

**THESE**  
**pour le**  
**DIPLÔME D'ETAT**  
**DE DOCTEUR EN PHARMACIE**  
**par**  
**Mlle TELLIER Elodie**

*Présentée et soutenue publiquement le 25 Mars 2005*

**SECURITE SANITAIRE DES ALIMENTS :  
LES TOXI-INFECTIONS ALIMENTAIRES A SALMONELLES**

Président : M. A. REYNAUD Professeur de Bactériologie

Membres du jury : Mme N. CAROFF Maître de Conférence en Bactériologie  
Mme V. MONNIER Docteur en Pharmacie  
M. M. MYLONAS Docteur en Pharmacie

Je souhaite exprimer mes remerciements à :

Monsieur le Professeur A. REYNAUD  
Qui me fait l'honneur de présider le jury de ma thèse

Madame le Docteur N. CAROFF  
Pour son aide et sa patience tout au long de l'élaboration de cette thèse

Monsieur M. MYLONAS, Maître de stage  
Pour sa bienveillance et ses conseils avisés

Madame V. MONNIER  
Pour sa présence et son soutien

## TABLES DES MATIERES

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>9</b>
<b>PARTIE 1 : LE GENRE SALMONELLA</b> .....	<b>11</b>
I. Les Salmonelles : une taxonomie extrêmement complexe.....	12
A. <i>Le point de départ</i> .....	12
B. <i>La désignation des sérovars</i> .....	12
C. <i>Les différentes demandes de modifications de la nomenclature</i> .....	13
1. La demande de dérogation de Le Minor et Popoff (1987).....	13
2. Désignation d'une nouvelle espèce au sein du genre <i>Salmonella</i> .....	14
3. Avis de la "Judicial Commission".....	14
4. La demande de dérogation de Euzéby (1999).....	15
5. Les demandes de dérogations de Ezaki et al. (2000).....	15
6. La requête de Yabuuchi et Ezaki (2000).....	16
D. <i>Statut actuel des espèces du genre Salmonella : liste des noms validement publiés</i> .....	16
E. <i>En pratique</i> .....	17
1. Désignation des espèces et des sous-espèces.....	17
2. Désignation des sérovars de la sous-espèce <i>S. choleraesuis</i> subsp. <i>choleraesuis</i> .....	17
II. Caractéristiques morphologiques.....	18
A. <i>Généralités</i> .....	18
B. <i>Structure de la paroi</i> .....	19
III. Caractéristiques antigéniques.....	22
A. <i>Les antigènes somatiques (antigènes « O »)</i> .....	22
B. <i>Les antigènes d'enveloppe (antigène capsulaire ou « K »)</i> .....	24
C. <i>Les antigènes flagellaires (antigène « H »)</i> .....	24
IV. Caractéristiques physiologiques.....	26
A. <i>La température</i> .....	26
B. <i>Le pH</i> .....	26
C. <i>L'activité de l'eau (Aw)</i> .....	26
V. Caractéristiques biochimiques.....	26
VI. Diagnostic microbiologique.....	27
VII. Les réservoirs.....	30
A. <i>Le réservoir et l'habitat</i> .....	30
B. <i>Les sources de transmission</i> .....	31
1. Transmission directe ou semi directe.....	32
2. Transmission indirecte.....	33
C. <i>Spécificité d'hôtes</i> .....	33
VIII. Les facteurs de virulence.....	33
<b>PARTIE 2 : LES SALMONELLOSES HUMAINES</b> .....	<b>34</b>
I. Physiopathologie des infections à Salmonelles.....	35
A. <i>Porte d'entrée</i> .....	35
B. <i>Attachement cellulaire</i> .....	36
C. <i>Invasion de la muqueuse digestive</i> .....	37
D. <i>Destruction macrophagique et survie bactérienne</i> .....	39
II. Fièvre typhoïde.....	40
A. <i>Historique et définition</i> .....	40
B. <i>Epidémiologie de la fièvre typhoïde</i> .....	40
C. <i>Clinique</i> .....	41
D. <i>Traitement et prévention</i> .....	42
III. Fièvre paratyphoïde.....	43
IV. Salmonelloses non typhiques.....	43
A. <i>Historique et définition</i> .....	43
B. <i>Signes cliniques</i> .....	43
1. Gastro-entérites.....	43
2. Manifestations extra - digestives.....	44
C. <i>Forme inapparente</i> .....	45
D. <i>Traitement</i> .....	45

1.	Réhydratation.....	45
2.	Action anti-diarrhéique.....	46
3.	Traitement de la fièvre.....	46
4.	Réalimentation précoce.....	46
5.	Traitements et thérapeutiques complémentaires associées.....	46
V.	Apparition de souches résistantes.....	47
A.	<i>Utilisation des antibiotiques en élevage.....</i>	47
1.	En élevage, l'utilisation d'antibiotiques a deux objectifs: thérapeutique ou zootechnique... ..	47
2.	Évolution de l'usage des antibiotiques en élevage.....	50
3.	Les inquiétudes, les risques.....	51
4.	Conclusion sur l'usage intensif des antibiotiques en élevage.....	51
B.	<i>Apparition de souches multi résistantes : exemple de Salmonella Typhimurium DT 104.....</i>	51
1.	Introduction.....	51
2.	Evolution de la multi résistance de la souche DT 104.....	52
3.	Conséquence sur la santé humaine.....	53
C.	<i>Résultats de l'analyse d'antibiogrammes de Salmonella.....</i>	54
<b>PARTIE 3 : LES TIAC A SALMONELLA.....</b>		<b>57</b>
I.	Les TIAC en France en 2001 et place de celles dues a <i>Salmonella</i> .....	59
A.	<i>Les systèmes de surveillance.....</i>	59
1.	Introduction.....	59
2.	Description des différents systèmes de surveillance.....	59
B.	<i>Résultats de la surveillance.....</i>	67
1.	Epidémiologie des TIAC.....	67
2.	Epidémiologie des TIAC à <i>Salmonella</i> .....	70
3.	Conclusion.....	72
II.	Les aliments incriminés dans les TIAC à <i>Salmonella</i> .....	72
A.	<i>La viande.....</i>	72
B.	<i>Les œufs et les ovo produits.....</i>	73
C.	<i>Les produits laitiers.....</i>	73
D.	<i>Les produits issus de la mer et l'eau.....</i>	73
E.	<i>Les fruits et légumes.....</i>	74
F.	<i>Les produits céréaliers.....</i>	74
G.	<i>Les aliments prêts-à-manger.....</i>	74
III.	La place de la filière avicole dans les TIAC à <i>Salmonella</i> .....	74
A.	<i>Matériel et méthodes.....</i>	75
B.	<i>Résultat.....</i>	76
C.	<i>Discussion.....</i>	78
D.	<i>Conclusion.....</i>	78
<b>PARTIE 4 : L'HYGIENE ALIMENTAIRE : DE L'ETABLE A LA TABLE.....</b>		<b>79</b>
I.	Introduction et définitions.....	80
A.	<i>Généralités.....</i>	80
B.	<i>Définitions de l'hygiène alimentaire.....</i>	81
1.	Celle présentée par Assurance Qualité 2000.....	81
2.	Celle présentée par la directive 93/43/CEE relative à l'hygiène des denrées alimentaires.....	81
3.	Pour le Codex Alimentarius (1968).....	82
II.	Moyens de prévention, de lutte et de contrôle dans la filière avicole.....	82
A.	<i>Introduction et définition.....</i>	83
B.	<i>Moyens de lutte.....</i>	84
1.	Au niveau des couvoirs.....	86
2.	Au niveau de la zone d'élevage : reproducteurs ponte et reproducteurs chair.....	87
3.	Au niveau du transport.....	87
4.	Au niveau des abattoirs.....	87
III.	Moyens de prévention, de lutte et de contrôle dans la vie d'une famille.....	89
A.	<i>Au supermarché.....</i>	89
1.	Généralités.....	89
2.	Lecture des emballages.....	92
3.	Ordre de réalisation des courses.....	94
B.	<i>Le transport du supermarché a la maison.....</i>	95
C.	<i>A la maison.....</i>	95
1.	Premier point : la réfrigération.....	95
2.	Deuxième point : la séparation.....	103

3. Troisième point : l'hygiène .....	104
4. Quatrième point : la cuisson .....	105
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>108</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>110</b>

## **INDEX DES FIGURES**

Figure 1 : <i>Salmonella</i> Typhimurium .....	18
Figure 2 : Structure de la paroi des bactéries à Gram négatif .....	19
Figure 3 : Structure du LPS (exemple de <i>Salmonella</i> Typhimurium).....	20
Figure 4 : Structure du peptidoglycane .....	21
Figure 5 : Exemple de structure schématique de l'antigène O:4,12 des salmonelles .....	22
Figure 6 : Mécanisme de l'inversion de phase .....	25
Figure 7 : Antigène de <i>Salmonella</i> à rechercher .....	28
Figure 8 : Recherche de l'antigène O.....	28
Figure 9 : Sérotypage des <i>Salmonella</i> .....	30
Figure 10 : Réservoirs et circulations des Salmonelles entre l'homme, les animaux et l'environnement.....	32
Figure 11 : Sources de transmission.....	32
Figure 12 : Invasion bactérienne dans des cellules épithéliales par <i>Salmonella</i> Typhi .....	35
Figure 13 : Description de la porte d'entrée .....	36
Figure 14 : Système de sécrétion de <i>Salmonella</i> Typhimurium (Modèle représentant le SSP-III).....	37
Figure 15 : Exemple d'un îlot de pathogénicité .....	38
Figure 16 : Zone d'endémie de la fièvre typhoïde en juillet 2000 .....	41
Figure 17 : Pathogénie de la fièvre typhoïde.....	42
Figure 18 : Protocole de vaccination de Typhim Vi® .....	42
Figure 19 : Evolution de la souche DT104 .....	53
Figure 20 : Isolats non humains de <i>S. Typhimurium</i> DT 104.....	53
Figure 21 : Effets de <i>Salmonella</i> Typhimurium MRM sur la santé humaine .....	54
Figure 22 : Fiche de déclaration obligatoire, toxi-infection alimentaires collective .....	61
Figure 23 : Fiche de renseignement devant accompagner chaque souche au Centre de Référence des <i>Salmonella</i> et <i>Shigella</i> .....	66
Figure 24 : Interactions autour du Centre National des Salmonella .....	66
Figure 25 : Evolution du nombre de TIAC, toutes étiologies confondues, déclarées en France de 1987 à 2001 .....	68
Figure 26 : Distribution départementale du nombre de TIAC déclarées en France en 2001 .....	68
Figure 27 : Agents responsables des foyers de TIAC déclarés en France en 2001 .....	69
Figure 28 : Aliments responsables des foyers de TIAC déclarés en France en 2001 .....	69
Figure 29 : Evolution du nombre de foyers de salmonellose signalés au CNRSS et du nombre de TIAC à salmonelles notifiées dans la DO, France 1987-2001.....	70
Figure 30 : Evolution du nombre de foyers dus aux principaux agents responsables confirmés, TIAC déclarées en France de 1987 à 2001 .....	72
Figure 31 : Fonctionnement du RENESA.....	75
Figure 32 : Évolution trimestrielle du nombre de troupeaux de poulettes futures pondeuses contrôlés ...	77
Figure 33 : Évolution trimestrielle du nombre de troupeaux de poules pondeuses contrôlés .....	77
Figure 34 : La méthode HACCP.....	85
Figure 35 : Les différents paramètres à prendre en compte dans la lutte contre les salmonelles.....	86

Figure 36 : Températures prévues par la réglementation selon les catégories de produits. ....	89
Figure 37 : Les différentes étapes de la chaîne du froid .....	91
Figure 38 : L'estampille pour un produit français .....	93
Figure 39 : Le rangement du réfrigérateur .....	98

## **INDEX DES TABLEAUX**

Tableau I : Extrait de la classification de Kauffmann-White indiquant les formules antigéniques de quelques sérotypes de salmonelles.....	24
Tableau II : Identification de <i>Salmonella enterica</i> et de <i>Salmonella bongori</i> .....	27
Tableau III : Tableau de KAUFFMAN-WHITE pour le sérotypage.....	29
Tableau IV : Eléments de comparaison sur les règles communautaires applicables aux additifs et aux médicaments vétérinaires .....	48
Tableau V : Résistance aux antibiotiques des salmonelles isolées chez l'homme en Europe, en 2000...	54
Tableau VI : Résistance aux antibiotiques des salmonelles par sérotype, en Europe, en 2000 .....	55
Tableau VII : Répartition des TIAC déclarées en 2001, selon l'étiologie .....	69
Tableau VIII : Nombre annuel d'isolements de <i>Salmonella</i> non-Typhi reçus ou signalés au CNRSS .....	70
Tableau IX : Distribution des sérotypes de <i>Salmonella</i> non-Typhi les plus fréquemment isolés.....	71
Tableau X : TIAC confirmées à <i>Salmonella</i> spp. en France de 1997 à 1999 .....	71
Tableau XI : Caractères principaux des souches de <i>Salmonella</i> en fonction de leur spécificité d'hôtes ..	84
Tableau XII : Durée de conservation et d'entreposage des aliments dans le réfrigérateur et le congélateur .....	99
Tableau XIII : Température de cuisson des viandes.....	106
Tableau XIV : Les bonnes techniques de préparation des aliments .....	106

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

- **ACSSuT** : Ampicilline, Chloramphénicol, Streptomycine, Sulfamides et Tétracycline (type de résistance).
- **AFSSA** : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments et Produits de Santé.
- **Aw** : L'activité de l'eau.
- **CEE** : Communauté Economique Européenne.
- **CIDEF** : Comité Interprofessionnel de la Dinde Française.
- **CNR** : Centres Nationaux de Référence.
- **COHS** : Contrôle Officiel d'Hygiène Sanitaire.
- **DDASS** : Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales.
- **DDSV** : Direction Départementale des Services Vétérinaires.
- **DGAI** : Direction Générale de l'Alimentation.
- **DGS** : Direction Générale de la Santé.
- **DLC** : Date Limite de Consommation.
- **DLUO** : Date Limite d'Utilisation Optimale.
- **DO** : Déclaration Obligatoire.
- **FAE** : Follicle Associated Epithelium.
- **FIFO** : First In, First Out.
- **HACCP** : Hazard Analysis and Critical Control Point.
- **IJSEM** : International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology.
- **InVS** : Institut national de Veille Sanitaire.
- **KDO** : 3-désoxy-D-manno-2-octulosonique.
- **LABM** : Laboratoire d'Analyse de Biologie Médicale.
- **LERHQA** : Laboratoires d'Etudes et de Recherche en Hygiène et Qualité des Aliments.
- **LMR** : Limite Maximale de Résidus.
- **LPS** : Lipopolysaccharide.
- **MISP** : Médecin Inspecteur de Santé Publique.
- **MR** : Multi Résistants.
- **MRM** : Multi Résistance aux Médicaments.
- **OMS** : Organisation Mondiale de la Santé.
- **ONERBA** : Observatoire National de l'Epidémiologie de la Résistance Bactérienne aux Antibiotiques.
- **PBP** : Penicillin Binding Proteins.
- **PEPS** : Premier Entré, Premier Sorti.
- **PLP** : Protéines de liaison aux pénicillines.
- **RENESA** : Réseau National d'Epidémio - Surveillance en Aviculture.
- **SPI** : *Salmonella* Pathogenicity Islands.
- **TIAC** : Toxi - Infection Alimentaire Collective.
- **UHT** : Ultra Haute Température

# **INTRODUCTION**

Les toxi-infections alimentaires font régulièrement la « Une » des médias, et notamment celles dues à *Salmonella* en raison du nombre de personnes atteintes à chaque épisode. En effet, les habitudes alimentaires des pays développés ont été longtemps caractérisées par la préparation artisanale des repas pris en famille. Aussi les foyers à toxi-infections alimentaires observés affectaient à chaque fois un petit nombre de convives. L'évolution de ces sociétés a profondément perturbé cette tradition : extension de la population active, modification des horaires de travail (journée continue), repas pris sur le lieu du travail. La préparation industrielle des aliments s'est donc considérablement développée, les circuits de distribution se sont concentrés et la restauration collective s'est étendue de manière spectaculaire. Les précautions d'hygiène mise en œuvre dans ce processus ont accru la sécurité bactériologique des aliments ainsi consommés. En revanche, les défaillances de cette chaîne alimentaire sont devenues plus graves pouvant affecter à chaque fois de nombreux consommateurs.

Ainsi du point de vue épidémiologique, les salmonelles sont la cause de plusieurs millions d'intoxications chaque année dans le monde. Leurs implications socio-économiques (coûts des soins, absentéisme, arrêt de travail) et culturelles (mouvement des consommateurs) confèrent à ces toxi-infections alimentaires collectives une grande actualité malgré leur pronostic en règle bénin.

Economiquement et socialement, elles justifient à elles seules toutes les mesures hygiéniques que l'on peut préconiser. Ainsi il est apparu comme primordial de prévenir cette infection par l'intermédiaire de mesures de prophylaxie individuelles ou collectives, de la fourche à la fourchette.

Le pharmacien d'officine, par la nature même de son métier, est au contact direct de la population. En tant qu'acteur majeur de la santé publique, il se doit de repérer les patients, souffrant d'une intoxication et de les orienter vers un médecin rapidement (d'où la nécessité de connaître la maladie). Qui plus est, en tant qu'homme de conseil, proche de la population et facilement accessible, le pharmacien pourra fournir les recommandations nécessaires pour éviter les accidents d'origine alimentaire.

# **PARTIE 1 : Le genre *Salmonella***

# **I. Les Salmonelles : une taxonomie extrêmement complexe**

## **A. Le point de départ**

Le genre *Salmonella* est l'un des 32 genres de la famille des Enterobacteriaceae et les *Approved Lists of Bacterial Names* (1980) considéraient que cinq espèces avaient un statut dans la nomenclature : *Salmonella arizonae*, *Salmonella choleraesuis* (espèce type du genre), *Salmonella enteridis*, *Salmonella typhi* et *Salmonella typhimurium*.

Depuis la parution de ces listes, les hybridations ADN/ADN ont démontré que toutes les souches de salmonelles appartenaient à une seule génomospécies appelée *Salmonella choleraesuis*. Ce nom d'espèce a été retenu parce que c'est celui de l'espèce type du genre *Salmonella*. Les cinq espèces citées dans les *Approved Lists* sont donc des représentants de cette unique génomospécies.

Au sein de cette génomospécies, les pourcentages d'homologies ADN/ADN permettent de reconnaître 7 sous-groupes. Tous ces sous-groupes sont identifiables par leurs caractères phénotypiques et Le Minor *et al* proposent de reconnaître 7 sous-espèces au sein de l'espèce *Salmonella choleraesuis* : *Salmonella choleraesuis* subsp. *arizonae*, *Salmonella choleraesuis* subsp. *bongori*, *Salmonella choleraesuis* subsp. *choleraesuis*, *Salmonella choleraesuis* subsp. *diarizonae*, *Salmonella choleraesuis* subsp. *houtenae*, *Salmonella choleraesuis* subsp. *indica*, *Salmonella choleraesuis* subsp. *salamae*. Tous ces noms ont fait l'objet d'une publication valide et ont un statut dans la nomenclature. (67, 68)

Suite à ces validations et en accord avec les données scientifiques, le genre *Salmonella* ne comprenait donc qu'une unique espèce, *Salmonella choleraesuis*, elle-même subdivisée en 7 sous-espèces.

## **B. La désignation des sérovars**

Au sein de chacune des sous-espèces de *Salmonella choleraesuis*, il est possible de distinguer des sérovars caractérisés par leurs antigènes somatiques (antigènes O), par leurs antigènes flagellaires (antigènes H) et, éventuellement, par leur antigène Vi (pour virulence). Conformément aux recommandations du Code de Nomenclature des Bactéries nous utilisons le terme de "sérovar" de préférence à celui de "sérotyp".

En bactériologie, les sérovars d'une espèce ou d'une sous-espèce bactérienne sont habituellement désignés par leurs formules antigéniques. Les sérovars de la sous-espèce *Salmonella choleraesuis* subsp. *choleraesuis* font exception à cette règle et ils portent un nom. Initialement, ces noms avaient été proposés par Kauffmann qui considérait que chaque sérovar était une espèce et, pour cette raison, ils étaient écrits en italique. Les noms des sérovars indiquent soit un syndrome ou une maladie (*typhi*, *abortus-equi*...) soit un hôte de prédilection (*gallinarum-pullorum*...) soit l'origine géographique de la première souche isolée (*panama*, *london* ...). Actuellement, la désignation des nouveaux sérovars est effectuée exclusivement en fonction de l'origine géographique. (86)

Pour éviter toute confusion, entre la dénomination des espèces et la dénomination des sérovars, Le Minor et Popoff (1987) ont proposé de ne plus traiter les noms des sérovars comme des noms latins, de les écrire avec une majuscule et de les écrire en caractères romains (par exemple, *Salmonella choleraesuis* subsp. *choleraesuis* sérovar (ou ser.) Abortusovis).

Dans la pratique courante, afin de simplifier la nomenclature, Le Minor et Popoff proposent, également, de désigner les sérovars sous une forme abrégée : *Salmonella* Abortusovis (ou *Salmonella* sérovar Abortusovis ou *Salmonella* ser. Abortusovis)... dont les noms complets seraient *Salmonella choleraesuis* subsp. *choleraesuis* sérovar Abortusovis... L'absence de mention de la sous-espèce ne peut pas être une source de confusion car seuls les sérovars de la sous-espèce *Salmonella choleraesuis* subsp. *choleraesuis* portent un nom.

### **C. Les différentes demandes de modifications de la nomenclature**

#### **1. La demande de dérogation de Le Minor et Popoff (1987)**

Afin de respecter la réalité scientifique et pour résoudre la difficulté liée à la terminologie de *choleraesuis*, Le Minor et Popoff soumettent une "Request for an Opinion" (désignation abrégée pour "Request for a Judicial Opinion" qui est une publication demandant à la "Judicial Commission" d'accorder une dérogation aux règles de nomenclature). Dans cette demande de dérogation (publiée dans le numéro

d'octobre 1987 de *International Journal of Systematic Bacteriology*) Le Minor et Popoff font les propositions suivantes :

- Le genre *Salmonella* ne comprend qu'une unique espèce divisée en 7 sous-espèces et les noms de *Salmonella enteritidis*, *Salmonella typhi* et *Salmonella typhimurium* (inscrits dans les *Approved Lists*) sont des synonymes de *Salmonella choleraesuis* subsp. *choleraesuis* ce qui revient à en faire des sérovars.
- Le nom d'espèce (*Salmonella choleraesuis*) doit être changé en "*Salmonella enterica*" ce qui entraîne automatiquement le changement de nom de la sous-espèce *Salmonella choleraesuis* subsp. *choleraesuis* en "*Salmonella enterica* subsp. *enterica*"(65)

## **2. Désignation d'une nouvelle espèce au sein du genre *Salmonella***

En 1989, Reeves *et al.* élèvent la sous-espèce *Salmonella choleraesuis* subsp. *bongori* au rang d'espèce, *Salmonella bongori*. Cette nomenclature, validement publiée, ne pose pas de problèmes particuliers. Elle a pour conséquence d'amputer l'espèce *Salmonella choleraesuis* de l'une de ses sous-espèces.

## **3. Avis de la "Judicial Commission"**

Les propositions de Le Minor et Popoff, logiques et scientifiquement justifiées, avaient reçu l'approbation unanime du Sous Comité de Taxonomie des *Enterobacteriaceae*. Pourtant, elles ont été rejetées par la "Judicial Commission". La raison de ce refus est liée au statut de la bactérie responsable de la fièvre typhoïde qui est une infection grave chez l'homme. En effet, les propositions de Le Minor et Popoff conduisaient à faire de l'agent de la fièvre typhoïde un sérovar ("*Salmonella enterica* subsp. *enterica*" sérovar Typhi ou plus simplement *Salmonella* Typhi) et non une espèce (*Salmonella typhi*). Les membres de la "Judicial Commission" ont estimé que cette modification risquait de créer une confusion dans l'esprit des médecins et des responsables de la Santé Publique. La "Judicial Commission" a rejeté l'ensemble des propositions de Le Minor et Popoff et, de ce fait, les nomenclatures de "*Salmonella enterica*", de "*Salmonella enterica* subsp. *arizonae*", de "*Salmonella enterica* subsp. *diarizonae*"..., même si elle sont très fréquemment utilisées, n'ont pas de statut dans la nomenclature. Aussi, elles doivent être écrites entre guillemets. (61, 112)

#### **4. La demande de dérogation de Euzéby (1999)**

Dans leur "Judicial Opinion", les membres de la "Judicial Commission" souhaitent qu'on leur soumette une nouvelle proposition. Aussi, en 1999, Euzéby a rédigé une nouvelle "Request for an Opinion" en reprenant les propositions de Le Minor et Popoff mais en demandant d'inscrire l'épithète *typhi* sur la liste des "noms des espèces devant être conservés" et d'inscrire l'épithète *choleraesuis* sur la liste des "noms des espèces devant être rejetés".

Si la "Judicial Commission" rend un avis favorable, le genre *Salmonella* comprendra trois espèces : *Salmonella bongori*, *Salmonella enterica* et *Salmonella typhi*. Cette dernière dénomination, même si elle n'est pas conforme à la réalité scientifique, devra être utilisée pour désigner l'agent de la fièvre typhoïde. En d'autres termes, *Salmonella typhi* ne sera maintenue que pour des raisons pratiques afin d'éviter d'éventuels risques de confusion dont les conséquences pourraient être graves sur le plan médical. "*Salmonella enterica*" sera composée de 6 sous-espèces et, *Salmonella enteridis* et *Salmonella typhimurium* seront de simples sérovars de la sous-espèce "*Salmonella enterica* subsp. *enterica*". (32)

#### **5. Les demandes de dérogations de Ezaki et al. (2000)**

Deux nouvelles demandes de dérogations, rédigées par Ezaki *et al*, ont été publiées dans le numéro de mars 2000 de la revue *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology (IJSEM)*.

La première demande de dérogation propose de créer une nouvelle espèce, *Salmonella paratyphi*, pour le sérovar *Salmonella* Paratyphi A. Comme ce sérovar est à l'origine d'infections humaines graves (les fièvres paratyphoïdes), les auteurs estiment qu'il est nécessaire d'en faire une espèce et d'inscrire cette nouvelle nomenclature sur la liste des "noms des espèces devant être conservés". La nomenclature de *Salmonella paratyphi* n'a pas été retenue sur la liste de notification (Notification that new names and new combinations have appeared in volume 50, part 2, of the IJSEM) publiée dans le numéro de mai 2000 du *IJSEM* si bien qu'elle n'est pas valablement publiée et n'a pas de statut dans la nomenclature.(34)

La seconde demande de dérogation préconise le maintien des espèces *Salmonella typhi*, *Salmonella enteritidis* et *Salmonella typhimurium* ce qui est conforme aux règles de nomenclature. Ces bactéries étant à l'origine d'infections humaines

graves (fièvre typhoïde pour *Salmonella typhi* et toxi-infections alimentaires pour *Salmonella enteritidis* et *Salmonella typhimurium*) et/ou d'infections animales fréquentes et importantes (*Salmonella enteritidis* et *Salmonella typhimurium*), les auteurs demandent l'inscription de ces épithètes sur la liste des "noms des espèces devant être conservés" afin d'éviter qu'elles soient considérées comme de simples sérovars. (35)

## **6. La requête de Yabuuchi et Ezaki (2000)**

Dans une "note taxonomique", publiée dans le numéro de juillet 2000 de *IJSEM*, Yabuuchi et Ezaki demandent à la "Judicial Commission" de rejeter clairement la nomenclature de "*Salmonella enterica*" et de conserver la nomenclature de *Salmonella choleraesuis*.

Pour éviter une confusion entre le nom d'espèce *choleraesuis* et le nom du sérovar Choleraesuis, ces auteurs proposent de désigner ce dernier sous la nomenclature de Hogcholera. Comme les noms des sérovars ne sont pas soumis aux règles du Code de Nomenclature, même si la requête de Yabuuchi et Ezaki est acceptée, un bactériologiste aura la possibilité de désigner ce sérovar sous le nom de Choleraesuis ou de Hogcholera. (115)

### **D. Statut actuel des espèces du genre Salmonella : liste des noms validement publiés**

En accord avec le Code de Nomenclature des Bactéries, la liste des nomenclatures validement publiées au sein du genre *Salmonella* est la suivante (12):

- *Salmonella bongori* qu'il est également possible de désigner sous la nomenclature de *Salmonella choleraesuis* subsp. *bongori* ;
- *Salmonella choleraesuis* (espèce type du genre) ;
- *Salmonella choleraesuis* subsp. *arizonae* qu'il est également possible de désigner sous la nomenclature de *Salmonella arizonae* ;
- *Salmonella choleraesuis* subsp. *choleraesuis* ;
- *Salmonella choleraesuis* subsp. *diarizonae* ;
- *Salmonella choleraesuis* subsp. *houtenae* ;
- *Salmonella choleraesuis* subsp. *indica* ;
- *Salmonella choleraesuis* subsp. *salamae* ;
- *Salmonella enteritidis* ;

- *Salmonella typhi* ;
- *Salmonella typhimurium*.

## **E. En pratique**

### **1. Désignation des espèces et des sous-espèces**

Tant que la "Judicial Commission" n'a pas rendu de nouveaux avis, deux possibilités sont offertes aux microbiologistes :

- Un auteur qui désire respecter les règles de nomenclature, doit utiliser les nomenclatures de *Salmonella bongori* et de *Salmonella choleraesuis* (avec les 6 sous-espèces : *Salmonella choleraesuis* subsp. *arizonae*, *Salmonella choleraesuis* subsp. *choleraesuis*, *Salmonella choleraesuis* subsp. *diarizonae*, *Salmonella choleraesuis* subsp. *houtenae*, *Salmonella choleraesuis* subsp. *indica* et *Salmonella choleraesuis* subsp. *salamae*).
- Un auteur qui souhaite s'exprimer comme la très grande majorité des scientifiques, suivra les propositions de Le Minor et Popoff (1987) même si, elles sont "illégal" du point de vue des règles de nomenclature. Il utilisera les nomenclatures de *Salmonella bongori* et de "*Salmonella enterica*" (avec les 6 sous-espèces : "*Salmonella enterica* subsp. *arizonae*", "*Salmonella enterica* subsp. *diarizonae*", "*Salmonella enterica* subsp. *enterica*", "*Salmonella enterica* subsp. *houtenae*", "*Salmonella enterica* subsp. *indica*" et "*Salmonella enterica* subsp. *salamae*").

Il considérera que : *Salmonella enteritidis*, *Salmonella paratyphi*, *Salmonella typhi* et *Salmonella typhimurium* ne sont que de simples sérovars de la sous-espèce "*Salmonella enterica* subsp. *enterica*" (***Salmonella Enteritidis*, *Salmonella Paratyphi A*, *Salmonella Typhi*, *Salmonella Typhimurium***).

C'est précisément cette dernière classification que nous utiliserons ici.

### **2. Désignation des sérovars de la sous-espèce *Salmonella choleraesuis* subsp. *choleraesuis***

La dénomination des sérovars n'est pas réglementée mais il est conseillé de les écrire sous la forme suivante : *Salmonella* London (pour *Salmonella choleraesuis* (ou

"*Salmonella enterica*") subsp. *choleraesuis* (ou "subsp. *enterica*") sérovar London), *Salmonella* Derby, *Salmonella* Montevideo...

Cette nomenclature abrégée est utilisée par le "Centre Collaborateur OMS de Référence et de Recherche pour les *Salmonella*", par l' "Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA)", par les "Centers for Disease Control and Prevention" d'Atlanta...

Toutefois, d'autres centres de référence spécialisés dans l'étude des salmonelles continuent à utiliser l'ancienne nomenclature (*Salmonella london*, *Salmonella derby*, *Salmonella montevideo*...). (36)

## II. Caractéristiques morphologiques

### A. Généralités

Les salmonelles présentent la morphologie des Enterobacteriaceae et en ont les caractères généraux :

- Ce sont des bacilles à gram négatif, bâtonnets de 2 à 4  $\mu\text{m}$  de long et de 0,4  $\mu\text{m}$  à 0,6  $\mu\text{m}$  de large (Figure 1).
- Elles sont habituellement mobiles grâce à une ciliature péritriche à l'exception de *S. Gallinarum pullorum*, de rares mutants dont les flagelles sont immobiles, et de mutants sans flagelle.
- Elles peuvent être capsulées, toujours asporulées.
- Elles sont le plus souvent regroupées en amas.

