



**HAL**  
open science

## Salmonelles et toxi-infections alimentaires : épidémiologie et prévention

Frédérique Laine

► **To cite this version:**

Frédérique Laine. Salmonelles et toxi-infections alimentaires : épidémiologie et prévention. Sciences pharmaceutiques. 1993. dumas-03028429

**HAL Id: dumas-03028429**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03028429>**

Submitted on 27 Nov 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance.

La propriété intellectuelle du document reste entièrement celle du ou des auteurs. Les utilisateurs doivent respecter le droit d'auteur selon la législation en vigueur, et sont soumis aux règles habituelles du bon usage, comme pour les publications sur papier : respect des travaux originaux, citation, interdiction du pillage intellectuel, etc.

Il est mis à disposition de toute personne intéressée par l'intermédiaire de [l'archive ouverte DUMAS](#) (Dépôt Universitaire de Mémoires Après Soutenance).

Si vous désirez contacter son ou ses auteurs, nous vous invitons à consulter la page de DUMAS présentant le document. Si l'auteur l'a autorisé, son adresse mail apparaîtra lorsque vous cliquerez sur le bouton « Détails » (à droite du nom).

Dans le cas contraire, vous pouvez consulter en ligne les annuaires de l'ordre des médecins, des pharmaciens et des sages-femmes.

Contact à la Bibliothèque universitaire de Médecine Pharmacie de Grenoble :

[bump-theses@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:bump-theses@univ-grenoble-alpes.fr)



*la bibliothèque*

U.F.R. de Pharmacie de Grenoble

Université Joseph Fourier : Sciences. Technologie. Médecine

*u 7010*

Année 1993

**THESE POUR LE  
DIPLOME D'ETAT  
DE DOCTEUR EN PHARMACIE  
PRESENTEE ET SOUTENUE  
PUBLIQUEMENT  
LE 6 AVRIL 1993**

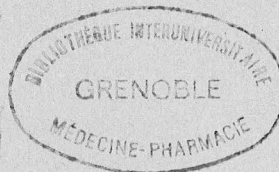
Par **Frédérique LAINE**  
[Données à caractère personnel]

**SALMONELLES ET TOXI-INFECTIONS ALIMENTAIRES :**

**EPIDEMIOLOGIE ET PREVENTION**



115 011810 1



**EXAMINATEURS DE LA THESE**

Mme R. GRILLOT, Professeur,	Président
Mr J. CROIZE, MCU,	Praticien-Hospitalier
Mr J. ROCHAT, Professeur,	Directeur de l'U.F.R. de Pharmacie de Grenoble
Mme M. ROBERT-JARSUEL,	Pharmacien

A NOS JUGES

. Monsieur J. Croizé

Docteur en Pharmacie  
Maître de conférences universitaire, Praticien Hospitalier

*Vous nous faites l'honneur de vous intéresser à ce travail et accepter de le juger.*

*Nous vous prions de trouver ici l'assurance de notre sincère gratitude.*

. Madame M. Robert-Jarsuel

Docteur en Pharmacie  
Pharmacie des 2 cours à GRENOBLE (Isère)

*Nous vous remercions de nous avoir accueillis si chaleureusement dans votre officine. Nous sommes touchés tant par l'entière confiance que vous nous réservez, que par la disponibilité et le dynamisme que vous témoignez.*

*Vous nous avez fait la joie d'avoir spontanément accepté de participer à ce jury.*

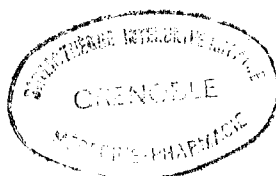
*Veillez trouver ici l'expression de notre profonde reconnaissance et de notre cordial sentiment.*

. Monsieur J. Rochat

Professeur,  
Directeur de l'U.F.R de Pharmacie de Grenoble

*Nous vous remercions de nous avoir accueillis dans votre université et de nous avoir enseigné notre futur métier.*

*Nous sommes sensibles à l'intérêt que vous avez porté sur notre travail et nous vous en remercions.*





A NOTRE PRESIDENT DE THESE

Madame Le Professeur Renée GRILLOT,  
Professeur de parasitologie à l'Université Joseph Fourier La  
Tronche (GRENOBLE I)

*Vous avez chaleureusement accepté de nous confier ce travail  
et de présider notre jury de thèse.*

*Pour votre accueil bienveillant, veuillez trouver ici  
l'expression de nos plus vifs remerciements et de notre profond  
respect.*

**SALMONELLES ET TOXI-INFECTIONS ALIMENTAIRES :**

**EPIDEMIOLOGIE ET PREVENTION**

# PLAN

## INTRODUCTION

### 1 - TOXI-INFECTIONS-ALIMENTAIRES (T.I.A.) A SALMONELLES : ASPECTS BIO-CLINIQUES

#### 1-1 - NOTION DE TOXI-INFECTIONS ALIMENTAIRES

1-1-1 - Définition de la toxi-infection alimentaire

1-1-2 - Cas sporadiques

1-1-3 - Les T.I.A. collectives

1-1-4 - Place des salmonelloses dans les T.I.A.

#### 1-2 - LES AGENTS RESPONSABLES : SALMONELLES UBIQUISTES DITES MINEURES

1-2-1 - Habitat, épidémiologie, mode de contamination

1-2-2 - Pathogénicité

1-2-3 - Expression clinique

1-2-3-1 - Les manifestations gastro-intestinales

a - chez le nourrisson

b - chez l'adulte

1-2-3-2 - Les septicémies

1-2-3-3 - Les formes localisées



1-2-3-4 - Maladies ou autres facteurs associés

1-2-3-5 - Formes inapparentes et porteurs sains

1-3 - DIAGNOSTIC MICROBIOLOGIQUE

1-3-1 - Prélèvement

1-3-2 - Coproculture

1-3-2-1 - Milieux d'enrichissement

1-3-2-2 - Milieux d'isolement

1-3-2-3 - Techniques

1-3-2-4 - Intérêt de la coproculture

1-3-3 - Identification

1-3-3-1 - Caractères généraux de ces germes

1-3-3-2 - Caractères biochimiques

1-3-3-3 - Caractères antigéniques

a - Antigène somatique O

b - Antigène Yi

c - Antigène flagellaire H

1-3-4 - Marqueurs épidémiologiques

1-3-5 - Autres méthodes diagnostiques

1-4 - ASPECTS THERAPEUTIQUES

1-4-1 - Traitement curatif

a) Mesures hygiéno-diététiques

b) Antibiothérapie

1-4-2 - Prophylaxie

## 2 - EPIDEMIOLOGIE

### 2-1 - LES ALIMENTS RESPONSABLES DES TOXI-INFECTIIONS ALIMENTAIRES A SALMONELLA

2-1-1 - Aliments contaminés

a - Viandes de boucherie

b - Viandes de volailles

c - Produits de charcuterie à base de viandes de boucherie ou de volailles

d - Oeufs et ovoproduits

e - Le lait

f - Crèmes diverses

g - Coquillages

h - Végétaux

i - Produits de confiserie

j - Produits pour l'opothérapie

k - Médicaments

l - Colorants alimentaires

m - Epices

n - Aliments pour animaux

2-1-2 - Mode de contamination des aliments

2-1-2-1 - Contamination endogène

a) Viandes de boucherie

- b) Volailles
- c) Oeufs
- d) Lait

2-1-2-2 - Contamination exogène

- a) Réservoir animal
- b) Environnement
- c) Rôle des porteurs de germes
- d) Rôle des locaux, matériels ou techniques
- e) Erreurs commises lors de la préparation des repas

2-2 - LES SEROTYPES RESPONSABLES

2-2-1 - Recherche des Salmonella

2-2-1-1 - Problèmes posés

2-2-1-2 - Principaux critères de choix des techniques de recherche des salmonelles lors d'un contrôle bactériologique des aliments

2-2-1-3 - Les différents types de méthodes de recherche des salmonelles

2-2-1-4 - Technique générale de recherche des Salmonella dans les aliments

- a) Prélèvement
- b) Broyage et homogénéisation
- c) Ajustement du pH



- d) Pré-enrichissement
- e) Enrichissement
- f) Isolement
- g) Identification

2-2-2 - Identification des sérotypes et diagnostic

2-2-2-1 - Organisation du contrôle des salmonelloses

2-2-2-2 - Les marqueurs épidémiologiques

- a) La sous-espèce
- b) Les antigènes
- c) Les marqueurs à l'intérieur du sérotype
  - 1 - Caractères phénotypiques
  - 2 - Caractères génotypiques

2-2-2-3 - Les sérotypes rencontrés

2-3 - ETUDE EPIDEMIOLOGIQUE DES TOXI-INFECTIIONS ALIMENTAIRES COLLECTIVES (T.I.A.C) (1988-91)

2-3-1 - Rappel

2-3-2 - Evolution des T.I.A.C. entre 1988 et 1991

2-3-3 - Les infections à Salmonella enteritidis

3 - PREVENTION DES TOXI-INFECTIIONS ALIMENTAIRES A SALMONELLA

3-1 - IMPACT ECONOMIQUE DES TOXI-INFECTIIONS ALIMENTAIRES

3-2 - MESURES PROPHYLACTIQUES GENERALES

3-2-1 - Rappel des facteurs de développement des microorganismes

- a) Température
- b) pH
- c) Activité de l'eau
- d) Potentiel d'oxydo-réduction
- e) Exigences nutritionnelles

3-2-2 - Aspects techniques

- a) Au stade des reproducteurs
- b) Sur les oeufs
- c) Sur les aliments
- d) Sur les locaux
- e) Sur les moyens de transport
- f) Sur les conditions d'échaudage
- g) Sur le refroidissement

3-3 - MESURES REGLEMENTAIRES

3-3-1 - Aspect réglementaire de la prophylaxie des T.I.A

3-3-2 - Lutte contre les Salmonella

3-3-3 - Le service vétérinaire d'hygiène alimentaire

3-3-4 - Normes microbiologiques auxquelles doivent répondre toutes les denrées animales ou d'origine animales



**3-4 - MESURES PROPHYLACTIQUES INDIVIDUELLES ET FAMILIALES**

3-4-1 - Conservation des aliments

a) L'utilisation du froid

b) L'utilisation de la chaleur

3-4-2 - Modalités de cuisson des aliments

3-4-3 - Les gestes qui peuvent sauver

3-4-4 - Recommandations concernant l'utilisation des  
oeufs

**CONCLUSION**



INTRODUCTION

Bien se nourrir pour bien se porter.

Ce conseil en forme de maxime, même s'il n'est pas une panacée, illustre clairement le lien entre notre santé et nos habitudes alimentaires. Or, celles-ci ont considérablement évolué.

Dans le passé, la nourriture était produite par ceux qui la consommaient ou leurs proches. Aujourd'hui, nous sommes entrés dans une ère de production alimentaire industrielle, représentée notamment par la restauration collective. Ce phénomène a eu pour conséquence d'allonger la chaîne entre le producteur et le consommateur, rendant ce dernier moins maître de la qualité de son alimentation. Mis à part l'aspect gastronomique parfois relégué au second plan, des problèmes d'hygiène alimentaire sont apparus, et en particulier le développement des toxi-infections alimentaires (T.I.A.C).

Ceci nous a incité à étudier plus particulièrement le problème des T.I.A.C. à Salmonella.

Les salmonelles sont des entérobactéries dont leurs caractères antigéniques permettent de les classer en sérotypes. Certains sérotypes sont strictement humains, responsables des fièvres thyphoparathyphiques, s'accompagnant de septicémie et d'endotoxinémie ; d'autres sont pathogènes uniquement pour certaines espèces animales ; d'autres enfin sont pathogènes, à la fois pour les animaux qui en constituent le réservoir naturel et pour l'homme qui se contamine en absorbant des aliments souillés.

Ces derniers sérotypes sont responsables de salmonelloses digestives se traduisant par une gastro entérite aigüe, d'évolution le plus souvent bénigne mais se compliquant parfois de septicémies et de localisations métastatiques.

Nous distinguons donc les Salmonella strictement humaines dites majeures des Salmonella ubiquistes dites mineures. Ce sont ces dernières qui font l'objet de ce travail en raison de leur recrudescence actuelle.

Dans la première partie de ce travail nous envisageons l'étude du genre Salmonella sur les plans bactériologique, clinique et épidémiologique.

Puis après une étude épidémiologique des Salmonella ubiquistes, nous étudierons les mesures prophylactiques collectives et individuelles nécessaires afin d'éviter ces toxi-infections alimentaires. En effet, cette prévention existe, elle est constituée par des bases réglementaires et des moyens techniques et des règles élémentaires d'hygiène.

1 - TOXI-INFECTIONS ALIMENTAIRES A SALMONELLES : ASPECTS BACTERIOLOGIQUES ET CLINIQUES

1-1 - NOTION DE TOXI-INFECTION ALIMENTAIRE

Nos habitudes alimentaires ont considérablement évolué, passant d'un type familial à un type collectif où la nourriture est de plus en plus produite industriellement.

L'allongement de cette chaîne du producteur au consommateur accentue les problèmes liés au maintien des aliments en bon état.

L'hygiène alimentaire est donc un souci permanent.

Parmi les nombreuses causes de maladie d'origine alimentaire, la principale reste la contamination microbienne (10).

Le tableau suivant donne la fréquence relative de l'origine des maladies aiguës d'origine alimentaire (sur 1 097 épisodes confirmés de toxi-infections alimentaires de 1972 - 1978 Center for Disease Control (CDC) d'Atlanta) :

Etiologie	Fréquence
Bactérienne	66 %
Chimique	23 %
Parasitaire	8 %
Virale	3 %

Tableau n° I :  
Tableau d'après SOURS H.E. et SMITH D.G.  
(Center for Disease Control)

### 1-1-1 - Définition de la toxi-infection alimentaire

Une toxi-infection alimentaire (T.I.A.) est un accident toxique ou toxi-infectieux, à symptomatologie digestive dominante, se produisant après ingestion d'aliments dans lesquels les bactéries (le plus souvent pathogènes) se sont multipliées.

Les épisodes de T.I.A. sont divisés en deux catégories :

- ceux pour lesquels l'agent étiologique a été confirmé par un laboratoire (isolement bactérien, mise en évidence d'une toxine).
- ceux d'origine indéterminée pour lesquels l'enquête épidémiologique implique une origine alimentaire.

