0.304	1.522
Prodveg	Prodveg001	-0.582	0.159	1.091	-0.584	0.068
	Prodveg002	1.747	-0.476	-3.272	1.752	-0.203
fumier	fumier001	3.134	-0.388	8.092	2.290	0.894
	fumier002	-0.165	0.020	-0.426	-0.121	-0.047
Elevmixte	Elevmix001	1.323	-0.186	1.966	-2.116	0.703
	Elevmix002	-0.882	0.124	-1.310	1.411	-0.469
rongint	rongint001	0.325	-0.002	0.348	1.143	-1.451
	rongint002	-0.325	0.002	-0.348	-1.143	1.451
rongext	rongext001	0.441	0.038	0.047	-0.104	-0.513
	rongext002	-3.967	-0.339	-0.426	0.933	4.620
ferme	ferme001	0.278	-1.792	-0.815	-3.279	-1.540
	ferme002	-0.119	0.768	0.349	1.405	0.660
porc	porc001	1.929	1.190	3.725	-2.165	0.522
	porc002	-0.482	-0.297	-0.931	0.541	-0.131
animdom	animdom001	1.318	-0.420	0.919	-0.309	-0.415
	animdom002	-1.611	0.513	-1.123	0.378	0.508
Etanch	Etanch001	0.355	0.235	0.210	-0.984	0.847
	Etanch002	-0.828	-0.547	-0.491	2.296	-1.976
abreuv	abreuv001	-1.108	-0.708	0.016	0.927	1.129
	abreuv002	1.108	0.708	-0.016	-0.927	-1.129
matalimt	matalim001	-1.865	-0.663	1.167	0.247	0.504
	matalim002	1.526	0.542	-0.955	-0.202	-0.412
tenuepers	tenuepe001	0.749	1.423	-0.943	-0.440	-0.435
	tenuepe002	-1.124	-2.135	1.415	0.660	0.653
Affectuniq	Affectu001	-1.756	0.692	0.265	0.501	-0.221
	Affectu002	1.170	-0.462	-0.177	-0.334	0.147
Portvetsp	Portvet001	0.461	1.258	-0.965	-0.320	0.299
	Portvet002	-0.857	-2.336	1.792	0.594	-0.556
vetchauss	vetchau001	-1.711	-2.004	0.370	0.409	0.461

	vetchau002	1.141	1.336	-0.247	-0.273	-0.307
lavabofonct	lavabof001	1.395	1.471	-3.623	3.231	-0.883
	lavabof002	-0.349	-0.368	0.906	-0.808	0.221

Dendrogramme ou arbre hiérarchique

CAH des ariculteurs réunionnais



Résumé

A la Réunion, la production de volailles est en constante augmentation mais subit la menace perpétuelle de pathologies. Moteur de l'économie locale et source de revenus, la filière avicole doit aussi faire face à la présence de bactéries pathogènes responsables de toxi-infections alimentaires telles que *Salmonella enterica* subsp. *enterica* et *Campylobacter* spp. Ces bactéries sont d'autant plus importantes sur cette île que la population est forte consommatrice de poulet de chair et de charcuteries 100% volaille.

Actuellement, *Salmonella* subsp. est synonyme de problème de santé publique et économique ; l'enjeu est donc d'améliorer la qualité sanitaire des produits avicoles par une meilleure maîtrise des risques.

Or, la prévalence de *Salmonella* subsp. (62%) est importante, ainsi que celle de *Campylobacter* (90 %). Il est donc nécessaire d'identifier les pratiques à risque majeur afin d'intensifier la lutte de manière performante.

Par ailleurs, ces bactéries présentent des résistances à une ou plusieurs familles d'antibiotiques (jusqu'à six familles pour *Salmonella*). Ce phénomène peut notamment s'expliquer par l'utilisation intempestive d'antibiotiques dans les élevages. Or, il constitue un problème émergent en santé humaine puisque la résistance acquise chez l'animal pourrait être transmise à l'homme via la chaîne alimentaire.

Les Salmonelloses ainsi que les Campylobactérioses sont donc un réel problème de santé publique auquel il faut faire face afin d'éviter toute crise médiatique supplémentaire qui pourrait mener à la perte d'une des filières majeures présentes à la Réunion.

Mots-clés : *Salmonella*, *Campylobacter*, Réunion, poulet de chair, risque, antibiotiques