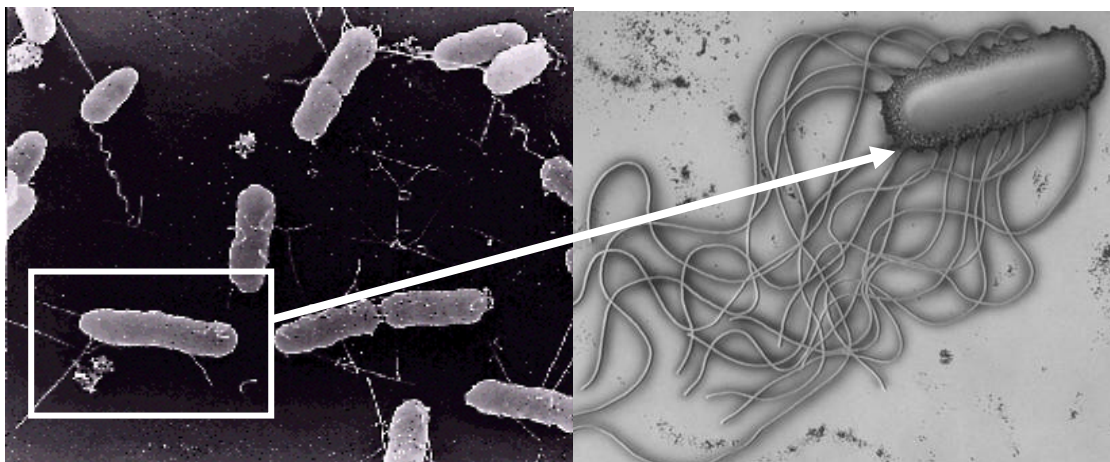
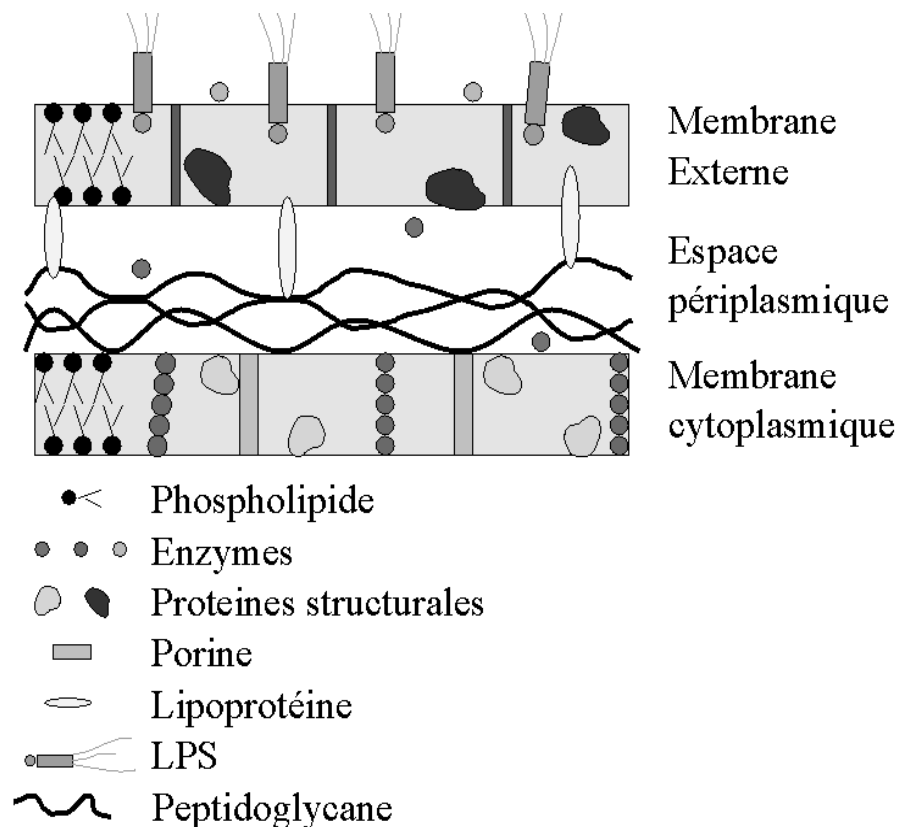


Figure 1 : *Salmonella* Typhimurium (SAUVAGER F.)

## **B. Structure de la paroi**

Les salmonelles sont des bacilles à gram négatif et possèdent donc une paroi dont la structure est en trois couches (Figure 2). Cette paroi est constituée de l'extérieur vers l'intérieur : d'une membrane externe, d'une couche mince de peptidoglycane et d'un espace périplasmique qui entoure la membrane cytoplasmique.



**Figure 2 : Structure de la paroi des bactéries à Gram négatif (Euzéby J.P)**

La **membrane externe** protège les entérobactéries de l'action des sels biliaires et des ferments digestifs. Elle est constituée d'une double couche lipidique dans laquelle sont incluses des molécules de lipo-polysaccharide (LPS) qui comprennent trois parties, de l'intérieur vers l'extérieur de la cellule, qui sont (Figure 3) :

- ✓ Le lipide A, qui est vraisemblablement identique chez toutes les entérobactéries, est constitué de deux sucres aminés. L'utilisation de lipide A obtenu par synthèse a permis de démontrer que le lipide A est bien responsable du pouvoir toxique du LPS.

- ✓ Le core central ou noyau polysaccharidique de base dont la structure est semblable pour toutes les salmonelles. Le noyau interne contient deux sucres inhabituels, l'heptose et l'acide 3-désoxy-D-manno-2-octulosonique = KDO. Le KDO est toujours présent dans le LPS et un mutant dépourvu de KDO n'est pas viable. Un résidu de KDO est lié covalentiellement au lipide A et selon les espèces le nombre de résidus de KDO est variable (généralement deux ou trois). Le noyau ou core externe est constitué d'un nombre variable de résidus d'hexoses ou d'hexosamines.
- ✓ Une chaîne polysaccharidique support de la spécificité O. Cette chaîne est constituée d'une répétition d'oligosaccharides de composition variable. La nature des sucres constitutifs et leur ordre d'enchaînement sont responsables de la spécificité des antigènes O.

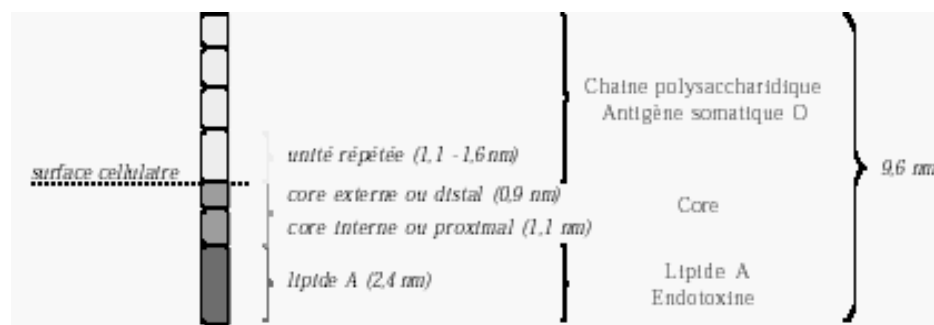
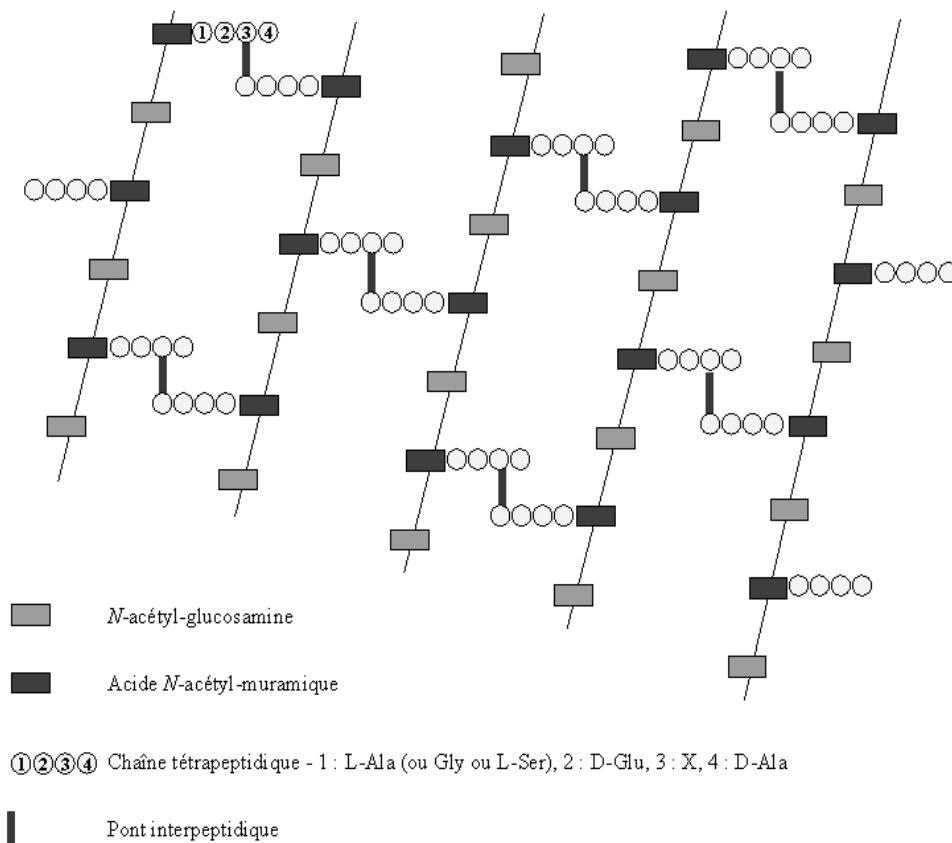


Figure 3 : Structure du LPS (exemple de *Salmonella Typhimurium*) (Plésiat P.)

S'y trouvent aussi des protéines diverses dont les porines (Omp pour Outer membrane protein) qui, en se polymérisant, forment des canaux assurant le passage des molécules hydrophiles à travers cette membrane externe par ailleurs très hydrophobe.

La chaîne O sera étudiée plus loin.

Le **peptidoglycane** constitue une couche rigide, plus mince et plus lâche que chez les bactéries à Gram positif. Il est composé de chaînes linéaires de polysaccharides reliées entre elles par des peptides (Figure 4).



**Figure 4 : Structure du peptidoglycane (Euzéby J.P)**

L'assemblage et le remodelage du peptidoglycane sont sous la dépendance de transpeptidases et de carboxypeptidases qui fixent les bêta-lactamines et sont pour cette raison dénommées PBP (pour Penicillin binding proteins) ou PLP (pour Protéines de liaison aux pénicillines).

Dans l'espace périplasmique s'accumulent des enzymes qui dégradent les substances prélevées dans le milieu extérieur et nécessaires au métabolisme de la bactérie. On y trouve également les bêta-lactamases capables d'hydrolyser les bêta-lactamines.

La membrane cytoplasmique est constituée, comme toutes les membranes cellulaires, d'une double couche phospholipidique hydrophobe dont la perméabilité est rendue sélective par la présence de protéines dénommées perméases. De nombreuses enzymes et notamment celles qui interviennent dans le métabolisme énergétique sont insérées dans cette membrane. S'y trouvent aussi, sur sa face externe, les transpeptidases et carboxypeptidases nécessaires à la synthèse du peptidoglycane.

### III. Caractéristiques antigéniques

Ils permettent d'établir une classification des salmonelles en fonction de la « formule antigénique » de chacun des sérotypes connus. (49)

#### A. Les antigènes somatiques (antigènes « O »)

Constitutifs de la paroi bactérienne, les antigènes O sont portés par les chaînes spécifiques du lipo-polysaccharide (LPS), qui est le composant majoritaire de la membrane externe de la paroi bactérienne.

La chaîne O spécifique est la partie la plus variable du LPS. Elle est constituée de chaînons répétitifs comprenant chacun 3 à 8 sucres et dont le nombre varie de 20 à 40 chez les salmonelles (Figure 5). Le premier de ces chaînons peut avoir une structure légèrement différente de celle des autres chaînons. Les sucres constituant ces chaînons sont des hexoses "classiques" (glucose, galactose, mannose...) mais aussi des sucres plus particuliers comme le tyvélose, le paratose, l'abéquose, le colitose... Certains ne se retrouvent que là dans la nature.

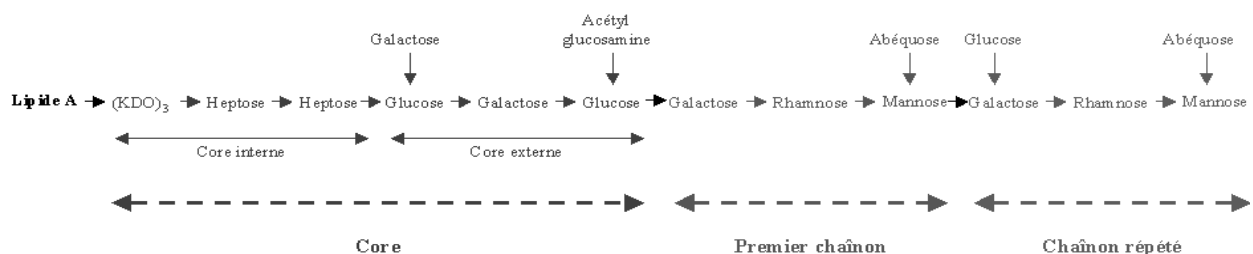


Figure 5 : Exemple de structure schématique de l'antigène O:4,12 des salmonelles. (Euzéby J.P)

Les différences antigéniques des chaînes spécifiques sont liées soit à la nature des sucres qui composent le chaînon répété soit à leur mode de liaison. La détermination de la spécificité antigénique O est importante notamment en épidémiologie. Chez les salmonelles, les antigènes O sont classés en facteurs O majeurs et en facteurs O accessoires :

- **Les facteurs O majeurs** : Ils permettent de définir des groupes et toutes les souches possédant en commun un facteur O majeur sont placées dans le même groupe.
- **Les facteurs O accessoires** : Ils peuvent différer selon les souches appartenant à un même groupe. Les facteurs O accessoires peuvent être liés, de manière constante, à un ou à plusieurs facteurs O majeurs et ils sont alors dépourvus de tout intérêt diagnostique. Dans le Tableau I répertoriant les formules antigéniques des sérovars (Tableau de Kauffmann-White) les facteurs O liés à la présence d'un phage ou d'un plasmide sont soulignés, exemple : O:1 et ceux liés à la présence d'une acétylase sont placés entre crochets, exemple : O:[5].

La spécificité antigénique O peut être perdue plus ou moins totalement par des mutations qui affectent la synthèse ou la fixation des chaînons spécifiques. Les colonies formées par des bactéries dont les antigènes O sont incomplets sont plates, à bords irréguliers et d'aspect rugueux (colonies R ou rugueuse ou rough). Cet aspect contraste avec les colonies rondes et lisses (colonies S ou smooth) obtenues avec les bactéries normales. Les mutants rugueux ont un aspect variable selon la modification engendrée dans la structure polysaccharidique et ils perdent leur pouvoir pathogène car ils sont aisément phagocytés.

On compte ainsi 67 facteurs O différents qui sont distingués selon la nature des oses terminaux et l'ordre dans lequel ils se trouvent dans les unités répétitives de la chaîne polysaccharidique. (64)

L'agglutination obtenue par l'action des anticorps dirigés contre les différents antigènes O est :

- d'apparition lente (24 h à 37°C, ensuite 20 h à température ordinaire)
- finement granulaire
- polaire : les bactéries sont agglutinées par leurs extrémités
- difficile à dissocier.

**Tableau I : Extrait de la classification de Kauffmann-White indiquant les formules antigéniques de quelques sérotypes (Le Minor)**

Sérotipe	Antigène O	Antigène H	
		Phase I	Phase II
S. Paratyphi A	Groupe A 1, 2, 12	a	
S. Paratyphi B	Groupe B 1, 4, [5], 12	b	1, 2
S. Typhimurium	1, 4, [5], 12	i	1, 2
S. Infantis	Groupe C1 6, 7	r	1, 5
S. Virchow	6, 7	r	e, n, x
S. Typhi	Groupe D 9, 12, [Vi]	d	-
S. Enteritidis	1, 9, 12	g, m	-
S. Dublin	1, 9, 12, [Vi]	g, .p	-

### **B. Les antigènes d'enveloppe (antigène capsulaire ou « K »)**

Ce sont des polysaccharides capsulaires. Ils masquent l'agglutination O, qui peut être révélée après chauffage (de 10 minutes à 100°C ou d'une heure à 60°C).

Ils sont doués de propriétés toxiques : cet antigène fut, au moment de sa découverte, considéré comme responsable de la virulence du bacille d'Eberth d'où sa désignation (Vi). Il est donc de pouvoir vaccinant et provoque l'apparition d'agglutinines. Les souches, le possédant, sont plus résistantes à la phagocytose.

L'antigène Vi (de virulence) est fréquent chez S. Typhi, rare chez S. Paratyphi C et exceptionnel chez S. Dublin.

### **C. Les antigènes flagellaires (antigène « H »)**

Les flagelles, agents de la mobilité bactérienne, représentent des filaments constitués d'une protéine, la flagelline (protéine fibreuse comparable à la myosine du muscle) dont la composition en acides aminés est constante pour un type antigénique.

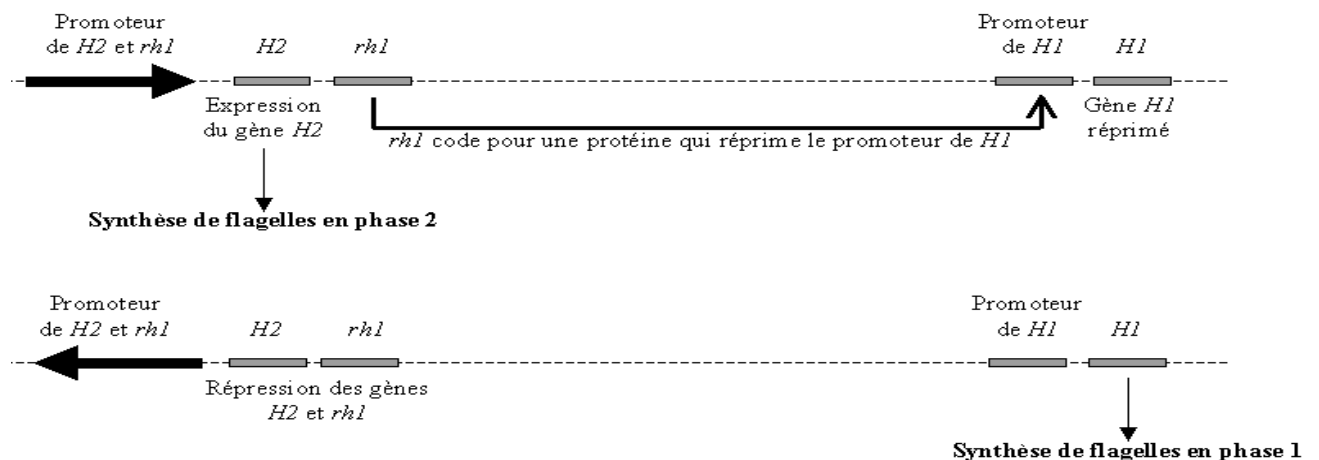
L'agglutination H est :

- rapide
- floconneuse
- facilement dissociable par agitation qui casse alors les flagelles.

Les antigènes H sont détruits par la chaleur et l'alcool.

Les antigènes H existent sous 2 formes antigéniques qualifiées de phase I et de phase II. La plupart des sérovars sont diphasiques, ils peuvent exprimer alternativement les antigènes H de phase I et de phase II. Certaines souches de sérotypes normalement diphasiques, peuvent n'exprimer qu'une seule spécificité. On peut alors révéler la phase manquante, en bloquant par un immun sérum la phase dominante (technique dite de l'inversion de phase : voir Figure 6 ci dessous). Le procédé "d'inversion de phase" de Svent Gard permet d'isoler l'une des deux phases : Les bactéries mobiles, cultivées sur une gélose appauvrie en agar (gélose "molle"), envahissent toute la surface du milieu. Si on incorpore à une gélose molle un sérum anti-H spécifique d'une des deux phases représentées dans la souche, les bactéries exprimant cette phase sont immobilisées et seuls les éléments de l'autre phase sont capables de diffuser à distance du point d'inoculation où il est possible de les isoler.

La phase I est désignée par des lettres minuscules (a, b, c,...), la phase II par des chiffres arabes (1, 2, 3,...). Les antigènes « de la phase I » sont suffisamment spécifiques pour permettre une identification précise du sérotype.



**Figure 6 : Mécanisme de l'inversion de phase (Euzéby J.P)**

Le promoteur de *H2* et *rh1* est porté par un segment d'ADN de 750 paires de bases et encadré par des séquences répétées qui permettent des recombinaisons homologues.

**En haut :** le promoteur de *H2* et *rh1* est orienté dans le sens de la transcription, l'opéron *H2-rh1* fonctionne et les produits de *H2* et *rh1* sont exprimés. Le gène *H2* code pour les antigènes H en phase 2 et *rh1* code pour un répresseur qui inactive le promoteur de *H1*.

**En bas :** le promoteur de *H2* et *rh1* est orienté dans le sens contraire de la transcription et l'opéron *H2-rh1* ne peut fonctionner. L'absence de synthèse du répresseur codé par *rh1* permet l'expression du gène *H1* et la synthèse de flagelles en phase 1.

## **IV. Caractéristiques physiologiques**

Des variations notables peuvent exister entre les souches, les sérotypes, et les facultés d'adaptation des *Salmonella*. (110)

### **A. La température**

La température optimale de croissance est de 35–37°C, cependant le développement reste possible de +5°C à +47°C.

La chaleur détruit les *Salmonelles* et les températures de réfrigération (5°C) bloquent, sauf exceptions, la croissance mais permettent la survie des *Salmonella*.

### **B. Le pH**

Les salmonelles supportent des pH allant de 4,5 à 9, avec un optimum de 6,5 à 7,5.

### **C. L'activité de l'eau (Aw)**

Les *Salmonelles* se développent bien pour des valeurs Aw de 0,945 à 0,999. Dans les produits déshydratés leur survie peut être longue, ceci est à rapprocher de leur aptitude à survivre dans les milieux extérieurs.

## **V. Caractéristiques biochimiques**

L'identification d'une souche au genre *Salmonella* se fait à l'aide des caractères biochimiques suivants (43) :

- Production d'H<sub>2</sub>S à partir du thiosulfate.
- Absence de fermentation du lactose, du saccharose.
- Utilisation du citrate de sodium (sauf *Salmonella* Typhi et *S. Paratyphi* A).
- Absence d'uréase et de tryptophane désaminase.
- Absence de production d'acétoïne.
- Décarboxylation fréquente de la lysine et de l'ornithine.

Il faut savoir que les espèces et sous espèces de *Salmonella* peuvent être différenciées par leurs caractères biochimiques (Tableau II). (66)

**Tableau II : Identification de Salmonella enterica et de Salmonella bongori (Le Minor et Richard, 1993)**

	Salmonella enterica subsp						Salmonella bongori
	enterica	salamae	arizonae	diarizonae	houtenae	indica	
Dulcitol	+	+	-	-	-	d	+
ONPG	-	-	+	+	-	d	+
Malonate	-	+	+	+	-	-	-
Gélatinase	-	+	+	+	+	+	-
Sorbitol	+	+	+	+	+	-	+
Culture Avec KCN	-	-	-	-	+	-	+
D-Tartrate	+	-	-	-	-	-	-
Galacturonate	-	+	-	+	+	+	+
G glutamyl transferase	+	+	-	+	+	+	+
Beta Glucuronidase	d	d	-	+	-	d	-
Mucate	+	+	+	-	- ( 70%)	+	+
Salicine	-	-	-	- ( 75%)	+	-	-
Lactose	-	-	-	+	-	d	-
Lyse Pae Le Phage 0 :1	+	+	-	+	-	+	d
Habitat	Animaux à sang chaud	Animaux à sang froid et environnement					

+ : 90% ou plus de réactions positives

- : 90% ou plus de réactions négatives

d : réactions variables

## VI. Diagnostic microbiologique

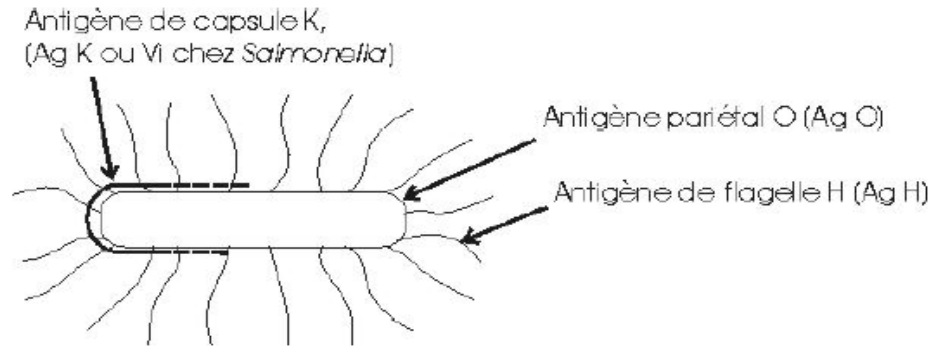
La recherche de Salmonella se fait soit sur des prélèvements d'origine humaine (coproculture le plus souvent) soit dans des aliments.

On réalise une observation :

- Au microscope : Bacille à gram négatif, mobile.
- Sur des coprocultures : Utiliser à la fois des milieux d'enrichissement (l'excrétion de germes dans les selles peut être faible) et des milieux sélectifs (*Salmonella* en nombre inférieur à des espèces commensales telles que *E. coli* et *Proteus*).

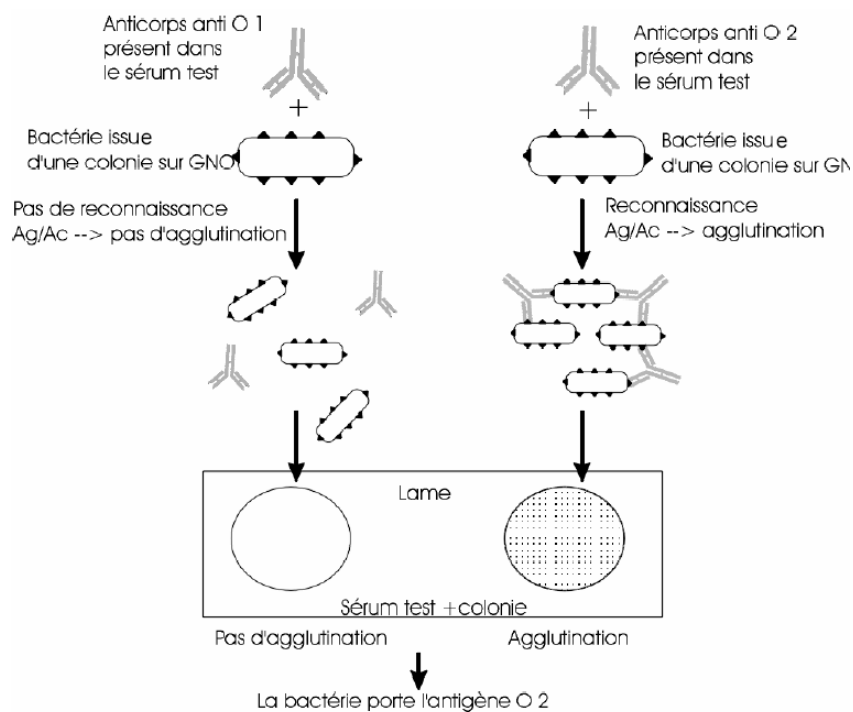
Pour le sérotypage, on recherche (Figure 7):

- Ag O de paroi (utilisé ici comme exemple avec la Figure 8).
- Ag H du flagelle pour les souches mobiles.
- Ag Vi de la microcapsule.



**Figure 7 : Antigène de *Salmonella* à rechercher**

(<http://pedagogie.ac-montpellier.fr>)



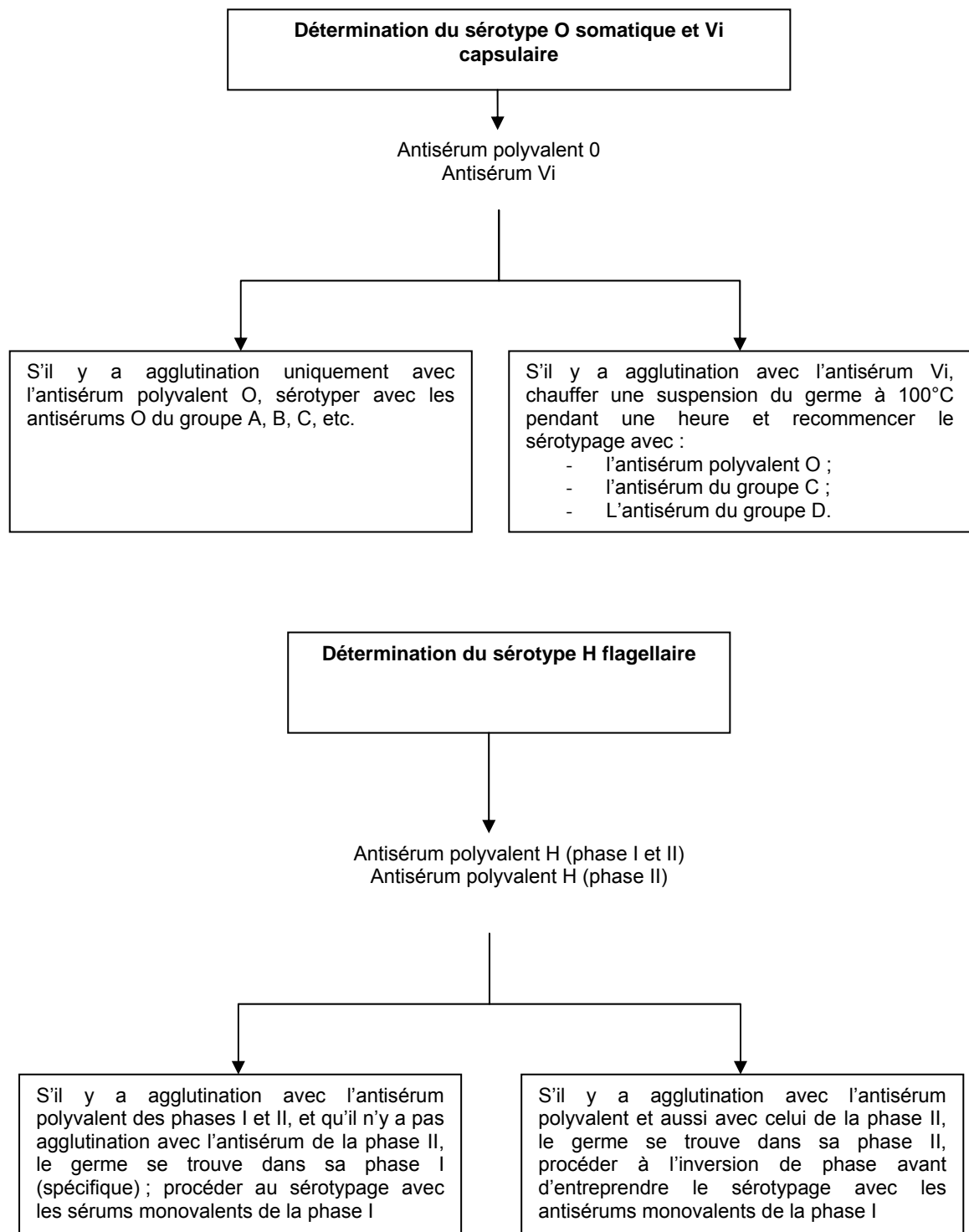
**Figure 8 : Recherche de l'antigène O**

(<http://pedagogie.ac-montpellier.fr>)

Le sérotypage complet des *Salmonella* ne peut être fait que dans les laboratoires spécialisés, car il nécessite toute une batterie d'antisérums et la présence de personnel entraîné. On peut, cependant dans les laboratoires de microbiologie clinique ordinaire, confirmer l'identification biochimique des *Salmonella* en déterminant par sérotypage à quel groupe sérologique O le germe isolé appartient. La souche est ensuite envoyée dans un laboratoire spécialisé afin de déterminer le sérotype précis (Figure 9 et Tableau III).