Les toxi-infections alimentaires peuvent être individuelles ou collectives.

### 1-1-2 - Les cas sporadiques

Ce sont des cas isolés. Ils sont rares car les salmonelloses sont surtout des T.I.A. collectives.

### 1-1-3 - Les toxi-infections alimentaires collectives

La définition d'un foyer de toxi-infection alimentaire collective (T.I.A.C) est la suivante : apparition d'au moins deux cas d'une symptomatologie, en général digestive, dont on peut rapporter la cause à une même origine alimentaire.

Jusqu'à présent, les toxi-infections alimentaires collectives étaient notoirement sous-déclarées : 3 700 cas répartis dans 63 foyers en 1986. Les raisons de cette insuffisance des déclarations étaient liées :

- au principe même de la déclaration obligatoire de certaines maladies dont la liste était devenue obsolète et les modalités trop contraignantes.
- aux problèmes diagnostiques et surtout à la difficulté d'établir un lien entre une toxi-infection et son origine alimentaire.

Actuellement, deux éléments rendent ces toxi-infections alimentaires plus graves pour la collectivité à cause du nombre de sujets atteints.

- 1 - La diffusion de plus en plus large de produits alimentaires industriels est susceptible de provoquer des toxi-infections touchant un grand nombre de personnes et avec une répartition géographique étendue, dépassant même nos frontières.
  
- 2 - Le développement de la restauration de type collectif (5 à 6 milliards de repas servis annuellement en France).

1-1-4 - Place des Salmonelloses dans les toxi-infections alimentaires

Les étiologies principales des toxi-infections alimentaires sont :

- le mode d'alimentation,
  
- le mode de préparation des aliments de plus en plus industrialisé,
  
- le mode de production, avec l'élevage industriel d'animaux,
  
- les denrées d'origine animale.

Le C.D.C. d'Atlanta a établi la fréquence relative des bactéries à l'origine des T.I.A de 1972 à 1978.

Bactéries responsables	Nombre d'épisode (1097)	%
<u>Salmonella</u>	261	23.8
<u>Staphylococcus</u>	281	25.6
<u>Clostridium perfringens</u>	70	6.4
<u>Clostridium botulinum</u>	104	9.5
<u>Bacillus cereus</u>	13	1.2
<u>Shigella</u>	31	2.9
<u>Vibrio-parahoemolyticus</u>	12	1.1

Tableau n° II :  
D'après SOURS H.E et SMITH D.G.  
(Center for Disease Control)

La part prise par les Salmonella dans l'étiologie des toxi-infections alimentaires est importante dans tous les pays, entre 20 et 30 % des toxi-infections alimentaires d'étiologie connue.

Ces toxi-infections alimentaires résultent du développement abondant des salmonelles au sein d'aliments contaminés placés dans des conditions thermiques favorables à leur multiplication.

1-2 - LES AGENTS RESPONSABLES : SALMONELLES UBIQUISTES  
DITES MINEURES

1-2-1 - Habitat, Epidémiologie, mode de contamination

L'animal est le principal réservoir des Salmonella ubiquistes. Tous les animaux domestiques ou d'élevage peuvent en être porteurs, le plus souvent de façon asymptomatique, en particulier chez les bovins, ovins et volailles.

L'homme, par l'existence de porteurs sains, peut également jouer un rôle non négligeable dans la transmission de salmonelloses digestives.

Des Salmonella retrouvées dans des poussières ont pu être impliquées lors d'épidémies.

En Europe et aux Etats Unis, les Salmonella ubiquistes sont responsables de 30 à 60 % des toxi-infections alimentaires d'étiologie déterminée.

En France, l'incidence des salmonelloses digestives chez l'enfant est de 50 à 150 cas pour 100 000 habitants.

La contamination peut être soit directe, par défaut d'hygiène, au contact d'un porteur de Salmonella ; soit, plus fréquemment, indirecte, par l'intermédiaire de l'eau et des aliments souillés longtemps préparés à l'avance. Parmi les denrées alimentaires, celles d'origine animale jouent de très loin le rôle principal (viandes, charcuterie, produits laitiers, oeufs). En milieu hospitalier, en plus d'objets divers contaminés qui peuvent véhiculer la bactérie, il existe maintenant des cas documentés d'infections à Salmonella par les fibroscopes, ou des produits médicamenteux le plus souvent d'origine animale tels que les extraits pancréatiques.

1-2-2 - Pathogénicité

Ces Salmonella provoquent des maladies infectieuses appelées Salmonelloses. Cette définition apparemment évidente dissimule en fait un certain contraste entre l'homogénéité des caractères bactériologiques des Salmonella et le polymorphisme des pathologies qu'elles engendrent.

En effet, selon les circonstances d'infestation et les nombreux types de Salmonella, on distingue :

- les fièvres typho-paratyphoïdiques, habituellement septicémiques provoquées par S typhi (bacille d'Eberth) et S. paratyphi A, B et C, non traitées ici.
- les salmonelloses proprement dites ou salmonelloses ubiquitaires, habituellement digestives que nous aurons en vue ici.

Les Salmonella ubiquistes font partie des bactéries entéro-pathogènes invasives.

L'infection débute par la prolifération des germes au contact de la muqueuse intestinale, détruisant la bordure en brosse et donnant le tableau clinique classique de la gastro-entérite.

Ultérieurement, il peut survenir une diffusion sanguine parfois évidente cliniquement, ou au contraire latente. Les formes localisées révéleront alors la maladie.

Les infections à Salmonella surviennent plus volontiers chez les sujets fragilisés.

La composition chimique de l'endotoxine (Anti-gène O) joue un rôle décisif dans le processus de pénétration et d'invasion. Il est actuellement établi qu'il existe dans le genre Salmonella des souches plus virulentes que d'autres : celles-ci hébergent des plasmides de grande taille non retrouvés chez les autres. Récemment, on a décrit des souches de S. Dublin et S. Typhimurium produisant des entérotoxines.

### 1-2-3 - Expression clinique

Les salmonelloses ubiquitaires peuvent donc se présenter sous des aspects cliniques très différents, allant du simple portage asymptomatique aux formes graves, parfois mortelles.

On distingue classiquement trois types de manifestations pathologiques :

- les manifestations gastro-intestinales
- les septicémies
- les formes localisées.



1-2-3-1 - Les manifestations gastro-intestinales :

Ce sont les formes les plus fréquentes.

a - Chez le nourrisson :

Elles réalisent le tableau d'une gastro entérite aigüe. Elles occupent une place importante parmi les infections intestinales du 1er âge.

Il s'agit tantôt de cas sporadiques, tantôt de véritables épidémies de crèches à partir d'un porteur de germe. Le maximum de fréquence se situe entre 3 et 6 mois, plus rarement après 1 an.

- Incubation :

Elle dure quelques heures à quelques jours.

- Phase d'état :

Elle comporte :

- \* Diarrhée constante, abondante, grumeleuse ou liquide avec parfois du sang (syndrome dysentérique)
- \* Vomissements précoces et souvent abondants
- \* Anorexie
- \* Météorisme abdominal
- \* Manifestations respiratoires :  
Elles sont présentes dans la moitié des cas, associant de façon variable rhino-pharyngite, otite, broncho-alvéolite.
- \* Hyperthermie
- \* Signes de déshydratation :  
Ils dépendent de la gravité des troubles digestifs. Ils apparaissent parfois rapidement, entraînant une perte de poids importante qui nécessite l'hospitalisation et la mise sous perfusion.

- Evolution :

Habituellement favorable

b - Chez l'adulte :

Il s'agit le plus souvent de toxi-infections alimentaires collectives.

- Incubation :

De 6 à 48 heures. Il faut en général ingérer une forte quantité de Salmonella.

- Phase d'état :

Elle comprend :

- \* Douleurs abdominales
- \* Diarrhée constante, fétide, abondante
- \* Nausées et vomissements, fréquents et abondants
- \* Fièvre précédant ou accompagnant un malaise général, frissons.

Chez l'adulte, le syndrome dysentérieforme est souvent moins fréquent et moins aigu et l'infection, en général, mieux supportée.

- Evolution :

Elle est le plus souvent régressive en 2 à 6 jours, mais des complications et des rechutes peuvent se voir après un délai variable : syndrome méningé ou collapsus cardiovasculaire.

1-2-3-2 - Les septicémies :

Les formes septicémiques pures à Salmonella sont relativement peu nombreuses, mais leur fréquence est supérieure aux âges extrêmes de la vie.

Divers tableaux peuvent s'observer avec tous les intermédiaires entre un syndrome infectieux majeur évoluant rapidement vers la mort (septicémies graves) et les septicémies bénignes, ambulatoires, assurées de la guérison, apparentées en fait à des bactériémies.

	ENFANTS				ADULTES				Total
	Gastro-entérites	Septicémies	Forme typhoïde	Forme localisée	Gastro-entérites	Septicémies	Forme typhoïdiques	Forme localisée	
Maladies immuno-dépressives	8	2	0	0	18	5	1	3	37
Maladies infectieuses	88	9	1	1	28	2	0	2	131
Interventions chirurgicales	11	0	0	0	3	1	0	1	16
Autres facteurs ou maladies associées	116	3	1	2	79	9	1	6	217
Traitements immuno-dépresseurs	7	2	0	0	11	4	0	5	29
<b>TOTAL</b>	<b>230</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>139</b>	<b>21</b>	<b>2</b>	<b>17</b>	<b>430</b>

Tableau III - Maladie ou facteur associé à la salmonellose d'après Brasseur et Coll (5).

1-2-3-3 - Les formes localisées :

Elles sont secondaires à un état septicémique plus ou moins évident, se révélant alors comme une localisation en apparence primitive.

Par ordre de fréquence, on distingue :

- Les localisations pleuro-pulmonaires :

(30 % des cas) : pneumonie, suppuration pulmonaire, épanchement pleural séro-fibrineux ou purulent.

- Les localisations neuro-méningées :

(18 % des cas) : essentiellement méningites suppurées, retrouvées plus particulièrement chez le nourrisson et le nouveau-né, et dont le pronostic est sévère.

- Les localisations ostéo-articulaires :

(15 % des cas) : elles prennent la forme d'ostéomyélites isolées ou associées à une ostéo-arthrose, d'arthrites suppurées isolées, polyarthrite inflammatoire non suppurée, ou spondylarthrite. Elles sont fréquemment associées à la drépanocytose.

- Les localisations cardiovasculaires :

(6 % des cas) : endocardite, myocardite, péricardite, artérite et phlébite.

- Les localisations rénales :

(5% des cas) : pyélonéphrites.

- Les autres localisations :

Biliaires, appendiculaires, spléniques, sphère ORL.

1-2-3-4 - Maladies ou autres facteurs associés :

Les infections à Salmonella peuvent survenir sur des terrains particuliers ou grâce à des circonstances favorisantes qui ont en commun un déficit des défenses de l'organisme vis à vis des infections.

- Drépanocytose homozygote :

Chez les drépanocytaires homozygotes, les salmonelloses se déclarent toujours lors des trois premières années de la vie.

- Carences immunitaires ou affections débilitantes :

Hémopathie maligne, néoplasie, métastases hépatiques, tumeurs abdominales, hypogamma-globulinémies, collagénoses.

Dans une étude effectuée au Centre Hospitalier Universitaire de ROUEN ; sur 491 cas de salmonelloses non typhoïdiques, Brasseur et Coll rapportent l'existence de maladie ou facteur associé dans près de la moitié des cas.

1-2-3-5 - Formes inapparentes et porteurs sains :

Ces formes entretiennent un état endemo-épidémique, surtout si ces porteurs sains travaillent dans certaines professions alimentaires ou en collectivité.

On distingue :

- Les porteurs transitoires, qui éliminent pendant quelques semaines des germes, mais dont la coproculture se négative spontanément en moins d'un an. Pour eux, le traitement antibiotique ne raccourcit pas la durée du portage.

- Les porteurs chroniques, qui excrètent des Salmonella a pendant plus d'un an, parfois toute leur vie, et pour lesquels un état pathologique des voies biliaires, tel qu'une lithiase, semble être la cause déterminante.

1-3 - DIAGNOSTIC MICROBIOLOGIQUE

1-3-1 - Prélèvement

Dans la majorité des cas, les Salmonella ubiquistes sont isolées des selles (coproculture).

De plus, la recherche pourra être effectuée également sur différents liquides biologiques tels que :

- pus,
- liquide céphalo-rachidien,
- liquides d'épanchement
- urine...

Dans ces cas, la découverte de la souche sera souvent fortuite.

Contrairement à la fièvre thyphoïde, dont elle constitue le moyen le plus sûr de diagnostic, l'hémoculture des salmonelloses digestives est le plus souvent négative.

Dans les cas d'épidémies, il sera nécessaire également de rechercher les Salmonella dans les aliments.

#### 1-3-2 - Coproculture

C'est l'examen principal. Deux sortes de milieux de culture doivent être utilisés :

##### 1-3-2-1 - Milieux d'enrichissement

(Milieu de MULLER - KAUFFMANN au tétrathionate et au vert malachite, milieu au sélénite de sodium de Leifson).

Ce sont des liquides contenant un antiseptique sélectif et qui ont pour but, en inhibant le développement de la flore fécale normale (colibacilles et entérocoques), de faciliter la multiplication des *Salmonella*, souvent peu abondantes dans les selles.

##### 1-3-2-2 - Milieux d'isolement

(Gélose SS, milieu de Leifson au désoxycholate, gélose au vert brillant de KINSTENSEN).

Ce sont des géloses lactosées renfermant un indicateur de pH et un antiseptique sélectif, qui permettent de distinguer entre elles les colonies des différentes entérobactéries.

### 1-3-2-3 - Techniques

Une émulsion de la selle est ensemencée sur milieu d'enrichissement et milieu d'isolement. Après 24 heures d'étude à 37 °C, une goutte de milieu d'enrichissement est répartie sur un nouveau milieu d'isolement. Les colonies lactose sont repiquées sur milieu lactose glucose H<sub>2</sub>S (milieux de Hajna ou de Kligler), puis identifiées à l'aide de réactions biochimiques simples, mais caractéristiques (milieu urée - indole, milieu mannitol - mobilité, recherche de la B galactosidase, de la phenylalanine-désaminase.

Cette identification biochimique est suivie de la détermination sérologique.

### 1-3-2-4 - Intérêt de la coproculture

C'est la seule méthode de diagnostic des toxico-infections alimentaires, très fréquentes en raison du grand nombre de porteurs sains.

Il est aussi possible de rechercher des Salmonella dans divers produits pathologiques (pus, urines, LCR ...) ; les méthodes de culture, d'isolement et d'identification demeurent les mêmes.

Pour être complète, l'enquête bactériologique doit se poursuivre par la recherche des Salmonella dans l'aliment contamineur ou par coproculture chez les sujets qui sont sources de la contagion.

Lors d'une épidémie ou pour dépister les porteurs de germes, on peut mettre en évidence les Salmonella dans les selles par la technique d'immunofluorescence qui fournit alors une réponse quasi-immédiate.

Cette méthode n'est utilisable que si l'on connaît la souche en cause, donc ses antigènes somatiques. Elle ne peut être appliquée d'une façon systématique étant donné la multiplicité des sérotypes de Salmonella.

### 1-3-3 - Identification

#### 1-3-3-1 - Caractères généraux de ces germes

Les Salmonella appartiennent à la famille des entérobactéries, définie en 1962.

Cette famille se définit par sept caractères :

- bacilles Gram négatif ;
- mobiles (ciliature pérित्रиче) ou immobiles ;
- culture facile sur milieux ordinaires : la culture est abondante en 18 heures à 37 °C et dans la majorité des cas les colonies sont de type S (Smooth), c'est à dire :

- \* sur gélose ordinaire : 2 à 4 mm, bombées, lisses, brillantes.

- \* en bouillon ordinaire : trouble uniforme, dense.

Les mutants R (Rough) forment en gélose des colonies plates, sèches, crénelées et en bouillon un dépôt granulaire avec surnageant clair, aspect dû à l'autoagglutination de cette forme.

Les autres formes naines, grêles, muqueuses sont très rares chez les Salmonella ;

- aérobies anaérobies facultatifs
- fermentent le glucose ;
- réduisent les nitrates en nitrites (nitrate réductase) ;
- ne possèdent pas d'oxydase.

Ces caractères sont essentiels à connaître car l'identification d'une entérobactérie ne peut être entreprise que lorsqu'ils sont tous réunis. Dans tous les cas, c'est d'abord un diagnostic biochimique en genres, sous genres et éventuellement espèces, puis un typage sérologique définissant des sérotypes.

a - Caractères morphologiques :

Les Salmonella sont des bacilles à Gram négatif, à coloration souvent bipolaire. Ne possédant ni capsule, ni spore, elles sont mobiles grâce à des cils pérित्रичеs (sauf S. gallinarum pullorum).



b - Caractères culturaux :

Elles sont aéro-anaérobies facultatives et cultivent rapidement et abondamment sur milieux ordinaires.

Sur milieux solides, différents aspects peuvent être observés :

- généralement, les colonies sont luxuriantes (2 à 4 mm de diamètre)

- Certains sérotypes (S. abortus ovis) cultivent sous forme de colonies ponctiformes dites naines

- comme beaucoup d'autres bactéries, on observe chez les Salmonella la dissociation S → R.

1-3-3-2 - Caractères biochimiques :

a - Du genre Salmonella :

\* Caractères biochimiques orientant l'identification d'une entérobactérie vers le genre Salmonella :

Milieu	Réponse d'une Salmonella typique
KLIGLER : Milieu coulé en demi-culot : glucose, lactose, indicateur de pH et système mettant en évidence la production d'H <sub>2</sub> S par la thiosulfate réductase.	<u>Action vis-à-vis des glucides</u> - fermentation du glucose (caractère de famille) donc culot jaune - pas de fermentation du lactose, donc pente rouge et recherche de la B galactosidase par la réaction à l'orthonitrophénylgalactoside (ONPG) négative - production de gaz disloquant la gélose - production d'H <sub>2</sub> S provoquant un noircissement du culot par précipitation du sulfure de fer
Milieu urée-indole de FERGUSON	<u>Action vis-à-vis des protides</u> La réaction de KOVACKS est négative, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de production d'indole à partir du tryptophane.
Milieu mannitol-mobilité	Le mannitol est fermenté avec un trouble qui est témoin de la mobilité.

Tableau n° IV

Ces caractères orientent le diagnostic vers deux genres de la famille des entérobactéries : Salmonella et Citrobacter.

La distinction se fait essentiellement par recherche des décarboxylases sur les milieux de RICHARD.

Enzyme	Salmonella typique	Citrobacter
LDC : Lysine décarboxylase	+	-
ODC : Ornithine décarboxylase	+	-
ADC : Arginine décarboxylase	-	-

Tableau n° V

\* Caractères biochimiques secondaires dans le diagnostic :

On peut toutefois retenir parmi les tests couramment effectués dans l'identification d'une entérobactérie :

- l'absence d'uréase et de désaminase (tryptophane, et phénylalanine désaminase)

- présence d'une tétrathionale réductase

- sur milieu de CLARK et LUBS, les Salmonella sont rouge de méthyle positives (Rm+) et ne produisent pas d'acétoïne (YP-).

Ce milieu permet l'étude de la voie de fermentation du glucose, soit fermentation avec acidification et virage du rouge de méthyle (Rm) soit production d'un métabolite dont l'intermédiaire de synthèse est l'acétoïne (acétyl, méthylcarbinol) mis en évidence par la réaction de VOGES-PROSKAUER.

- en général :

\* pas de culture sur milieu au KCN (les cyanures inhibent la respiration)

\* culture sur le milieu de SIMMONS où la seule source de carbone est le citrate de sodium.

b - Division biochimique du genre Salmonella :

KAUFFMANN définit quatre sous genres :

*-----*			
			Sous-genres
Fermentation	Négative	Présence d'une gélatinase	I
		Absence de gélatinase	IV (cultivé sur KCN)
de	Positive	ONPG-, pas de fermentation du lactose	II
		ONPG+, fermentation du lactose positive ou variable dans certains sérotypes	III (ancien genre Arizona)
malonate			
*-----*			

Tableau n° VI

1-3-3-3 - Caractères antigéniques :

Trois antigènes sont importants chez les Salmonella :

- les antigènes somatiques O et Yi
- l'antigène flagellaire H

a - Antigène somatique O :

Glucido - lipido - protéique, il est thermostable, alcoolrésistant. Son agglutinabilité est inhibée par le formol.  
C'est l'endotoxine des Salmonella.

b - Antigène Yi :

Il n'existe que pour 3 sérotypes de Salmonella (S. typhi, S paratyphi C et quelques S. Dublin). C'est un antigène de surface. Cet antigène est doué de propriétés toxiques et résistant à l'acide phénolique.

c - Antigène flagellaire H :

Toutes les Salmonelles mobiles possèdent cet antigène H et selon les sérotypes, il peut être mono ou diphasique. Le plus souvent, il existe sous ses deux phases.

Protéique donc thermolabile, il résiste au formol, ne se développe pas sur milieu phéniqué et son pouvoir agglutinant est inhibé par l'alcool.

1-3-4 - Marqueurs épidémiologiques

Parfois, lors d'une épidémie, il faut aller plus loin que l'identification antigénique, notamment pour les sérovars très pathogènes ou très fréquemment isolés.

Les techniques utilisées sont le plus souvent mises en oeuvre par les laboratoires de référence :

- Biotypie,
- Tests d'assimilation,
- Etude des alloenzymes,
- Lysotypie,

- Colicinotypie : il s'agit de l'étude de la bactériocinogénèse et de la détermination du profil de résistance ou de sensibilité à une gamme de bactériocines connues.

- Profils plasmidiques : ils permettent une subdivision au sein de souches ayant un même lysotype, et parfois une détermination de la source de l'épidémie.

#### 1-3-5 - Autres méthodes diagnostiques

Une méthode de recherche des Salmonella dans les selles par immunofluorescence directe a été proposée et permettrait un diagnostic rapide très intéressant en période d'épidémie.

D'autres méthodes diagnostiques ont été publiées telles que la détection des antigènes protéiques de S Typhi par ELISA et de l'antigène Vi dans les urines.

Des techniques immunoenzymatiques utilisant des anticorps monoclonaux et des techniques physiques reposant sur la mesure de la conductance ont été mises au point pour la recherche des Salmonella dans les aliments et dans l'environnement. Des sondes sont également proposées pour la recherche de Salmonella dans les aliments, après une étape d'enrichissement dans un bouillon nutritif, ou directement pour la détection dans les eaux.

#### 1-4 - TRAITEMENT :

##### 1-4-1 - Traitement curatif :

La conduite pratique dépend de l'importance des signes digestifs, de leur retentissement sur l'équilibre, des différentes localisations de la maladie.

a - Mesures hygiéno-diététiques :

Le repos et l'isolement relatif du malade permettront de diminuer le risque de contamination.

Le régime anti-diarrhéique et la réhydratation sont utiles. Un apport hydrique intra-veineux peut être nécessaire, surtout chez le nourrisson et l'enfant.

Un régime alimentaire à base de bouillon de légumes, riz et jus de fruits apportant du potassium est recommandé.

b - Antibiothérapie :

L'opportunité d'une antibiothérapie est discutée. En effet, les antibiotiques peuvent accroître l'asthénie et l'hypotension en libérant d'une manière brutale l'endotoxine. En outre, elle est loin de supprimer le portage, elle contribue, au contraire, à en prolonger la durée, comme l'ont montré de nombreuses études contrôlées (5).

Elle comporte, de plus, un risque non négligeable de sélection de souches multirésistantes. En revanche, l'antibiothérapie est nécessaire dans les formes septicémiques et les localisations viscérales.

Il faut utiliser de préférence la voie orale en tenant compte des données de l'antibiogramme.

Dans les cas graves de salmonelloses, notamment chez les malades immuno-déprimés, 8 à 10 jours d'antibiotiques sont indiqués (ampicilline, triméthoprime, sulfaméthoxazole) ou en cas de multi-résistance 7 jours d'une fluoroquinolone.

1-4-2 - Prophylaxie :

Seules les toxi-infections alimentaires collectives sont inscrites au tableau des maladies contagieuses à déclaration obligatoire.

La prophylaxie fait appel à un certain nombre de règles : mesures d'hygiène individuelle, éviction des porteurs de germes lors de la préparation des aliments pour éviter leur contamination, contrôle bactériologique des denrées alimentaires et des eaux.

Le traitement antibactérien des porteurs sains est contesté par beaucoup "inefficace et même nuisible" (7).

LEGENBRE et COLL (4) insistent sur la nécessité de déclarer systématiquement les souches de Salmonella isolées à la D.D.A.S.S. afin de situer la fréquence et la qualité du risque épidémiologique des Salmonelloses.

Ces mesures prophylactiques seront détaillées dans la suite.

## 2 - EPIDEMIOLOGIE

### 2-1 - LES ALIMENTS RESPONSABLES DES TOXI-INFECTIONS ALIMENTAIRES A SALMONELLA

Les Salmonella sont des germes ubiquitaires, spécialement dans le règne animal et tout ce qui est à son contact.

La liste des aliments contaminés par les Salmonella ne peut être exhaustive. Cependant, les denrées d'origine animale jouent de très loin le rôle principal.

Selon MOSSEL (37), "tout produit, quelle que soit sa nature, peut contenir des Salmonella. Elles sont incapables de se multiplier dans les aliments déshydratés, acides ou froids, mais elles y survivent. Elles se développent ultérieurement lorsque le produit sera mélangé à d'autres dont les conditions d'humidité et de pH seront favorables à leur croissance".

#### 2-1-1 - Aliments contaminés

##### a - Viandes de boucheries

Ce sont les viandes de bovins, porcins, équins. Les jeunes animaux semblent être plus sensibles que les adultes.

Ils constituent ainsi le réservoir habituel du germe. Les bovins adultes sont rarement atteints et porteurs de germes.

Le Centre National de Référence des Salmonelles (Institut PASTEUR) a signalé en avril 1990 un nombre inhabituel d'isollements de Salmonella meleagridis.

Ce sérotype était habituellement rare en France : 12 à 19 souches ont été isolées annuellement chez l'homme entre 1986 et 1989.

Un élément d'orientation sur l'origine des cas a été donné par des contrôles effectués par l'hôpital Cochin sur des lots de steacks hachés surgelés : 2 steacks sur 50 ont été trouvés contaminés par Salmonella meleagridis.

L'ensemble des steacks hachés surgelés consommés à l'Assistance publique provenait d'un même fournisseur.



Au niveau de l'entreprise, la constatation de la présence de Salmonella meleagridis dans les lots suspectés a justifié la mise en place d'un protocole renforcé sur l'ensemble des productions.

b - Viandes de volailles

Les carcasses de volailles (dindes et poulets principalement) sont fréquemment porteuses de Salmonella (de l'ordre de 20 à 25 %).

Selon VAUGHN et COLL (47) les volailles sont les aliments les plus contaminés par les Salmonella.

Une enquête, réalisée sur le plan mondial pendant une période de deux ans, de 1974 à 1976, a prouvé que les volailles étaient responsables de plus des 2/3 des cas de salmonelloses humaines.

De nombreux auteurs considèrent que ce sont les oiseaux de basse-cour, et en particulier les poulets, qui constituent le plus vaste réservoir de germes. En effet, la chair des poulets se révèle souvent fortement polluée et montre le plus fort pourcentage de pollution spécifique.

L'incidence des salmonelles chez les poulets a continuellement augmenté depuis 1970. Ce taux a baissé en 1976 suite à une intensification des mesures préventives :

- examen bactériologique des farines alimentaires industrielles
- chloration de l'eau servant au lavage des carcasses dans les abattoirs à volaille.

c - Produits de charcuterie à base de viandes de boucherie ou de volailles

Si l'on accuse l'alimentation carnée d'être à l'origine de 50 % des accidents digestifs, il faut aussi reconnaître que, dans 90 % des cas, les responsables ne sont pas les viandes fraîches en l'état mais les produits carnés manipulés et les préparations à base de viande.