Tableau III : Tableau de KAUFFMANN-WHITE pour le sérotypage (KAUFFMANN-WHITE)

Mélange O	Groupe (fréquence en France)	Nom usuel	Antigènes O	Antigènes H	
				Phase 1	Phase 2
OMA	B (54,3 %)	<i>Paratyphi B</i>	<u>1</u> , 4, [5], 12	b	1, 2
		<i>Wien</i>	<u>1</u> , 4, 12, <u>27</u>	b	l, w
		<i>Stanley</i>	<u>1</u> , 4, [5], 12, <u>27</u>	d	1, 2
		<i>Duisburg</i>	<u>1</u> , 4, 12, <u>27</u>	d	e, n, z15
		<i>Saintpaul</i>	<u>1</u> , 4, [5], 12, <u>27</u>	e, h	1, 2
		<i>Reading</i>	<u>1</u> , 4, [5], 12	e, h	1, 5
		<i>Chester</i>	<u>1</u> , 4, [5], 12	e, h	e, n, x
		<i>Derby</i>	<u>1</u> , 4, [5], 12	f, g	[1, 2]
		<i>Agona</i>	<u>1</u> , 4, 12	f, g, s	-
		<i>Typhimurium</i>	<u>1</u> , 4, [5], 12	i	1, 2
		<i>Brandenburg</i>	<u>1</u> , 4, [5], 12	i, v	e, n, z15
		<i>Heidelberg</i>	1, 4, 12	r	1, 2
		<i>Coeln</i>	4, [5], 12	y	1, 2
		<i>Essen</i>	4, 12	g, m	-
<i>Abortusovis</i>		c	1, 6		
OMB	C (17,5 %) C1	<i>Paratyphi C</i>	6, 7 [Vi]	c	1, 5
		<i>Choleraesuis</i>	6, 7	c	1, 5
		<i>Isangi</i>	6, 7	d	1, 5
		<i>Livingstone</i>	6, 7	d	l, w
		<i>Eimsbuttel</i>	6, 7, <u>14</u>	d	l, w
		<i>Montevideo</i>	6, 7	g, m, s	-
		<i>Oranienburg</i>	6, 7	m, t	-
	C2	<i>Thompson</i>	6, 7	k	1, 5
		<i>Infantis</i>	6, 7	r	1, 5
		<i>Muenchen</i>	6, 8	d	1, 2
		<i>Manhattan</i>	6, 8	d	1, 5
		<i>Newport</i>	6, 8	e, h	1, 2
		<i>Blockley</i>	6, 8	k	1, 5
		<i>Lichtfeld</i>	6, 8	l, v	1, 2
<i>Bovismorbificans</i>	6, 8	r	1, 5		
OMA	D (17,3%)	<i>Typhi</i>	9, 12 [Vi]	d	-
		<i>Enteritidis</i>	1, 9, 12	g, m	-
		<i>Dublin</i>	1, 9, 12	g, p	-
		<i>Gallinarum (volailles)</i>	<u>1</u> , 9, 12	-	-
		<i>Panama</i>	1, 9, 12	l, v	1, 5
		<i>Strasbourg</i>	[9], 46	d	1, 7
OMA	E (7%) E1	<i>Muenster</i>	3, 10	e, h	1, 5
		<i>Anatum</i>	3, 10	e, h	1, 6
		<i>Meleagridis</i>	3, 10	e, h	l, w
		<i>London</i>	3, 10	l, v	1, 6
		<i>Give</i>	3, 10, [15]	l, v	1, 7
	E4	<i>Senftenberg</i>	1, 3, 19	g, [s], t	-
OMB	G (2%)	<i>Kedougou</i>	<u>1</u> , 13, 23	i	l, w
		<i>Worthington</i>	<u>1</u> , 13, 23	z	1, 5
OMA	A (0,26 %)	<i>Paratyphi A (Afrique, Asie)</i>	<u>1</u> , 2, 12	a	-



**Figure 9 : Sérotypage des *Salmonella* (Couture B.)**

## **VII. Les réservoirs**

### **A. Le réservoir et l'habitat**

Le réservoir principal dans lequel les *Salmonelles* se multiplient activement est constitué par les tubes digestifs de leurs hôtes potentiels. Le plus considérable reste le sujet malade que celui-ci soit humain ou animal.

Le réservoir des salmonelles est très large, et de nombreux animaux [mammifères (dont l'homme et les rongeurs), oiseaux, reptiles, poissons, insectes...] sont susceptibles d'héberger, de multiplier et d'excréter ces bactéries. Les animaux, notamment ceux destinés à la consommation alimentaire sont les plus dangereux pour l'homme :

- ✓ Les bovins sont porteurs au niveau du tube digestif et de la vésicule biliaire, et les éliminent par les fécès et par le lait.
- ✓ Les volailles dont les conditions d'élevage industriel rendent aisée la contagion, peuvent être infectées de même que les œufs.
- ✓ Les animaux familiers : dans les dernières années, beaucoup de cas de salmonellose chez les enfants ont été associés à des reptiles (lézards, tortues ou iguanes) qui leur servaient d'animaux familiers. En fait, 60 à 90 % de ces animaux sont infectés par des salmonelles. D'habitude, la contamination s'effectue en touchant ces animaux, mais ce n'est pas toujours le cas. Un contact indirect peut suffire à causer la contamination, comme l'indique une étude consacrée à une épidémie de salmonellose qui, en janvier 1996, avait frappé des enfants étant allés voir des dragons de Komodo - des lézards de grande taille - au Denver Zoological Garden. Aucun enfant n'avait touché de reptile, mais la plupart avaient posé les mains sur la barrière de bois qui entourait l'enclos et qui était infectée. La salmonelle peut aussi se transmettre en touchant d'autres animaux familiers. (40)

Le rôle de l'homme est également important : sujets malades ou convalescents, porteurs sains d'autant plus dangereux que leur profession peut les amener à contaminer certains aliments (personnel hospitalier, traiteurs, cuisiniers...).

De façon générale, la salmonelle peut se retrouver un peu partout dans une maison étant donné qu'il s'agit d'une bactérie résistante qui peut survivre pendant un certain temps à l'extérieur d'un hôte vivant d'où attention à l'intervention des vecteurs insectes (mouches...) ou encore des poussières. Une étude montre que les contaminations non alimentaires sont fréquentes chez les enfants. (95)

### **B. Les sources de transmission**

La très grande majorité des Salmonelles présentes dans l'environnement (terre, eau, matières premières pour l'alimentation du bétail) ou dans les aliments destinés à l'homme proviennent d'une contamination fécale (Figure 10). Les différents supports



correspond au phénomène « maladie des mains sales », ce qui explique la contamination dans toutes les collectivités, crèches (à partir de couches), hôpitaux...

## **2. Transmission indirecte**

### **a) La contamination alimentaire**

C'est la plus fréquente : consommation d'œufs, de laitages ou de viande crue ou peu cuite. Tout défaut dans la conservation des aliments (rupture de la chaîne du froid) permet la multiplication des salmonelles éventuellement présentes dans l'aliment.

### **b) La contamination hydrique.**

Elle est exceptionnelle dans les pays développés : pollution de l'eau potable et des bassins d'élevage de coquillages par des eaux usées.

## **C. Spécificité d'hôtes**

Trois groupes peuvent être distingués:

- ❖ les sérovars étroitement adaptés à l'homme : *Salmonella* Typhi, Paratyphi A, Paratyphi B, Paratyphi C et Sendai.
- ❖ les sérovars étroitement adaptés à certains animaux ou exprimant une pathologie particulière chez certaines espèces animales : *Salmonella* Dublin chez les bovins (mais aussi chez l'homme), *Salmonella* Choleraesuis chez le porc, *Salmonella* Abortusovis chez les ovins, Abortusequi chez les chevaux et *Salmonella* Gallinarum-pullorum chez les volailles.
- ❖ les sérovars dits ubiquistes qui colonisent indifféremment différents espèces animales et qui sont les plus nombreux : Enteritidis, Typhimurium, Infantis, etc.

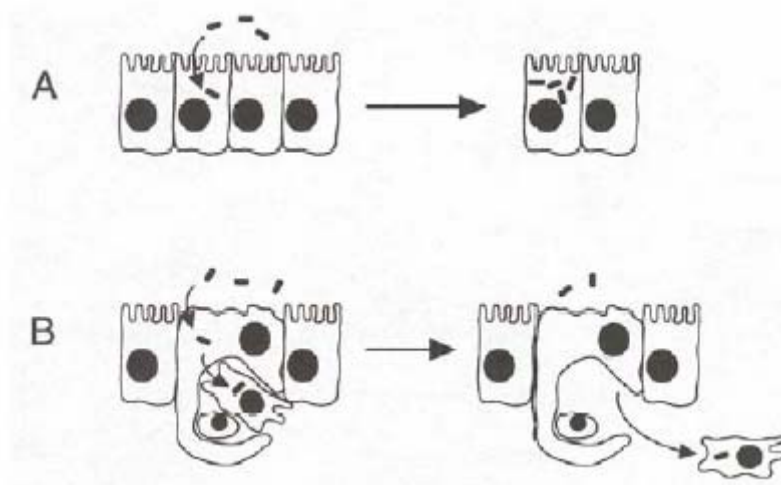
## **VIII. Les facteurs de virulence**

Chez *Salmonella*, 200 à 400 gènes interviennent directement ou indirectement dans le processus infectieux. Ces gènes sont fréquemment regroupés dans des régions du chromosome bactérien appelées îlots de pathogénicité (SPI : *Salmonella* pathogenicity islands). Ils peuvent aussi être portés par des plasmides. Le rôle exact de toutes les protéines codées par les gènes situés sur les îlots de pathogénicité n'est pas encore totalement élucidé. Certaines jouent un rôle dans des phénomènes d'adhérence et d'autres, comme nous allons le voir dans le chapitre suivant, interviennent dans les mécanismes d'invasion par l'intermédiaire de systèmes de sécrétion de type III.

# **PARTIE 2 : Les Salmonelloses Humaines**

## **I. Physiopathologie des infections à Salmonelles**

Plus de 60 gènes ont été entièrement identifiés à ce jour expliquant le mécanisme de virulence des salmonelles. Les nombreux gènes impliqués dans la virulence codent majoritairement pour des protéines possédant différentes propriétés permettant l'attachement cellulaire, l'invasion cellulaire (Figure 12) et la survie macrophagique. (47)



**Figure 12 : Invasion bactérienne dans des cellules épithéliales par *Salmonella Typhi***

([www.unige.ch](http://www.unige.ch))

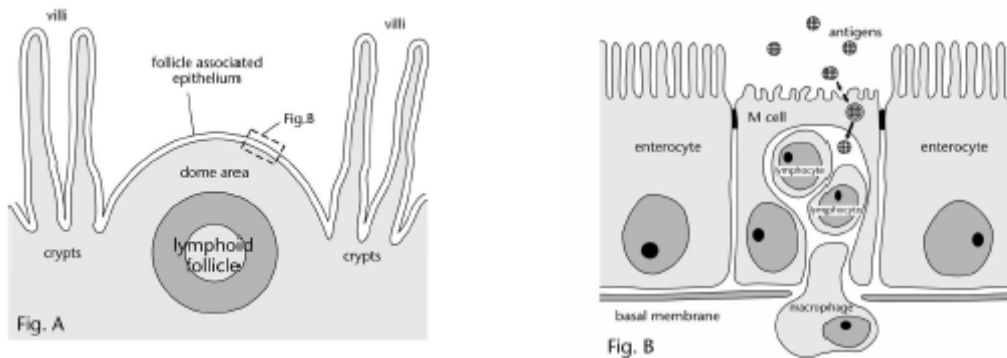
A. Invasion et réplication

B. Invasion de cellules épithéliales, puis pénétration dans un macrophage et dissémination dans l'hôte.

### **A. Porte d'entrée**

On observe au niveau de la muqueuse intestinale des zones particulières appelées plaques de Peyer. Ces plaques de Peyer sont formées d'un épithélium intestinal particulier, recouvrant un ou plusieurs follicules lymphoïdes, constitués de lymphocytes B et T<sub>CD4+</sub>, de macrophages et de cellules dendritiques présentant les antigènes. Cet épithélium appelé FAE (follicle associated epithelium) est composé de cellules épithéliales entérocytaires, et de cellules M (Figure 13). Les cellules M diffèrent essentiellement des entérocytes adjacents par l'absence d'une bordure en brosse organisée, par des microvilli irréguliers et par la présence d'une invagination de la membrane plasmique contenant des lymphocytes et des macrophages. Les cellules M des plaques de Peyer ont une fonction importante dans l'acquisition de l'immunité mucosale, par leur capacité à transporter les antigènes et les micro-organismes à travers la barrière épithéliale et à les adresser au niveau du follicule lymphoïde

responsable de la mise en place d'une réponse immunitaire locale de type IgA. Ces cellules jouent également un rôle important dans les étapes précoces de pathologies infectieuses, puisque de nombreux microorganismes pathogènes utilisent cette voie d'entrée pour franchir les barrières muqueuses. (18, 19, 42, 59, 63, 94)



**Figure 13 : Description de la porte d'entrée (Clark M.A)**

Les follicules sont surmontés d'une zone de tissu conjonctif particulièrement riche en lymphocytes T et B, en plasmocytes et en macrophages. Cette zone appelée zone du dôme (EAF ou épithélium associé aux follicules lymphoïdes) est recouverte par un épithélium spécialisé contenant 5 à 10% de cellules entérocytaires particulières appelées cellules M.

Le fait que les cellules M présentent une bordure en brosse irrégulière, un plus fin glycocalyx que les entérocytes voisins influe sur son accessibilité qui en devient alors plus aisée. De plus il est possible que la présence irrégulière de ces microvilli rende la surface apicale des cellules M encore plus malléable que les entérocytes. Tout ceci favorise donc les réarrangements de la membrane et du cytosquelette nécessaires à l'invasion par certaines bactéries pathogènes comme *Salmonella*.

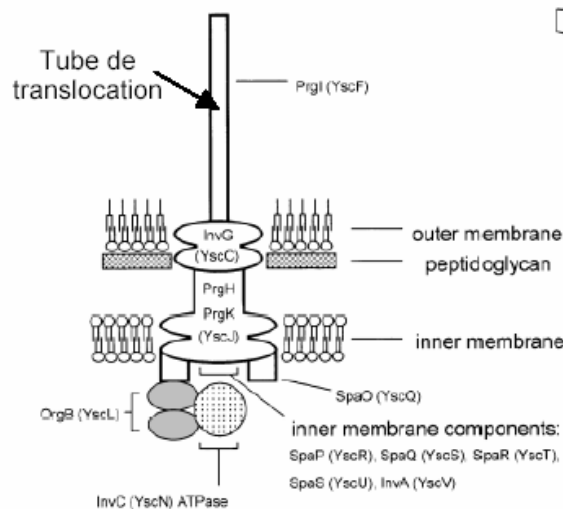
### **B. Attachement cellulaire**

Au contact de la cellule, la bactérie induit la formation d'extensions cellulaires au voisinage du site d'interaction bactérie - cellule. Ces extensions fines s'allongent de plusieurs micromètres en l'espace de quelques minutes, puis se transforment rapidement en feuillets membranaires, qui s'élèvent au-dessus du corps bactérien et fusionnent pour conduire à l'internalisation de la bactérie dans une large vacuole de phagocytose. Ces remaniements de la surface cellulaire sont induits par la capacité qu'ont ces bactéries de réorganiser de manière transitoire le cytosquelette cortical, en contrôlant localement la polymérisation et la dépolymérisation des filaments d'actine, ainsi que leur organisation. Pour détourner ainsi à leur profit le contrôle du cytosquelette

cellulaire, *Salmonella* utilise un appareil de sécrétion spécialisé, dit de type III, qui permet l'acheminement de protéines de la bactérie encore extracellulaire vers le cytosol cellulaire.

### **C. Invasion de la muqueuse digestive**

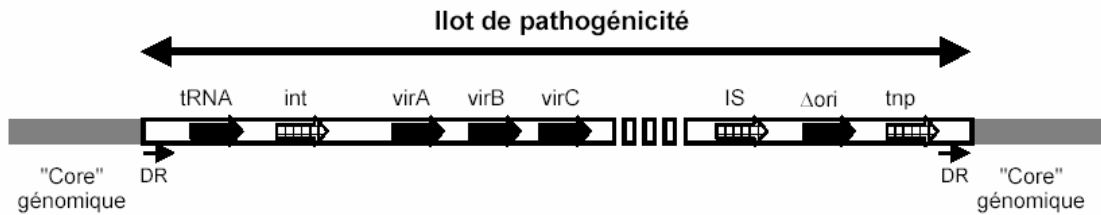
Diverses études ont démontré que les salmonelles envahissaient préférentiellement les cellules M des plaques de Peyer de l'intestin grâce à des invasines protéiques sécrétées par la bactérie. Il a été mis en évidence sur le chromosome des Salmonelles des îlots de pathogénicité (SPI1 et SPI2) codant pour des systèmes de sécrétion de type III, impliqués dans le mécanisme invasif. Ces systèmes de sécrétion sont constitués d'une structure de base sur laquelle différentes protéines vont s'assembler, permettant la formation d'un système fonctionnel. (58) Ce système fonctionne comme une aiguille permettant d'injecter des protéines dans la cellule hôte. (Figure 14)



**Figure 14 : Système de sécrétion de *Salmonella* Typhimurium (Modèle représentant le SSP-III) (Ader F.)**

- les îlots de pathogénicité

Au sein d'une même espèce, certaines bactéries sont beaucoup plus pathogènes que d'autres. Grâce aux techniques moléculaires, il est apparu que les bactéries plus pathogènes portent souvent des pièces "supplémentaires" de DNA, pièces qui peuvent être localisées sur le chromosome ou sur des plasmides ou dans du DNA phagique. Ces fragments de DNA, dont la taille peut être importante, ont été appelés "îlots de pathogénicité" (IP). (Figure 15)



**Figure 15 : Exemple d'un îlot de pathogénicité.**

(<http://www.unige.ch/sciences/biologie/public/pif/chapitre/Pathogen.pdf>)

DR: séquences directes répétées; int: gène de l'intégrase; vir: gène associé à la pathogénicité; IS: séquence d'insertion; .ori: pseudoorigine de réplication; tnp: gène de la transposase. Les gènes correspondant aux flèches grillagées ne sont plus fonctionnels.

Ils portent souvent des séquences associées à la mobilité génétique horizontale (séquence d'insertion, intégrase, transposase, etc.) mais qui ont perdu leur fonctionnalité. De même, les îlots de pathogénicité sont fréquemment flanqués aux extrémités par des séquences directes répétées (DR).

- système de sécrétion SPI1

Ce système de sécrétion est impliqué dans le mécanisme invasif des salmonelles au niveau des entérocytes. Des souches mutantes dans ce système de sécrétion sont atténuées dans leur virulence. SPI1 est également impliqué dans le mécanisme d'apoptose macrophagique précoce. **(62,98)**

Les protéines sécrétées par SPI1 sont réparties en 3 catégories :

- les translocases qui permettent le transport de protéines sécrétées en formant un canal de translocation entre le système SPI1 fonctionnel et la cellule hôte. Sans ce système de translocation, les protéines devant être sécrétées dans la cellule hôte, ne pourront pas l'être. **(45, 116)**
- Les protéines sécrétées induisant des remaniements cellulaires qui sont de trois ordres : modification du cytosquelette d'actine favorisant l'entrée bactérienne, des modifications cellulaires induisant une production liquidienne due à la sécrétion de chlorure dans le tube digestif (responsable de la diarrhée), et le recrutement des polynucléaires, responsables de l'inflammation. **(60)**
- Protéines chaperonnes et protéines régulatrices

- Système de sécrétion SPI2

Ochman et coll, lors de l'analyse de la banque d'ADN de *Salmonella* Typhimurium, ont mis en évidence un nouvel îlot de pathogénicité différent de SPI1, situé en position 31' de la carte chromosomique, qui a été appelé SPI2. (85)

Les gènes composants du système SPI2 sont :

- les gènes *ssa* impliqués dans la formation de l'appareil de sécrétion SPI2,
- les gènes *sse* codant des protéines effectrices,
- les gènes *ssc* codant des protéines chaperonnes,
- les gènes *ssr* codant des protéines régulatrices.

Ces gènes sont spécifiquement induits dans les cellules hôtes : macrophages et cellules épithéliales. Le rôle de chacun des gènes n'est pas élucidé à ce jour. Cependant le système de sécrétion SPI2 semble nécessaire pour induire la maladie systémique et permettre la survie bactérienne au sein des macrophages. Des souches mutantes dans le système SPI2 deviennent moins virulentes. (41, 96, 109)

#### **D. Destruction macrophagique et survie bactérienne**

*Van der Velden et coll* ont décrit deux modalités indépendantes de destruction macrophagique :

- Expression des gènes de SPI1 et induction rapide de l'apoptose macrophagique lorsque les bactéries se trouvent en phase exponentielle de croissance.
- Expression d'un système, SPI2 dépendant, retardant l'apoptose macrophagique. Cette expression est observée lorsque les bactéries se trouvent en phase stationnaire et apparaît dans un délai de 12 à 13 heures post-infection.

Une possible conséquence de l'apoptose rapide des macrophages serait l'attraction de phagocytes supplémentaires au niveau du site d'inflammation. Ces macrophages vont migrer dans l'organisme et permettre la migration des bactéries au niveau des cellules du système réticulo-endothélial. (73, 77, 109)

Les produits des gènes régulant la virulence des salmonelles ne sont pas clairement déterminés. Certaines de ces protéines induisent l'endocytose de la bactérie dans la cellule épithéliale intestinale. Cependant l'essentiel de la pathogénicité des

salmonelles revient aux produits bactériens assurant la survie de la bactérie dans les phagocytes mononucléés. **(83)**

Si les mécanismes d'invasion transépithéliale des salmonelles et de résistance à la bactériolyse intramacrophagique sont en partie élucidés, ceux par lesquels les salmonelles sont capables d'engendrer le syndrome diarrhéique restent méconnus. Les perturbations de l'homéostasie de la cellule épithéliale intestinale après l'endocytose des salmonelles et la réaction inflammatoire qui s'en suit seraient les principales causes du syndrome diarrhéique.

## **II. Fièvre typhoïde**

### **A. Historique et définition**

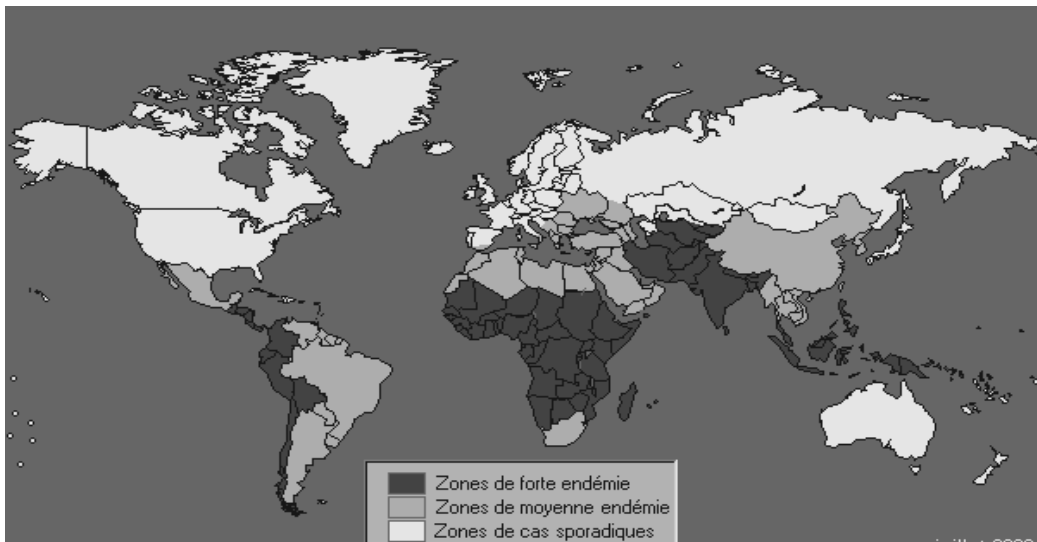
C'est une maladie infectieuse aigue strictement humaine causée par *Salmonella* Typhi. Implantées à l'état endémique dans les pays en voie de développement, les salmonelloses typhoïdiques constituent dans nos pays essentiellement des maladies d'importation ou des maladies du voyageur. Des difficultés thérapeutiques peuvent surgir en cas d'émergence de souches multi résistantes.

La contamination se fait par l'ingestion de boissons ou aliments (crus ou peu cuits) souillés par les selles d'un homme infecté, parfois porteur chronique.

### **B. Epidémiologie de la fièvre typhoïde**

La fièvre typhoïde fait partie des maladies à déclarations obligatoires (« maladie faisant l'objet d'une transmission obligatoire de données individuelles à l'autorité sanitaire = notification individuelle à l'autorité sanitaire)

Au niveau mondial, plus de 17 millions de cas sont signalés chaque année, et la typhoïde provoque 600000 décès par an (Figure 15). La répartition au niveau mondial de cette maladie est proche de celle de l'hépatite A car elles sont favorisées par les mêmes facteurs. Cette maladie est rare dans les pays industrialisés où les cas observés sont des cas d'importation. En France son incidence est de 0,16 cas pour 100000 habitants. Les deux tiers de ces cas proviennent de voyageurs de retour d'Afrique du Nord ou de zone tropicale. **(52,71)**



**Figure 16 : Zone d'endémie de la fièvre typhoïde en juillet 2000 (Leroy J.P.)**

En revanche, cette maladie est endémique et reste fréquente dans les pays à faible niveau d'hygiène et/ou d'équipements sanitaires. Elle est très répandue en Asie (sauf à Singapour et au Japon) où on dénombre en moyenne 1000 cas par an pour 100000 habitants ainsi qu'en Amérique du Sud (150 cas pour 100000 habitants). Le taux de prévalence est également élevé sur tout le continent africain. Dans les régions où la maladie est endémique, les enfants âgés de 4 à 19 ans sont les personnes les plus à risque. (25)

### **C. Clinique**

On observe 48 heures après la contamination parfois un épisode de diarrhée transitoire, durant en fait une phase d'une dizaine de jours (8 - 15 j), correspondant à l'incubation où il y a multiplication des salmonelles dans les ganglions mésentériques, et qui précède la phase septicémique.

Au début de la phase septicémique, on observe des troubles mineurs : maux de tête (sans raideur rachidienne), insomnie, puis la fièvre atteint un plateau à 40°C. Le malade est prostré (prostration, torpeur, délire = tymphos), a des signes digestifs intenses: diarrhée liquide jus de melon. Cette clinique est représentée de manière schématique dans la Figure 17. C'est la lyse des salmonelles qui, libérant l'endotoxine, provoque des ulcérations responsables d'hémorragies et perforations digestives. Cette phase est responsable des complications qui peuvent entraîner le décès dans 30 % des cas en l'absence de traitement. (33, 39, 76, 120)

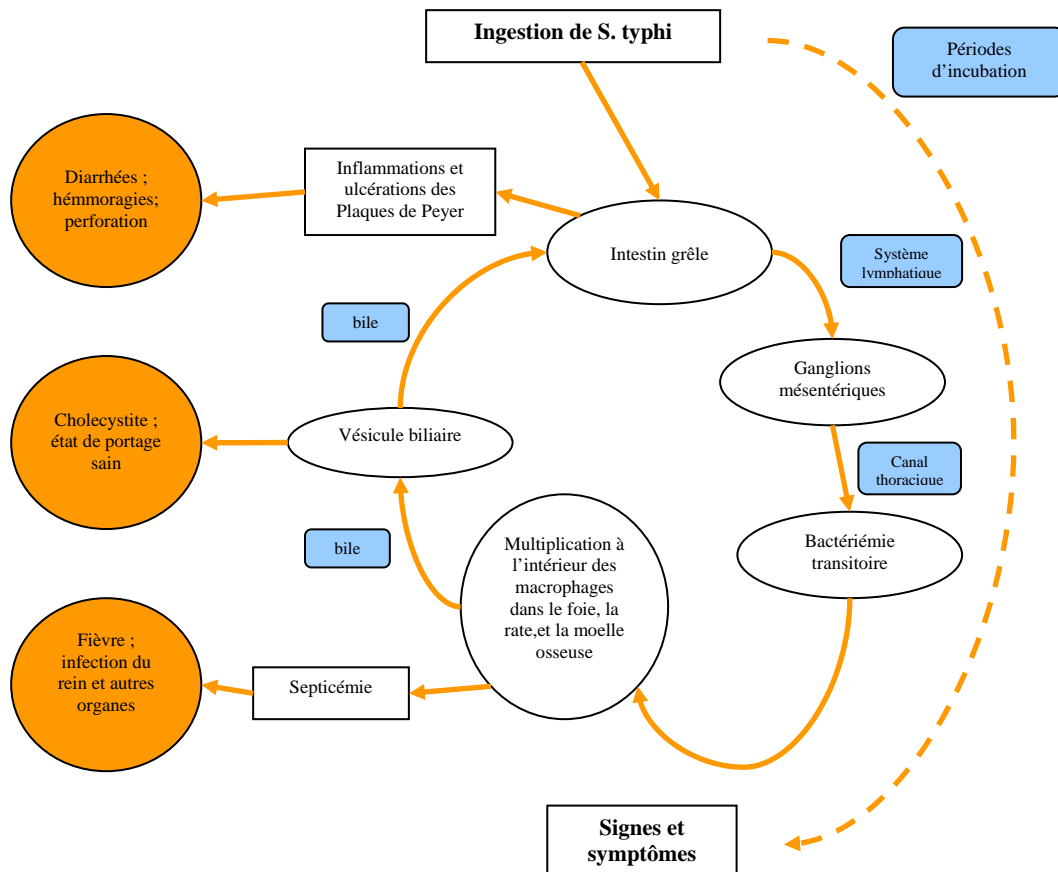


Figure 17 : Pathogénie de la fièvre typhoïde (Schæffer, Médoff, Eisenstein)

#### **D. Traitement et prévention**

Après avoir hospitalisé et isolé le malade, le traitement fait appel dans nos pays industrialisés aux quinolones de 2<sup>ème</sup> génération (fluoroquinolones) (Ciprofloxacine: **CIFLOX**<sup>®</sup>, Ofloxacine: **OFLOCET**<sup>®</sup>, Péfloxacine : **PEFLACINE**<sup>®</sup>) ou à la Ceftriaxone : **ROCEPHINE**<sup>®</sup>.

La prévention passe par l'amélioration des conditions d'hygiène dans les pays d'endémie et par la vaccination. Le vaccin disponible en France est le **TYPHIM Vi**<sup>®</sup> : il protège contre *Salmonella Typhi* en cause dans 80-90 % des cas. Il nécessite une injection sous cutanée ou intramusculaire. L'efficacité de ce vaccin est constatée 15 à 20 jours après l'injection et reste valable 3 ans (Figure 18). Ce vaccin est utilisable chez l'adulte, l'enfant de plus de 2 ans. L'efficacité n'est pas garantie entre 2 et 5 ans, et probablement insuffisante avant 2 ans. (75, 76)

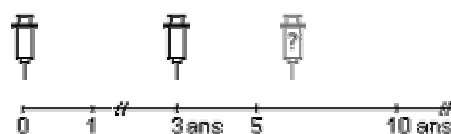


Figure 18 : Protocole de vaccination de Typhim Vi<sup>®</sup> (Merieux)

### **III. Fièvre paratyphoïde**

On utilise l'expression « fièvre paratyphoïde » pour désigner l'infection causée par *S. Paratyphi*. Cette infection présente les allures cliniques et les lésions de la fièvre typhoïde. En Amérique du Nord, c'est *S. Paratyphi A* que l'on isole le plus souvent. Quant à *S. Choleraesuis*, il est responsable d'une infection semblable à la fièvre paratyphoïde. Ces salmonelles peuvent causer une gastro-entérite très grave, accompagnée ou non de bactériémie.

## **IV. Salmonelloses non typhiques**

### **A. Historique et définition**

Encore appelées salmonelloses non typhoïdiques ou salmonelloses digestives, ces infections sont le plus souvent des toxi-infections alimentaires. Beaucoup plus rarement, les salmonelles peuvent être à l'origine d'infections systémiques ou de formes extra digestives avec localisations viscérales ; ces formes s'observent surtout chez le sujet immunodéprimé.

99,5% des souches isolées dans les infections à salmonelles non typhiques appartiennent à la sous espèce 1 de l'espèce *Salmonella enterica*. Les principaux sérotypes sont : *S. Enteridis*, *S. Typhimurium*, *S. Dublin*, *S. Panama*, *S. Heidelberg*, *S. Virchow*.

### **B. Signes cliniques**

Les salmonelloses non typhiques évoluent essentiellement sous forme de toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) ou familiales et réalisent un tableau de gastro-entérite aiguë fébrile, mais la dissémination septicémique est possible.

#### **1. Gastro-entérites**

Il s'agit d'une diarrhée aiguë fébrile dont l'incubation est de 6 à 72 heures.

La fièvre est quasi-constante, supérieure à 38,5°C dans la plupart des cas. Elle est souvent accompagnée de céphalée intense pouvant faire croire à une méningite quand l'apparition des troubles digestifs est différée de 12 à 24 heures.

Les troubles digestifs débutent par des nausées et/ou vomissements, et des douleurs abdominales souvent diffuses. Ils sont rapidement suivis par la diarrhée caractérisée par plus de 5 selles liquides par 24 heures.

La déshydratation engendrée par la diarrhée constitue le seul facteur de gravité notamment aux âges extrêmes de la vie. L'évolution est spontanément résolutive : la fièvre disparaît en 2 à 3 jours et la diarrhée en une semaine. La mortalité, faible, concerne uniquement les sujets dénutris, les enfants et les personnes âgées. (6, 44)

## **2. Manifestations extra - digestives**

La dissémination sanguine des salmonelles non typhiques est rare voire exceptionnelle. Elle concerne les personnes fragilisées : les nouveaux-nés, les enfants, les vieillards, les sujets atteints de dénutrition, de cancer, d'hémopathie maligne, de déficit immunitaire congénital ou acquis. Le passage dans le sang provoque des septicémies avec un ensemencement possible de foyers secondaires. Certaines études ont même montré qu'ils s'agissaient d'un marqueur d'immunodépression. (14, 57) En effet les patients immunodéprimés développent de 20 à 100 fois plus d'infections à salmonelles qu'une population témoin. (56)

### **a) Formes septicémiques**

Elles apparaissent surtout dans les extrêmes de la vie et se manifestent de différentes façons :

- Fièvre et altération de l'état général.
- Diarrhées et douleurs abdominales, vomissements.
- Aspect typhoïdiques et troubles neurologiques (céphalées, tufhos).

### **b) Localisations septiques**

- Manifestations pleuropulmonaires : les plus fréquentes.
- Manifestations cardiovasculaires : avec des anévrismes bactériens les plus souvent décrits, surtout chez les sujets athéromateux de plus de 60 ans.
- Manifestations neuroméningées : méningites.
- Manifestations urogénitales : rares, elles apparaissent volontiers comme complication d'une uropathie préexistante, malformative ou infectieuse.
- Manifestations abdominales.