De multiples travaux permettent d'affirmer aujourd'hui que les tissus d'un animal, reconnu en bon état de santé au moment de l'abattage, présentent un caractère paucimicro-bien et que la pollution secondaire spécifique des viandes est un risque plus fréquent que l'infection primaire intra-vitam.

Toutes les manipulations et les transformations subies par les viandes favorisent la contamination de cette matière première.

La vaste diffusion des salmonelles dans les locaux d'abattage et d'habillage des carcasses provoque la contamination superficielle postmortem des viandes.

Certains traitements, et en particulier le désossage, la découpe, le parage, l'attendrissage, le hachage, favorisent leur contamination profonde.

De plus, les divers ingrédients (épices, aromates...) que l'on additionne fréquemment dans les préparations à base de viande constituent une autre source de contamination possible.

C'est ainsi que les pâtés, les jambons, les roulades, les saucisses, les hachis, les rillettes (présence de Salmonella typhimurium (12) dans du salami en Angleterre) et les plats cuisinés à l'avance à base de viande sont très sensibles à la contamination microbienne et offrent un milieu propice à la prolifération des salmonelles.

#### d - Oeufs et ovoproduits

Ce sont surtout les oeufs conservés congelés ou en poudre. Ils contiennent des Salmonella jusqu'à un taux de 39 %. Les oeufs frais interviennent également, surtout les oeufs de cane réputés dangereux. La contamination de l'oeuf peut se faire au niveau de l'ovaire ou de l'oviducte infectés des volailles.

Depuis 1986, on assiste à une très forte augmentation des toxi-infections alimentaires à Salmonella enteritidis, provoquées souvent par l'ingestion d'ovoproduits. La région Limousin n'est pas épargnée, elle compte même parmi les régions de France les plus affectées (23).

Dans le département de la Haute-Vienne, aux printemps - été 1989 et 1990, l'origine de 4 foyers de toxi-infections alimentaires collectives familiales à Salmonella enteritidis (dont une avec récurrence 6 semaines après la première) a pu être rapporté à la contamination d'oeufs d'élevages fermiers.

Dès le signalement des toxi-infections alimentaires collectives, une enquête alimentaire est effectuée auprès de chaque famille : étude des menus consommés pendant les 72 heures précédant les symptômes, habitudes alimentaires, origine des matières premières.

Le résultat de ces investigations permettent de suspecter un aliment et montrent une fréquente utilisation d'oeufs, provenant des poules qu'élèvent ces familles rurales.

Foyer n° 1.....	1 ère fois : préparation à base d'oeufs : oeufs coque
T.I.A. à récidence...	2 ème fois : biscuit, crème chan- tilly
Foyer n° 2.....	Crème pâtissière
Foyer n° 3.....	Mayonnaise
Foyer n° 4.....	Mayonnaise

Des analyses effectuées sur des prélèvements des restes de repas ont révélé la présence de Salmonella enteritidis.

A la vue de l'ensemble de ces résultats, l'étude à été poussée plus loin afin de déterminer le niveau de contamination des oeufs et des poules.

- les oeufs (3 - 26)

Analyse des oeufs entiers

Foyers	Nombre de poules	Nombre d'oeufs analysés	Recherche de Salmonella
N° 1	38	1ère fois: 36 (12 lots)	0 +
		2ème fois: 21 ( 7 lots)	6 +
N° 2	15	15 (5 lots)	2 +
N° 3	3	3 (1 lot)	1 +
N° 4	12	6 (2 lots)	1 +

Tableau n° VII

Recherche au niveau des différents constituants de l'oeuf :

	Blanc	Jaune	Coquille
6 oeufs.....	+	+	+
1 oeuf.....	+	+	-
3 oeufs.....	-	-	-

Tableau n° VIII

- les poules (étude menée sur le foyer n° 1)

Après baguage des volailles, l'écouvillonnage des cloaques de toutes les volailles (soit 33 poules et 5 coqs) a été effectué. Seuls 3 prélèvements sur 38 font apparaître la présence de Salmonella enteritidis. Il est à noter qu'aucune de ces volailles ne présente de signes pathologiques.

Des enquêtes menées sur ces 4 toxi-infections alimentaires collectives familiales à Salmonella enteritidis ressortent plusieurs notions (38) :

- 1 - Les petits élevages fermiers quand ils sont contaminés par Salmonella enteritidis, le sont très fortement ;
- 2 - Les poules sont porteurs sains
- 3 - Les oeufs, quand ils sont contaminés peuvent l'être à tous les niveaux

- 4 - Le maintien des oeufs à température ambiante favorise le développement de Salmonella enteritidis et augmente ainsi le risque de T.I.A.
- 5 - La mayonnaise paraît être un aliment à très haut risque, puisque non cuit et battu ;
- 6 - Pour préciser l'origine de Salmonella enteritidis, l'écouvillonnage des cloaques des volailles semble insuffisant.

D'autres T.I.A.C. ont été observées ayant pour cause les oeufs source de Salmonella enteritidis (55).

Au Royaume-Uni, en juin 1989, après avoir assisté à une soirée privée au cours de laquelle un buffet leur a été servi, 12 convives sur 14 ont présenté une diarrhée et des vomissements de 12 à 36 heures après le repas.

Le plat principal était une grosse truite saumonée farcie (farce composée de légumes, de pain, de vin et d'oeufs), un assortiment de crudités ; une terrine de poulet et d'épinard a également été servie. Des fraises à la crème et un plateau de fromage suivaient.

Les 12 convives présentant des symptômes avaient tous consommé de la truite saumonée, mais pas les deux personnes indemmes.

Aucun des autres aliments consommés n'a pu être incriminé  
(tableau n° IX).

Food — Aliment	Ate En avaient mangé			Did not eat N'en avaient pas mangé			Probability Probabilité
	Ill Malade	Not ill Pas malade	Total	Ill Malade	Not ill Pas malade	Total	
Chicken terrine — Terrine de poulet . . . . .	8	1	9	4	1	5	NS
Sea trout — Truite saumonée . . . . .	12	—	12	—	2	2	0.01
Orange and watercress salad — Salade d'orange et de cresson .	8	2	10	4	—	4	NS
Tomatoes — Tomates . . . . .	5	1	6	7	1	8	NS
Red pepper/fennel — Poivron rouge/fenouil . . . . .	4	1	5	8	1	9	NS
Lettuce — Laitue . . . . .	6	1	7	6	1	7	NS
Cucumber yoghurt — Yoghourt au concombre . . . . .	7	—	7	5	2	7	NS
New potatoes — Pommes de terre nouvelles . . . . .	11	1	12	1	1	2	NS
Strawberries — Fraises . . . . .	12	2	14	—	—	—	NS
Cream — Crème . . . . .	5	—	5	7	2	9	NS
Fromage frais . . . . .	5	1	6	7	1	8	NS
Cheeses — Fromages . . . . .	9	2	11	3	—	3	NS

NS = not significant — non significatif.

Salmonella enteritidis PT4 a été isolée dans des échantillons de truite et de farce. Après examen des restes, aucune salmonelle n'a été isolée des légumes, de la truite, des oeufs.

En revanche, des volailles de l'élevage d'où provenaient les oeufs, ont été isolé des Salmonella enteritidis PT4. Des salmonelles ont aussi été isolées dans la litière et la poussière des poulaillers. Ces Salmonella ont donc très bien pu contaminer certains oeufs du lot utilisé pour la farce.

e - Le lait

Lait cru, lait pasteurisé, lait déshydraté. Association entre lait cru et toxi-infection à S. DUBLIN (4).

f - Crèmes diverses

Crèmes pâtisseries, crèmes glacées, pâtisserie.

g - Coquillages

En particulier les moules. Aux USA, on signale la salade de crabe. COLLOC ET COLL (11) rapportent un taux de contamination par les coquillages atteignant 6 %. Ils signalent une épidémie familiale survenue en août 1977, due à des huîtres.

h - Certains végétaux

i - Produits de confiserie

Bonbons, chocolat (enfants contaminés par Salmonella napoli en Angleterre en 1989 (17)).

j - Produits pour l'opothérapie

Poudre de foie, extrait de levures.



k - Médicaments

Produits contenant du caséinate de sodium contaminé par Salmonella panama.

l - Colorants alimentaires

Cochénille, carmin.

m - Epices

Le poivre, notamment.

n - Aliments pour animaux

2-1-2 - Mode de contamination des aliments

Il convient de distinguer deux processus de contamination des denrées alimentaires par les Salmonella.

- une contamination que l'on peut qualifier d'endogène, ou d'originelle, concernant surtout les aliments d'origine animale, et issus d'animaux malades ou porteurs de germes,
- une contamination exogène qui fait donc intervenir l'environnement immédiat des aliments. Elle est toujours accidentelle.

2-1-2-1 - Contamination endogène

a - Viandes de boucherie

- La contamination avant l'abattage, par passage de germes dans le sang et localisation secondaire au niveau des muscles, peut exister. La présence du microbe dans le muscle avant l'abattage est rare en France : 0.1 % chez les chevaux et les porcs.

Des contrôles macroscopiques et bactériologiques réalisés sur des carcasses vont permettre l'acceptation ou le refus de la viande. En général, une viande provenant d'un animal atteint de salmonellose présente des lésions suffisamment nettes pour le Vétérinaire Inspecteur ordonne sa saisie.

Pourtant, en dépit de la surveillance sanitaire sévère, des viandes polluées par les salmonelles peuvent parvenir jusqu'au stade de la consommation. Les spécialistes en matière d'alimentation carnée sont cependant tous unanimes pour affirmer que le muscle d'un animal, reconnu abattu en parfait état de santé, présente un caractère paucimicrobien dans son intimité tissulaire profonde.

Certains facteurs d'ordre physique et biochimique sont susceptibles de s'opposer, tant que le muscle a conservé son intégrité, à son envahissement microbien.

En particulier :

- l'eau tissulaire, liée aux protéines, ne contribue pas à la formation d'un milieu de culture.
- l'activité enzymatique du muscle qui exerce vis à vis des salmonelles un pouvoir bactériostatique.
- le potentiel redox et le pH qui sont trop élevés pour permettre la survie des germes.

Mais, un animal, même en bon état de santé, apporte avec lui une pollution massive soit au niveau de ses téguments, soit au niveau de son tube digestif, les salmonelles se localisant essentiellement au niveau de l'intestin, des ganglions lymphatiques mesentériques et portaux et éventuellement au niveau du foie.

Ces porteurs sains peuvent contaminer d'autres animaux vivants lors de leur transport et de leur stabulation. Ces salmonelles peuvent diffuser dans les installations de l'abattoir, pouvant alors infecter une viande à l'origine salubre.

Tant que les myofibrilles et le sarcolemme restent intacts, le sarcoplasme ne peut être envahi.

En revanche, dès que cet édifice est rompu, les salmonelles peuvent diffuser dans tout le muscle par l'intermédiaire des espaces conjonctifs interfasciculaires et le long des vaisseaux sanguins.

L'influence des facteurs hostiles au développement microbien est annulée et la viande devient alors un excellent milieu de culture pour la plupart des microorganismes.

- La contamination post-mortem est la plus fréquente

Elle se fait à l'abattoir par les matières fécales d'animaux sains mais porteurs de Salmonella. Cette contamination peut se faire également par passage dans le sang à la période agonique si l'animal est fatigué. Un animal fatigué, stressé, et malmené avant sa mise à mort peut libérer des salmonelles, jusqu'alors localisées au niveau de la sphère digestive et des ganglions mésentériques, dans la circulation sanguine. On parle alors de bactériémie d'abattage. Elle assure la dissémination des salmonelles dans tout l'organisme, et peut être à l'origine de la contamination profonde du muscle.

Cette contamination peut également se faire après l'abattage par passage à travers la barrière intestinale si l'éviscération est tardive.

Des manoeuvres d'abattoir mal faites peuvent permettre le contact de la viande avec le contenu intestinal (la saignée, le dépeçage).

b - Les volailles

Contamination en élevage

De nombreux auteurs ont passé en revue les principales sources d'infection au cours de la production de poulets de chair.

Ils relèvent le rôle des aliments contaminés, le rôle des couvoirs permettant transmission des germes d'un élevage de poulets de chair et enfin celui de l'environnement (il s'agit alors d'une contamination exogène).

Contamination à partir de l'oeuf

La transmission ovarienne directe considérée jusqu'à maintenant comme exceptionnelle doit être reconsidérée. Le schéma classique de transmission des salmonelles au poussin reposait sur la contamination fécale des oeufs. Quand les oeufs se refroidissent après la ponte, les salmonelles à la surface de la coquille pénètrent dans les milieux de l'oeuf et sont ingérés par le poussin en développement où les microorganismes peuvent se multiplier dans l'intestin d'autant mieux qu'il n'y a pas de compétition.

c - Oeufs

- Contamination avant la ponte

Pour cela les micro-organismes doivent envahir le jaune dans l'ovaire. Un grand nombre d'auteurs a démontré que les Salmonella sont capables de passer du tractus alimentaire par le sang jusqu'aux ovaires.

La transmission transovarienne a été définitivement établie pour quelques espèces :

Salmonella typhimurium et Salmonella enteritidis.

Il semble en outre que Salmonella enteritidis soit invasif et possède une tendance à se localiser dans l'ovaire des volailles. Une telle infection du tissu ovarien est donc capable de contaminer des oeufs pondus peu de temps après l'installation du germe (3).

#### d - Lait

Le lait peut être pollué dans la mamelle ou bien, le plus souvent dans le seau, par les matières fécales de l'animal malade.

#### 2-1-2-2 - Contamination exogène

Ce type de contamination est beaucoup plus important que le précédent. En effet, la contamination endogène a fortement diminué, en raison d'une réglementation rigoureuse et de son application stricte (18).

Dans ce cas, les animaux sont sains, mais la contamination provient du contact de l'animal ou de l'aliment avec un milieu souillé préalablement par les Salmonella.

Plusieurs facteurs peuvent intervenir et constituer des réservoirs de Salmonella.

#### a - Réservoir animal

C'est le principal réservoir des Salmonella. Presque toutes les espèces animales peuvent en héberger. Les animaux peuvent contaminer l'homme soit directement, soit par l'intermédiaire des aliments ou de l'environnement.

On distingue les animaux d'élevage, les animaux domestiques et les animaux sauvages.

- Les animaux d'élevage sont les équidés, les porcins, les ruminants (bovins en particulier) et les volailles. L'essor des Salmonella est favorisé chez eux par l'élevage industriel.

- Les animaux de compagnie favorisant la transmission des Salmonella sont surtout les chiens et les chats. Ils ne sont que les hôtes accidentels de Salmonella ingérés avec les aliments.
- Les animaux sauvages faisant partie du réservoir animal sont les oiseaux (pigeons, mouettes, moineaux...), les rongeurs, les insectes, les animaux à sang froid (tortues, grenouilles, serpents).

#### b - Environnement

L'eau intervient pour assurer l'existence de véritables cycles biologiques. Elle va permettre la contamination des mollusques, coquillages, fruits et légumes.

LE JEUNE et COLL (30) signalent le rôle des eaux usées dans la pollution de zones ostreicoles et conchylicoles (rade de Brest, ABER BENOIT, ABER WRACH) dans le Finistère.

Les eaux de surface peuvent être contaminées directement par les déjections animales mais également par les effluents d'élevages industriels, d'abattoirs, ou les effluents urbains.

L'efficacité épurative des stations de traitement laissant parfois à désirer, les rejets sont loin d'être exempts de germes enteropathogènes.

Les boues permettent la survie des Salmonella et leur épandage assure la persistance de la contamination des sols et des eaux de ruissellement au même titre d'ailleurs que l'épandage des fumiers. La pratique du lagunage dans le traitement des eaux usées serait de nature à abaisser de manière valable la richesse bactérienne des effluents.

#### - Cas des oeufs

L'oeuf pondu est humide et se souille facilement, d'une part par les matières fécales qui peuvent se trouver dans le cloaque, d'autre part par l'environnement : nids de ponte, tapis de ramassage...

Les microorganismes qui se trouvent en surface peuvent pénétrer dans les milieux de l'oeuf à travers les pores. Cependant, l'oeuf possède différentes barrières pour s'opposer à la pénétration et à la multiplication des micro-organismes.

- La cuticule intacte, plus elle est épaisse, mieux elle s'oppose à la pénétration bactérienne ;

- Les membranes coquillières : en raison de l'enchevêtrement serré de leurs fibres, elles représentent un bon obstacle à la progression des micro-organismes dans l'oeuf ;
- Le blanc d'oeuf enfin présente des moyens de défense chimique comme le pH. S'il est voisin de 7.6, 7.9 à la ponte, il atteint rapidement 9.1, 9.3 en vieillissant. Le lysozyme présente une activité antimicrobienne notable vis-à-vis surtout des germes Gram +.  
La conalbumine freine le développement microbien en rendant indisponible les ions Fe ++ (22).

En revanche, si les germes atteignent le jaune d'oeuf, plus rien ne s'oppose à leur développement car celui-ci représente un milieu très favorable en raison de sa richesse en nutriments.

#### c - Rôle des porteurs de germes (19)

Très souvent les manipulateurs malades ou porteurs de germes sont à l'origine de la contamination. Diverses enquêtes ont été réalisées parmi les personnels des industries alimentaires ou le personnel de cuisine. FIEVEZ a mis en évidence 7 à 10 % de porteurs chez les ouvriers de l'industrie de la viande.

On a souligné le rôle de vecteur passif joué par l'homme. Cette position de victime ne l'empêche cependant pas de participer à la dissémination des Salmonella et ceci peut être regrettable dès lors que ces porteurs interviennent sur la chaîne alimentaire.

#### d - Rôle des locaux, matériels ou techniques

La contamination exogène des aliments peut être le fait d'un défaut dans l'hygiène des établissements ou dans la technique de préparation des aliments.

- Les viandes sont l'objet d'une contamination de surface qui est transformée en une contamination profonde lors des opérations de broyage ou de hachage.
- Les volailles peuvent être souillées lors de l'abattage ou des opérations de découpage et de préparation. Les volailles sont, de plus, dirigées vers les abattoirs, entassées dans des cages placées les unes sur les autres, dans les camions, ce qui permet des contaminations directes des animaux par leurs déjections.

Après saignée, les animaux passent dans des bacs d'échaudage dont la température est de l'ordre de 50 - 52 °C ou 58 - 60 °C, selon la destination commerciale ultérieure des carcasses. L'eau de ces bacs est bien entendu, très chargée en matières organiques (fientes, sang...).

Les Salmonella peuvent y subsister et au fur et à mesure du passage des carcasses, la charge microbienne augmente, en dépit du renouvellement de l'eau, ce qui peut conduire à des contaminations croisées.

La plumaison mécanique, l'éviscération, le refroidissement par trempage dans un bac réfrigérant (spin - chiller) sont également des étapes de la préparation qui participent à l'ensemble du processus contaminant. Il est bien établi que partant de quelques animaux porteurs de germes, la contamination va croissant tout au long de la chaîne d'abattage.

Les carcasses porteuses de Salmonella (de l'ordre de 20 à 25 %) vont à leur tour participer à la dissémination de ces germes aux différents niveaux de la chaîne de préparation et de commercialisation (salles de découpe, chambres frigorifiques, véhicules de transport, manipulateurs...).

- La contamination des aliments provient également du contact avec du matériel, des instruments, des récipients, ou même des locaux souillés.

c - Erreurs commises lors de la préparation des repas

Une enquête rapporte les erreurs commises lors de la préparation des repas ; erreurs à l'origine de 493 toxi-infections alimentaires (18).

Sur 493 accidents :	
Réfrigération insuffisante.....	336
Préparation trop longtemps à l'avance.....	156
Personnes infectées et manque d'hygiène personnelle.....	151
Cuisson ou chauffage insuffisants.....	140
Maintien au chaud à une température insuffisante.....	114
Présence de produits crus contaminés dans les plats servis sans cuisson.....	84
Réchauffage insuffisant.....	66
Contamination mutuelle.....	58
Nettoyage insuffisant du matériel.....	52
Autres facteurs.....	160

Tableau n° X : Erreurs à l'origine de 493 T.I.A.

2-2 - LES SEROTYPES RESPONSABLES

2-2-1 - Recherche des Salmonella

2-2-1-1 - Problèmes posés dans cette recherche

Le contrôle bactériologique des aliments, dont l'objectif essentiel est d'assurer la distribution de denrées bactériologiquement salubres, donc exemptes de germes pathogènes, dispose à l'heure actuelle d'une multitude de techniques et d'examen, parfois fort complexes, pour rechercher les salmonelles susceptibles de contaminer les aliments.



Les résultats obtenus au terme d'un examen microbiologique restent toujours les seuls critères utilisés pour faire accepter, ou au contraire, faire rejeter une carcasse ou une pièce de viande du circuit commercial.

Il n'existe pas de méthodes universellement acceptées, mais toutes les techniques utilisées pour rechercher les salmonelles dans les productions carnées ont deux objectifs essentiels, à savoir :

- d'une part, décèler le plus grand nombre possible de salmonelles,
- d'autre part, exprimer les résultats le plus rapidement possible.

\* La recherche des salmonelles dans les productions carnées, pose de nombreux problèmes qui sont en relation avec leur faible nombre dans les viandes, leur répartition hétérogène et la présence dans l'aliment d'une microflore compétitive relativement abondante.

En règle générale, les microorganismes impliqués dans les toxi-infections, existent dans l'aliment en nombre relativement élevé, de l'ordre de 10.5 germes par gramme. Ce niveau important de contamination facilite énormément leur mise en évidence. En revanche, il n'en est pas de même avec les salmonelles, dont le seuil de toxicité est très bas et se situe le plus souvent aux environs de quelques bactéries par gramme. Il arrive parfois qu'une seule salmonelle, si elle se trouve dans des conditions favorables à son développement, provoque un accident digestif. Le faible nombre de ces bactéries, de même que leur répartition hétérogène, rendent leur recherche difficile et posent un problème délicat.

Les viandes et les produits carnés, en particulier les viandes hachées et les chairs à saucisse, sont polymicrobiennes et peuvent renfermer de nombreux microorganismes entrant en compétition avec les salmonelles. La coexistence salmonelles - germes compétitifs est variable et imprévisible. Ces bactéries peuvent être à l'origine d'erreurs de diagnostic si leur multiplication active supplante numériquement les salmonelles, masquant ainsi leur présence.

2-2-1-2 - Principaux critères de choix des techniques de recherche des salmonelles lors d'un contrôle bactériologique des aliments

Le choix d'une méthode est orienté en fonction de :

- Justesse :

Elle est basée sur la corrélation qui existe entre les résultats obtenus par une méthode choisie et ceux fournis par la méthode officielle de référence. Une méthode dite "juste" doit pouvoir éliminer rapidement les faux positifs et fournir des résultats avec un nombre minimal de faux négatifs.

- Sensibilité :

Elle correspond au plus petit nombre de salmonelles que la méthode peut détecter. En bactériologie alimentaire, pour la recherche des salmonelles, il est capital que la méthode soit sensible étant donné le faible nombre de ces bactéries contaminant les échantillons (notamment dans les viandes et les produits carnés).

- Fidélité :

Elle représente la concordance qui existe entre les résultats obtenus lors de l'analyse bactériologique d'un échantillon identique et dans des conditions identiques.

Pour l'analyse microbiologique des aliments, on cherche en plus à utiliser des techniques qui présentent les qualités ci-dessous :

- Rapidité :

Il est indispensable qu'elles s'adaptent aux besoins économiques. On doit pouvoir, en un temps minimum, examiner un grand nombre d'échantillons car pendant que l'on contrôle les carcasses, il faut aussi vendre la viande. De plus, si les conclusions sont tirées rapidement d'une analyse, on peut alors agir promptement à toutes anomalies.

- Coût modéré :

Elles ne doivent pas nécessiter l'utilisation de milieux et d'antisérums trop onéreux, ni faire appel à des équipements spéciaux.

Le contrôle microbiologique des productions alimentaires doit pouvoir être réalisé systématiquement sans trop alourdir les charges de l'entreprise.

- Simplicité dans leur application :

La recherche des salmonelles dans les produits carnés doit pouvoir être réalisée par tous bactériologistes compétents, sans obliger la présence d'une équipe hautement spécialisée.

Enfin, les méthodes utilisées pour détecter les salmonelles doivent s'intégrer facilement au sein des processus couramment utilisés dans les industries agro-alimentaires. Malheureusement, pour les différentes entreprises concernées, les techniques actuellement connues imposent encore trop d'opérations manuelles et de ce fait s'adaptent mal au développement industriel tendant vers la mécanisation.

2-2-1-3 - Les différents types de méthodes de recherche des salmonelles

Il existe trois grands types de méthodes :

- les méthodes conformes aux prescriptions de la formulation nationale,
- les méthodes conformes aux prescriptions définies par l'organisation international des normes (I.S.O),
- les méthodes particulières à chaque laboratoire.  
Pour assurer la surveillance et le contrôle de la qualité bactériologique des denrées alimentaires, de nombreux laboratoires utilisent toujours les procédés traditionnels de détection des salmonelles, par mise en culture des bactéries sur des milieux sélectifs, dans le but d'isoler des colonies pures qui sont ensuite confirmées biochimiquement et sérologiquement comme étant des salmonelles.

Mais ces méthodes sont longues et fastidieuses. Elles demandent 3 à 4 jours avant d'obtenir des résultats présomptifs et 1 à 2 jours supplémentaires pour confirmer ces présomptions. Il faut ainsi attendre 5 à 6 jours pour savoir s'il y a présence ou non, de salmonelles dans les aliments.

C'est pourquoi, des bactériologistes ont mis au point des méthodes d'ensemencement simplifiées permettant d'écourter ce délai de 1 à 2 jours. Avec un minimum de milieux de culture, ils arrivent à différencier, avec une quasi-certitude, les échantillons contaminés de ceux qui ne le sont pas.

Les échantillons négatifs peuvent ainsi rejoindre plus rapidement les circuits de commercialisation, alors que les échantillons positifs par cette méthode, font l'objet d'une analyse complète, comportant une détermination biochimique et sérologique.

Ce délai étant encore estimé trop long, de nombreux spécialistes ont mis au point une méthode permettant de détecter les salmonelles en 24 heures. Il s'agit, entre autres, de l'immunofluorescence directe. Elle est considérée comme une excellente méthode à condition que l'on accepte ses limites. Elle permet toutefois d'éliminer les échantillons négatifs, de façon sûre, en 24 heures. En revanche, compte tenu du nombre important de faux positifs donné par cette méthode, tout résultat positif, doit obligatoirement être contrôlé par culture.

#### 2-2-1-4 - Technique générale de recherche des Salmonella dans les aliments

La recherche des Salmonella peut varier avec les aliments végétaux, viandes, coquillages, oeufs... On peut cependant décrire une technique générale, comprenant plusieurs phases (5).

##### a - Prélèvement

Des prélèvements de 25 grammes sont effectués au hasard, sur les aliments, soit en surface, soit en pleine masse.

Lors du prélèvement d'un échantillon, plusieurs facteurs présentent un grand intérêt.

Il s'agit en effet :

- de la nature et du lieu de prélèvement
- de son volume
- de son transport et de sa conservation jusqu'au début de l'analyse. Après le prélèvement, la flore microbienne ne doit subir aucune modification ni qualitative, ni quantitative.
- de son traitement. Il doit en assurer l'homogénéité, compte tenu du faible nombre et de la répartition hétérogène des salmonelles dans les aliments carnés.

b - Broyage et homogénéisation

Ils sont indispensables pour libérer les cellules bactériennes et les répartir de façon homogène dans l'échantillon examiné.

Pour les viandes, en particulier, cette opération est fondamentale : la fibre musculaire intacte s'oppose à la multiplication des salmonelles ; suffisamment dilacérée, elle l'a favorise.

- Pour les produits facilement émulsionnables comme les oeufs, on pourra utiliser des flacons à billes, ou le malaxage avec un agitateur de verre dans un verre à expérience, en présence éventuellement de sable.
  
- Pour les produits résistants, de texture ferme, on aura recours au mixer stérilisé. On opère ensuite une dilution mère à 25 %, en mélangeant chaque prélèvement avec 75 grammes de "Tryptone-sel".