### **C. Forme inapparente**

Le portage est asymptomatique. C'est toujours la coproculture qui détecte les porteurs. Ce sont des personnes qui excrètent les *Salmonella* souvent pendant plusieurs mois à plusieurs années. Les *Salmonella* se situeraient au niveau des voies biliaires. Le traitement antibiotique prolonge le portage et comporte en outre, le risque de favoriser une acquisition de résistance aux antibiotiques.

### **D. Traitement**

Les salmonelloses non typhiques sont responsables de diarrhées aiguës fébriles, bénignes dont la guérison s'effectue spontanément en moins d'une semaine. Les antibiotiques ne sont indiqués que dans des cas particuliers : nourrissons, sujets âgés, terrains à risque, atteintes viscérales ou systémiques. Dans les autres cas, où le pronostic est favorable, un traitement symptomatique suffit.

Le traitement a trois objectifs : corriger ou prévenir la déshydratation, réduire l'intensité et la durée de la diarrhée, lutter contre l'infection digestive. (74, 90,108)

#### **1. Réhydratation**

La déshydratation, constante, est d'autant plus rapide et prononcée que la diarrhée est liquide, intense, qu'elle s'accompagne de vomissements ou de fièvre, et que le malade est jeune (nourrisson) ou âgé. (20) La réhydratation peut se faire :

- **Par voie orale** le plus souvent possible ; elle consiste en apports hydriques associés à du glucose et des électrolytes. Certaines préparations sont disponibles, particulièrement adaptées à la prise en charge des nourrissons (**ADIARYL<sup>®</sup>**, **GES 45<sup>®</sup>**, **MILUPA<sup>®</sup>**). Le soluté recommandé par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) pour la réhydratation par voie orale a la composition suivante : pour un litre d'eau, 20 g de glucose, 3,5 g de chlorure de sodium (NaCl), 2,5 g de bicarbonate de sodium (NAHCO<sub>3</sub>) et 1,5 g de chlorure de potassium (KCl) ;

- **Par voie veineuse** en cas de : déshydratation  $\geq 10$  % du poids du corps, vomissements importants, signes de collapsus, ou si le malade est comateux.

Elle utilise, par exemple, un soluté de composition suivante : NaCl (3 g, soit 51 mmol), KCl après reprise de la diurèse (1,125 g = 15 mmol), soluté de gluconate de calcium (10 ml soit 90 mg de calcium), soluté glucosé à 5 g p 100, quantité suffisante pour un litre, correction de l'acidose avec un soluté NAHCO<sub>3</sub> à 14 ‰. La posologie moyenne est de 100 à 120 ml par kg pour les 24 premières heures, dont la moitié, théoriquement,

dans les 6 premières heures. La réhydratation est ensuite poursuivie en fonction de l'état du malade, de l'intensité de la diarrhée et des résultats des examens biologiques.

## **2. Action anti-diarrhéique**

Il ne faut pas supprimer les apports alimentaires, pour ne pas aggraver la dénutrition, notamment chez les patients vulnérables. L'administration de substances ralentissant le transit intestinal (lopéramide ou autres opiacées, dérivés atropiniques...) favorise la stase bactérienne dans l'intestin et augmente le risque de développement de localisations secondaires extra digestives. (20)

L'acétophan (**TIORFAN®**) qui a une activité seulement anti-sécrétoire est en ce sens mieux indiqué que les ralentisseurs du transit.

## **3. Traitement de la fièvre**

Par la prescription d'un antipyrétique ou de bains tièdes de 10 à 15 minutes renouvelables autant que besoin.

## **4. Réalimentation précoce**

Elle permet de lutter contre l'hypoglycémie et la cétose. Sont recommandés les yaourts notamment aux bifidus actif et les aliments classiques anti-diarrhéiques (riz, carottes cuites, pâtes, pommes crues, bananes, coings...).

## **5. Traitements et thérapeutiques complémentaires associées**

**Les pansements** type **SMECTA®** protègent la muqueuse intestinale, diminuent la durée de la diarrhée et l'intensité des pertes hydriques.

**Les antiémétiques** semblent inutiles, l'apport d'eau et de sucres suffit à stopper les vomissements.

**Les antibiotiques** sont déconseillés par certains praticiens, ils favorisent l'apparition de souches résistantes et prolongent le portage. Seules les formes graves justifient d'un tel traitement. Huit à dix jours d'antibiotiques (ampicilline, triméthoprime) sont alors indiqués ou 7 jours de fluoroquinolones si la souche est résistante aux autres antibiotiques.

**L'hospitalisation** ne doit pas être mise en œuvre tant qu'il n'y a pas d'intolérance digestive marquée et de perte de poids majeure.

Quant aux porteurs sains, il ne semble pas opportun de les soigner par antibiotiques toujours pour les mêmes raisons, par contre, l'hygiène individuelle est primordiale pour éviter la transmission oro-fécale des salmonelles. (20)

## **V. Apparition de souches résistantes**

Depuis la fin du siècle dernier, les salmonelles n'ont cessé d'accroître leur niveau de résistance à de nombreux antibiotiques. Il semble bien que l'utilisation massive et non raisonnée d'antibiotiques au sein des élevages, notamment en prophylaxie comme substitut à des mesures d'hygiènes drastiques, a largement contribué à l'apparition de souches résistantes voire multi-résistantes aux antibiotiques, comme la souche DT 104. Il s'agit d'un problème extrêmement préoccupant pour les autorités sanitaires.

### **A. Utilisation des antibiotiques en élevage**

#### **1. En élevage, l'utilisation d'antibiotiques a deux objectifs: thérapeutique ou zootechnique.**

La distribution d'antibiotiques aux animaux par les aliments est autorisée par la réglementation communautaire dans deux circonstances : (46)

- **en tant qu'additif dans un aliment supplémenté** : pour un effet facteur de croissance (catégorie "antibiotiques") ou en vue d'une prophylaxie anti-coccidienne chez certains groupes d'animaux (catégorie "coccidiostatiques"). Cette pratique relève d'une observation qui date du début de l'utilisation des antibiotiques : si de faibles quantités d'antibiotiques étaient incorporées dans l'aliment pendant la période de croissance des animaux, on obtenait une amélioration du gain de poids que l'on pouvait estimer entre 2 à 5 %. Cet effet zootechnique était principalement observé dans des élevages avec un niveau d'hygiène précaire, et tendait à diminuer avec l'amélioration sanitaire de l'élevage.
- **en tant que médicament vétérinaire dans un aliment médicamenteux** : pour un traitement préventif (le plus fréquent) ou curatif. Dans le cadre de la médecine vétérinaire, la voie d'administration la plus rapide pour traiter un grand nombre d'animaux, est l'eau de boisson ou l'incorporation dans l'aliment. Cet aliment de

traitement ou aliment médicamenteux est alors préparé pour la durée du traitement et est considéré comme un médicament. Les principales familles d'antibiotiques sont représentées mais le nombre de molécules est très restreint si on le compare avec celui des molécules à usage humain.

Dans les deux cadres réglementaires, les antibiotiques sont autorisés selon le principe d'une liste positive. Leur innocuité pour l'animal et pour le consommateur, ainsi que leur efficacité, doivent être démontrées. Des garanties de constance de composition et de pureté sont également exigées. Le Tableau IV donne quelques éléments de comparaison sur les règles communautaires applicables aux additifs et aux médicaments vétérinaires :

**Tableau IV : Eléments de comparaison sur les règles communautaires applicables aux additifs et aux médicaments vétérinaires (Louisot P.)**

	<b><u>additif</u></b> (directive 70/524/CEE)	<b><u>médicament</u></b> (règlement 90/2377/CEE, directive 81/851/CEE)
Autorisation des substances actives	liste positive	liste positive
Autorisation liée à un responsable	oui à partir de octobre 1999	oui
Conditions d'utilisation	imposées par la réglementation sur les espèces, doses, délai de retrait, association avec d'autres additifs	selon prescription vétérinaire
LMR (limite maximale de résidus)	implicite, prise en compte dans la définition des conditions d'utilisation, fixation explicite prévue dans prochaine modification de la directive 70/524/CEE	explicite (procédure de fixation des LMR en cours)
Harmonisation au niveau CE	quasi-complète, achevée avec mise en application du 5ème amendement	partielle
	<b><u>aliment supplémenté</u></b>	<b><u>aliment médicamenteux</u></b> (directive 90/167/CEE)
Registre tenu par le fabricant	oui avec procédure renforcée dans le cadre de l'agrément des établissements (à partir de 1998)	oui avec prescription vétérinaire
Passage par un pré-mélange	oui	oui

L'encadrement et le contrôle de l'utilisation des antibiotiques en élevage diffèrent selon leur statut:

- dans le cadre de l'additif, les conditions d'emploi sont strictement limitées par la réglementation : il a été vérifié au préalable que le respect de ces conditions garantit l'innocuité de leur utilisation, et en particulier un niveau de résidus largement inférieur aux doses journalières admissibles pour le consommateur ;
- dans le cadre du médicament, les conditions d'emploi sont beaucoup moins standardisées (elles sont définies *in fine* par la prescription vétérinaire, au cas par cas) ; le contrôle se fait essentiellement *a posteriori*, par l'analyse des résidus dans les produits animaux.

En Europe, dès 1974, on ne pouvait plus utiliser ni les  $\beta$ -lactamines ni les tétracyclines. Celles-ci sont encore utilisées aux Etats-Unis à des doses proches des doses thérapeutiques. En Europe, depuis janvier 1999, seules quatre molécules sont utilisables en tant qu'additifs ou facteurs de croissance. Parmi celles-ci, deux seulement ont une activité antibiotique (les deux autres sont des anticoccidiens). Ces deux molécules n'ont de relation de structure ou d'activité avec aucune molécule utilisée en médecine humaine ou vétérinaire. Il s'agit de l'avilamycine et du flavophospholipol.

Cependant la Commission européenne a proposé, le 25 mars 2003, aux quinze états membres d'éliminer progressivement à partir de janvier 2005 ces quatre antibiotiques additifs encore autorisés comme facteurs de croissance dans l'alimentation des animaux (monensine sodium, salinomycine sodium, avilamycine et flavophospholipol).

Déjà en 1997-1998, cinq additifs antibiotiques pour l'alimentation animale (avoparcine, bacitracine zinc, spiramycine, virginamycine et phosphate de tylosine) ont été supprimés.

Depuis quelques années, la CEE interdit l'utilisation de médicaments (furanes, chloramphénicol, etc.) ayant une LMR (limite maximale de résidus : se définit comme la teneur maximale en résidu que la Communauté peut légalement autoriser ou qui est reconnue comme acceptable dans ou sur des denrées alimentaires) incompatible avec l'hygiène publique.

## **2. Évolution de l'usage des antibiotiques en élevage**

Depuis 1999, des actions de surveillance de l'usage des antibiotiques en élevage ont été mises en œuvre en France. Conformément aux lignes directrices de l'Office International des Epizooties, les quantités d'antibiotiques employées en élevage font l'objet d'un recueil annuel, distinguant usage des antibiotiques additifs et usage des antibiotiques médicaments vétérinaires.

L'usage des antibiotiques et des aliments médicamenteux est soumis à des règles précises quant aux modalités d'emplois, en particulier la durée d'utilisation et surtout le délai d'attente (laps de temps compris entre la dernière prise de la substance et le moment de l'abattage). L'usage des additifs antibiotiques fait l'objet d'une surveillance assurée par la Direction Générale de l'Alimentation (DGAI) du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche et des Affaires Rurales à qui les entreprises de l'alimentation animale communiquent les quantités employées d'additifs antibiotiques.

Le Service de la Répression des Fraudes exerce un contrôle vigilant en vérifiant les formules des aliments, leur étiquetage et en dosant les additifs dans ceux-ci. D'autre part le délai d'attente doit être rigoureusement respecté par souci de la protection du consommateur.

Les animaux de rente sont destinataires d'environ 90 % des quantités antibiotiques enregistrées, à l'exception des furanes, interdits en productions animales, et des céphalosporines, majoritairement utilisées chez les animaux de compagnie. La voie d'administration des antibiotiques est ainsi très majoritairement orale. **(81, 82)**

Le programme français a également pour objectif l'investigation des modalités d'utilisation des antibiotiques en élevage. Il est possible de quantifier et analyser l'usage des antibiotiques par espèce, élevage, animal, âge, stade physiologique et de décrire précisément les modalités d'utilisation de ces antibiotiques (motifs de prescription, principes actifs prescrits, posologies, durées de traitement, voie d'administration...) tout en suivant l'évolution des usages **(16)**. Le recoupement des données d'enquête et des données de surveillance a permis d'imputer en partie l'augmentation des ventes de macrolides à un usage accru dans l'espèce porcine, notamment pour le traitement d'infections digestives.

L'hypothèse émise d'une relation entre cette augmentation et l'arrêt en 1999 d'additifs antibiotiques facteurs de croissance ne peut être confirmée avec les données disponibles en France. En revanche, les outils de suivi mis en place devraient permettre d'évaluer l'impact de l'arrêt en 2006 des additifs encore autorisés. (15)

### **3. Les inquiétudes, les risques.**

Nous avons peu de données précises sur l'effet sélectionnant des additifs zootechniques. Parmi les additifs, une molécule, l'avoparcine, qui avait chez l'animal une seule utilisation zootechnique, a fait l'objet de nombreuses discussions. Cette molécule est très proche de la vancomycine utilisée à l'hôpital contre les staphylocoques multi-résistants et apparaît souvent comme l'ultime antibiotique efficace. En vertu du « principe de précaution », l'avoparcine a été interdite d'utilisation par décision européenne depuis le 1er avril 1997. Trois molécules de la famille des macrolides-synergistines et la bacitracine, qui avaient également une utilisation en médecine humaine, ont été interdites d'utilisation à but zootechnique en 1999.

### **4. Conclusion sur l'usage intensif des antibiotiques en élevage**

L'arrivée des antibiotiques en médecine humaine et en élevage a considérablement amélioré l'état sanitaire des populations humaines et des animaux. Mais leur facilité d'utilisation a eu pour conséquence la sélection de bactéries résistantes et multi-résistantes. Nous avons à gérer une situation difficile et sans doute irréversible. Dans le domaine vétérinaire, la législation régulièrement remise à jour pour garantir une alimentation humaine de qualité impose des règles rigoureuses. Une responsabilisation de tous les partenaires est impérative. Elle doit passer par le respect de la législation et une prise de conscience des enjeux tant pour l'élevage que la santé humaine.

## **B. Apparition de souches multi résistantes : exemple de *Salmonella Typhimurium DT 104***

### **1. Introduction**

Pendant des décennies, des souches multi-résistantes aux médicaments (MRM) de *Salmonella* furent un problème au Canada et dans bien d'autres pays. (87)

Diverses études ont tenté de documenter le rôle de l'utilisation d'antimicrobiens chez les animaux dans le développement et la sélection de ces organismes. (97)

De nombreux scientifiques pensent que ces études fournissent des preuves concluantes du lien entre cette utilisation et la résistance chez des bactéries entéropathogènes importantes (100). D'autres prétendent que ces preuves ne sont pas concluantes, en raison de l'insuffisance de renseignements, des limites de la conception de l'étude ou des interprétations différentes des données scientifiques. (89)

Une bonne partie de cette incertitude peut être attribuée à la complexité de la génétique de la résistance chez les bactéries pathogènes, aux limites technologiques pour suivre la lignée de ces gènes et aux difficultés de relier la résistance à l'utilisation d'antimicrobiens ou à d'autres causes, ce qui peut s'être produit pendant de nombreuses années dans des régions très différentes autour du globe. (84)

Ainsi, *Salmonella* Typhimurium est une bactérie pathogène qui semble développer une résistance à un ou à plusieurs antimicrobiens avec une relative facilité. Ces dernières années, divers sous-types de *S. Typhimurium* MRM se sont répandus dans de nombreux pays, infectant en particulier les bovins et les humains.

## **2. Evolution de la multi résistance de la souche DT 104**

Dans les années 1990, une nouvelle souche de *Salmonella* Typhimurium MRM, la souche DT 104, est apparue et a d'abord été identifiée au Royaume-Uni. Dans les années qui ont suivi, la souche a été isolée dans d'autres pays, dont l'Allemagne, les États-Unis, le Canada, la Belgique, Israël et le Danemark (13, 37)

Cette souche a d'abord été caractérisée comme ayant des gènes chromosomiques de résistance aux antimicrobiens comme l'ampicilline, le chloramphénicol, la streptomycine, les sulfamides et la tétracycline (type de résistance, ACSSuT). Ces dernières années, on a observé des souches ayant une résistance supplémentaire ou une moindre sensibilité à la gentamicine, à la triméthoprimine et/ou aux fluoroquinolones. La souche DT 104, a été isolée à partir d'un large éventail d'espèces animales hôtes et est devenue la deuxième cause la plus répandue de salmonellose chez les humains, après *Salmonella* Enteritidis phage type 4 (PT4), au Royaume-Uni et en Allemagne. (48, 102)

Comme on peut le voir sur les Figures 19 et 20, la souche DT 104 ACSSuT ne cesse de croître et son réservoir de prédilection semble être le bétail et le porc, c'est-à-dire les animaux bénéficiant de traitement antibiotique dans un but de croissance. (78, 114)

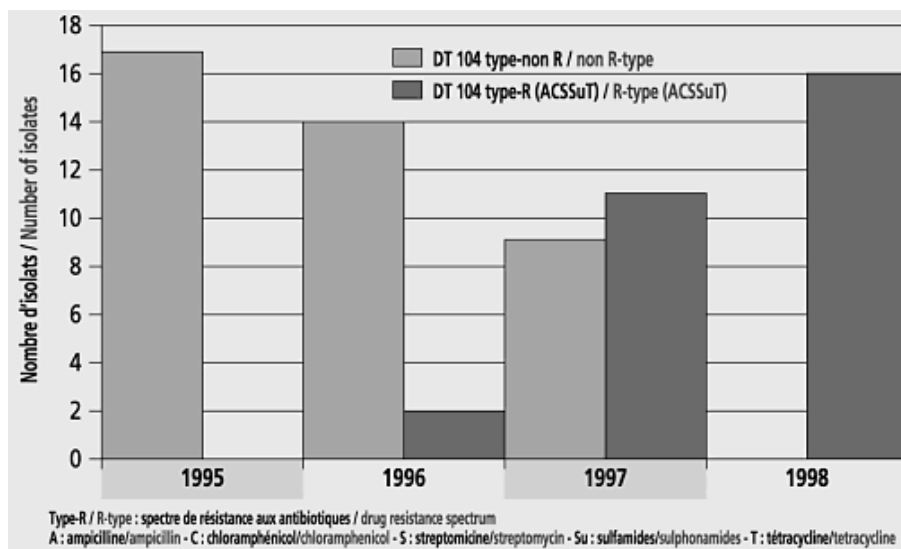


Figure 19 : Evolution de la souche DT104 (Benes B.)

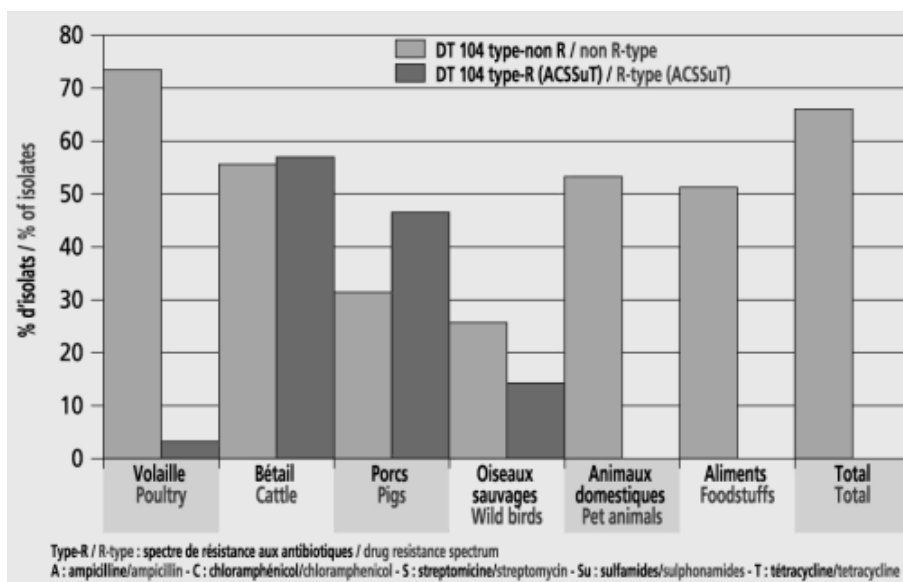


Figure 20 : Isolats non humains de *S. Typhimurium* DT 104 (Benes B.)

### 3. Conséquence sur la santé humaine

La figure 21 montre un exemple hypothétique d'effet direct de la résistance sur la santé humaine causé par *Salmonella*. Dans ce scénario, une souche de *Salmonella* Typhimurium multirésistante aux médicaments (dont la tétracycline) arrive dans une

ferme d'élevage de bovidés; la souche possède déjà des gènes de résistance. Sur cette ferme, le traitement du bétail avec de la tétracycline peut sélectionner la souche résistante et faciliter sa propagation parmi les animaux. Dans cet exemple, la pression sélective du traitement par le médicament a accru la prévalence de l'infection dans le troupeau et donc les potentialités de sa propagation chez les humains par des aliments et de l'eau contaminés ou d'autres moyens.

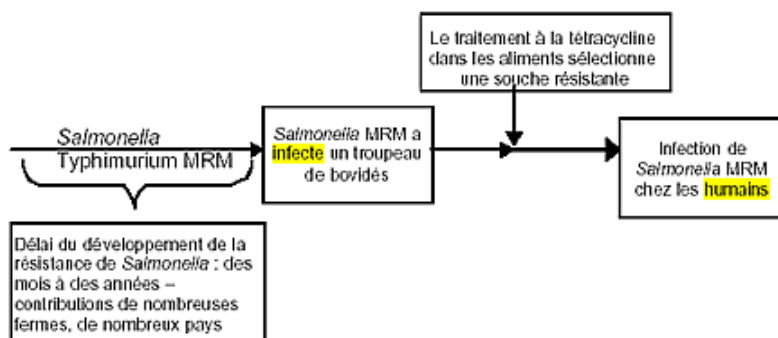


Figure 21 : Effets de *Salmonella* Typhimurium MRM sur la santé humaine

(Agence Canadienne de Santé)

### **C. Résultats de l'analyse d'antibiogrammes de Salmonella**

En 2000, le réseau Enter net a collecté les résultats d'antibiogrammes pour des isolats issus de plus de 27000 cas de salmonellose humaine, répartis dans 10 pays européens. Ces résultats sont retranscrits dans le tableau V. Ils concernaient 255 sérotypes.

Tableau V : Résistance aux antibiotiques des salmonelles isolées chez l'homme en Europe, 2000 (Eurosurveillance)

antibiotique	Nombres testés	% de résistance
<b>Ampicilline</b>	<b>25 116</b>	<b>22</b>
Chloramphénicol	24 545	14
Gentamicine	24 154	2
Kanamycine	23 178	2
<b>Streptomycine</b>	<b>22 324</b>	<b>21</b>
<b>Sulfonamides</b>	<b>22 995</b>	<b>30</b>
<b>Tétracyclines</b>	<b>24 290</b>	<b>26</b>
Triméthoprime	24 937	7
Acide nalidixique	22 917	14
Ciprofloxacine	25 319	0.5
Céfotaxime	24 413	0.6

Les résistances aux sulfonamides, aux tétracyclines, à la streptomycine et à l'ampicilline étaient les plus fréquentes, avec plus de 20% de résistances à ces antibiotiques. En revanche, la résistance à la ciprofloxacine était rare avec un taux d'isolats résistants inférieur à 1.0 %.

Dans le tableau suivant, nous pouvons observer l'émergence de nombreux sérotypes multi-résistants.

**Tableau VI : Résistance aux antibiotiques des salmonelles par sérotype, en Europe, en 2000 (Eurosurveillance)**

Sérotype	n	résistant à / %											résistant à / %				
		A	C	G	K	S	Su	T	Tm	Nx*	Cp	Ct	0	1	2	3	4+ drugs
Enteritidis	14636	6	0.5	0.5	0.5	2	6	3	1	13	0.4	0.3	71	24	2	1	2
<b>Typhimurium</b>	6777	59	47	6	4	51	60	64	15	8	0.6	0.5	23	14	8	4	51
<b>Hadar</b>	622	35	0.8	0.6	0.7	62	10	73	6	57	3	0.6	21	4	14	24	37
<b>Virchow</b>	449	8	3	3	2	7	21	18	20	53	0.9	0.4	28	27	4	4	36
Infantis	439	4	2	3	2	4	24	22	22	6	0	0.2	79	9	4	4	5
Newport	243	8	5	3	4	5	11	9	6	8	0	0.8	79	9	4	4	5
<b>Blockley</b>	229	10	9	0	31	33	5	38	3	17	0	0	49	10	3	10	25
Agona	206	4	0.5	0	0.5	2	4	5	2	2	0.5	0	87	7	3	2	0.5
Heidelberg	175	30	3	3	3	15	15	17	9	6	0	2	57	19	4	6	14
Brandenburg	160	3	2	0.6	0	8	18	24	0.6	0	0	1	63	26	6	4	1
Others (245 serotypes)	3123	8	3	2	2	10	13	14	8	7	0.4	0.5	65	19	4	3	18
<b>Total</b>	<b>27059</b>	<b>22</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>21</b>	<b>30</b>	<b>26</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>0.5</b>	<b>0.4</b>	<b>57</b>	<b>19</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>18</b>

Antibiotiques:

A ampicilline ; C chloramphénicol ; G gentamicine ; K kanamycine ; S streptomycine ; Su sulfonamides ; T tétracyclines, Tm triméthoprime; Nx acide nalidixique ; Cp ciprofloxacine (CMI = 1,0 mg/l) ; Ct céfotaxime.

\* avec une sensibilité réduite à la ciprofloxacine (CMI 0,25-1,0 mg/l)

Globalement 43% des isolats étaient résistants, dont 18% multi résistants (à quatre antibiotiques non associés ou plus). La multi résistance était observée principalement dans quatre sérotypes :

- S. Typhimurium (51% des isolats).
- S. Hadar (37%).
- S. Virchow (36%).
- S. Blockley (25%).

En 2000, **S. Typhimurium** a montré les taux de résistance et de multi résistance les plus élevés, avec 77% d'isolats résistants aux antibiotiques et 51% d'isolats multi-résistants (MR). Ceci résulte de la dissémination en Europe et dans le monde de la

souche multi-résistante de lysotype DT 104 avec **une résistance à l'ampicilline, au chloramphénicol, à la streptomycine, aux sulfonamides et aux tétracyclines**, jusqu'à 10% de ces isolats présentant une résistance supplémentaire *au triméthoprime ou à l'acide nalidixique*. (38, 91, 103, 106, 111)

Parmi les autres souches multi résistantes d'importance épidémiologique en 2000, la souche de *S. enterica* de sérotype [4, 5,12:i:{-}] a été responsable de nombreuses infections en Espagne et également d'une épidémie au Danemark. (48)

Bien que la résistance clinique à la ciprofloxacine soit rare, avec un taux de résistance de 0,5% seulement, la résistance à l'acide nalidixique combinée à une susceptibilité diminuée à la ciprofloxacine a été observée dans 14% des isolats.

- Pour *S. Enteritidis*, 13% des isolats ont montré une telle résistance, la résistance à l'acide nalidixique étant la plus caractéristique pour ce sérotype. De nombreuses infections causées par les souches de *S. Enteritidis* résistantes à l'acide nalidixique et de sensibilité diminuée à la ciprofloxacine appartiennent au lysotype 1, ou ont été associées à des voyages dans les pays d'Europe du sud et d'Asie, et à la consommation de volailles importées de ces régions. (80,105)
- Pour *S. Virchow*, 53% des isolats présentaient une résistance à l'acide nalidixique avec une susceptibilité diminuée à la ciprofloxacine. Ceci est particulièrement inquiétant en raison du pouvoir invasif de ce sérotype et parce que la ciprofloxacine est un médicament de choix en première intention pour de telles infections. Bien que le niveau de sensibilité réduite à la ciprofloxacine (CMI : 0,25-1,0 mg/l) reste inférieur aux valeurs considérées en clinique, on note un nombre croissant d'échecs thérapeutiques à cette concentration. C'est pourquoi une réévaluation des concentrations critiques des fluoroquinolones pour *Salmonella* spp. a été récemment exigée. (1, 79)

Au cours des dix dernières années, des souches multirésistantes de salmonelles non typhiques se sont largement répandues dans de nombreux pays européens, par l'intermédiaire d'animaux destinés à la consommation et de produits alimentaires. Bien que faible pour les isolats de salmonelles non typhiques provenant de cas d'infection humaine en Europe en 2000, l'incidence de la résistance à des antibiotiques primordiaux comme les fluoroquinolones et les céphalosporines de troisième génération semble en augmentation.

# **PARTIE 3 : Les**

# **TIAC à *Salmonella***

Un foyer de TIAC est défini par l'apparition d'au moins deux cas d'une symptomatologie en général digestive dont on peut rapporter la cause à une même origine alimentaire. Les étiologies bactériennes sont de loin les plus fréquentes. L'apparition des symptômes est souvent brutale, le nombre de patients parfois élevé et l'atteinte clinique sévère. Le diagnostic de TIAC est évident lorsque plusieurs convives d'un même repas sont brutalement victimes d'une « indigestion », les symptômes débutant parfois avant la fin du repas.

Plus de 90% des TIAC se révèlent par une gastro-entérite aiguë typique associant de façon variable nausées, vomissements, douleurs épigastriques, diarrhées et hyperthermie. Des formes plus sévères avec déshydratation peuvent s'observer aux âges extrêmes de la vie, imposant une hospitalisation dans 5 à 10% des cas.

Même dans les formes les moins typiques, deux éléments essentiels doivent faire évoquer une TIAC :

- Une expression clinique similaire chez au moins deux individus.
- Un facteur d'exposition alimentaire commun aux individus atteints. (93)

C'est un fait, les toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) souffrent d'une importante sous déclaration, en France comme dans d'autres pays : on estime ainsi que moins d'une TIAC sur cinq, voire sur dix, serait effectivement déclarée. Sous-déclarées ou sous-estimées par les médecins, ces infections sont pourtant d'une fréquence très élevée et représenteraient la deuxième cause de morbidité en Europe, derrière les infections respiratoires. Une étude menée aux Etats-Unis pour évaluer l'impact sanitaire et économique des TIAC chiffre à plus de 4 milliards de dollars la perte provoquée par ces maladies qui feraient quelques 5 millions de cas annuels dans ce pays.

Rien de plus concret, pourtant, que les objectifs de la surveillance des TIAC :

- Connaître les foyers survenus en restauration collective, commerciale et familiale pour prendre des mesures immédiates de protection des consommateurs (règles d'hygiène, de préparation, cuisines industrielles) ;

- Identifier le plus rapidement possible un aliment contaminé pour le retirer de la chaîne alimentaire (commercialisation) ;
- Enfin, orienter et compléter si besoin les mesures réglementaires au niveau de l'industrie alimentaire. La distribution à l'échelle parfois continentale des produits alimentaires, l'évolution vers de nouveaux modes de consommation (aliments crus...) décuplent le risque et engendrent des foyers plus importants.

## **I. Les TIAC en France en 2001 et place de celles dues à *Salmonella***

### **A. Les systèmes de surveillance**

#### **1. Introduction**

Les épisodes de TIA sont divisés en 2 catégories :

- Ceux dont l'agent étiologique a été confirmé par un laboratoire.
- Ceux dont l'origine est indéterminée mais pour lesquels l'enquête épidémiologique implique une origine alimentaire.

Les données collectées, chez les cas et les témoins, peuvent être regroupées pour chaque repas, puis pour chaque aliment, dans un tableau à quatre colonnes figurant le nombre de malades ayant consommé l'aliment, le nombre de malades n'ayant pas consommé l'aliment, le nombre de non-malades ayant consommé l'aliment, et le nombre de non-malades n'ayant pas consommé l'aliment. Dans une première étape, on détermine le repas, puis le plat ou l'aliment contaminant. Pour chaque repas, puis pour chaque plat, sont comparés les taux d'attaque spécifiques chez les individus exposés et chez les individus non exposés. Les différences positives les plus élevées désignent les repas puis les aliments les plus suspects. (53, 93)

#### **2. Description des différents systèmes de surveillance**

##### **a) La déclaration obligatoire (DO)**

La liste des maladies à DO est fixée par décret. Vingt-quatre maladies sont actuellement à déclaration obligatoire auxquelles se rajoute le signalement des infections nosocomiales qui est effectif depuis juillet 2001. Six maladies potentiellement d'origine alimentaire sont à DO : *les toxi-infections alimentaires collectives (TIAC)*, le

botulisme, la brucellose, la listériose, les fièvres typhoïdes et paratyphoïdes et le choléra.

Tout docteur en médecine et directeur de laboratoire d'analyse et de biologie médicale doit déclarer les cas de maladies inscrites sur la liste des maladies à DO. Les cas doivent être notifiés au Médecin Inspecteur de Santé Publique (MISP) de la Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS) du département de survenue de la maladie. Celui-ci transmet la déclaration, le cas échéant, à la DDASS de domicile du cas.

On distingue deux procédures :

– le signalement qui consiste à déclarer sans délai les maladies nécessitant une mise en place d'urgence de mesures de prévention individuelle et collective ou d'investigations;

– la notification où toutes les maladies à déclaration obligatoire sont déclarées.