Cette dilution favorise la revivification des cellules bactériennes qui ont pu perdre une partie de leur vitalité dans l'aliment en se trouvant dans des conditions hostiles (congélation, compétition avec une flore saprophyte plus abondante, dessiccation, taux élevé de chlorure de sodium, nitrates ou nitrites...).

c - Ajustement du pH

La grande quantité d'aliment broyé,ensemencée dans des milieux de pré-enrichissement, nécessite un ajustement du pH entre 6 et 7. Cette précaution s'impose particulièrement pour les aliments acides (fruits, marinades, mayonnaises...) où les salmonelles ne peuvent pas se développer, mais où elles peuvent survivre.

d - Pré-enrichissement

Il est destiné à revivifier les cellules des Salmonella, et à permettre leur développement ultérieur dans des milieux liquides d'enrichissement. Il s'effectue en eau peptonée tamponnée (EPT) : pendant 4 heures à 37 ° C pour les ovoproduits et ceux dont la teneur microbienne initiale est présumée importante et pendant 16 à 20 heures à 37 ° C dans les autres cas.

Pour un dénombrement quantitatif, on utilise la méthode des dilutions. Le diluant doit assurer une bonne dispersion des microorganismes, sans détruire ceux-ci. On utilisera la solution "tryptone-sel" et l'on effectue des dilutions de 10 en 10 (de  $10^{-1}$  ->  $10^{-6}$ ).

Puis on inocule 1 ou 2 ml de la dilution mère et 1 ml des dilutions du broyat dans des tubes de bouillon au mannitol nutritif à simple concentration.

Tous les récipients ensemencés sont portés à l'étuve à 37 ° C, durant 18 - 24 heures.

Avec le bouillon au mannitol, le virage de l'indicateur au jaune indique une fermentation du sucre, et donc, la présence probable d'une entérobactérie.

#### e - Enrichissement

Il s'effectue principalement avec deux milieux :

- le bouillon Muller-Kauffmann au tétrathiomate de sodium et au vert brillant,
- et le bouillon au sélénite de sodium.

Ces milieux favorisent la multiplication des *Salmonella* même en présence d'une population bactérienne concurrente.

Pour éviter l'enrichissement des *Proteus vulgaris* et *Proteus mirabilis*, souvent présents dans les produits alimentaires, on utilise le tétrathionate additionné de novobiocine.

A partir du milieu de pré-enrichissement, on porte 2 ml dans deux tubes de chaque milieu d'enrichissement. Puis, on fait incuber à 37 ° C un tube de bouillon Muller-Kauffmann et un tube de bouillon au sélénite, et à 43 ° C un tube de bouillon Muller-Kauffmann et un tube de bouillon au sélénite.

#### f - Isolement

Après 24 heures, et éventuellement 48 heures d'incubation, on effectue, à partir des milieux d'enrichissement, des isolements sur un ou si possible deux types de milieux sélectifs par une gelose...

Après incubation pendant 24 heures à 37 ° C, les colonies de Salmonella apparaissent, lisses, opaques ou translucides, entourées d'une zone rouge. Si le développement est insuffisant, on prolonge l'incubation. Les bactéries utilisant le lactose font virer le milieu en jaune-vert.

#### g - Identification

A partir des colonies caractéristiques développées sur les milieux d'isolement, on procède à deux types d'identification :

- identification des caractères biochimiques, (galerie A.P.I.) par exemple.
- identification par typage antigénique, grâce à des sérums polyvalents anti O et anti H dits "de mélange", par agglutination sur lame

L'ensemble de ces étapes constitue la technique bactériologique classique. On peut également effectuer la recherche des Salmonella par immunofluorescence ainsi que par la technique ELISA (5).

En cas d'expertise, il y a lieu de faire référence à la norme AFNOR V08-013.

La finalité de cette recherche est la détermination d'un spectre de Salmonella, que l'on compare aux normes bactériologiques autorisées.

Ainsi, selon les critères microbiologiques fixés par l'arrêté du 21 décembre 1979, on ne doit pas trouver une seule Salmonella dans les 25 grammes de produit prélevé. ["Absence de Salmonella dans 25 grammes"] est le critère essentiel de la qualité hygiénique d'un aliment (20).

#### 2-2-2 - Identification des sérotypes et diagnostic

##### 2-2-2-1 - Organisation du contrôle des salmonelloses

Pour déterminer l'étiologie d'une toxi-infection à Salmonella et traiter éventuellement le malade, il est nécessaire que le laboratoire isole la souche, réponde au clinicien qu'il s'agit d'une Salmonella dite "mineure" et lui communique les résultats de l'étude de la sensibilité aux antibiotiques.

Pour établir une prévention, il est nécessaire de collecter rapidement des informations sur les isoléments de Salmonella chez l'homme, les animaux, les aliments, l'environnement, et sur les marqueurs épidémiologiques des souches isolées.

L'identification précise du sérotype et d'autres marqueurs épidémiologiques, qui n'a pas d'intérêt pour le traitement du malade, est au contraire essentielle pour la surveillance et la prévention au niveau national.

C'est pour cette raison qu'ont été créés dans les pays industrialisés des Centres nationaux des Salmonella (CNS). Ce sont des laboratoires qui font partie d'une unité de recherche sur ces bactéries et qui collaborent, en raison de cette spécialisation, à la surveillance et à la prévention des salmonelloses.

Ils sont "les conseillers techniques" en particulier des laboratoires qui procèdent aux isoléments. Les connexions en France sont indiquées dans la figure ci-dessous.

Des fiches que les laboratoires ont à leur disposition facilitent les échanges entre les laboratoires et le Centre (figure page 59).



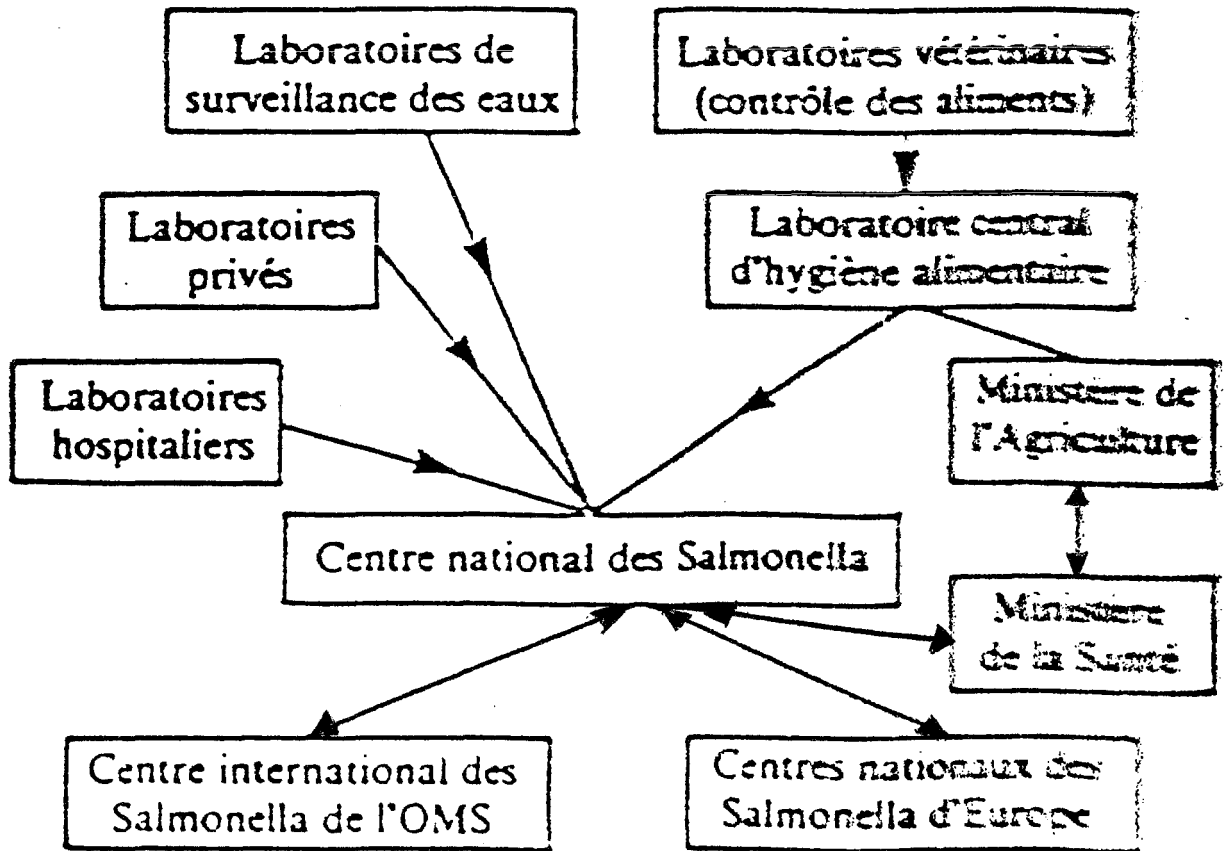


Figure n° 1

Plusieurs éventualités peuvent se présenter :

1 - Les laboratoires qui isolent le germe font le diagnostic de genre Salmonella des groupes O dominants et des quelques sérotypes les plus fréquents (5 sérotypes sur les 2 249 connus fin 1988 représentent 50 % des souches isolées).

\* Si le diagnostic de sérotype est certain, le laboratoire adresse pour information au Centre National des Salmonella (CNS) une feuille comportant le nom du sérotype, la formule antigénique déterminée, les informations épidémiologiques portées sur la fiche :

- date d'isolement, département, ville, malade ou porteur sain, cas isolé, épidémie familiale, épidémie hospitalière, toxi-infection alimentaire collective, nombre de cas, aliment en cause, prélèvement (sang, selles, urines...), tranche d'âge.

\* Si le diagnostic de sérotype ne peut être fait localement avec certitude ou si le diagnostic présumé mérite confirmation, le laboratoire adresse la souche au CNS, accompagnée de sa fiche complétée par les informations épidémiologiques et les caractères déjà déterminés. Le CNS en fait l'étude et retourne par lettre au laboratoire expéditeur un exemplaire complété de la fiche d'accompagnement, prend contact par téléphone avec lui si nécessaire.

2 - Les laboratoires vétérinaires qui font les isolements à partir d'animaux, de denrées alimentaires, etc... adressent leurs souches au Laboratoire central d'hygiène alimentaire (LCHA à PARIS), qui identifie les sérotypes les plus courants, adresse au CNS les souches dont le diagnostic doit être complété ou confirmé. En cas d'urgence (T.I.A.C. dont la souche de Salmonella a été trouvée dans un aliment), il entre en contact avec le CNS. Les réponses du CNS lui sont, dans ce cas, téléphonées.

Chaque trimestre, le LCHA adresse au CNS le relevé des souches qu'il a identifiées avec les informations sur le prélèvement d'où elles ont été isolées et le département de provenance.

3 - Toutes les informations concernant les souches sont introduites en ordinateur.

Chaque année, le CNS reçoit 10 à 12 000 informations et un nombre équivalent de souches à étudier.

Chaque mois, il édite un "flash" portant sur les souches d'origine humaine reçues au laboratoire classées par sérotype. Ceci permet de voir immédiatement les fluctuations des incidences de ces sérotypes.

Chaque trimestre, il édite deux relevés : l'un portant sur le nombre total des divers sérotypes isolés en France et les prélèvements d'où sont isolées les souches ; l'autre portant sur le nombre de souches des divers sérotypes isolées dans chaque département.

Les "flashes" mensuels sont adressés au ministère de la Santé. Les relevés trimestriels, les relevés annuels et les rapports quadriennaux sont adressés aux autres centres nationaux des Salmonella d'Europe (34).

4 - En cas d'infections collectives, le CNS qui collecte les informations et/ou les souches provenant des divers laboratoires prévient le ministère de la Santé auquel il est relié par Minitel, prend contact avec le laboratoire central d'hygiène alimentaire et retransmet les informations au ministère de la Santé pour qu'il puisse rapidement faire démarrer une enquête par les D.D.A.S.S.

## 2-2-2-2 - Les marqueurs épidémiologiques

### a - La sous-espèce

Il est maintenant démontré par les résultats des hybridations des acides désoxyribonudéiques que les Salmonella appartiennent à la même espèce génomique. Cette espèce comprend 7 sous-espèces définies ici encore par les résultats des hybridations ADN/ADN, et aisément individualisables en pratique par des caractères biochimiques différentiels. 99.8 % des souches isolées de l'homme et des animaux à sang chaud appartiennent à la sous-espèces I. Celles des autres sous-espèces sont, sauf rares exceptions, surtout isolées des animaux à sang froid et de l'environnement.

### b - Les antigènes

Les combinaisons des spécificités des antigènes de la paroi (O), d'enveloppe (Vi) et des flagelles (H) permettent de définir dans chaque sous-espèce des types antigéniques ou sérotypes de la sous-espèce I.

Les sérotypes de Salmonella des autres sous-espèces sont désignés uniquement par leur formule antigénique. Fin 1988, 2 249 sérotypes étaient homologués.

Le rôle technique majeur d'un CNS est l'identification du sérotype des souches que lui adressent les différents laboratoires qui les ont isolées. Cette identification est suffisante dans la majorité des cas et peut, dans certaines circonstances, permettre de prendre immédiatement des mesures préventives comme dans l'exemple suivant : le CNS a reçu dans une même période des souches, de départements différents, isolées de malades présentant une toxoinfection alimentaire, et qui appartenaient au sérotype Goldcoast.

Chaque laboratoire a donc reçu l'identification des souches qu'il avait adressées, mais ignorait celle des souches des autres laboratoires. Cette collecte de souches et d'informations a motivé l'alerte du ministère de la Santé qui a fait procéder à une enquête par les directions départementales de la Santé. Celle-ci a rapidement montré que tous les malades avaient mangé des pâtés, que ceux-ci avaient été fabriqués dans une même usine et que c'était la gelée qui les entourait (gelée qui n'est pas chauffée à une température suffisante pour tuer la Salmonella) qui était contaminée.

D'autres toxoinfections ont ainsi été évitées en retirant de la vente les pâtés de cette usine et en procédant dans celle-ci à des mesures et des contrôles de désinfection.

### c - Les marqueurs à l'intérieur du sérotype

#### - Caractères phénotypiques

Deux types de méthodes sont utilisables pour l'étude du biotype.