Dans ce dernier cas, les déclarations sont faites sur des questionnaires particuliers à chaque maladie. A la réception de la déclaration, chaque DDASS doit s'assurer du respect des critères de déclaration et de l'exhaustivité des informations demandées. Les objectifs de cette notification sont de suivre les tendances évolutives et de connaître les caractéristiques des cas de différentes maladies, dans le but d'adapter et ou de recommander des actions de santé publique. (107)

### *(1) Qualité des données*

La DO reposant sur la participation volontaire des médecins n'est pas exhaustive. L'exhaustivité est différente selon les maladies. Elle a été évaluée pour certaines d'entre elles.

Les données de la déclaration obligatoire proviennent de 2 sources différentes :

- *Les déclarations de TIAC aux DDASS* dans le cadre de la déclaration obligatoire. Ces déclarations sont transmises à l'Institut national de Veille Sanitaire (InVS), accompagnée le cas échéant du rapport d'investigation du foyer de TIAC ;
- *Les déclarations de TIAC aux DDSV* (Direction Départementale des Services Vétérinaires) qui font l'objet d'une notification immédiate par télécopie à la DGAI et ultérieurement l'envoi d'un rapport d'investigation.



transmises à la DGAI et celles déclarées aux DDASS à l'InVS (Institut National de Veille Sanitaire). Chaque année, les TIAC reçues à la DGAI et à l'InVS sont mises en commun. L'analyse est réalisée à l'InVS et une synthèse est publiée annuellement. (9)

La déclaration obligatoire des TIAC permet aux MISP des DDASS et aux inspecteurs de santé publique vétérinaire des DDSV de réaliser une enquête épidémiologique et vétérinaire destinée à identifier les aliments responsables et les facteurs favorisants afin de prendre des mesures spécifiques pour prévenir les récurrences.

### **b) L'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments**

Créée par la loi du 1er juillet 1998, relative au renforcement du dispositif de veille et de sécurité sanitaire, l'AFSSA a été mise en place en avril 1999. Etablissement public placé sous la triple tutelle des ministères de la santé, de l'agriculture et de la consommation, l'Agence est chargée de l'évaluation des risques sanitaires et nutritionnels des aliments destinés à l'homme et à l'animal en France.

Si elle n'a pas de pouvoir de contrôle direct (sauf dans le cas particulier du médicament vétérinaire), elle a accès aux résultats des contrôles et enquêtes effectuées par les ministères. Assurant un rôle global, elle doit évaluer les risques pouvant intervenir tout au long de la chaîne alimentaire depuis les matières premières jusqu'à la consommation.

Aidée pour cette mission de 13 laboratoires, elle peut réaliser pour l'Etat des missions d'expertises, donner des recommandations sur les projets de loi dans son domaine ou rendre des avis et des consultations.

Depuis sa création, elle s'est rapidement fait remarquer par son dynamisme et son indépendance, dans l'affaire du poulet à la Dioxine, puis dans celle du Coca-Cola. Elle est également à l'origine de l'avis du 30 septembre 1999, qui déconseillait la reprise des importations de bœufs britanniques. Depuis sa création, pas moins de 17 avis ont été émis par l'Agence. Son indépendance vis-à-vis des pouvoirs publics, son approche pluridisciplinaire guidée par des Comités scientifiques et son souci de transparence ont assis sa légitimité. (119)

### **c) L'Institut de Veille sanitaire**

Cet établissement public de l'Etat succède au Réseau National de santé Publique. Il est chargé de :

- L'observation et de la surveillance de l'état de santé de la population ;
- La détection de toute menace pour la santé publique et de l'alerte auprès des pouvoirs publics ;
- La collecte, l'analyse et la valorisation des connaissances sur les risques alimentaires ;
- La réalisation ou l'aide à des enquêtes, études... nécessaires à la réalisation de ses missions ;
- La formation des professionnels de la santé aux méthodes de surveillance épidémiologiques ;

Doté de cinq départements scientifiques, cet institut possède également une action décentralisée avec des cellules inter-régionales d'épidémiologie placées sous la responsabilité scientifique de l'Institut et installées au sein des Directions Régionales des Affaires Sanitaires et Sociales

### **d) Le Centre National de Référence des Salmonella et Shigella**

#### ***(1) Description des Centres Nationaux de Référence***

Institués en France en 1972, par le ministère chargé de la Santé dans le cadre de la lutte contre les maladies transmissibles, les Centres Nationaux de Référence (CNR) sont nommés tous les trois ans par arrêté du ministère chargé de la Santé. Quarante-six CNR et quatorze laboratoires associés ont été nommés par arrêté du 26 avril 2002. Ils sont choisis et agréés pour leur aptitude à être des laboratoires ou des centres d'excellence, s'appuyant pour la plupart sur des unités de recherche dont le responsable a une compétence et une notoriété établie dans le domaine concerné.

De nombreux CNR sont également Centres collaborateurs de l'Organisation mondiale de la santé sur la base de mandats spécifiques ayant une portée internationale.

Les CNR ont des missions :

- *D'expertises concernant la microbiologie ou la pathologie des agents infectieux* :

- Identification des souches microbiennes isolées par les laboratoires de biologie pour contribuer à l'établissement de diagnostics difficiles ou pour déterminer les souches épidémiques ;
- Maintien, détention et diffusion des techniques de diagnostic et/ou d'identification et de typage ;
- Participation à la mise au point, à l'évaluation et aux recommandations concernant les techniques de diagnostic et/ou d'identification et de typage ;
- Participation à l'évaluation des procédures d'inactivation des agents pathogènes ;
- Information et formation et, éventuellement, publication de guides techniques.

• De contribution à la surveillance épidémiologique :

- Recueil et analyse des données concernant les cas de certaines pathologies infectieuses ;
- Surveillance de la couverture immunitaire d'une population, générale ou particulière, protégée par un ou plusieurs vaccins ;
- Participation à la surveillance de la résistance des agents pathogènes aux agents anti-infectieux ;
- Contribution à la détection et à l'analyse d'infections nosocomiales ;
- Participation à l'investigation de phénomènes épidémiques ;
- Contribution aux réseaux de surveillance internationaux, en particulier européens ;
- Contribution à des enquêtes ponctuelles à la demande de l'Institut de veille sanitaire ou du ministère chargé de la Santé.

• D'alerte par l'information immédiate de l'Institut de veille sanitaire ou du ministre chargé de la Santé de toute constatation pouvant avoir des répercussions sur l'état sanitaire de la population :

- Signalement de phénomènes anormaux à la Direction générale de la santé et à l'Institut de Veille Sanitaire :
- Augmentation d'isolement d'un agent pathogène ou signalement de cas groupés d'une maladie ;
- Cas isolé d'une maladie rare (peste, choléra, fièvre jaune, etc.) ;
- Identification d'un nouvel agent pathogène ;
- Informations concernant des événements de même nature dans un pays étranger.

• De conseils auprès des professionnels de santé (conseil technique) et des pouvoirs publics par :

- La participation à l'élaboration de mesures de lutte contre les maladies infectieuses ;
- La réponse aux demandes d'expertise de l'administration en accord avec le ministère chargé de la Santé. (9, 134)

(2) CNR *Shigella* et *Salmonella*

Le CNR participe à la surveillance des salmonelloses en sérotypant les souches de *Salmonella* et de *Shigella* isolées à partir de prélèvements cliniques (coproculture, hémoculture) envoyées par les laboratoires collaborateurs et en collectant les informations sur les souches dont le sérotype a été déterminé.

Dans la pratique, les laboratoires d'analyses de biologie médicale (LABM) privés et hospitaliers ayant la compétence et les réactifs nécessaires, peuvent généralement déterminer les principaux types de *Salmonella*. Dans ce cas, seuls les comptes-rendus de sérotypage sont alors adressés au CNR. Les LABM qui ne peuvent ou ne souhaitent pas sérotyper les souches de *Salmonella* peuvent adresser au CNR leurs souches pour sérotypage (gratuit pour les souches d'origine humaine) accompagnées de la feuille de renseignements du CNR remplie (Figure 23). Les renseignements suivants sont recueillis : nom, sexe et groupe d'âge du patient, données épidémiologiques (statut de malade ou porteur, notion de voyage récent, notion de cas groupés) et données sur l'échantillon biologique (date d'isolement, site du prélèvement).

Dans le cas d'un foyer de cas groupés, les circonstances de survenue (cadre familial, crèche, école, hôpital, restaurant, toxi-infection alimentaire collective...), la nature de l'aliment suspecté et le nombre approximatif de cas doivent être indiqués.

La majeure partie des souches adressées au CNR concerne des cas isolés de salmonellose survenus en dehors d'un contexte de cas groupés.

L'AFSSA-LERHQA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments – Laboratoires d'Etudes et de Recherche en Hygiène et Qualité des Aliments) à Maisons-Alfort qui collecte une grande partie des souches d'origines alimentaires, vétérinaire et environnementale, adresse chaque trimestre au CNR le relevé des souches qu'elle a identifiées avec les informations essentielles (origine du prélèvement et département de provenance).

Centre de Référence des *Salmonella* et *Shigella*  
 Institut Pasteur 28 rue du Docteur Roux 75724 PARIS CEDEX 15

Institut Pasteur - Paris  
 Unité des Entérobactéries (Professeur P. A. D. Grimont)  
 Centre National des *Salmonella* et *Shigella* (adjoint : P. Bouvet)  
 Centre National de Typage Moléculaire Entérique (adj.: F. Grimont)  
 TEL 01 45 68 83 39 FAX : 01 45 68 88 37

\* Fiche de renseignement devant accompagner chaque souche \*

Laboratoire Adresse complète et lisible du laboratoire expéditeur.

Nom complet  
 N° et rue  
 Ville

IMPORTANT : Si la souche vous a été transmise par un autre LABM, prière d'indiquer dans les cases ci-après son département (et son arrondissement)

Département Arrondissement

Examen demandé pour la souche jointe

Cocher les cases choisies

Aucune demande (Information seulement, aucune souche envoyée).

Sérotype trouvé

Identification antigénique complète d'une *Salmonella*

- Agglutinations O minimales effectuées par le laboratoire envoyeur

(Résultat +/-) (indispensables pour la gratuité)

4,5  6,7,8  9  Vi  Autres:

Identification complète d'une *Shigella* (gratuite)

Identification d'une autre Entérobactérie (facturation : nous consulter)

Identification d'un autre bacille à Gram négatif (facturation : nous consulter)

Groupe bactérien suspecté:

Lysotypie de *Salmonella* sérotypes Typhi /Paratyphi A/Paratyphi B/

Dublin (et uniquement en cas d'épidémie, Typhimurium/Enteritidis)

Typage moléculaire (entente préalable Tél. 0145688344)

Souche d'origine non humaine facturée (voir ci-dessous)

Demande particulière : entente préalable Tél: 0145688339/Fax: 0145688837  
 Joindre copie des résultats déjà obtenus.

Renseignements épidémiologiques essentiels

• Prélèvement humain

Nom du patient ou Réf. \_\_\_\_\_

Age : <1  1-5  6-14  15-64  ≥65

Sexe : F / M Statut : Malade  Porteur  inconnu

Origine : Sang  Selles  Urines  Bile

Pus  LCR  Autre  ? .....

Cas : isolé  Voyage récent (pays, date) .....

épidémie familiale  épid. hospitalière  T.I.A.C.

Infect. collective  crèche  colonie vacances  école

Nombre de cas : \_\_\_\_\_ Aliment en cause .....

Date d'isolement: \_\_\_\_\_ et précisions :

▲ Prélèvement non humain (Facturé. Informations téléphoniques au 01 45 68 83 39)

Référence de la souche: .....

Nature exacte du prélèvement

Vétérinaire .....

Alimentaire .....

Environnement .....

Origine géographique de l'animal ou du produit .....

Nous vous remercions pour votre collaboration à la surveillance  
 Epidémiologique des infections dues aux Entérobactéries

Figure 23 : Fiche de renseignement devant accompagner chaque souche au Centre de Référence des *Salmonella* et *Shigella* (Centre de Référence de *Salmonella* et *Shigella*)

On peut donc remarquer que les informations circulent dans tous les sens comme le montre la figure 24. La circulation des souches bactériennes est indiquée par les flèches.

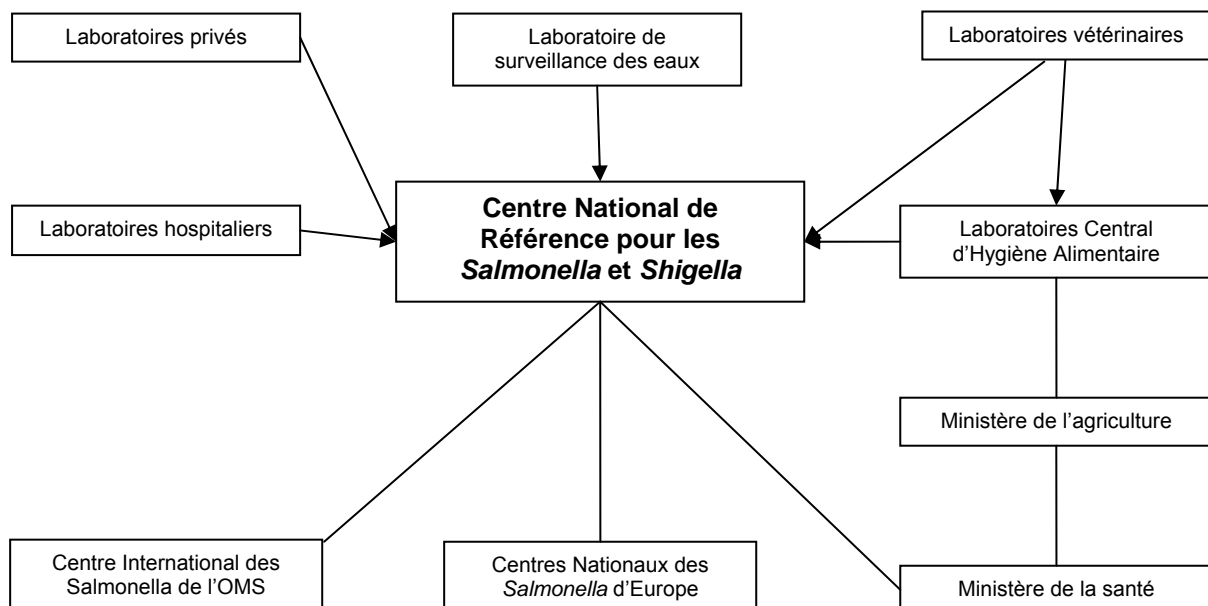


Figure 24 : Interactions autour du Centre National des *Salmonella* (Moll M.)

### e) **Autres systèmes de surveillance**

- **Le réseau Sentinelles** : c'est un système de surveillance composé d'environ 1200 médecins généralistes sentinelles répartis sur l'ensemble du territoire métropolitain. Il est développé depuis 1984 au sein de l'unité Inserm U444 dans le cadre d'une convention associant la Direction générale de la santé et l'Institut de veille sanitaire. Son objectif est de produire, traiter et distribuer une information de médecine générale concernant différentes pathologies comme l'hépatite C, le sida, la varicelle, la grippe, les diarrhées. Tous les médecins généralistes sentinelles participant au réseau sont volontaires et bénévoles dans cette tâche.
- **Le Comité National de Sécurité alimentaire** : ce comité réunit les directeurs généraux de l'AFSSA, de l'Agence Française de Sécurité sanitaire des Produits de Santé et de l'InVS ainsi que les présidents des Conseils Scientifiques de ces institutions. Sous la présidence du Ministre de la Santé, son rôle principal est d'éviter les cloisonnements et de favoriser la coordination. Pour assurer cette mission, il se réunit tous les trimestres pour tirer les conséquences des crises, évaluer les risques émergents et définir une politique innovante en matière de gestion d'un risque alimentaire particulier. (5)
- **Le réseau Epiville** : le réseau Epiville est un réseau composé de 14 laboratoires d'analyse biologique et médicale (LABM) répartis sur 10 régions de France métropolitaine. Ce réseau est membre de l'Observatoire National de l'Epidémiologie de la Résistance Bactérienne aux Antibiotiques (ONERBA). (30, 113)

## **B. Résultats de la surveillance**

### **1. Epidémiologie des TIAC**

#### **a) Principales caractéristiques épidémiologiques**

Sur 483 déclarations de TIAC transmises *en* 2001 par les DDASS à l'InVS, 448 foyers (93%) répondant aux critères de la déclaration obligatoire ont été retenus pour l'analyse et 35 déclarations ont été exclues.

Parmi les 224 foyers déclarés par les DDSV à la DGAI, 222 ont été retenus pour l'analyse.

Ainsi au total, après élimination de 111 doublons entre les sources DGAI et INVS, 559 foyers de TIAC, toutes étiologies confondues, ont été déclarées en France en 2001 (Figure 25).

Depuis 1998, le nombre de TIAC déclarées a diminué de 15% (-103 foyers).



Figure 25 : Evolution du nombre de TIAC, toutes étiologies confondues, déclarées en France de 1987 à 2001 (BEH)

Aucun foyer de TIAC n'a été déclaré dans 9 départements et plus de 15 foyers ont été déclarés dans 6 départements (Paris, Gironde, Bouches-du-Rhône, Haute-Garonne, Isère, Rhône, Ile-et-Vilaine) comme le signale la Figure 26.

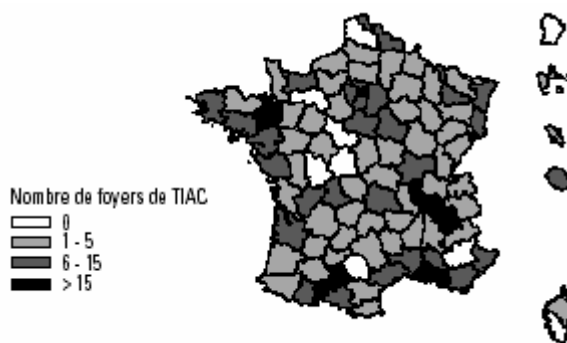


Figure 26 : Distribution départementale du nombre de TIAC déclarées en France en 2001 (BEH)

### b) Agents responsables

Parmi les TIAC pour lesquelles l'agent était confirmé, *Salmonella* était l'agent le plus fréquemment isolé (64% (174/272) des TIAC) et le sérotype Enteritidis était prédominant (52% des TIAC à *Salmonella*). (Figure 27 et Tableau VII)

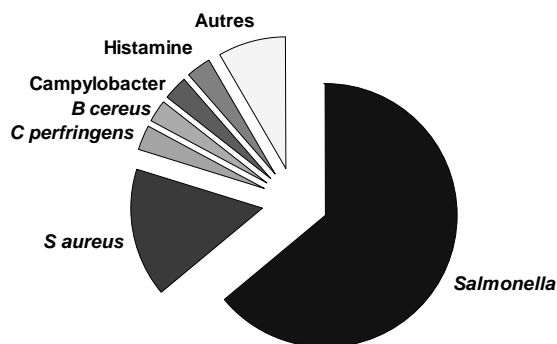


Figure 27 : Agents responsables des foyers de TIAC déclarés en France en 2001 (BEH)

Tableau VII : Répartition des TIAC déclarées en 2001, selon l'étiologie (BEH)

Agent causal	Nb de foyers	%	Nb de malades	%
<b>Salmonella</b>	<b>174</b>	<b>64</b>	<b>1726</b>	<b>57,5</b>
<b>-Enteridis</b>	<b>52</b>	<b>30</b>	<b>58</b>	<b>3,3</b>
<b>-Typhimurium</b>	<b>30</b>	<b>17</b>	<b>308</b>	<b>18</b>
Clostridium perfringens	8	3	208	7
Staphylococcus aureus	43	16	620	20,5
Bacillus cereus	8	3	139	5
Histamine	8	3	22	0,7
Autre agents	31	11	278	9,3
<b>Agents suspectés</b>	<b>189</b>	<b>34</b>	<b>2647</b>	<b>39,3</b>
<b>Agents non déterminés</b>	<b>98</b>	<b>17,5</b>	<b>1102</b>	<b>16,3</b>
<b>TOTAL</b>	<b>559</b>	<b>100</b>	<b>6742</b>	<b>100</b>

### c) Aliments responsables

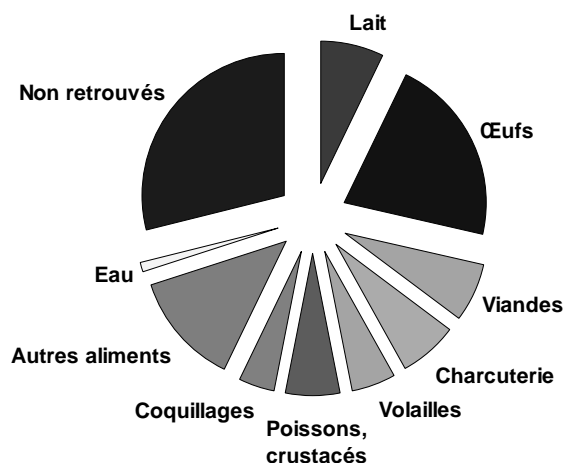


Figure 28 : Aliments responsables des foyers de TIAC déclarés en France en 2001 (BEH)

## 2. Epidémiologie des TIAC à Salmonella

### a) Centre national de référence des Salmonella et des Shigella (CNRSS)

Le nombre annuel moyen des isollements et des fiches signalant un isolement de *Salmonella* spp. non typhiques reçus au CNRSS était de 16 104 entre 1997 et 1999 (Tableau VIII). Les sérotypes les plus fréquemment isolés étaient *S. Typhimurium* et *S. Enteritidis* (Tableau IX). (11, 54, 55)

Tableau VIII : Nombre annuel d'isollements de *Salmonella* non-Typhi reçus ou signalés au CNRSS (CNRSS)

Année	Isolements de <i>Salmonella</i> spp
1997	18854
1998	16004
1999	13453
Moyenne	16104

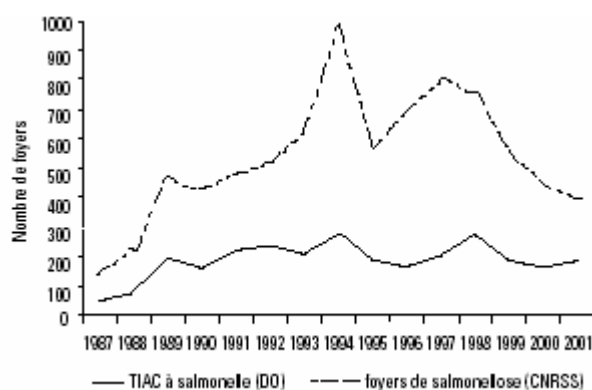


Figure 29 : Evolution du nombre de foyers de salmonellose signalés au CNRSS et du nombre de TIAC à salmonelles notifiées dans la DO, France 1987-2001 (BEH)

**Tableau IX : Distribution des sérotypes de *Salmonella* non-Typhi les plus fréquemment isolés (BEH)**

<b><u>Nombres annuels d'isolements reçus ou signalés</u></b>				
	1997	1998	1999	Moyenne (%)*
Tous sérotypes	18854	16004	13453	16104
<b>Enteritidis</b>	<b>6514</b>	<b>6183</b>	<b>4579</b>	<b>5759 (36)</b>
<b>Typhimurium</b>	<b>6755</b>	<b>5177</b>	<b>4386</b>	<b>5439 (34)</b>
Hadar	1318	899	880	1032 (6)
Virchow	668	557	376	534 (3)
Heidelberg	373	377	298	349 (2)
Infantis	277	322	283	294 (2)
Brandenburg	247	206	161	205 (1)
Newport	220	179	186	195 (1)
Derby	194	152	163	170 (1)
Indiana	158	113	72	114 (1)
Bovismorbificans	80	126	109	105 (1)
Bredeney	156	80	79	105 (1)
Saint Paul	81	94	86	87 (1)
Panama	64	92	71	76 (0,5)
Agonin	93	64	66	75 (0,5)
Dublin	50	54	103	69 (0,4)
Montevideo	99	52	56	69 (0,4)
Anatum	73	56	78	69 (0,4)
Coeln	51	80	52	61 (0,4)
Goldcoast	55	60	49	56 (0,3)
(*) % du total annuel tous sérotypes hors S. Typhi et S. Paratyphi A,B et C				

**b) Déclaration obligatoire (DO) des toxi-infections alimentaires collectives**

**Tableau X : Toxi-infections alimentaires collectives confirmées à *Salmonella* spp. en France de 1997 à 1999 (BEH)**

<b>Année</b>	<b>N foyers de TIAC</b>	<b>N foyers de TIAC à <i>Salmonella</i> spp.</b>	<b>N cas des foyers de TIAC à <i>Salmonella</i> spp</b>
1997	478	201	2485
1998	662	267	2614
1999	640	175	1248
<b>Moyenne</b>	593	214	2116

### c) Enquête Epicop du réseau Epiville

*Salmonella* spp. a été retrouvée sur 128 des 4 838 coprocultures analysées, soit 2,6 % (IC95 % : 2,2 – 3,1). (22, 47)

### 3. Conclusion

Après une diminution importante (-35%) observée en 1999, le nombre de TIAC à salmonelles confirmées est stable depuis trois ans. Parallèlement, la diminution, amorcée en 1997, du nombre de foyers de salmonellose recensés par le CNRSS se poursuit en 2001 (-12% = -55 foyers par rapport à 2000) (Figure 30).

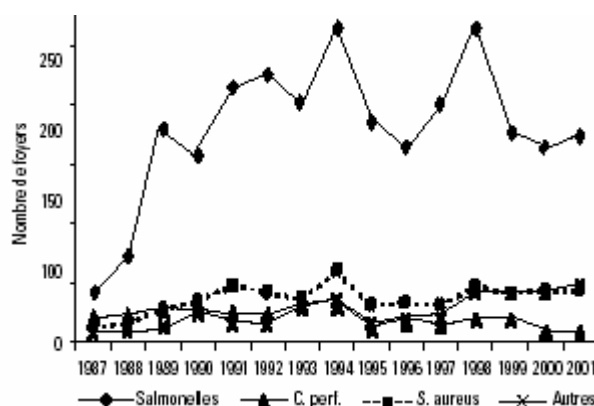


Figure 30 : Evolution du nombre de foyers dus aux principaux agents responsables confirmés, TIAC déclarées en France de 1987 à 2001 (BEH)

## II. Les aliments incriminés dans les TIAC à *Salmonella*

### A. La viande

Sont concernées les viandes en général, surtout la volaille mais aussi le porc et les aliments contenant de la viande. La bactérie vit naturellement dans les intestins des animaux et est aussi présente sur leurs plumes ou leurs poils. La volaille est le réservoir le plus important de salmonelles.

Tout aliment, d'origine animale, peut être source de salmonelles. La bactérie peut se retrouver dans les ingrédients dérivés de matières animales comme la gélatine ou les farines animales. L'ingestion par les animaux de farines contaminées par des insectes, des rongeurs, des oiseaux ou de sous-produits de viande infectés explique en

partie les problèmes de contamination des aliments destinés aux humains. Ces derniers peuvent aussi être infectés par des porteurs sains.

### **B. Les œufs et les ovo produits**

Les œufs et les aliments contenant des œufs, par exemple, les pâtes alimentaires, les aliments contenant de la mayonnaise et les mélanges déshydratés sont concernés. Les volailles étant le réservoir le plus important de salmonelles, leurs ovaires peuvent être contaminés et la bactérie peut franchir les structures protectrices de l'œuf et se multiplier dans le jaune d'œuf mais ceci est très rare. La contamination en surface des œufs se fait au niveau du cloaque qui est le carrefour de l'appareil génital et du tube digestif.

### **C. Les produits laitiers**

Cela concerne par exemple le lait non pasteurisé, le fromage au lait cru, la crème glacée, les produits laitiers en général et les aliments contenant des produits laitiers (chocolat, « tartes à la crème » congelées, mélanges déshydratés et céréales pour enfants). Les vaches, les équipements et les fermiers peuvent contaminer le lait, un milieu propice à la croissance des salmonelles qui sont la cause la plus importante de toxi-infections liées à la consommation de produits laitiers. L'acidification trop lente des caillés favorise la multiplication des salmonelles dans les fromages.

Certains aliments à base de produits laitiers doivent être surveillés parce qu'ils ne subissent pas de pasteurisation ultérieure. Ainsi, la présence de salmonelles dans la poudre de lait est potentiellement dangereuse et peut se produire en raison de la résistance de la bactérie à la déshydratation et de la possibilité d'une contamination postproduction. Quelques cas d'infection avec de la crème glacée ont aussi été relevés, mais la plupart ont été causés par des œufs crus incorporés dans des produits fabriqués à domicile.

### **D. Les produits issus de la mer et l'eau**

L'eau contaminée par des matières fécales, et les produits marins crus ou insuffisamment cuits contaminés par l'eau, surtout les bivalves peuvent être responsable de toxi-infection alimentaire. La contamination de l'eau peut survenir lors de l'épandage de fumier contenant des matières fécales humaines (surtout dans les

pays en voie de développement) ou animales (plus fréquent dans les pays industrialisés). Autrefois, le sérovar Typhi était un contaminant majeur des mollusques, à cause de la présence dans l'eau non chlorée, de matières fécales de personnes atteintes de typhoïde. La contamination peut aussi provenir de l'eau rejetée par les stations d'épurations.

### **E. Les fruits et légumes**

La contamination peut survenir lors du lavage des végétaux avec de l'eau contaminée ou lors de leur manipulation par un porteur sain. Les salmonelles peuvent résister aux opérations de séchage en cas de pasteurisation déficiente ou de contamination post pasteurisation. Des cas de salmonellose ont été attribués à la consommation de jus de pomme non pasteurisé.

### **F. Les produits céréaliers**

On trouve les produits de fèves de soja, luzerne, céréales préparées, amuse-gueules, produits de boulangerie. Les farines de soja peuvent être une source de salmonelles à cause de la contamination dans le champ par les matières fécales et lors du procédé de fabrication qui prévoit un trempage prolongé des fèves à la température ambiante. Si ces produits de soja sont employés par la suite comme ingrédients dans des aliments non traités par la chaleur, il y a des risques d'infection par les salmonelles. Dans le cas des céréales préparées et des amuse-gueules, la contamination peut venir des ingrédients ajoutés à la fin du procédé, par exemple, les œufs, les produits laitiers, les vitamines, les édulcorants et les colorants.

### **G. Les aliments prêts-à-manger**

On trouve, par exemple, les sandwiches contenant de la viande, des œufs ou des produits laitiers. Ces aliments peuvent causer des infections surtout s'ils sont laissés pendant plusieurs heures à la température ambiante. (66)

## **III. La place de la filière avicole dans les TIAC à Salmonella**

Les œufs et les produits à base d'œufs (52,3 % en 1998), ainsi que les viandes et les volailles (24% en 1998) apparaissent comme les aliments les plus fréquemment en cause dans les TIAC à salmonelles. (51)

La surveillance des salmonelles d'origine non humaine est réalisée de manière générale ou plus spécifique, c'est-à-dire par filière de production. C'est dans ce dernier cadre, qu'intervient le Réseau National d'Epidémiologie-Surveillance en Aviculture (RENESA) (Figure 31). Ce réseau, géré par l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, est un réseau d'épidémiologie, dépendant du Ministère de l'Agriculture. Il a été créé en 1991, à la demande de la DGAI, pour améliorer la connaissance de l'épidémiologie des maladies réglementées en aviculture. (31)

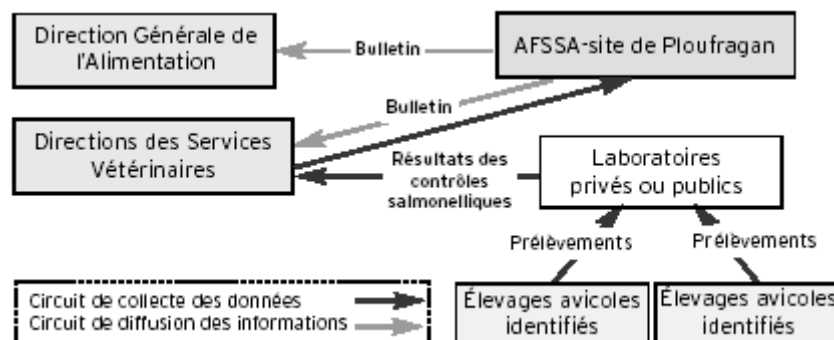


Figure 31 : Fonctionnement du RENESA (BEH)

### **A. Matériel et méthodes**

Ce réseau prend notamment en charge la surveillance de 2 sérotypes de salmonelles actuellement réglementés : *Salmonella* Enteritidis et *Salmonella* Typhimurium, dans les troupeaux de reproduction en filière de production de volailles de chair (*Gallus gallus*) ainsi que dans les troupeaux de poulettes et de poules pondeuses d'œufs de consommation. Cette surveillance est définie par des textes réglementaires, dont la directive européenne 92/117/CEE du 17 décembre 1992 et les arrêtés ministériels du 26 octobre 1998. Les correspondants de ce réseau sont actuellement les DDSV de 21 départements français dans lesquels les activités avicoles sont bien développées. (2, 3, 4)

Les informations récoltées correspondent à la fois, au nombre total de troupeaux contrôlés pendant un trimestre et au nombre de troupeaux contaminés par *Salmonella* Enteritidis et *Salmonella* Typhimurium.

Sur le terrain, les prélèvements sont effectués dans le cadre de contrôles officiels réglementés et adressés ensuite à des laboratoires publics ou privés accrédités qui réalisent les analyses bactériologiques, selon des méthodes standardisées. Les

résultats obtenus sont transmis aux DDSV. L'AFSSA de Ploufragan interroge par voie de questionnaire, tous les trimestres, les DDSV adhérentes. Une synthèse est éditée sous la forme d'un bulletin trimestriel, adressé à tous les correspondants ainsi qu'à la DGAL

## **B. Résultat**

En 2000, l'évolution du taux de prévalence trimestriel a été variable selon les productions, mais la prévalence annuelle est restée inférieure à 1%, quels que soit la production et le sérotype identifié, Enteritidis ou Typhimurium.

- Pour la filière de production de poulets de chair, la prévalence annuelle de *Salmonella* Enteritidis a été plus faible chez les futurs reproducteurs (0,06%) que chez les reproducteurs (0,43%). En ce qui concerne *Salmonella* Typhimurium, elle a été quasiment la même (0,29% pour les futurs reproducteurs et 0,24% pour les reproducteurs), cependant, les variations trimestrielles observées chez les futurs reproducteurs ont été plus importantes que chez les reproducteurs.
- Pour la filière de production de dindes de chair, on peut noter qu'en 2000, sur la totalité des élevages contrôlés, un seul troupeau de futurs reproducteurs s'est révélé infecté par *Salmonella* Enteritidis, lors du 2ème trimestre ( $p = 0,88\%$ ). Par ailleurs, la prévalence annuelle de *Salmonella* Typhimurium a été **nulle** dans les troupeaux de futurs reproducteurs ainsi que dans ceux de reproducteurs.
- Pour la production d'oeufs de consommation, concernant les élevages de futurs reproducteurs et de reproducteurs, les prévalences annuelles de *Salmonella* Enteritidis et *Salmonella* Typhimurium ont été nulles en 2000 ; les contrôles des 593 troupeaux se sont révélés **négatifs**.
- Chez les poulettes futures pondeuses, les prévalences annuelles de *Salmonella* Enteritidis et de *Salmonella* Typhimurium ont été, respectivement, de 0,17% et 0,20%. Si on suit l'évolution du sérotype Enteritidis au cours de l'année 2000, on peut noter une **diminution progressive** de la prévalence trimestrielle (Figure 32).

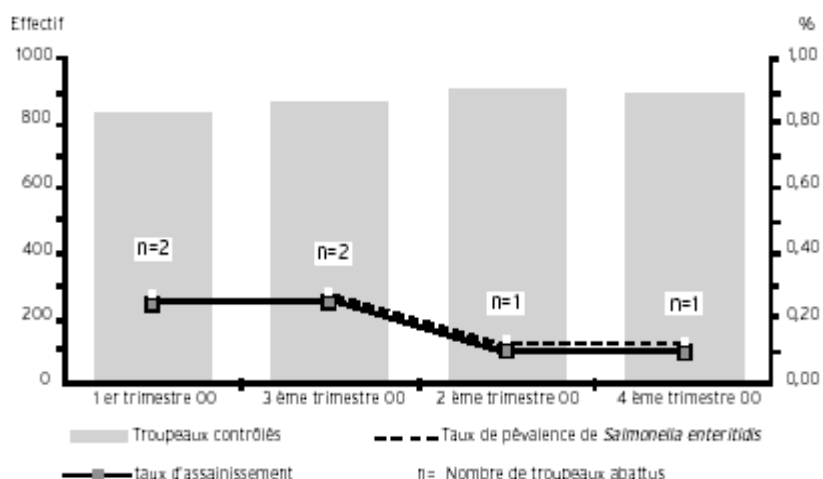


Figure 32 : Évolution trimestrielle du nombre de troupeaux de poulettes futures pondeuses contrôlés pour la filière de production d'œufs de consommation, du taux de prévalence de *Salmonella enteritidis*, du nombre de troupeaux abattus et du taux d'assainissement. (RENESA)

- Chez les poules pondeuses, seul le sérotype Enteritidis est surveillé. On a observé une **diminution** de la prévalence trimestrielle pour l'année 2000, avec une prévalence annuelle de 0,80%. Celle-ci a été plus faible que celle observé en 1999 (1,86%), ce qui souligne la tendance à une **diminution** du pourcentage de troupeaux infectés (Figure 33).

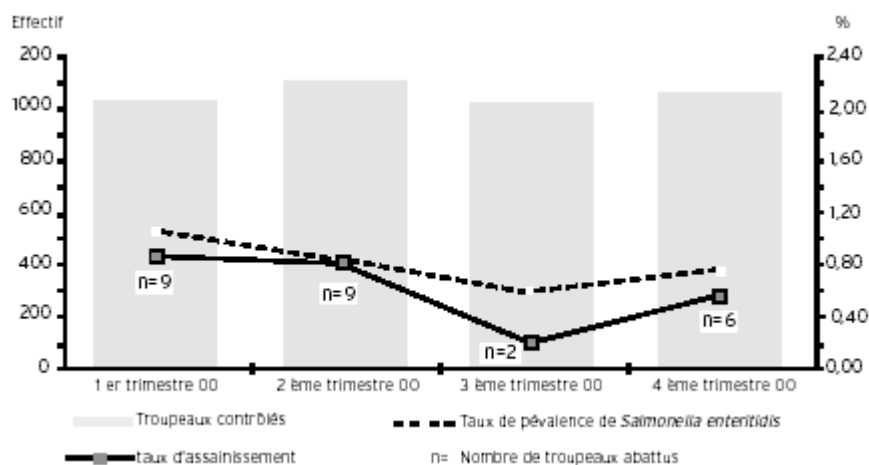


Figure 33 : Évolution trimestrielle du nombre de troupeaux de poules pondeuses contrôlés pour la filière de production d'œufs de consommation, du taux de prévalence de *Salmonella enteritidis*, du nombre de troupeaux abattus et du taux d'assainissement. (RENESA)

Par ailleurs, la réglementation française impose l'abattage des poulettes futures pondeuses infectées par *Salmonella* Enteritidis. Ainsi, pendant l'année 2000, les six troupeaux contaminés ont été abattus et dirigés vers l'équarrissage.

Pour les troupeaux de poules pondeuses infectés par *Salmonella* Enteritidis, la réglementation est moins stricte et tient compte du devenir des œufs. Ceux-ci, provenant d'un lot infecté, peuvent être orientés vers une casserie, les animaux n'étant pas alors abattus dans l'immédiat.

### **C. Discussion**

L'interprétation des résultats doit tenir compte du fait que les données sont recueillies grâce à la participation volontaire des élevages. Le recrutement par volontariat peut donc induire un biais de sélection, en contribuant à donner une idée trop favorable de la situation épidémiologique des élevages avicoles, vis-à-vis de *Salmonella* Enteritidis et *Salmonella* Typhimurium. De plus, l'échantillonnage ne couvre pas la totalité du cheptel français. Le taux d'échantillonnage (nombre de troupeaux contrôlés et suivis par le RENESA/ nombre total de troupeaux) est, cependant, toujours supérieur à 50% dans chacun des 21 départements impliqués, quelle que soit la production avicole, et supérieur à 40%, si on s'intéresse à la totalité des élevages avicoles existant en France. L'application des arrêtés ministériels de 1998 devrait pallier cette lacune, en élargissant l'échantillon à toutes les DDSV, c'est à dire à l'ensemble des départements du territoire national.

Malgré ces biais, les données recueillies par le RENESA reflètent, même de façon imparfaite, les tendances du terrain et permettent de suivre l'évolution des sérotypes Enteritidis et Typhimurium dans la filière de production des volailles de chair (poulet et dinde) et dans celle des œufs de consommation.(26, 27)

### **D. Conclusion**

Les informations du RENESA permettent d'appréhender l'évolution des infections salmonelliques. L'application de l'article 8 annexe II des arrêtés ministériels du 26 octobre 1998 permettra de suivre l'évolution des sérotypes de salmonelles recherchées, rattachés à des problèmes de santé publique ou animale. Le RENESA constitue donc un outil d'aide à la décision, notamment pour faire évoluer les contrôles officiels, par l'intermédiaire de la réglementation. Son rôle dans l'évaluation de l'impact des prophylaxies des maladies aviaires réglementées reste primordial. (28, 31)

**PARTIE 4 :**

**L'hygiène**

**Alimentaire : de**

**l'étable à la table**

# **I. Introduction et définitions**

## **A. Généralités**

La contamination éventuelle des produits carnés notamment la volaille par les salmonelles constitue un problème de santé publique.

La « dose à partir de laquelle il existe un risque de gastroentérite » pour l'adulte bien portant est de 10 000 à 1 000 000 de salmonelles par gramme de viande. Pour un nouveau né, la « dose infectante » passe à quelques salmonelles par gramme.

Les sujets à risque sont donc principalement :

- Les nourrissons,
- Les vieillards,
- Les adultes débilisés (ex : présence d'ulcères de l'estomac donnant lieu à un traitement avec des pansements gastriques relevant le pH stomacal vers la neutralité),
- Les personnes immunodéprimées.

Les accidents sont souvent occasionnés par de mauvaises manipulations lors des préparations culinaires au mépris des grands principes (respect de la chaîne du froid et de la liaison chaude assurant la sécurité jusqu'à l'assiette du consommateur). Par exemple, contamination par les œufs (coquilles souillées), découpe de volaille sur un plan de travail utilisé ensuite à d'autres activités et contamination croisée lors de préparation d'entremets ou de plats culinaires à base d'œuf.

De nombreux contrôles ont été mis en place pour assurer la qualité et la sécurité à chaque étape de la chaîne alimentaire : producteurs, industriels, transporteurs, distributeurs...C'est ce que nous allons voir dans cette dernière partie.



### **Agriculteurs**

Vérification des conditions sanitaires d'élevage (bien-être des animaux, alimentation, traitements et soins ...), respect des réglementations pour les cultures végétales ...



### **Industriels**

Vérification de la conformité des matières premières, des processus de fabrication, de la sécurité et de la conformité à la réglementation des produits finis...



### **Transporteurs**

Vérification de la température, de l'hygiène des véhicules...



### **Distributeurs**

Vérification des conditions de stockage des aliments, des températures des rayons réfrigérés et surgelés, du retrait de vente des produits dont la date limite de consommation est dépassée...

## **B. Définitions de l'hygiène alimentaire**

### **1. Celle présentée par Assurance Qualité 2000**

« Ensemble des activités et techniques opérationnelles utilisées en vue de prévenir les risques microbiologiques et/ou chimique, et/ou physique, et/ou nutritionnels associés à la consommation des aliments »

### **2. Celle présentée par la directive 93/43/CEE relative à l'hygiène des denrées alimentaire**

On entend par : « hygiène des denrées alimentaires toutes les mesures qui sont nécessaires pour garantir la sécurité et la salubrité des denrées alimentaires. Les mesures couvrent tous les stades qui suivent la production primaire, que ce soit la préparation, la transformation, la fabrication, le conditionnement, le stockage, le transport, la distribution, la manutention ou la vente ou la mise à la disposition du consommateur».

### **3. Pour le Codex Alimentarius (1968)**

L'hygiène est définie comme « toutes les dispositions et mesures nécessaires lors de la fabrication, du traitement, du stockage et de la distribution afin de garantir un produit parfait, sain et digeste, qui satisfasse le goût du consommateur ».

De ces définitions de l'hygiène, ressort clairement la notion de prévention des risques, quels qu'ils soient, pour le consommateur. (29, 101)

## **II. Moyens de prévention, de lutte et de contrôle dans la filière avicole**

La consommation d'œufs crus ou insuffisamment cuits et la transmission inter humaine sont responsables de la plupart des cas de salmonellose chez l'enfant. Une étude réalisée par le InVS et le Centre National de Référence des *Salmonella* et des *Shigella* de l'Institut Pasteur Paris montre que la survenue de salmonellose chez le jeune enfant est étroitement associée à la consommation d'œufs et de produits à base d'œufs.

Parmi les principaux résultats, les œufs insuffisamment ou peu cuits (« œufs à la coque », « œufs brouillés », « œufs au plat », « œufs durs dont la cuisson est inférieure ou égale à huit minutes ») sont davantage incriminés dans la survenue de salmonellose sporadique chez l'enfant. La consommation de poulet insuffisamment cuit (poulet « rosé ») a aussi été identifiée comme facteur de risque.

L'infection à *Salmonella* Enteritidis - première cause de toxi-infection alimentaire collective (TIAC) et de salmonellose sporadique chez l'enfant, en France - est la plus répandue en Europe. La bactérie est capable de survivre dans l'œuf après quatre minutes de cuisson et le risque de contamination persiste jusqu'à huit minutes de cuisson. Les jeunes enfants (de moins de cinq ans) développent des symptômes plus évocateurs que chez les adultes et restent les plus fragiles face à cette infection (diarrhée aiguë et/ou fièvre > 38°C).

Les mesures de prévention reposent sur l'hygiène de la chaîne alimentaire du producteur au consommateur et sur le respect de l'hygiène familiale, à savoir, la bonne conservation des œufs (température à 4°C, durée de conservation inférieure à deux semaines) et les modes de préparation et de cuisson des œufs. Ainsi par exemple il

faut bien se laver les mains après avoir manipulé des œufs et il ne faut surtout pas enlever le reste du blanc d'œuf avec le pouce car c'est à ce stade que la contamination a lieu. Enfin, les personnes fragiles doivent rester vigilantes quant à la consommation de produits « faits maison » à base d'œufs crus et préférer les produits industriels, soumis à des contrôles sanitaires réguliers et drastiques. (133)

### **A. Introduction et définition**

Il va de soi que l'éradication des salmonelles doit porter sur les notions ci après :

- Etre convaincu de la nécessité absolue d'éradication.
- Définir avec promptitude une charte sanitaire spécifique aux salmonelloses.
- Définir les moyens humains et financiers à mettre en œuvre pour l'accomplissement à terme de cette mission.

Les salmonelles de sérotypes Enteritidis et Typhimurium sont les plus répandues et les plus redoutées en santé animale et humaine ; leur déclaration dans un cheptel avicole nécessite des mesures draconiennes se soldant par l'application pure et simple de la réglementation sanitaire vétérinaire en vigueur et en faveur de l'abattage systématique du cheptel contaminé.

L'éradication du seul sérovar spécifique d'hôte chez la volaille, *Salmonella Gallinarum pullorum*, a été réalisée grâce au dépistage sérologique, grâce au contrôle strict des reproducteurs mais aussi, et surtout grâce à l'application d'une prophylaxie sanitaire qui se justifiait totalement au vu des caractéristiques de cette souche.

Les principaux caractères qui opposent *Salmonella Gallinarum pullorum* aux autres souches de salmonella ubiquistes (*Salmonella Typhimurium*, Enteritidis...) sont rappelés dans le Tableau XII. La prophylaxie des sérotypes ubiquistes ne peut donc s'envisager comme celle de *Salmonella Gallinarum pullorum*.

Le nombre de sérotypes à considérer, leur ubiquité et leur absence de spécificité vis-à-vis de l'hôte sont autant d'obstacles à une prophylaxie efficace à long terme. (69)

**Tableau XI : Caractères principaux des souches de Salmonella en fonction de leur spécificité d'hôtes (Schelcher F.)**

	<b>Sérotypes spécifiques d'hôte dont S. Gallinarum pullorum</b>	<b>Sérotypes ubiquitaires dont S. Typhimurium, S. Enteridis</b>
<b>Spécificité d'hôte</b>	Oui	Non
<b>Répartition dans l'environnement</b>	Faible	Large
<b>Survie à l'extérieur de l'hôte</b>	Courte	Longue
<b>Pathogénicité</b>	Importante	Faible à variable
<b>Passage de la barrière digestive</b>	Oui	Possible mais portage digestif le plus fréquent
<b>Transmission transovarienne (verticale)</b>	Oui	Possible
<b>Apparition d'anticorps</b>	Oui	Possible si et seulement si passage de la barrière digestive
<b>Prophylaxie médicale (vaccination)</b>	Efficace mais inutile	Actuellement inefficace
<b>Prophylaxie sanitaire</b>	Rapidement efficace	Efficace si mesures appliquées régulièrement longtemps et sans discontinuité

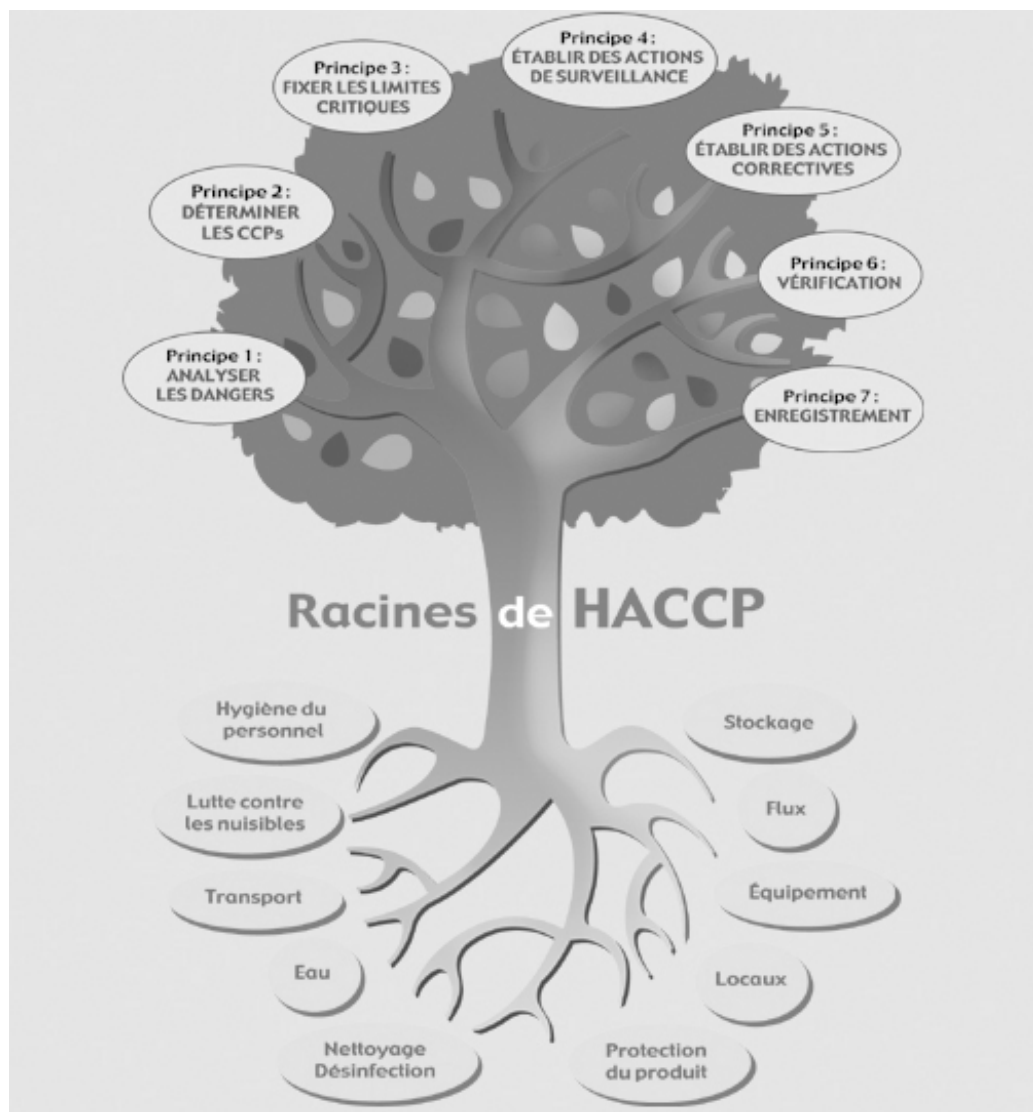
Pour la santé publique, il convient de distinguer la filière chair de la filière ponte.

Dans un parquet de poules, le passage de la barrière digestive par une souche de salmonelle se traduit par la contamination d'un très faible nombre d'œufs. Ce même phénomène n'a pas les mêmes conséquences lorsqu'il survient dans un parquet de type chair. En effet, les produits à base de viande de volaille sont toujours consommés après cuisson, alors que les œufs peuvent entrer dans des préparations culinaires consommées crues ou peu cuites. Cela explique sans doute l'importance croissante des toxi-infections alimentaires dues aux œufs et préparations à base d'œufs, bien que le nombre de carcasses ou de produits de découpes contaminés par salmonelles soit probablement largement supérieur au nombre d'œufs contaminés mis sur le marché.

### **B. Moyens de lutte**

Les couvoirs et les élevages sont les sites majeurs des contaminations. Des procédures d'élimination des sources potentielles d'infection et des mesures limitant la dissémination de la contamination ont été mises en place par les éleveurs adhérant au Contrôle Officiel d'Hygiène Sanitaire (COHS) ou participant au contrat de progrès développé par le Comité Interprofessionnel de la Dinde Française (CIDF). Les quatre grandes composantes de la filière – accoupage, alimentation animale, élevage, abattage transformation – se sont impliquées dans une démarche volontaire et

collective d'hygiène et de qualité pour offrir, en fin de chaîne, aux clients et consommateurs des produits présentant le maximum de garanties tant sanitaires que nutritionnelles. Le contrat de progrès est une démarche qui a pour caractéristique essentielle l'application du système HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) sur l'ensemble de la filière avec la mise en avant des grands principes comme le montre la Figure 34. Par cette méthode le CIDEF cherche à faire appliquer les bonnes pratiques de travail pour parfaire la sécurité alimentaire, et à attester de la traçabilité depuis l'origine du produit jusqu'à sa mise sur le marché.



**Figure 34 : La méthode HACCP**  
([www.asept.fr](http://www.asept.fr))

L'élaboration en plus d'une charte sanitaire anti-salmonellose est d'une nécessité impérieuse (Figure 35). Son application doit être l'affaire de tous, par le respect strict de l'ensemble des procédures d'éradication formulées et retenues.



**Figure 35 : Les différents paramètres à prendre en compte dans la lutte contre les salmonelles  
(Dr Regguem)**

### **1. Au niveau des couvoirs**

L'objectif correspond à l'isolement et à la compartimentation du couvoir pour limiter l'introduction et la diffusion des contaminants à l'intérieur du couvoir ainsi que vers les élevages fournisseurs et clients.

On effectue une traçabilité des produits qui consiste en l'application d'un contrôle continu permettant d'attester la qualité sanitaire des produits et de détecter aussi rapidement que possible les infections dans le but de mettre en place des actions correctives.

On veillera donc à respecter différents points au niveau de :

- Implantation du couvoir.
- Conception du couvoir.
- Fonctionnement du couvoir.
- Hygiène du couvoir.

Ainsi on limitera les contaminations par le principe de la marche en avant tant au niveau de la circulation de l'air que du personnel (séparation de la zone propre et de la zone sale), c'est-à-dire :

- Pour l'air : légère surpression pour éviter l'entrée d'air extérieur non filtré
- Pour le personnel : sas d'hygiène comprenant le passage obligatoire par une douche, le changement de vêtement se situant après la douche

## **2. Au niveau de la zone d'élevage : reproducteurs ponte et reproducteurs chair**

L'établissement doit être conçu et protégé pour limiter autant que possible les introductions d'agents pathogènes. La conception et l'aménagement de l'établissement et de ses abords doivent permettre des opérations de nettoyage et de désinfection efficaces suivies d'un vide sanitaire suffisant pour interrompre un éventuel cycle de contamination. (17, 70)

## **3. Au niveau du transport**

Les animaux ne doivent être chargés que dans des moyens de transport soigneusement nettoyés et désinfectés conformément à la réglementation.

Les cages et autres matériels de transport doivent être nettoyés immédiatement après la décharge des animaux. Le personnel de convoyage doit respecter les règles de protection sanitaire. Le personnel doit être qualifié pour procéder au transport ou pour donner des soins appropriés aux animaux transportés

En cas de problèmes sanitaires graves, le transporteur doit avoir pris connaissance de la fiche sanitaire ou du registre d'élevage.

## **4. Au niveau des abattoirs**

La qualité des matières premières est primordiale. En effet, une intoxication alimentaire a pour origine la multiplication (ou la production de toxine) de micro-organismes pathogènes. Ces micro-organismes sont présents initialement dans les matières premières alimentaires ou apportées au cours des manipulations. Un approvisionnement en denrées indemnes de bactéries potentiellement responsables de toxi-infection alimentaire est donc un élément de sécurité très appréciable (bien que cela soit ni nécessaire, ni suffisant pour éviter les accidents). (88)

### **a) Règles d'hygiène relatives au travail dans les abattoirs**

Les conditions d'installation, d'équipement et d'hygiène auxquelles doivent satisfaire les abattoirs pour être agréés pour la production et la mise sur le marché de viandes fraîches, ainsi que les dispositions de l'inspection sanitaire de ces établissements sont codifiées par l'arrêté du 14 janvier 1994 fixant les conditions sanitaires auxquelles doivent satisfaire les établissements d'abattage de volailles. Diverses mesures d'hygiène doivent être respectées pour chacune des étapes du circuit des animaux dans l'abattoir. (72)

- Entrée des animaux : tout animal introduit dans l'enceinte de l'abattoir doit être abattu dans les meilleurs délais.
- Abattage, saignée et dépouillement : les animaux introduits dans les locaux d'abattage doivent être abattus immédiatement.
- Hygiène du matériel et des locaux : les salles de travail sont nettoyées et désinfectées tous les jours. Le matériel, les instruments et récipients doivent être maintenus en bon état de propreté et ne doivent être utilisés qu'au travail des viandes fraîches. Ils doivent être soigneusement nettoyés et désinfectés plusieurs fois par jour ainsi qu'à la fin de chaque journée de travail. L'utilisation des désinfectants est obligatoirement suivie d'un rinçage à l'eau potable.
- Hygiène du personnel : le travail et la manipulation des viandes sont interdits aux personnes susceptibles de les contaminer. Un certificat médical est exigé pour toute personne affectée à ce travail et doit être renouvelé chaque année. Le personnel doit porter des coiffures et chaussures propres et faciles à nettoyer, des vêtements de travail de couleur claire, et le cas échéant, des protège nuques ou d'autres vêtements de protection. Il est tenu de se laver et de se désinfecter les mains plusieurs fois au cours d'une journée de travail, en particulier à chaque reprise de travail et à la sortie des toilettes.

### **b) Hygiène des différentes opérations de transformation**

L'abattage permet d'obtenir des carcasses, des abats (cœurs, foies, gésiers) et des cous pouvant être commercialisés en l'état ou destinés à une transformation ultérieure. Le procédé d'abattage comporte différentes étapes qui permettent d'arriver au produit final, consommable. Il faut savoir que chacune de ces étapes présente des dangers, d'où la mise en place à chacune d'elles de mesure préventives et de système de surveillance.

### **III. Moyens de prévention, de lutte et de contrôle dans la vie d'une famille**

Pour éviter le développement de Salmonelles à la maison, plusieurs points sont à prendre en compte tant au niveau de l'hygiène (lavage des mains, du réfrigérateur, des aliments...) qu'au niveau de la réalisation des courses, du respect de la chaîne du froid et de la cuisson des aliments. Ce sont ces différents points que nous allons aborder dans cette dernière partie.

#### **A. Au supermarché**

##### **1. Généralités**

###### **a) Sur le respect des températures dans les marchés et supermarchés**

Les températures de conservation des principaux produits de consommation courants sont résumées dans la Figure 36.







à -18°	à -12°	de 0 à 2°	à 4° maxi	à 8° maxi	à + de 63°
					

Figure 36 : Températures prévues par la réglementation selon les catégories de produits.

- **Entre 0 et 2 degrés (sur glace fondante) :** poissons, crustacés, mollusques autres que vivants.
- **4 degrés au maximum :** Tout aliment très périssable et dont l'absence de maîtrise de la température pendant une courte période peut présenter un risque microbien pour le consommateur (denrées animales ou végétales cuites ou précuites, prêtes à l'emploi, non stables à température ambiante ; préparations froides non stables à base de denrées animales, notamment les viandes froides, les pâtes farcies, les sandwiches, les salades composées et les fonds de sauce, les produits transformés non stables à base de viande, abats, volailles, lapins, découpes de viandes produits de la pêche fumés ou saumurés, pâtisseries à la

crème, entremets, lait cru, produits frais au lait cru, végétaux crus prédécoupés et leurs préparations, jus de fruits ou de légumes crus de pH supérieur à 4,5, produits décongelés).

- **8 degrés au maximum** : Tout aliment périssable et dont l'absence de maîtrise de la température peut générer un risque microbien moins immédiat pour le consommateur (produits laitiers frais, laits pasteurisés, desserts lactés, beurres et matières grasses, desserts non stables à base de substitut du lait, produits stables à base de viande tranchée).
- **Moins 18 degrés** : Glaces, crèmes glacées, sorbets et tout aliment surgelé.
- **Moins 12 degrés** : Tout aliment congelé.
- **Plus de 63 degrés** : Plats cuisinés livrés chaud au consommateur → *liaison chaude*.

## **b) Sur le respect de la chaîne du froid**

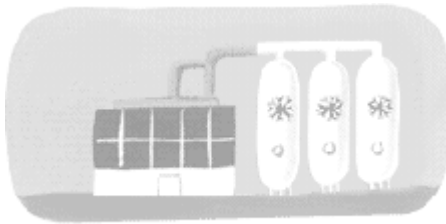
### ***(1) Qu'est ce que la chaîne du froid ?***

C'est maintenir les aliments réfrigérés à une température basse qui leur permet de conserver leurs qualités nutritionnelles et organoleptiques et de les garder sains, du lieu de production à la cuisine. Le froid limite voire stoppe la prolifération des micro-organismes. Selon le type de produit réfrigéré, il y a rupture de la chaîne du froid dès que la température indiquée sur l'étiquette est dépassée, au-delà de + 4°C pour les produits très périssables, au-delà de + 8°C pour les produits périssables.(8)

### ***(2) Les acteurs de la chaîne du froid***

La réglementation française et communautaire s'applique à tous les acteurs des différentes filières alimentaires et offre de sérieuses garanties de respect de la chaîne du froid aux niveaux de la fabrication, du stockage, du transport, et de la distribution des produits. Ainsi par exemple pour les températures réglementaires de transport de produits alimentaires réfrigérés ou surgelés : les camions de transport doivent afficher une température de 0 à +2° C pour le poisson (stockage sur lit de glace fondante) et inférieure à +4°C pour la plupart des aliments périssables. Les surgelés voyagent à -18°C.

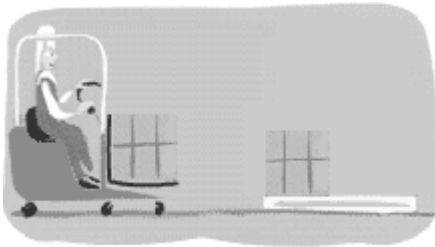
Le dernier acteur est le consommateur. Il doit être vigilant pour poursuivre et maintenir – jusqu'à l'assiette – les efforts menés en amont par les professionnels (Figure 37).



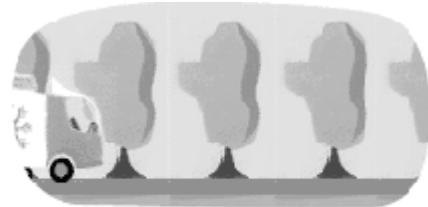
1 - Unité de production



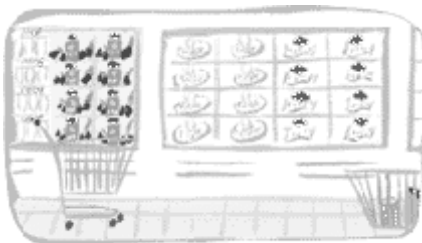
2 - Transport dans les camions frigorifiques



3 - Entrepôts de stockage



4 - Transport dans les camions frigorifiques



5 - Rayons réfrigérés des magasins



6 - Sac isotherme



7 - Réfrigérateur

**Figure 37 : Les différentes étapes de la chaîne du froid**

### ***(3) - pourquoi maintenir la chaîne du froid ?***

Parce que pour tout produit frais, la rupture de la chaîne du froid favorise la croissance microbienne. La réglementation définit un seuil de tolérance acceptable à ne pas dépasser, au risque de voir les germes se développer dans un aliment.

Tous les germes n'ont pas la même sensibilité au froid :

- Germes psychrotrophes se développent entre 0 et 25°C comme *Pseudomonas*.
- Germes mésophiles se développent entre 20 et 45°C avec un optimum à 30 - 37°C comme *Salmonella*.
- Germes thermophiles se développent entre 45 et 65°C avec un optimum à 55°C comme *Clostridium*).

Certains voient leur croissance ralentie en dessous de 15°C. C'est le cas des germes "traditionnels" d'altération des aliments, qui provoquent fermentations, putréfactions et mauvaises odeurs et sont responsables de toxi-infections alimentaires, parfois graves. D'autres germes, qualifiés de "modernes" (comme la *Listeria*), ont une croissance ralentie à 4°C et stoppée à 0°C.

## **2. Lecture des emballages**

Il est nécessaire de regarder l'emballage de chaque produit afin de connaître la date de consommation, ainsi que la marque de salubrité. Il faudra également examiner avec attention l'intégrité de l'emballage.