- La plus anciennement connue est l'étude de l'aptitude à fermenter les substrats couramment utilisés dans le diagnostic.

Par exemple, des souches classées dans le sérotype Typhimurium sur la base des spécificités de leurs antigènes somatiques et flagellaires peuvent fermenter ou être sans action sur le xylose, l'inositol, le rhamnose, le d-tartrate.

L'étude de ces caractères peut permettre de classer les souches dans un même biotype ou dans des biotypes différents suivant qu'elles appartiennent ou non au même clone.

- Une méthode plus perfectionnée consiste à étudier les auxanogrammes, c'est à dire l'aptitude des souches, ou leur inaptitude, à utiliser comme source de carbone, en milieu chimiquement défini, une série étendue de substrats. Ces caractères biochimiques sont, sauf très rares exceptions, codés par des gènes chromosomiques, c'est à dire qu'ils sont très stables, leur variabilité n'étant que celle - très faible - consécutive aux mutations.

L'électrophorèse d'isoenzymes consiste en l'électrophorèse de lysats bactériens et la révélation spécifique des enzymes par des substrats chromogènes pour lesquels ils sont spécifiques. Plus de vingt enzymes peuvent ainsi être étudiées. Ces protéines codées par des gènes allèles peuvent avoir des vitesses de migration différentes, ou être absentes. La comparaison des résultats obtenus permet de grouper les souches qui présentent des profils enzymatiques semblables. Si cette méthode permet de subdiviser certains sérotypes tels qu' Entéritidis, Dublin, Derby, Newport, elle ne peut le faire pour d'autres sérotypes tels que Typhimurium ou Heidelberg.

La lysotypie consiste à étudier la sensibilité ou la résistance des souches à une gamme de bactériophages sélectionnés.

On peut, de plus, utiliser comme marqueurs, la production de bactériocines connues, la sensibilité ou la résistance aux antibiotiques ou aux métaux lourds. Mais comme ces caractères sont souvent sous la dépendance de plasmides, ils peuvent être acquis ou perdus. Leur valeur est donc relative et leur intérêt est restreint à des souches isolées dans une période courte et dans un espace limité, comme celle de lysotypes qui peuvent être modifiés par des informations localisées sur des bactériophages ou des plasmides.

#### - Caractères génotypiques

Si l'étude par électrophorèse en gel des fragments d'ADN chromosomique est inutilisable en pratique en raison du très grand nombre de bandes obtenues, les méthodes d'hybridation avec des fragments localisés d'ADN permettent d'obtenir des résultats intéressants.

Une méthode prometteuse consiste à hybrider les gènes qui codent pour les ARN ribosomiaux et qui sont dispersés sur le chromosome, à couper celui ci par une enzyme, à faire migrer les fragments par électrophorèse en gel puis à révéler ceux où se sont produites les hybridations. Les souches d'un même clone auront le même profil de migration.

La méthode la plus simple pour étudier les caractères plasmidiques est l'analyse du profil plasmidique : on fait migrer par électrophorèse en gel l'ADN plasmidique en même temps que des ADN de poids moléculaires connus. Suivant leur taille, les plasmides migrent plus ou moins vite. Les souches qui hébergent un ou plusieurs plasmides de tailles identiques donneront des "profils plasmidiques" identiques, argument important en faveur de leur appartenance à un même clone. Les caractères phénotypiques codés par ces plasmides ne sont pas recherchés. Cette méthode est simple et rapide. Son intérêt est indéniable pour des souches d'un même sérotype isolées pendant une période limitée et dans une zone limitée. Au contraire, les résultats doivent être interprétés avec circonspection dans d'autres cas, parce qu'alors la probabilité d'acquisition ou de perte de plasmides augmente de manière aléatoire.

Cette méthode peut être affinée en segmentant les ADN plasmidiques par des enzymes de restriction et en faisant migrer ces fragments : ceux-ci migreront de la même manière si les souches en étude hébergent des plasmides identiques.

#### 2-2-2-3 - Les sérotypes rencontrés

De nombreuses souches sont isolées tous les ans. En France, les bilans publiés périodiquement par les Professeurs Le Minor L et S du Centre National des Salmonella à l'Institut Pasteur de Paris, donnent l'origine et la répartition des sérotypes identifiés à partir de ces souches. Ces auteurs considèrent que les bilans ainsi établis, donnent une bonne image de l'incidence des sérotypes. Un nombre croissant de laboratoires ont maintenant la compétence et possèdent les sérums qui leur permettent d'identifier complètement les sérotypes les plus fréquents. Ils adressent au Centre National des Salmonella, lors de chaque isolement, une fiche d'information, et les renseignements sont introduits en mémoire d'ordinateur. Ils adressent également toutes les souches dont le lysotype doit être déterminé, celles dont le diagnostic doit être confirmé en cas de doute, ou complété, ou complètement établi. Les souches d'origine ou vétérinaire sont pour la plupart dirigées vers le Laboratoire Central d'Hygiène Alimentaire.

Ainsi, Le Minor et Grimont ont publié dans un rapport l'évolution du nombre de souches pour les principaux sérotypes au cours des années 1984 à 1987 sur un total de 66 201 souches (33).

TABLEAU n° XI : Répartition par sous espèces du genre Salmonella

Sous-espèce	I	II	IIIa	IIIb	IV	V	VI
Nombre	66 080	7	10	97	7	0	0
Pourcentage	99,8	0,01	0,01	0,15	0,01	0	0

TABLEAU XII : Répartition par groupe 0 du genre Salmonella

Facteurs 0 caractéristiques	Nombre	Pourcentages
2	149	0,2
4	32 169	48,6
6.7	8 047	12,1
6.8	7 763	11,7
8	244	0,4
9	11 265	17
9,46	31	0,05
3,10	2 371	3,6
1,3,19	1 357	2
11	103	0,15
13,22	204	0,3
13,23	590	0,9
16	83	0,1
61	51	0,08
18	35	0,05
28	76	0,1
30	40	0,06
35	37	0,05

\* Fréquence des différents sérotypes.

Au total, 378 sérotypes connus, 79 variantes monophasiques et 7 nouveaux sérotypes ont été identifiés.

Les sérovars les plus fréquents, représentés par au moins 80 souches, sont rapportés dans le tableau XIII.

\* Répartition des souches par année.

Celle-ci est relativement homogène comme elle l'était dans les années 1980 - 1983.

17 334 en 1984  
15 736 en 1985  
16 164 en 1986.  
16 967 en 1987.

Comme les années précédentes, les fluctuations sont fonction des périodes de l'année, le maximum de souches isolées correspondant à la période chaude et le minimum à la période froide.

\* Evolution de l'incidence de quelques sérovars rencontrés essentiellement chez l'homme.

\* Bovismorbificans

Après un pic en 1981, la fréquence de ce sérovar qui avait diminué jusqu'en 1984 a brutalement remonté en 1985. Il se trouve maintenant au 4<sup>ème</sup> rang. Son nom a été particulièrement mal choisi car on l'isole essentiellement chez l'homme.

\* Entériditis

Sa fréquence a fortement augmenté en 1987 à notre connaissance dans tous les pays d'Europe de l'Ouest.

\* Goldcoast

Nous avons signalé dans le rapport précédent l'augmentation de la fréquence de ce sérovar. En 1984, elle a présenté un pic dû à un grand nombre de toxico-infections consécutives à la vente d'un pâté contaminé.



\* Panama

Deux grandes vagues ont été observées avec ce sérovar qui est essentiellement isolé de diarrhées de l'enfant, l'une de 1966 à 1971, l'autre de 1978 à 1983. Bien que sa fréquence ait fortement décru, il occupe encore le 8ème rang.

Evolution de l'incidence de quelques sérovirs dont les courbes de fréquence chez les animaux et l'homme sont corrélées.

\* Heidelberg

La fréquence de ce sérovar chez l'homme et les animaux (volailles) a montré une vague importante en 1981-82. Sa fréquence a beaucoup diminué bien qu'il occupe encore le 14ème rang.

\* Saintpaul

La fréquence de ce sérovar dont le réservoir est constitué par les volailles (la courbe montre nettement la contamination secondaire de l'homme), qui était particulièrement élevée en 1975 et 1980, se maintient malgré sa régression à la 6ème place.

\* Virchow

Il est frappant de constater que l'incidence de ce sérovar, qui était négligeable avant 1982, a augmenté simultanément de manière importante chez l'homme et les animaux, ici encore les volailles.

Les graphiques concernant six autres sérovirs, publiés dans le rapport précédent, ne sont pas poursuivis dans celui-ci. Ces sérovirs sont les suivants :

\* Agona

La fréquence de ce sérovar continue à progresser. Il est maintenant bien implanté en France alors qu'avant 1973 l'isolement de souches de ce sérovar était exceptionnel.

\* Anatum

Les fluctuations des fréquences des souches de ce sérovar isolé chez l'homme et les animaux continuent à aller de pair.

\* Infantis et Montevideo

Bien qu'il s'agisse de sérovars fréquemment isolés, leur incidence a un peu diminué depuis 1983.

\* Hadar et Kedougou

Les deux sérovars apparus en France en 1975 avaient montré un pic important le premier en 1979 et le second en 1978. Leur fréquence a diminué mais ils restent implantés dans ce pays.

Quand on compare ces chiffres avec ceux portant sur les années 1970 à 1974 ou 1980 à 1983, certains sérovars ont montré des fluctuations importantes même le chiffre total des souches soit resté stable.

**Fréquence annuelle du sérovar *Bovismorbificans***

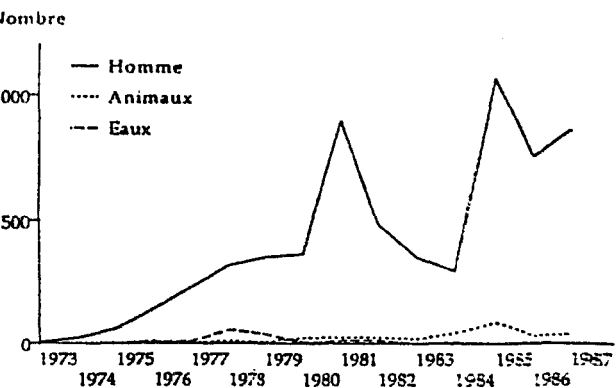


Figure n° 2

**Fréquence annuelle du sérovar *Heidelberg***

- 69 -

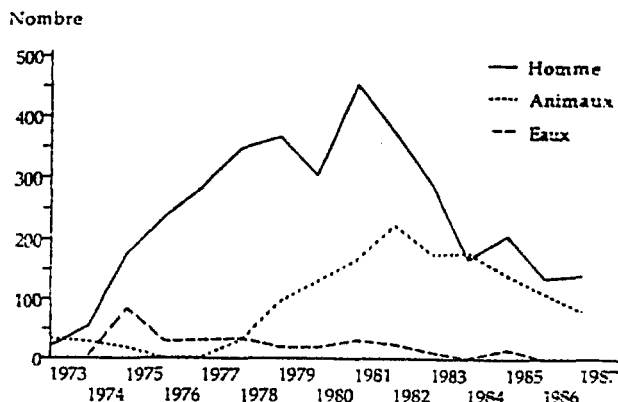


Figure n° 6

**Fréquence annuelle du sérovar *Enteritidis***

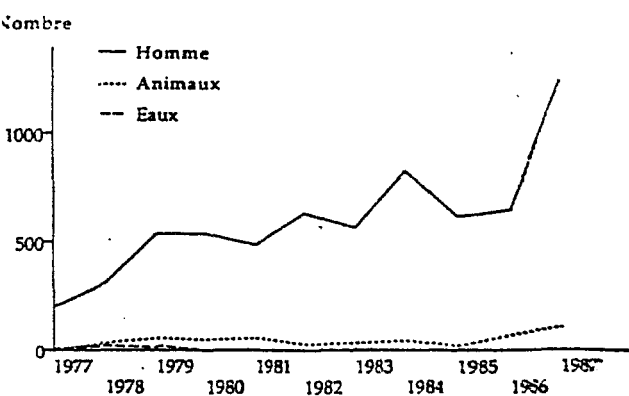


Figure n° 3

**Fréquence annuelle du sérovar *Saintpaul***

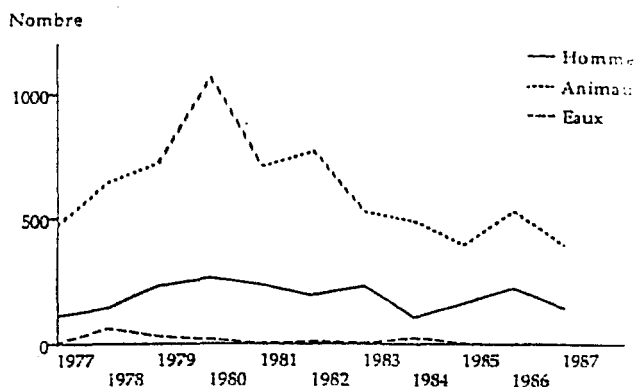


Figure n° 7

**Fréquence annuelle du sérovar *Goldcoast***

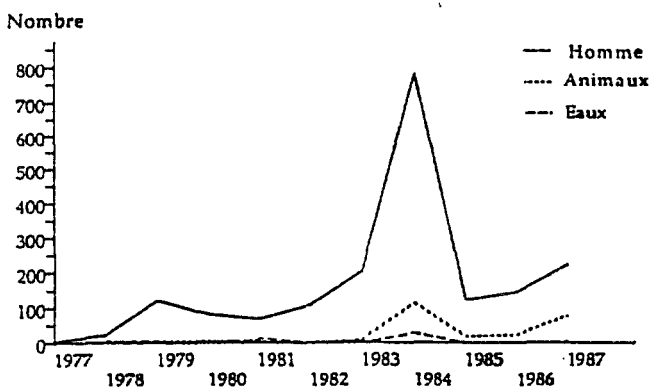


Figure n° 4

**Fréquence annuelle du sérovar *Virchow***

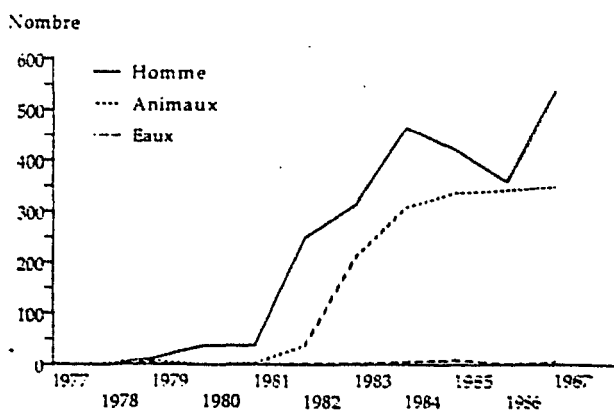


Figure n° 8

**Fréquence annuelle du sérovar *Panama***

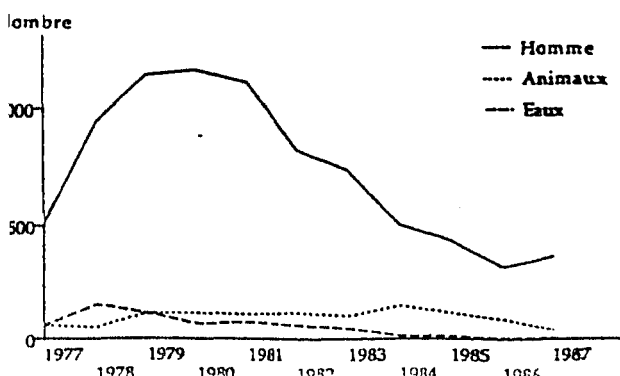


Figure n° 5

Tableau n° XIII - Liste des sérovars et variantes les plus fréquents du genre Salmonella