### **a) La date de consommation**

Elle indique la période pendant laquelle le produit conserve ses propriétés spécifiques. Sous la responsabilité du fabricant, elle est fixée par arrêtés pour certains produits (lait Ultra Haute Température (UHT), viande hachée...).

Il existe deux "types" de date de consommation :

- ***La Date Limite de Consommation (DLC)*** : "à consommer jusqu'au... (jour, mois)". Elle apparaît sur les denrées périssables dont la consommation après la date indiquée représente un danger pour la santé. Après cette date, l'aliment ne peut plus être vendu, et c'est un motif de saisie sanitaire et donc de procès verbal d'infractions. Pour les œufs, par exemple, la DLC est fixée à 28 jours après la ponte.
- ***La Date Limite d'Utilisation Optimale (DLUO)*** : "à consommer de préférence avant le... (jour, mois, année)", ou "à consommer de préférence avant fin... (mois, année)". Cette date indique le délai au-delà duquel les qualités gustatives ou nutritionnelles de l'aliment risquent de s'altérer. Le produit est toujours consommable mais risque d'être moins bon.

Pour les produits dont la durabilité est supérieure à 18 mois, on indique uniquement l'année. Pour les produits dont la durabilité est comprise entre 3 et 18 mois, on indique le mois et l'année. Pour les produits dont la durabilité est inférieure à 3 mois, on indique le jour et le mois uniquement.

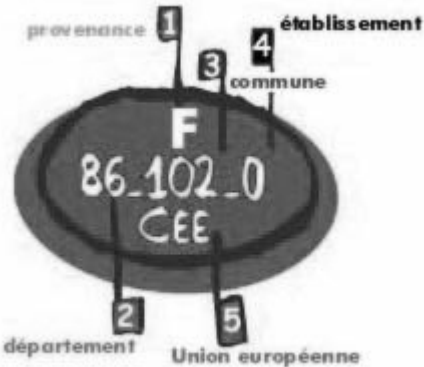
### **b) Le lot de fabrication**

L'indication du lot de fabrication permet de regrouper un ensemble de produits alimentaires afin de faciliter leur identification en cas de défaut, de contamination, de réclamation... (Exemple du lot de pots de rillettes incriminé en cas de listériose...). Ce numéro définit une unité de temps, de lieu, de processus de fabrication et de produit, selon un système établi par le fabricant. C'est l'élément clé de la traçabilité en cas de rappel de lot et il est précédé de la lettre L. Lorsque la DLC ou la DLUO comprennent au moins une indication de jour ou de mois, elle peut être utilisée comme indication du lot.

### **c) Estampille vétérinaire ou marque de salubrité**

C'est la preuve du contrôle des services vétérinaires du Ministère de l'Agriculture. Elle est obligatoire pour les produits d'origine animale (viandes, charcuteries, lait, œufs, poissons, crustacés...) (Figure 38).

Pour les produits européens, la marque de salubrité se présente ainsi :

	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Le pays d'origine, « F » pour la France, (« D » pour l'Allemagne).</li> <li>2. Le numéro du département d'origine</li> <li>3. Le numéro INSEE renseigné de la commune.</li> <li>4. Le numéro d'ordre de l'établissement (il peut y avoir plusieurs établissements dans la même commune).</li> <li>5. Le sigle de l'Union Européenne.</li> </ol>
---	---

**Figure 38 : L'estampille pour un produit français (Tellier R.)**

### **3. Ordre de réalisation des courses**

Frais? Congelés? Ou de longue conservation? Les aliments sont entreposés dans les grandes et moyennes surfaces (GMS) de manière à maintenir leur qualité et à conserver leur salubrité. Une fois que le consommateur retire un produit alimentaire de l'étagère ou du frigorifique, il est responsable de faire en sorte que celui-ci soit transporté et entreposé de manière adéquate au foyer. S'il n'entrepose pas l'aliment de manière adéquate, les bactéries qu'il contient risquent de se multiplier et de causer une intoxication alimentaire si l'aliment est consommé.

Ainsi lors de la réalisation des courses il est nécessaire d'acheter les aliments en dernier, en ayant soin de prendre les aliments froids et les surgelés à la toute fin. Il faut ensuite emmener la nourriture directement à la maison et la mettre au réfrigérateur.  
(130, 134)

#### **a) Notions à prendre en compte pendant les courses**

##### ***(1) Règles générales***

Il ne faut jamais acheter :

- Un produit dont la date de péremption indiquée sur l'emballage est dépassée. (Attention, quel que soit le produit, dès l'instant où l'emballage a été ouvert, la date limite de consommation ne signifie plus rien)
- Un produit dont l'emballage est endommagé. Une boîte de conserve légèrement bosselée ne peut pas causer beaucoup de tort. Par contre, un couvercle bombé ou une boîte rouillée représente un danger. Il faut faire attention aux bocaux en verre (vérifier l'absence de gaz à l'ouverture).
- Un produit dont l'étiquette est retirée ou endommagée.

Pour un même produit il faut acheter celui possédant la DLC la plus éloignée, ces produits se trouvant généralement derrière les autres (les plus « vieux étant à vendre en premier » : gestion FIFO c'est-à-dire premier entré, premier sorti). Qui plus est ceux qui se trouvent derrière au niveau des rayons frais sont moins souvent sortis des rayons par les clients et donc il y a moins de risque de rupture de la chaîne du froid.

On doit par ailleurs vérifier "la date d'emballage" ou "la date meilleur avant". La qualité et l'innocuité des aliments diminuent après la date "meilleur avant".

### **(2) Pour la viande et la volaille**

Il faut choisir des conditionnements de viande et de volaille qui sont bien froids, qui ne sont pas brisés et qui sont bien enveloppés. Lors de l'achat de la viande ou de la volaille, il est conseillé de les déposer dans des sacs de plastique doubles pour empêcher la contamination croisée par une fuite de jus, d'exsudats sur d'autres aliments.

### **(3) Pour les fruits et légumes**

Lors des courses, il faut choisir des fruits et légumes qui ont l'air frais et en bon état; éviter les produits dont l'odeur paraît anormale, qui sont endommagés ou moisis. Il ne faut pas prendre de légumes préemballés si l'emballage contient du liquide, sauf dans le cas de salades préparées où un peu de condensation est normal. La condensation signe une variation de température pendant le stockage

### **(4) Pour les oeufs**

Pour les œufs, il faut vérifier qu'ils ne sont ni fêlés ni sales (138)

## **B. Le transport du supermarché a la maison**

Il est nécessaire de mettre les achats dans le coffre de la voiture et non dans l'habitacle. Il faut aussi séparer les denrées alimentaires des produits non alimentaires.

Pour les denrées périssables, l'idéal est d'avoir une glacière avec des plaques eutectiques. Les denrées alimentaires très périssables devraient se trouver au plus tard deux heures après l'achat dans le réfrigérateur. S'il fait chaud (>26°C), ce temps est réduit à une heure et il faut alors utiliser une glacière pour les périssables. Il faut les placer le plus rapidement possible dans le réfrigérateur ou le congélateur.

## **C. A la maison**

### **1. Premier point : la réfrigération**

On doit maintenir les aliments à la bonne température. C'est pour cela qu'il est nécessaire de les réfrigérer correctement. La réfrigération aide à freiner la prolifération des bactéries et la production de toxines. (117)

Légalement, avant d'arriver chez le consommateur, les denrées très périssables doivent être stockées à 4°C ou moins (Arrêté du 9 mai 1995-annexe 1). Cette température optimale est en réalité rarement atteinte dans les réfrigérateurs des particuliers. En effet, si les réfrigérateurs assurent une température moyenne de +5°C, celle-ci est loin d'être homogène à l'intérieur de l'appareil : elle varie selon la hauteur et les différents produits ne doivent donc pas être stockés au même endroit selon qu'ils sont plus ou moins sensibles à la température.

On trouve dans le commerce des appareils dotés d'un compartiment avec une température comprise entre 0° et +4°C, mais leur prix élevé constitue malheureusement un frein à leur utilisation. Seuls les réfrigérateurs à froid ventilé (frigorifiques appelés « américains ») assurent un froid crédible avec même un gradient de température.

#### **a) La loi de la décongélation**

Il ne faut jamais décongeler les aliments à la température de la pièce mais plutôt les faire dégeler dans le réfrigérateur, sous l'eau froide ou dans le four à micro-ondes si on les fait cuire immédiatement.

- La meilleure façon de dégeler de la viande ou de la volaille est au réfrigérateur. Il faut compter de 26 à 33 heures/kg. On doit conserver le conditionnement du congélateur et le placer sur un plateau sur la dernière tablette du réfrigérateur.
- Si on dégèle de la viande ou de la volaille aux micro-ondes, on doit la cuire immédiatement en enlevant les portions qui sont dégelées au fur et à mesure. Ceci empêche qu'elles ne cuisent avant que la partie interne ne soit dégelée.
- Les steaks hachés surgelés sont cuits directement sans décongélation préalable.

#### **b) Le rangement du réfrigérateur**

Le réfrigérateur est un maillon important de la chaîne du froid. Le consommateur doit l'équiper d'un thermomètre (à maxi et mini qui permet de constater une élévation anormale de la température (panne de courant électrique) mais qui ne permet pas pour autant de connaître la durée de la variation de la température) pour repérer la zone froide. Elle doit être à +4°C maximum. Si ce n'est pas le cas il est nécessaire de régler le thermostat. C'est dans cette zone que doivent être placés les produits périssables. Dans un réfrigérateur, la température est rarement uniforme entre le haut et le bas : la zone la plus froide est, selon le modèle, située soit en haut, soit en bas (pour le savoir

se reporter à la notice). Ainsi on placera en fonction des températures comme le montre la Figure 39 :

- **Entre + 4°C et + 6°C** : préparation maison, légumes et fruits cuits, viandes et poissons cuits faits maisons, yaourts, desserts lactés et fromages faits à cœur.
- **Entre 0°C et + 4°C** : viande, charcuterie cuite et à cuire, produits de volaille, poisson, produits traiteurs frais, crèmes, produits en cours de décongélation, produits frais entamés, fromages frais et au lait cru, jus de fruits frais, salades emballées, plats cuisinés faits maison (plats en sauce, pâtisseries avec crèmes pâtissière...).
- **Dans le bac à légumes** : légumes et fruits frais lavés, fromages à finir d'affiner (tous les fromages doivent être emballés).
- **Dans la porte** : beurre, lait et jus de fruits entamés, bien refermés.

Il est préférable de conserver les oeufs dans la partie principale du réfrigérateur. Ainsi les oeufs seront conservés à une température plus froide et plus constante. Lorsque l'on achète ou conserve des oeufs, on doit toujours vérifier la date « meilleur avant » sur le carton pour garantir une qualité de classe A. La mention extra frais signale des œufs de moins de huit jours.

On n'oubliera pas de placer les viandes et volailles conditionnées dans le tiroir à viande ou sur une assiette placée sur la dernière tablette du réfrigérateur pour éviter que les jus ne coulent sur les autres aliments. (7, 92, 124).

Attention, ici deux notions importantes sont à connaître :

- Conditionnement : première protection au contact direct de la denrée
- Emballage : deuxième protection jamais en contact direct avec la denrée et qui doit être retiré avant la mise au frigorifique (du fait qu'il peut être sale, contaminé par tous ceux qui ont manipulé le produit avant qu'il soit acheté)

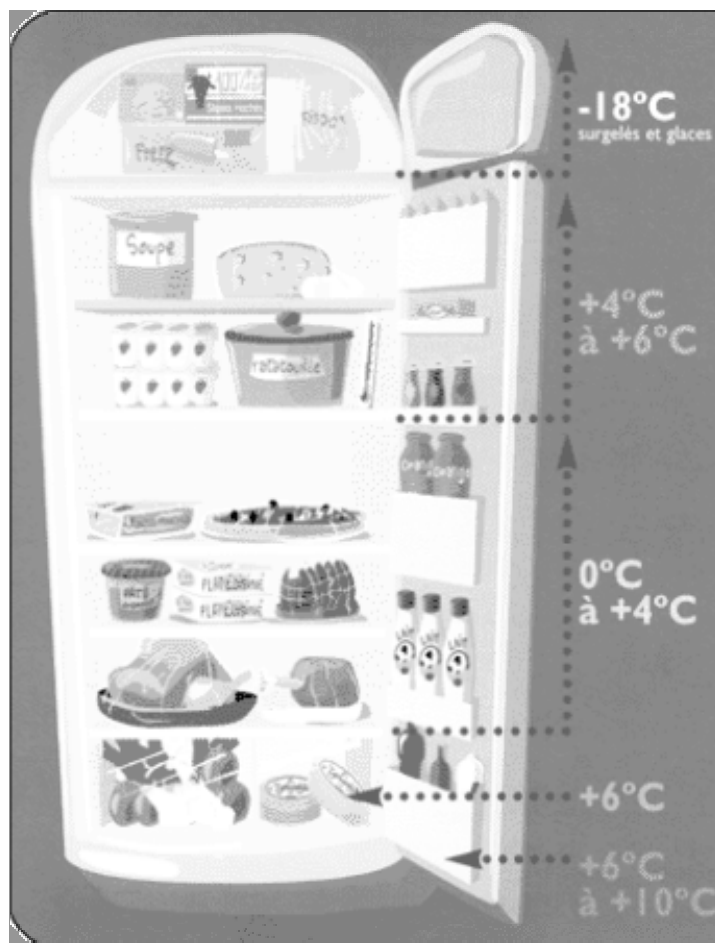


Figure 39 : Le rangement du réfrigérateur (www.danone.com)

### (1) La bonne utilisation du réfrigérateur

Il est alors nécessaire de bien utiliser son réfrigérateur, car une utilisation mal maîtrisée du réfrigérateur peut être un facteur de risque non négligeable. A l'inverse, bien utilisé, c'est une garantie de sécurité, à condition de veiller au respect de quelques règles simples :

- ✓ Trop charger votre réfrigérateur entraîne une mauvaise répartition de la température et un risque de formation rapide de givre.
- ✓ Il faut disposer les aliments de telle sorte que l'air puisse facilement circuler autour.
- ✓ Retirer les sur emballages permet de réduire les risques de contamination.
- ✓ Le givre est le signe d'un problème d'étanchéité (ouvertures trop fréquentes, mauvaise fermeture, détérioration du joint de porte...).
- ✓ Il est préférable de sortir du réfrigérateur les produits frais prêts à consommer aux derniers moments.

- ✓ Emballer ou couvrir individuellement tous les aliments permet d'éviter qu'ils ne se contaminent les uns les autres avec les microorganismes qu'ils contiennent.
- ✓ Consommer prioritairement les aliments stockés depuis le plus longtemps (gestion FIFO du frigorifique).

Le réfrigérateur est le dernier maillon de la chaîne du froid, il faut donc veiller à ce qu'il ne soit pas le plus faible.

Qui plus est, il est nécessaire de ne pas conserver les produits trop longtemps (tableau XIII).

**Tableau XII : Durée de conservation et d'entreposage des aliments dans le réfrigérateur et le congélateur ([www.canlearn.ca](http://www.canlearn.ca))**

VIANDES/VOLAILLES	RÉFRIGÉRATEUR	CONGÉLATEUR		
		* = -6°C	**= -18°C	***= -24°C
Viandes/volailles hachées	1 jour	2-3 mois		
Abats (foie, rognons, cœur)	1-2 jours	3-4 mois		
Viande à ragoût, lanières, brochettes	2 jours	3-6 mois		
Poulet/dinde entiers	2-3 jours	12 mois		
Poulet/dinde morceaux	2-3 jours	6 mois		
Biftecks	3 jours	6-9 mois		
Rôtis	3 jours	9-12 mois		
Viandes/volailles cuites, charcuteries	3-4 jours	2-3 mois		

## ***(2) Les bons gestes***

- Quelquefois on peut voir des étiquettes sur les emballages ou une affiche au-dessus ou près du comptoir disant "produit déjà congelé" ou "contient du produit déjà congelé". Il faut alors ne pas recongeler cette viande ou volaille mais la réfrigérer et faire cuire en moins de 1 à 3 jours (selon les recommandations du tableau d'entreposage) ou alors cuire le produit avant de l'utiliser.
- Emballer correctement afin d'éviter que les aliments ne soit brûlés par le froid (lié à l'absence de conditionnement), vous devez les placer dans des sacs de plastique pour congélateur ou dans du papier d'aluminium épais. Retirez le plus d'air possible de l'emballage.

- Pratiquer le PEPS ou FIFO, c'est à dire la gestion du "Premier Entré, Premier Sorti". Quand on range les provisions à leur place dans le réfrigérateur, mettre les articles récemment achetés derrière ceux qui s'y trouvent déjà. Cette technique assurera de consommer les aliments avant leur date limite de consommation ou avant qu'elles soient abîmées et réduira la quantité de nourriture qui, sans cela, devrait être jetée. (127)

### **(3) Que faire quand le congélateur tombe en panne**

Le congélateur joue un rôle de plus en plus important dans la vie de tous les jours. En cas de panne, voici quelques mesures à prendre pour éviter les problèmes de santé et les mauvaises odeurs.

Si il est probable que le congélateur fonctionne à nouveau dans les 24 heures, mieux vaut tout laisser à l'intérieur, la porte bien fermée. Il ne faut surtout pas ouvrir la porte pour vérifier si les aliments sont toujours bien congelés, ceci ne servirait qu'à augmenter la température ! S'il semble que le congélateur ne fonctionnera pas normalement avant deux jours, mettre les aliments dans un autre appareil.

Deuxième jour de panne : tout dépend de la quantité d'aliments dans le congélateur. S'il est plein, les aliments resteront froids un jour de plus sans problème. S'il n'est qu'à moitié plein et se trouve dans une pièce chauffée, les aliments ne tarderont pas à se décongeler et à gouter.

Dès que le congélateur se remet en marche, il s'agit de sauver son contenu. En règle générale, les aliments décongelés et ayant goutté pendant plusieurs heures ne doivent pas être congelés à nouveau. Il peut être nécessaire de les jeter. Comme certains aliments résistent à la décongélation mieux que d'autres, il est nécessaire de vérifier chaque produit séparément :

- *Les aliments cuits ainsi que les crustacés* ne doivent en aucun cas être recongelés : donc, les jeter s'ils ont été exposés à une température de plus de 5°C pendant plus de trois heures. Pour s'en assurer, il faut presser l'emballage sans l'ouvrir. La présence de cristaux de glace indique que la température est inférieure à 5°C. Si, en revanche, il n'y a pas de cristaux de glace, il faut jeter le paquet.

- *La viande, le poulet et le poisson crus* résistent mieux à la décongélation que les plats cuits. Les viandes crues soumises à une température de plus de 5°C pendant un maximum de 6 heures peuvent être sauvées, à condition qu'elles soient consommées immédiatement. Pour plus de sécurité la viande doit être bien cuite (à une température interne de 75°C).
- *Les fruits* supportent la décongélation sans dommages importants. On peut les manger crus ou cuits sans aucun problème. Ils peuvent être recongelés s'ils ne sont pas du tout abîmés.
- *Les légumes* ne peuvent être recongelés que lorsque des cristaux de glace sont présents.
- Jeter tous les *aliments fourrés à la crème ou couverts d'un glaçage à la crème, ainsi que les desserts et les glaces ou sorbets.*

Il est parfois impossible de savoir combien de temps les aliments sont restés sans congélation et en combien de temps ils se sont décongelés. Par prudence, jeter tout à la poubelle.

Lorsque le congélateur ou le réfrigérateur ne fonctionne pas, la température augmente, ce qui permet aux microbes de se multiplier très vite. En se décongelant, les aliments laissent goutter un liquide qui croupit en s'infiltrant dans des petites fissures du congélateur. Quand il s'agit d'un appareil qui combine les deux fonctions (réfrigérer et congeler) la partie réfrigérateur peut continuellement infecter et réinfecter le congélateur, d'où les mauvaises odeurs et le risque de contamination. La solution consiste à bien nettoyer le congélateur et le réfrigérateur avec de l'eau de Javel diluée suivant les conseils figurant sur la bouteille (126)

#### **(4) Refroidir plus rapidement et correctement**

Pour refroidir plus rapidement, deux notions importantes sont à prendre en compte, à savoir :

- Diviser les restes de table en petites portions et les placer dans de petits contenants peu profonds pour accélérer le refroidissement dans le réfrigérateur. Ne pas conserver les restes plus longtemps que 2 à 3 jours.
- Eviter la surcharge car l'air froid doit circuler au dessus et en dessous des aliments pour que ces derniers restent salubres.

#### **(5) Servir et conserver :**

Lorsque l'on sert des aliments froids à l'occasion d'un buffet, d'un pique-nique ou d'un barbecue, mettre les conseils suivant en pratique :

- Les aliments froids doivent être conservés à une température de 4 °C ou moins.
- Il est nécessaire de conserver au frais tous les aliments périssables jusqu'au moment de les servir.
- Pour que les aliments froids le restent, il faut placer les plats de service sur de la glace.
- Cuisiner la viande, la volaille, le poisson ou les fruits de mer décongelés avant de les recongeler.

En cas de voyage avec des aliments, il faut être conscient que le temps, la température et des contenants froids sont des éléments essentiels à la salubrité. Voici quelques conseils pour garder les denrées bien au frais :

- Conserver les aliments congelés dans le réfrigérateur ou le congélateur jusqu'à ce vous soyez prêt à partir.
- Utiliser toujours de la glace ou des plaques eutectiques et remplir la glacière d'aliments. Une glacière pleine conservera sa température froide plus longtemps qu'une glacière partiellement remplie.

#### ***(6) Le nettoyage du réfrigérateur***

Un bon entretien se décompose en 2 étapes: un nettoyage des souillures visibles puis une désinfection qui élimine les contaminations microbiennes. Pour cela, il faut utiliser un détergent et un désinfectant. Dans le commerce, on peut trouver les deux en un seul produit.

Le nettoyage du réfrigérateur doit être réalisé au moins une fois par mois de manière à éviter de contaminer les produits. Il faut alors être organisé pour avoir un réfrigérateur presque vide au moment du nettoyage. Pour réaliser le nettoyage, il faut :

- Débrancher le réfrigérateur et le vider.
- Retirer toutes les parties démontables (grilles, bacs) et les nettoyer séparément.

- Diluer le détergent selon les indications figurant sur son emballage, puis le passer sur l'ensemble de sa surface à l'aide d'une éponge propre : le nettoyage doit commencer par le haut et se terminer par le bas.
- Rincer abondamment les surfaces à l'eau claire après un temps d'action.
- Sécher les surfaces avec un chiffon propre.
- Le réfrigérateur peut être alors remis en fonctionnement.

Attention, ce nettoyage doit être réalisé rapidement de manière à ne pas rompre trop longtemps la chaîne du froid pour les aliments laissés à température ambiante. (117, 124, 127)

## **2. Deuxième point : la séparation**

La manipulation incorrecte des viandes, de la volaille et des fruits de mer crus peut créer un milieu propice à la contamination croisée. En agissant de la sorte, on favorise la prolifération des bactéries dans les aliments et partout dans la cuisine.

### **a) Au niveau du matériel**

- ✓ Se laver toujours les mains à l'eau chaude savonneuse chaque fois que l'on touche à de la viande, de la volaille et des fruits de mer crus.
- ✓ Nettoyer, puis désinfecter les comptoirs, les planches à découper et les ustensiles au moyen d'une solution d'eau de Javel diluée (5 ml d'eau de Javel pour 750 ml d'eau) avant et après la préparation des aliments.
- ✓ Utiliser du papier essuie-tout pour nettoyer les surfaces de la cuisine ou changer quotidiennement de lavette pour éviter toute contamination croisée et la prolifération des bactéries. On évitera d'utiliser des éponges, car il est plus difficile d'y empêcher la croissance des bactéries.
- ✓ Placer les fruits et légumes lavés dans des contenants propres, et ne pas les replacer dans leurs emballages d'origine non lavés.
- ✓ Laver les lames de couteaux ou les ciseaux utilisés pour ouvrir les emballages des aliments.
- ✓ Idéalement, utiliser deux planches à découper, l'une pour la viande, la volaille, le poisson et les fruits de mer crus et l'autre pour les aliments cuits et les fruits et légumes lavés. Ne jamais découper d'aliments cuits sur la même assiette ou planche à découper dont on s'est servi pour préparer les aliments crus.

### **b) Au niveau des aliments**

On gardera les viandes, la volaille et les fruits de mer crus à l'écart des autres aliments autant dans le panier d'épicerie que dans le réfrigérateur. Il faut donc faire des sacs séparés des autres produits d'épicerie.

Un des points essentiels dans la séparation est l'étanchéité, ainsi :

- On séparera les aliments crus des aliments cuits.
- On gardera les aliments couverts.
- Pour empêcher le jus des viandes, de la volaille ou des fruits de mer crus de couler sur les autres aliments dans le réfrigérateur, on conservera ces aliments crus dans des contenants ou sacs de plastique étanches et on les placera sur les tablettes inférieures.(118, 121, 122)

### **3. Troisième point : l'hygiène**

Les bactéries se multiplient facilement dans les endroits et sur les objets qui demeurent humides, comme les éponges, les lavettes, les tuyaux d'évacuation des éviers et les poignées de robinets de la cuisine.

Il faut donc nettoyer et désinfecter régulièrement les planches à découper, les surfaces de travail, les tuyaux d'évacuation des éviers de cuisine, les broyeurs de déchets et les tuyaux de raccordement. Ainsi on les nettoiera en les lavant avec du savon et de l'eau chaude. Puis, pour éliminer les bactéries, on se servira d'un nettoyant commercial pour la cuisine ou d'une solution d'eau de javel peu concentrée. Après avoir désinfecté les surfaces de travail et le matériel, on versera la solution dans le tuyau d'évacuation puis on rincera à l'eau claire. Sécher à l'air, si possible, ou utiliser des linges à vaisselle propres ou des essuie-tout.

De même il faudra alors démonter les robots culinaires, hachoirs à viande et mélangeurs tout de suite après avoir fini de les utiliser. Nettoyer les pièces tout de suite avec du savon et de l'eau chaude puis les désinfecter avec une solution d'eau de javel peu concentrée.

Les planches à découper en plastique sont plus sûres pour découper la viande et la volaille parce qu'elles sont plus faciles à nettoyer au lave-vaisselle. On procédera au nettoyage de celles-ci après chaque utilisation.

On évitera aussi de réutiliser les contenants dans lesquels on aura placé des aliments crus tant qu'ils n'auront pas été bien nettoyés.

Il faut se laver les mains avec du savon et de l'eau chaude pendant 20 secondes avant de manipuler les aliments crus, surtout la viande, la volaille et les fruits de mer, et les laver de nouveau après. En présence d'une infection ou d'une coupure aux mains, il faut porter des gants jetables ou couvrir la coupure d'un bandage. Lors du port des gants, il est nécessaire de se laver les mains comme des mains nues parce que les gants peuvent retenir les bactéries. Laver les mains régulièrement et au minimum avant de cuisiner, après avoir touché un produit cru et après chaque visite aux toilettes.

D'autres notions sont aussi à prendre en compte comme :

- Laver souvent les linges à vaisselle, éponges, torchons et poignées de portes des réfrigérateurs pour empêcher les bactéries de se multiplier.
- Remplacer régulièrement les petites éponges pour la vaisselle. Un « torchon pour la vaisselle » n'est pas un essuie-mains.
- Laver les couvercles des boîtes de conserve juste avant de les ouvrir pour éviter que la saleté ne pénètre dans le contenu.
- Nettoyer la lame de l'ouvre-boîte à chaque fois que l'on s'en sert.
- Nettoyer régulièrement l'armoire où l'on range les aliments secs, les pâtes alimentaires, le riz, les conserves et les céréales. (130, 134)

Enfin, Les animaux domestiques n'ont pas leur place dans la cuisine.

#### **UN NETTOYAGE QUOTIDIEN DE LA CUISINE N'EST PAS UN LUXE.**

#### **4. Quatrième point : la cuisson**

Même si les bactéries sont présentes dans les aliments crus et les produits alimentaires, de bonnes pratiques d'hygiène suffisent à assurer qu'elles seront éliminées avant que l'aliment ne soit consommé. La plupart de ces méthodes font partie du processus industriel, mais elles doivent aussi être suivies à la maison et dans les autres lieux où des repas sont préparés. Il est cependant important de garder à l'esprit que des techniques de conservation des aliments telles que la surgélation et la déshydratation ne tuent pas les microbes et ils peuvent émerger dès que les conditions de température et d'humidité redeviennent propices à leur développement. Il faut donc

veiller à cuire les aliments avec un mode de cuisson adapté et une température suffisante puisque c'est le dernier maillon avant la fourchette. Voici un tableau avec les températures de cuisson pour les viandes :

**Tableau XIII : Température de cuisson des viandes ([www.canlearn.ca](http://www.canlearn.ca))**

Aliments	Températures
Jambon prêt à manger, entièrement cuit	Froid ou réchauffer
Tranches et rôtis de bœuf, d'agneau et de veau	71°C à point 71°C bien cuit
Bœuf, porc, veau et agneau hachés, côtelettes, côtes et rôtis de porc, plats à base d'oeufs	71°C
Farces et plats en cocotte, saucisses fumées, reste	74°C
Poitrines de poulet et de dinde	85°C
Dinde et poulets entiers, pilons, cuisses et ailes de poulet et de dinde	85°C
Dinde et poulet hachés	85°C

**Tableau XIV : Les bonnes techniques de préparation des aliments ([www.canlearn.ca](http://www.canlearn.ca))**

Préparation inappropriée	Techniques de prévention
Cuisson inadéquate	Se conformer fidèlement aux instructions relatives au temps et à la température mentionnées sur les emballages et dans les recettes culinaires.
Utilisation impropre des techniques de cuisson	Suivre les instructions disponibles pour les techniques spécifiques de cuisson (par exemple : le micro-ondes ou le barbecue).
Réchauffage inapproprié des restes	S'assurer que les restes sont réchauffés à cœur, soit environ à une température de 70°C.
Consommation d'aliments crus	Prendre des précautions extrêmes avec tous les aliments à consommer crus ou pas assez cuits, particulièrement la viande, la volaille et les produits de la mer.

Il est nécessaire d'utiliser un thermomètre pour aliments ou un indicateur de température. C'est le seul moyen de savoir si les aliments ont atteint une température interne suffisamment élevée pour détruire les bactéries. Il n'y a pas de danger à manger les biftecks et les rosbifs saignants ou à point. Les bactéries se trouvent généralement à la surface de ces coupes de muscle entier, elles sont éliminées dès que la viande est bien cuite en surface.

On doit s'assurer de cuire aux températures internes et être particulièrement prudent lorsque l'on cuisine pour des personnes plus vulnérables aux complications causées par des bactéries d'origine alimentaire (bébés, jeunes enfants, femmes enceintes, personnes âgées, ou malades chroniques). Le thermomètre pour aliments

ou un indicateur de température est seul moyen fiable de vérifier si les températures internes sont sûres.

Il faut terminer immédiatement la cuisson de la viande, de la volaille, du poisson et des fruits de mer mi-cuits et non la remettre à plus tard.

On servira les oeufs cuits ou les mets riches en oeufs, immédiatement après leur cuisson ou alors on les placera immédiatement au réfrigérateur pour les servir dans les 3 à 4 jours suivants.

Il est donc nécessaire de bien savoir se servir d'un thermomètre de cuisson. Voici donc les règles de bases à connaître pour éviter tous problèmes :

- Prendre la température des aliments minces, comme les hamburgers, dans la minute qui suit leur retrait du feu, celle des coupes plus épaisses, comme les rosbifs, après 5 à 10 minutes.
- Insérer la tige du thermomètre ou l'indicateur dans la partie la plus charnue de l'aliment, loin des os, du gras ou des cartilages.
- Laisser le thermomètre au moins 30 secondes dans l'aliment avant de vérifier les températures.
- Lorsque l'aliment possède une forme irrégulière, comme certains rosbifs, vérifier la température à plusieurs endroits.
- Laver toujours la tige du thermomètre à fond dans de l'eau chaude savonneuse après chaque utilisation.

L'usage du thermomètre devrait être généralisé dans toutes les cuisines collectives ou non, car c'est un outil indispensable pour limiter le développement des bactéries.

En conclusion, en respectant les différents points de ces quatre principes (la réfrigération, la séparation, l'hygiène et la cuisson), chaque personne pourra contribuer à diminuer la présence de ces bactéries et donc limiter le nombre de toxi-infections alimentaires.

# CONCLUSION

Ainsi, les salmonelles sont présentes tout au long de la chaîne et ce n'est que par l'application de mesures d'hygiène alimentaire rigoureuses que l'on peut espérer approcher du risque zéro. Les sept principes de la méthode HACCP sont les éléments qui doivent permettre de recueillir les fruits du travail préalable fait de responsabilité, d'information, de formation, de comportement, c'est-à-dire atteindre des objectifs définis et progresser vers la maîtrise de la sécurité sanitaire des aliments.

En effet, au début de ce nouveau siècle, il est préférable de s'engager dans la voie de la prévention, du fait du coût économique et social de la toxi-infection mais surtout du fait de l'émergence de nombreuses souches multirésistantes aux antibiotiques.

Le rôle de chacun est donc de limiter le développement de cette bactérie, ceci pouvant être rappelé par l'intermédiaire de campagnes de prévention tant au niveau du producteur, du distributeur que du consommateur, mais aussi par l'intermédiaire de réglementations, de procédures, d'audits uniformisés au niveau européen chez les professionnels.

Les premiers maillons de cette chaîne alimentaire sont en général solides, par contre le dernier, celui de la consommation domestique, est trop souvent faible. Si une réglementation rigoureuse est appliquée aux divers intervenants, jusqu'à la distribution, elle ne peut imposer des contraintes aux consommateurs familiaux. En effet, ceux-ci, négligeant toute règle élémentaire, peuvent par ignorance transformer un produit sain en un produit dangereux, source d'intoxications ou d'accidents pathogènes. Le rôle du pharmacien est alors de conseiller, d'informer sur les règles d'hygiène, les points importants à respecter dans la cuisine. Cependant, face à une toxi-infection alimentaire, il n'hésitera pas à diriger le patient vers un médecin afin de détecter la présence d'autres cas et donc d'employer les mesures adaptées.

# **BIBLIOGRAPHIE**

1. **Aarestrup FM., Wiuff C., Mølbak K., Threlfall EJ.** (2003) Is it time to change the break points for *Salmonella* spp.? *Antimicrob. Agents Chemother.*, **47** : 821-9.
2. **Anonyme** (1998) Arrêté ministériel du 26 octobre 1998, relatif à la lutte contre les infections à *Salmonella* Enteritidis ou *Salmonella* Typhimurium dans les troupeaux de reproduction de l'espèce *Gallus gallus* en filière chair.
3. **Anonyme** (1998) Arrêté ministériel du 26 octobre 1998, relatif à la lutte contre les infections à *Salmonella* Enteritidis ou *Salmonella* Typhimurium dans les troupeaux de l'espèce *Gallus gallus* en filière ponte d'œufs de consommation.
4. **Anonyme** (1992) Directive 92/117/CEE du 17 décembre 1992, concernant les mesures de protection contre certaines zoonoses et certains agents zoonotiques chez les animaux et dans les produits d'origine animale, en vue de prévenir les foyers d'infection et d'intoxication dus à des denrées alimentaires.
5. **Anonyme** : Gestion des non-conformité des denrées alimentaires, République Française, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, Direction générale de l'alimentation, Service de la qualité alimentaire et des actions vétérinaires et phytosanitaires, Sous direction de l'hygiène alimentaire.
6. **Aubry P., Niyongabo Th., Nizigiye J., Muhirwa G., Kamanfu G., Ndahiragije A.** (1992) Les infections bactériennes à salmonelles non typhiques au cours de l'infection par le virus de l'immunodéficience humaine (VIH) chez l'adulte africain. *Med. Trop.*, **52** : 447 – 450.
7. **Bernard H.** (1999) Recommandations de l'Association Française du froid (AFF) concernant les réfrigérateurs ménagers au niveau de la consommation des ménages. Conditions de température et d'hygiène. Groupe de travail de l'AFF.
8. **Billiard F., Deforges J., Derens E., Gros J., Serrand M.** (1995) Cemagref, AFF, Maîtrise de la chaîne du froid des denrées surgelées, guide technique.
9. **Bonmarin I., Desenclos J-C.** (Janvier 2003) Description des systèmes nationaux de surveillance en France. Institut de veille sanitaire. Surveillance nationale des maladies infectieuses.
10. **Bouvet P., Grimont P.A.D.** (1999) Données de surveillance du Centre National de Référence des *Salmonella* et *Shigella*. Bulletin épidémiologique annuel. Epidémiologie des maladies infectieuses en France. Situation en 1997 et tendances évolutives récentes. Réseau National de Santé Publique, Saint-Maurice, France: 87-90.
11. **Bouvet P., Grimont P.A.D.** (2000) Données de surveillance du centre national de référence des *Salmonella* et des *Shigella*, France : 145 - 153.

12. **Brenner F.W., Villar R.G., Angulo F.J., Tauxe R., Swaminathan B.** (2000) *Salmonella* nomenclature (Guest Commentary). *J. Clin. Microbiol.*, **38** : 2465-2467.
13. **Brisabois A., Cazin I., Breuil J., Collatz E.** (1997) Surveillance of antibiotic resistance in *Salmonella*. *Eurosurveill.*, **2** : 19-20.
14. **Brown M., Eykyn S.J.**(2000) Non typhoidal *Salmonella* Bacteraemia Without Gastroenteritis : a marker of underlying immunosuppression. Review of cases at St. Thomas' Hospital 1970-1999, *J. Infect.*, **41** : 256-259.
15. **Casewell M., Friis C., Marco E., McMullin P., Phillips I.** (2003) The European ban on growth-promoting antibiotics and emerging consequences for human and animal health. *Antimicrob. Agents Chemother.* **52** : 159-61.
16. **Chauvin C, Beloeil P., Orand J., Sanders P. Madec F.** (2002) A survey of group-level antibiotic prescriptions in pig production in France. *Prev. Vet. Med.* **55** :109-20.
17. **CIDEF** (Juillet 2002) Démarche contrat de progrès CIDEF : caractéristiques, moyens de maîtrise et moyens de contrôles .**Version 1** :1-20
18. **Clark M.A., Hirst B.H., Jespson M.A.** (2000) Lectin-mediated mucosal delivery of drugs and microparticles. *Adv. Drug Deliv. Rev.* **43** : 207-223.
19. **Clark M.A., Jespson M.A. ., Hirst B.H.** (2001) Exploiting M cells for drug and vaccine delivery. *Adv. Drug Deliv. Rev.* **50** : 81-106.
20. **Collard C.** (18 /11/2002) Les intoxications alimentaires d'origine infectieuse, formation thérapeutique. *Quotidien du pharmacien*, **2094** : 1-4.
21. **Davies R.H., Wray C.** (1996) Persistence of *Salmonella* Enteridis in poultry units and poultry food. *British Poultry Science*, **37** : 589-596.
22. **Decludt B., Haeghebaert S., Bouvet P., Grimont P.A.D.** (1996) Epidémie de salmonellose à *Salmonella* sérotype Hadar. *Bull. Epidemiol. Hebd.* , **32** :140-41.
23. **Desenclos J.C., Bouvet P., Pierre V., Brisabois A., Fremy S., Lahellec C., Grimont F. Et Grimont P.A.D.** (1996) Epidémiologie des infections à *Salmonella* : tendances récentes en France et en Europe. *Bull. Soc. Fr. Microbiol.*, **1** : 209-215.
24. **Despres J.** (1996) Salmonelloses et toxi-infections alimentaires : au-delà des médias. *La Dépêche Vétérinaire*, **456**, 2.

- 25. Doucet-Populaire F., Pangon B., Ghassia J.C.** (1998) Gastro-entérites d'étiologie bactérienne et diarrhées du voyageur. *Feuillets de Biologie*, **225** : 23-32.
- 26. Drouin P., Dufour B., Toux J-Y., Feliot J.** (1997) Essai d'évaluation d'un réseau d'épidémiosurveillance en vue de l'amélioration de sa qualité : l'exemple du RENESA. VIII symposium international d'épidémiologie et d'économie vétérinaire *Epidemiol. Santé Anim.*, Paris 8-14 juillet 1997
- 27. Drouin P., Toux J-Y., Guittet M., Bennejean G.** (1995) Le réseau national d'épidémiosurveillance en aviculture, RENESA. *Epidémiol. Santé Anim.* **28** : 65-79.
- 28. Drouin P., Toux J.Y.** (1999) Réseau national d'observations en épidémiologie en aviculture, RENESA, *Epidemiol. Santé Anim.*, Bilan des observations 1999.
- 29. Durand M.P.** (1996) Etudes des aspects hygiéniques et organoleptiques des aliments, *Bull. Soc. Vét. Prat.*, **9** : 345.
- 30. EPIVILLE** (2000) Bactéries entéro-pathogènes isolées des coprocultures en médecine de ville : prévalence et sensibilité aux antibiotiques. Enquête Epicop 1999-2000. 20ème réunion interdisciplinaire de chimiothérapie anti-infectieuse. 7-8 décembre 2000. Paris.
- 31. Espiee, Toux J-Y., Drouin P., Le Bouquin S.** (2001) Les infections salmonelliques dans les filières Gallus gallus et dinde en 2000, Résultats du Réseau National d'Epidémiosurveillance en Aviculture, *Bull. épidémiol. AFSSA* **3** : 3-4.
- 32. Euzéby J.P.** (1999) Revised *Salmonella* nomenclature: designation of *Salmonella enterica* (ex Kauffmann and Edwards 1952) Le Minor and Popoff 1987 sp. nov., nom. rev. as the neotype species of the genus *Salmonella* Lignieres 1900 (Approved Lists 1980), rejection of the name *Salmonella choleraesuis* (Smith 1894) Weldin 1927 (Approved Lists 1980), and conservation of the name *Salmonella typhi* (Schroeter 1886) Warren and Scott 1930 (Approved Lists 1980). Request for an opinion. *Int. J. Syst. Bacteriol.* **49** : 927-930.
- 33. Everest P., Wain J., Roberts M., Rook. G, Dougan G.** (2001) The molecular mechanisms of severe typhoid fever. *Trends Microbiol.* **9** : 25-30.
- 34. Ezaki T., Amano M., Kawamura Y. Et Yabuuchi E.** (2000) Proposal of *Salmonella paratyphi* sp. nov., nom. rev. and Request for an Opinion to conserve the specific epithet paratyphi in the binary combination *Salmonella paratyphi* as *nomen epitheton conservandum*. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* **50**, 941-944.
- 35. Ezaki T., Kawamura Y. Et Yabuuchi E.** (2000) Recognition of nomenclatural standing of *Salmonella typhi* (Approved Lists 1980), *Salmonella enteritidis* (Approved Lists 1980) and *Salmonella typhimurium*

(Approved Lists 1980), and conservation of specific epithets *enteritidis* and *typhimurium*. Request for an Opinion. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* **50** : 945-947.

**36. Farmer J.J.** (1999) *Enterobacteriaceae*: introduction and identification. *Manual of Clinical Microbiology*, 7<sup>th</sup> edition. : 442-458.

**37. Fisher I.S.T.**(1997) *Salmonella* Enteritidis and S. Typhimurium in Western Europe for 1993-1995 : a surveillance report from Salm-Net *Eurosurveill.* **2** : 4-6.

**38. Fisher I.S.T** (1999) The Enter-net international surveillance network - how it works. *Eurosurveill.* **4**: 52-5.

**39. Freney J., Renaud F., Hansen W., Bollet C.** (2000) *Précis de Bactériologie Clinique*. 1138-1156.

**40. Friedman Cr, Torigian C., Shillam P, Hoffman R., Heltzel D., Beebe J., Malcolm G., Dewitt W., Hutwagner L., Griffin P.** (1998) An outbreak of salmonellosis among children attending a reptile exhibit at a zoo. *J. Pediatr.*, **132(5)** : 802-7.

**41. Gallois A., Klein J.R., Allen L.H., Jones B.D., Nauseef W.M.** (2001) *Salmonella* pathogenicity island 2-encoded type III secretion system mediates exclusion of NADPH oxidase assembly from the phagosomal membrane. *J. Immunol.* **166**, 5741-5748.

**42. Gebert A.** (1997) The role of M cells in the protection of mucosal membranes. *Histochem. Cell. Biol.* **108** : 455-470.

**43. Gelinas P.** (1995) Répertoire des micro-organismes pathogènes transmis par les aliments. Les salmonelles : 40-47.

**44. Gendrel D.** (1997) Salmonelloses de l'enfant. *Encycl. Méd. Chir.* (Elsevier, Paris) ,**8-018-A-10**, Pédiatrie : 1-8.

**45. Ginocchio C., Pace J., Galan J.E.** (1992) Identification and molecular characterization of a *Salmonella* Typhimurium gene involved in triggering the internalization of salmonellae into cultured epithelial cells. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **89**, 5976-80.

**46. Gorse P., Janet C.** (1983) Les anti-infectieux dans l'élevage. *Rec. Méd. Vét.*, **159** : 533-541.

**47. Groisman E. A., Ochman H.** (1997) How *Salmonella* became a pathogen ? *Trends Microbiol.*, **5** : 343-349

**48. Guerra B., Laconcha I., Soto S.M., Gonzalez-Hevia M.A., Mendoza M.C.** (2000) Molecular characterisation of emergent multiresistant *Salmonella* Enterica serotype [4,5,12:i:-] organisms causing human salmonellosis. *FEMS Microb. Lett.* **190** : 341-7.

- 49. Guiraud J.P.** (1998) Microbiologie alimentaire, Application à l'étude des principaux groupes microbiens : 263-264.
- 50. Guiraud J.P.** (1998) Microbiologie alimentaire, Micro-organismes intervenant dans l'industrie alimentaire : 81-83.
- 51. Haeghebaert S., Le Querrec F., Vaillant V., Delarocque A. , Bouvet P.** (2001) Les toxi-infections alimentaires collectives en France en 1998. *Bull. Epidemiol. Hebd.*, **15** : 1-13.
- 52. Haeghebaert S., Bouvet P., De Valk H.** (2003) Les fièvres typhoïdes et paratyphoïdes en France en 2001, *Bull. Epidemiol. Hebd.* , **14** : 77-79.
- 53. Haeghebaert S., Le Querrec F., Gallay A., Bouvet P., Gomez M., Vaillant V.** (2002) Les toxi-infections alimentaires collectives en France en 1999 et 2000 *Bull. Epidemiol. Hebd.* , **23** : 105-109.
- 54. Haeghebaert S., Sulem P., Deroudille L., Bagnis O., Vanneroy-Adenot E., Bouvet P. Et Coll.** (2002) Deux épidémies de salmonellose à *Salmonella* Enteridis en 2001. *Bull. Epidémiol. (Agence française de sécurité sanitaire des aliments, Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche et des affaires rurales)*, **5** ; 1-2.
- 55. Haeghebeart S., Le Querrec F., Bouvet P., Gallay A., Espie E., Vaillant V.** (2002) Les toxi-infections alimentaires collectives en France en 2000. *Bull. Epidemiol. Hebd.* **50** : 249-252.
- 56. Hoen B., May T., Canton P.** (1992) Les salmonelloses non typhiques chez l'immunodéprimé. *Méd. Mal. Infect.*, **13** : 49-50.
- 57. Hohmann E.** (2001) Nontyphoidal Salmonellosis, *Clin. Infect. Dis.*, **32** : 263-269.
- 58. Hueck C.** (1998) Type III secretion systems in bacterial pathogens of animals and plants. *Microbiol. & Molecul. Biol. Rev.* **62** : 379-433.
- 59. Jespson M.A., Clark M.A.** (1998) Studying M cells and their role in infection, *Trends Microbiol.* **6** : 359-365.
- 60. Jones M.A., Wood M.W., Mullan P.B., Watson P.R., Wallis T.S., Galyov E.E.** (1998) Secreted effector proteins of *Salmonella* Dublin act in concert to induce enteritis. *Infect. Immun.*, **66** : 5799-804.
- 61. Judicial Commission** (1991) Minutes of the Meetings, 14 September 1990, Osaka, Japan. (Minutes 17 and 18 ). *Int. J. Syst. Bacteriol.*, **41**, 185-187.
- 62. Kimbrough T.G, Miller S.I.** (2000) Contribution of *Salmonella* Typhimurium type III secretion components to needle complex formation. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **20**, 11008-11013.

- 63. Kraehenbuhl J.P., Neutra M.R.** (2000) Epithelial M cells: Differentiation and Function, *Annu. Rev. Cell. Dev. Biol.*, **16** : 301-332.
- 64. Lambert P.A.** (1988) Enterobacteriaceae : composition, structure and function of cellular envelope. *J. Appl. Bacteriol.* , **Symposium supplement**, 214-245.
- 65. Le Minor L., Popoff M.Y.** (1987) Request for an Opinion. Designation of *Salmonella enterica* sp. as the type and only species of the genus *Salmonella*. *Int. J. Syst. Bacteriol.*, **37** : 465-468.
- 66. Le Minor L., Richard C.** (1993) Méthodes de laboratoires pour identifier les entérobactéries. Institut Pasteur. *Ed. Institut Pasteur* (Paris) : 217.
- 67. Le Minor L., Véron M., Popoff M.Y.** (1982) Proposition pour une nomenclature des *Salmonella*. *Ann. Microbiol (Inst. Pasteur)*, **133 B** : 245-254.
- 68. Le Minor L., Véron M., Popoff M.Y.** (1982) Taxonomie des *Salmonella*. *Ann. Microbiol. (Inst. Pasteur)*, **133 B** : 223-243.
- 69. Le Point Vétérinaire** (1992) Salmonelles et filière avicole : vol 24, **145** : 207-214.
- 70. Légifrance** (8/12/1998) Numéro spécial couvoirs. Journal Officiel, **284** : 18454.
- 71. Leroy J.P.** (2000) : Carte inspirée de "Santé et Voyages" du Dr E. Caumes,.
- 72. Leyral G., Vierling E.** (1997) Microbiologie et toxicologie des aliments : hygiène et sécurité alimentaire, **2<sup>ème</sup> éd** : 162.
- 73. Lundberg U., Vinatzer U., Berdnik D., Von Gabain A., Baccarini M.** (1999) Growth phase-regulated induction of *Salmonella*-induced macrophage apoptosis correlates with transient expression of SPI1 genes. *J. Bacteriol.* **181** : 3433-3437.
- 74. Malvy D., Djossou F., Le Bras M.** (2002) Infections et toxi-infections d'origine alimentaire et hydrique : orientation diagnostique et conduite à tenir. *Encycl. Med. Chir., Maladies infectieuses*, **8-003-A-82** : 15.
- 75. Marchou B.** (1996) Fièvres typhoïdes. *Rev. Prat.*, **46** : 166-169.
- 76. Marchou B., Meurisse J.J.** (1992) Salmonelloses : aspect thérapeutique. *Méd. Mal. Infect.*, **22** : 340-347.
- 77. Méresse S., Steele-Mortimer O., Finlay B., Gorvel J.** (1999) The rab7 GTPase controls the maturation of *Salmonella* Typhimurium containing vacuoles in HeLa cells. *EMBO J*, **18** : 4394-403.

- 78. Ministry Of Agriculture** (1993) Fisheries and Food, Welsh Office, Agriculture Department, Scottish Office, Agriculture and Fisheries Department. - Salmonella in Animal and Poultry Production, 1992, London, HMSO.
- 79. Mølbak K., Baggesen D., Aarestrup F., Ebbesen J., Enberg J., Frydenahl K., Gerner-Smidt P., Petersen A., Wegener H.** (1999) An outbreak of multidrug-resistant, quinolone-resistant *Salmonella* enterica serotype Typhimurium DT104. *N. Engl. J. Med.*, **341** : 1420-5.
- 80. Mølbak K., Gerner-Smidt P., Wegener H.** (2002) Increasing quinolone resistance in *Salmonella* enterica serotype Enteritidis. *Emerg. Infect. Dis.*, **8** : 514-5.
- 81. Moulin G., Roux S.** (2003) Suivi des ventes de médicaments vétérinaires contenant des antibiotiques en France en 2001. Paris : Agence française de sécurité sanitaire des aliments – Agence nationale du médicament vétérinaire et ministère de l'Agriculture de l'Alimentation de la Pêche et des Affaires rurales, 2003 : 43.
- 82. Moulin G.** (2003) Surveillance of antimicrobial consumption activities in France. OIE International standards on antimicrobial resistance. Paris: OIE : 118-21.
- 83. Mukherjee K., Siddiqi S., Hashim S., Raje M., Basu S., Mukhopadhyay A.** (2000) Live *Salmonella* recruits N-ethylmaleimide-sensitive fusion protein on phagosomal membrane and promotes fusion with early endosomes. *J. Cell. Biol.* , **148** : 741-53.
- 84. O'BRIEN F.** (2002) Emergence, spread, and environmental effect of antimicrobial resistance: how use of an antimicrobial anywhere can increase resistance to any antimicrobial anywhere else. *Clin. Infect. Dis.*, **34 Suppl vol. 3** : S78-84.
- 85. Ochman H., Soncini F.C., Solomon F., Groan E.A.** (1996) Identification of a pathogenicity island required for *Salmonella* survival in host cells. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **93** : 7800-4.
- 86. Popoff M.Y., Le Minor L.** (1997) Taxonomie du genre *Salmonella*. Changements de la nomenclature des sérovars. In: M.Y. POPOFF and L. LE MINOR: Formules antigéniques des sérovars de *Salmonella*, 7<sup>th</sup> revision. WHO Collaborating Centre for Reference and Research on *Salmonella*. Institut Pasteur, Paris, France, **4**.
- 87. Poppe C., Smart N., Khakhria R., Johnson W., Spika J., Prescott J.** (1998) «*Salmonella* Typhimurium DT 104: a virulent and drugresistant pathogen», *Can. Vet. J.*, **vol. 39 n° 9** : 559-565.
- 88. Poumeyrol G., Beaufort A.** (1994) Prévention des toxi-infections alimentaires par la mise en place de règles sanitaires strictes pour la préparation et la manipulation des aliments. *Ann. Inst. Pasteur actualités* **5** , **3** : 239-242.

- 89. Radostits O. M.** (1999) The use of antimicrobials in beef cattle health management and production and the development of antimicrobial resistant pathogens and their transfer to humans causing disease which is difficult to treat, *The Bovine Proceedings*, **32** : 75-110.
- 90. Richard F., Grandbastien B., Pons E., Becker S., Nuttens M.C., Arnould C., Dufoutrel L., Mathis R.** (1994) Evaluation de la prise en charge d'une TIAC sévère en médecine libérale. Le cas d'une épidémie à Douai en juin 1993. *Bull. Epidémiol. Hebd.*, **4** : 13.
- 91. Ridley A, Threlfall E.** (1998) Molecular epidemiology of antibiotic resistance genes in multiresistant epidemic *Salmonella* Typhimurium DT104. *Microb. Drug. Resist.*, **4**: 113-8.
- 92. Rosset P.H. ?Rosset R.** (1999) L'usage domestique du froid ou la pathologie du réfrigérateur. *Let. Sc. Ifn.* **69**.
- 93. Samson T., Dubrous P., Buisson Y.** (1994) *Annales de l'institut pasteur actualités* **5, 3** : 196-201.
- 94. Sansonetti P.J., Phalipon A.** (1999) M cells as ports of entry for enteroinvasive pathogens : mechanisms of interaction, consequences for the disease process, *Semin. Immunol.* **11** : 193-203.
- 95. Shaffer M.** (02/2000) Is Your Child Safe From *Salmonella*? *Medscape Health for Consumers*,.
- 96. Shea J.E., Hensel M., Gleeson C., Holden D.W.** (1996) Identification of a virulence locus encoding a second type of secretion system in *Salmonella* Typhimurium. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **93** : 2593-7.
- 97. Spika J. S., Waterman S. H., Hoo G. Et Coll.** (1987) Chloramphenicol-resistant *Salmonella* newport traced through hamburger to dairy farms: a major persisting source of human salmonellosis in California, *N. Engl. J. Med. vol.*, **316** : 565-570.
- 98. Sukhan A. , Kubori T., Wilson J., Galan J.E.** (2001) Analysis of assembly of *Salmonella* enterica serovar Typhimurium type III secretion-associated needle complex. *J. Bacteriol.* **183(4)** : 1159-67.
- 99. Sutra L., Federighi M., Louve J.L.** (1998) Manuel de bactériologie alimentaire, *Polytechnica*.
- 100. Swartz M. N.** (2002) Human diseases caused by foodborne pathogens of animal origin, *Clin. Infect. Dis.*, **34(3)** : S111-22.
- 101. Tellier R.** (1999) Le guide des bonnes pratiques : l'hygiène dans les abattoirs et ateliers de transformations de la dinde : 21-24.
- 102. Threlfall E.J., Frost J.A., Ward L.R., Rowe B.** (1995) Epidemic in cattle of *S. Typhimurium* DT 104 with chromosomally-integrated multiple drug résistance. *Vet. Rec.*, **134** : 577.

- 103. Threlfall E.J., Fisher Ist, Ward Lr, Tschäpe H, Gerner-Smidt P.** (1999) Harmonisation of antibiotic susceptibility testing for *Salmonella* - results of a study by 18 national reference laboratories within the European Union-funded Enter-net group. *Microb. Drug. Resist.*, **5** : 195-200.
- 104. Threlfall E.J., Ward L.R., Rowe B.** (1997) Increasing incidence of resistance to trimethoprim and ciprofloxacin in epidemic *Salmonella* Typhimurium DT 104 in England and Wales. *Eurosurveill.*, **28** : 81-4
- 105. Threlfall E.J., Ward Lr, Skinner Ja, Graham A.** (2000) Antimicrobial drug resistance in non-typhoidal *Salmonella* from humans in England and Wales in 1999: Decrease in multiple resistance in *Salmonella enterica* serotypes Typhimurium, Virchow and Hadar. *Microb. Drug. Resist.*, **6** : 319-25.
- 106. Threlfall E.J.** (2000) Epidemic *Salmonella* Typhimurium DT104-a truly international epidemic clone. *J. Antimicrob. Chemother.*; **46** : 7-10.
- 107. TIAC** (Juin 1988) Déclaration, investigation conduite à tenir. *Journal officiel de la République Française*, **1487**.
- 108. Tremolieres F.** (1996) Toxi-infections alimentaires en France Métropolitaine, *Rev. Prat.*, **46** : 158-164.
- 109. Van Der Velden A.W., Lindgren S.W., Worley M.J.** (2000) *Salmonella* pathogenicity island 1-dependant induction of apoptosis in infected macrophages by *Salmonella enterica* serotype Typhimurium. *Infect. Immun.*, **68** : 5702-92.
- 110. Vernozy** : Les toxi-infections alimentaires collectives, HIDAOA Cours du 02/11/99, p 7-13.
- 111. Walker R., Saunders N., Lawson A., Lindsay E., Dassama M., Ward L., Woodward M., Davies R., Threlfall E.J.** (2001) Use of a LightCycler gyrA mutation assay for rapid identification of mutations conferring decreased susceptibility to ciprofloxacin in multiresistant *Salmonella enterica* serotype Typhimurium DT104 isolates. *J. Clin. Microbiol.*, **39** : 1443-8.
- 112. Wayne L.G.** (1994) Actions of the "Judicial Commission" of the International Committee on Systematic Bacteriology on requests for opinions published between January 1985 and July 1993. *Int. J. Syst. Bacteriol.*, **44** : 177-178.
- 113. Weber P., Laudat P., Dye D. & Le Réseau Epiville** (2003) Bactéries entéropathogènes isolées des coprocultures en médecine de ville : enquête « Epicop » 1999-2000. *Bull. Epidemiol. Hebd.*, **8** : 45-6.
- 114. Wray C., Davies R.H.** (1996) A veterinary view of *Salmonella* in farm animals. *PHLS Microbiol. Digest.*, **13** : 44-8.

**115. Yabuuchi E. Et Ezaki T.** (2000) Arguments against the replacement of type species of the genus *Salmonella* from *Salmonella choleraesuis* to '*Salmonella enterica*' and the creation of the term 'neotype species', and for conservation of *Salmonella choleraesuis*. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, **50** : 1693-1694.

**116. Zhou D., Mooseker M.S., Galan J.E.** (1999) An invasion-associated *Salmonella* protein modulates the actin-bundling activity of plastin. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **96** : 10176-81.

Les sites internet suivants ont été consultés le 26 janvier 2005.

**117. [http://city.ottawa.on.ca/city\\_services/yourhealth/healthylife/28\\_8\\_15\\_fr.shtml](http://city.ottawa.on.ca/city_services/yourhealth/healthylife/28_8_15_fr.shtml)**

**118. <http://www.canfightbac.org/francais/ccentre/factsheets/chillf.shtml>**

**119. [www.afssa.fr/ftp/afssa/basedoc/synthese/fiches3.pdf](http://www.afssa.fr/ftp/afssa/basedoc/synthese/fiches3.pdf)**

**120. [www.astrium.com/dyn\\_esp\\_med/dyn\\_malad/fievre\\_typhoide.php](http://www.astrium.com/dyn_esp_med/dyn_malad/fievre_typhoide.php)**

**121. [www.canfightbac.org/francais/ccentre/factsheets/seperatef.shtml](http://www.canfightbac.org/francais/ccentre/factsheets/seperatef.shtml)**

**122. [www.canfightbac.org/francais/class/pdf/fs\\_brochure.pdf](http://www.canfightbac.org/francais/class/pdf/fs_brochure.pdf)**

**123. [www.cdc.gov/epo/mmwr/preview/mmwrhtml/rr4810a1.htm](http://www.cdc.gov/epo/mmwr/preview/mmwrhtml/rr4810a1.htm) 1999 USPHS/IDSA guidelines for the prevention of opportunistic infections in persons infected with human immunodeficiency virus. US Public Health Service (USPHS) and Infectious Diseases Society of America (IDSA). MMWR Morb Mortal Wkly Rep 1999;20;48:1-59,61-6 >**

**124. [www.danone.com/wps/portal/\\_pagr/105/\\_pa.105/174](http://www.danone.com/wps/portal/_pagr/105/_pa.105/174)**

**125. [www.danone.com/wps/portal/jump/DanoneConseils.AlimentationNutrition.SecuriteAlimentaire.ConservationAliments](http://www.danone.com/wps/portal/jump/DanoneConseils.AlimentationNutrition.SecuriteAlimentaire.ConservationAliments)**

**126. [www.eufic.org/fr/food/pag/food18/food182.htm](http://www.eufic.org/fr/food/pag/food18/food182.htm)**

**127. [www.eufic.org/fr/food/pag/food25/food252.htm](http://www.eufic.org/fr/food/pag/food25/food252.htm)**

**128. [www.gov.on.ca/health/french/pubf/foodsafef/foodhandlf.html](http://www.gov.on.ca/health/french/pubf/foodsafef/foodhandlf.html)**

**129. [www.hivatis.org/caring/](http://www.hivatis.org/caring/) (United States Department of Health and Human Services. Caring for Someone with AIDS at Home.**

**130. [www.inspection.gc.ca/francais/corpaffr/foodfacts/kitchenf.pdf](http://www.inspection.gc.ca/francais/corpaffr/foodfacts/kitchenf.pdf)**

**131. [www.inspection.gc.ca/francais/corpaffr/foodfacts/microf.shtml](http://www.inspection.gc.ca/francais/corpaffr/foodfacts/microf.shtml)**

132. [www.inspection.gc.ca/francais/corpaffr/foodfacts/storagef.shtml](http://www.inspection.gc.ca/francais/corpaffr/foodfacts/storagef.shtml)
133. [www.invs.sante.fr/presse/com\\_pr02.html](http://www.invs.sante.fr/presse/com_pr02.html) Communiqué de Presse - 2 mars 1999http
134. [www.invs.sante.fr/publications/2004/inf\\_origine\\_alimentaire/inf\\_origine\\_alimentaire.pdf](http://www.invs.sante.fr/publications/2004/inf_origine_alimentaire/inf_origine_alimentaire.pdf)
135. [www.pasteur.fr/actu/presse/documentation/salmonelloses.html](http://www.pasteur.fr/actu/presse/documentation/salmonelloses.html)
136. [www.securitealimentaire.org/page.php?ID=17](http://www.securitealimentaire.org/page.php?ID=17)
137. [www.tours.inra.fr/urbase/internet/resultats/antibioresistance/antibio](http://www.tours.inra.fr/urbase/internet/resultats/antibioresistance/antibio)
138. [www.voedingsinfo.org/fra/veilighE.htm](http://www.voedingsinfo.org/fra/veilighE.htm)
139. [www.who.int/fsf/gldnrIs.htm](http://www.who.int/fsf/gldnrIs.htm) WORLD HEALTH ORGANIZATION. The WHO Golden Rules for Safe Food Preparation.

**Nom – Prénom :** TELLIER Elodie

**Titre de la Thèse :** Sécurité sanitaire des aliments : les toxi-infections alimentaires à Salmonelles.

---

**Résumé de la thèse :**

Les salmonelles sont la première cause de toxi-infections alimentaires collectives en France et dans tous les pays industrialisés, l'aliment le plus souvent incriminé étant un produit de la filière volaille. Ces bactéries, responsables généralement de troubles digestifs bénins, peuvent cependant entraîner des complications nécessitant la mise en place d'une antibiothérapie, notamment chez les personnes à risques. Or, des études scientifiques récentes ont mis en avant l'apparition de nombreuses souches résistantes, voire multi-résistantes aux antibiotiques, probablement en relation avec l'utilisation importante des antibiotiques dans les élevages. Il apparaît donc nécessaire d'assurer la sécurité de l'aliment au niveau de tous les maillons de la chaîne alimentaire afin de limiter le développement de la bactérie. Ceci passe par la prise de conscience de tous les acteurs de la chaîne alimentaire avec la mise en place de mesures d'hygiène drastiques, notamment au niveau de la filière avicole, de la fourche à la fourchette, sans négliger le dernier maillon : le consommateur.

---

**Mots clés :** SALMONELLA, TIAC, SECURITE ALIMENTAIRE, HYGIENE, PREVENTION, CONTROLE

---

**JURY**

<b>Président :</b>	<b>M. REYNAUD</b>	Professeur de Bactériologie
<b>Assesseurs :</b>	<b>Mme CAROFF</b>	Maître de Conférence en Bactériologie
	<b>Mme MONNIER</b>	Docteur en Pharmacie
	<b>M. MYLONAS</b>	Docteur en Pharmacie

---

**Adresse de l'auteur :** 57, rue des chardonnerets Appart C77  
44600 ST NAZAIRE