Sérovars classés par fréquence décroissante	Antigène O caractéristique	Nombre de souches de 1984 à 1987	Evolution par rapport à la période 1980-1983
1 - Typhimurium	4	19 370	+ 83
2 - Enteritidis	9	3 677	+ 1 135
3 - Virchow	6,7	3 324	+ 2 507
4 - Bovismorbificans	6,8	3 287	+ 979
5 - Dublin	9	3 200	- 109
6 - Saintpaul	4	2 837	- 1 606
7 - Infantis	6,7	2 595	- 548
8 - Panama	9	2 173	- 2 559
9 - Typhi	9	1 763	- 236
10 - Agona	4	1 625	+ 497
11 - Goldcoast	6,8	1 601	+ 1 055
12 - Bredeney	4	1 502	+ 147
13 - Derby	4	1 364	+ 297
14 - Heidelberg	4	1 303	- 1 123
15 - Senftenberg	1,3,19	1 274	- 540
16 - Newport	6,8	1 205	+ 317
17 - Paratyphi B	4	1 071	+ 124
18 - Anatum	3,10	940	+ 311
19 - Montevideo	6,7	717	- 37
20 - Braenderup	6,7	637	+ 266
21 - London	3,10	620	- 53
22 - Livingstone	6,7	447	+ 22
23 - Hadar	6,8	409	- 762
24 - Manhattan	6,8	377	- 271
25 - Schwarzengrund	4	375	- 225
26 - Blockley	6,8	360	+ 245
27 - Coeln	4	310	+ 35
28 - Mbandaka	6,7	300	+ 16
29 - Thompson	6,7	284	- 471
30 - Kedougou	13,23	231	- 41
31 - Wien	4	225	- 106

32 - Ohio	6,7	216	+	12
33 - Givè	3,10	191	-	195
34 - Muenchen	6,8	187	+	66
35 - Kottbus	6,8	152	-	27
36 - Worthington	13,23	147	-	55
37 - Paratyphi A	2	147	-	11
38 - Gallinarum	9	145	-	30
39 - Ibadan	13,22	133	+	29
40 - Abortusovis	4	128	-	8
41 - Havana	13,23	109	+	19
42 - Stanley	4	104	-	16
43 - Orion	3,10	104	+	97
44 - Litchfield	6,8	99	+	16
45 - Meleagridis	3,10	96	+	24
46 - Muenster	3,10	94	+	17
47 - Indiana	4	94	+	39
48 - 4,12 : d : -	4	91	-	126
49 - Duisburg	4	89	-	148
50 - 4,5,12 : b : -	4	86	+	19
51 - Rissen	6,7	83	+	12
52 - Oranienburg	6,7	83	+	22
53 - 9,12 : 1, v : -	9	82	+	61

Nous avons donné des exemples d'une part pour des sérovars isolés essentiellement chez l'homme et qui ne paraissent donc pas avoir un réservoir animal, d'autre part, pour des sérovars isolés avec une grande fréquence chez les volailles et chez l'homme.

Les courbes montrent dans ce dernier cas que ce sont celles-ci qui en constituent le réservoir d'où le rôle de la prévention sur le contrôle des élevages et des abattoirs dans de tels cas.

2-3 - ETUDE EPIDEMIOLOGIQUE DES TOXI-INFECTIONS  
ALIMENTAIRES COLLECTIVES (TIAC) SUR LES 5 DERNIERES  
ANNEES (17 -19 - 22 - 24 -25 - 32- 39 -41)

2-3-1 - Rappel

La définition d'un foyer de Toxi-Infection Alimentaire Collective (T.I.A.C.) est la suivante : apparition d'au moins deux cas d'une symptomatologie, en général digestive, dont on peut rapporter la cause à une même origine alimentaire.

Les données recueillies proviennent de trois sources différentes :

- les foyers déclarés aux D.D.A.S.S dans le cadre de la déclaration obligatoire,
- les foyers signalés par les laboratoires d'analyses médicales au Centre National de Référence (C.N.R) des salmonelles (Pr le Minor, Dr Grimont),
- les foyers déclarés aux Directions des Services Vétérinaires (D.S.V).

2-3-2 - Evolution des TIAC entre 1988 et 1991

Tableau XIV : Toxi-infections alimentaires collectives déclarées en 1988

	Foyers déclarés aux D.D.A.S.S. et D.S.V.	Foyers signalés au C.N.R.	Total
	Foyers (malades)	Foyers (malades)	Foyers (malades)
Salmonella dont :	74 (1 530)	145 (709)	219 (2 239)
Typhimurium	24 (670)	34 (174)	58 (844)
Enteritidis	33 (463)	66 (377)	99 (840)
Autres sérotypes	17 (397)	45 (158)	62 (555)
Clostridium perfringens	22 (1 915)	- -	22 (1 915)
Staphylococcus aureus	17 (405)	- -	17 (405)
Shigella	6 (378)	- -	6 (378)
Histamine	3 (15)	- -	3 (15)
Trichine	1 (11)	- -	1 (11)
Non déterminé	41 (1 368)	- -	41 (1 368)
<b>TOTAL</b>	<b>164 (5 622)</b>	<b>145 (709)</b>	<b>309 (6 331)</b>

Tableau XV : Toxi-infections alimentaires collectives déclarées en 1989 (41)

	Foyers déclarés aux D.D.A.S.S. et D.S.V.	Foyers signalés au C.N.R.	Total
	Foyers (malades)	Foyers (malades)	Foyers (malades)
Salmonella dont :	181 (4 641)	281 (1 061)	462 (5 702)
Typhimurium	37 (763)	30 (99)	67 (862)
Enteritidis	109 (2 917)	174 (614)	283 (3 531)
Autres sérotypes	35 (961)	77 (348)	112 (1 309)
Clostridium perfringens	26 (2 042)	- -	26 (2 042)
Staphylococcus aureus	28 (868)	- -	28 (868)
Histamine	7 (85)	- -	7 (85)
Divers *	5 (56)	- -	5 (56)
Non déterminé	83 (2 393)	- -	83 (2 393)
<b>TOTAL</b>	<b>330 (10 085)</b>	<b>281 (1 061)</b>	<b>611 (11 146)</b>



Tableau XVI : Toxi-infections alimentaires collectives déclarées en 1990 (25)

	Foyers déclarés aux D.D.A.S.S. et D.S.V.	Foyers signalés au C.N.R.	Total
	Foyers (malades)	Foyers (malades)	Foyers (malades)
Salmonella	155 (3 619)	267 (1 049)	422 (4 668)
dont :			
Typhimurium	26 (410)	50 (245)	76 (655)
Enteritidis	93 (2 190)	120 (572)	213 (2 762)
Autres sérotypes	36 (1 019)	97 (232)	133 (1 251)
Clostridium perfringens	28 (1 481)	- -	28 (1 481)
Staphylococcus aureus	35 (907)	- -	35 (907)
Histamine	9 (186)	- -	9 (186)
Autres *	15 (571)	- -	15
Non déterminé	85 (1 671)	- -	85 (1 671)
<b>TOTAL</b>	<b>326 (7 968)</b>	<b>267 (1 049)</b>	<b>593 (9 017)</b>

\* Dont D.S.P. : 11 (421), Bacillus cereus : 1 (36), Shigella : 1 (100), Trichine : 1 (4), Clenbutérol : 1 (10).

- En 1988, l'agent responsable a pu être identifié dans 87 % (268/309) des cas.

Parmi ces 268 foyers, Salmonella a été isolée dans 82 % des cas, Clostridium perfringens dans 8.2 % des cas et Staphylococcus aureus dans 6.3 % des foyers (Tableau 1).

- En 1989, l'agent responsable a pu être identifié dans 86 % (528/611) des cas.

Parmi ces 528 foyers, Salmonella a été isolée dans 88 % des cas, Clostridium Perfringens et Staphylococcus aureus chacun dans 5% des foyers (Tableau 2).

- En 1990, l'agent responsable a pu être identifié dans 86 % (508/593) des cas.

Parmi ces 508 foyers, Salmonella a été isolée dans 83 % des cas, Clostridium Perfringens dans 6 % et Staphylococcus aureus dans 7 % des foyers (Tableau 3).

Parmi les infections à Salmonella, la répartition par sérotype montre une prédominance de Salmonella enteritidis :

- 45 % des foyers en 1988
- 61 % des foyers en 1989
- 51 % des foyers en 1990

La répartition mensuelle des foyers montre une incidence plus élevée pendant l'été des foyers à Salmonella.

. Tableau récapitulatif : Toxi-infections alimentaires collectives déclarées.

	1988	1989	1990	TOTAL
T.I.A. à <u>Salmonella</u>	219/309 71 %	462/611 75 %	422/593 72 %	1103/1513 73 %
T.I.A. Autres	90/309 29 %	149/611 25 %	173/593 28 %	412/1513 27 %

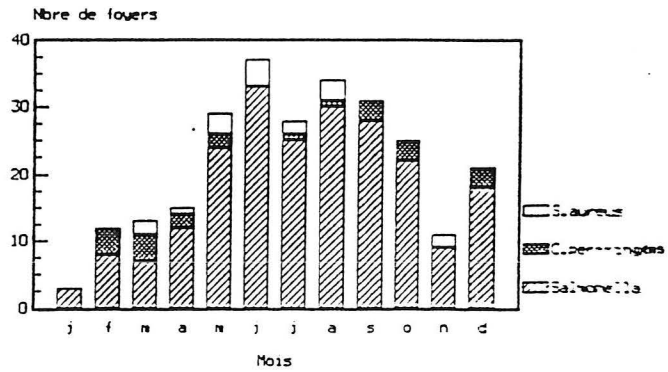


Figure n° 9 : Répartition mensuelle des T. I.A.C. déclarées en 1988 par type d'agent

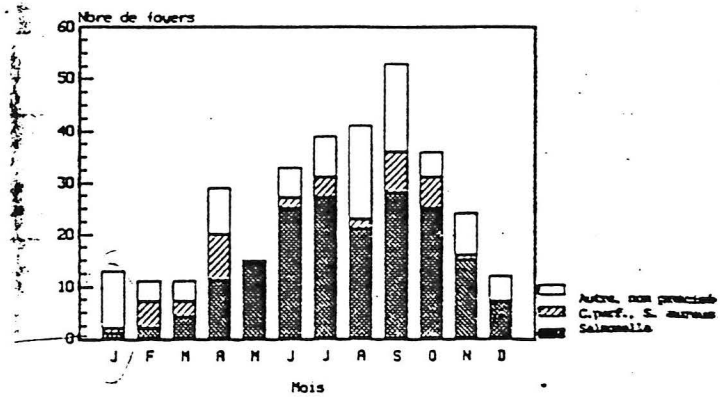


Figure n° 10 : Répartition mensuelle des T. I.A.C. déclarées en 1989 par type d'agent

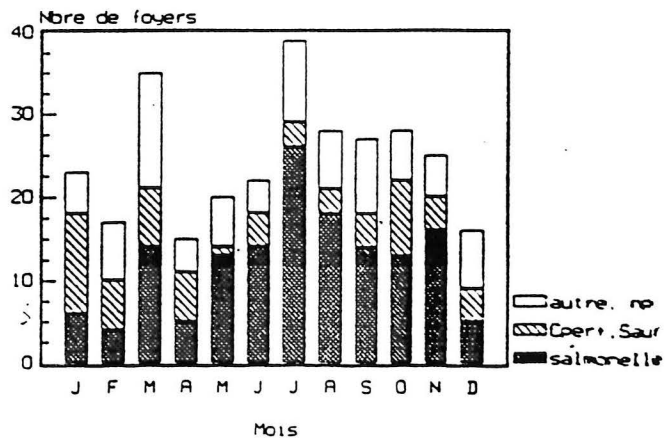


Figure n° 11 : Répartition mensuelle des T. I.A.C. déclarés en 1990 par type d'agent

La taille des foyers varie selon le lieu de l'incident. Le nombre moyen de malades par foyer est de 7 en milieu familial, de 40 en restauration collective et moins de 67 dans les foyers diffus en 1988, moins de 50.2 en 1989, moins de 36 en 1990.

1989 : Tableau XVII - Taille des foyers selon le type de restauration

Taille des foyers	Total	Restauration Collective	Restauration Familiale
2 - 9 malades	163 (50 %)	66 (30%)	96 (92 %)
10 - 49 malades	111 (33 %)	102 (42 %)	6 (6 %)
50 - 99 malades	31 (9 %)	29 (13 %)	2 (2 %)
>/ 100 malades	25 (8 %)	24 (11 %)	0 (-)

1990 : Tableau XVIII - Taille des foyers selon le type de restauration

Taille des foyers	Total	Restauration Collective	Restauration Familiale
2 - 9 malades	155 (48 %)	60 (29%)	91 (87 %)
10 - 49 malades	126 (39 %)	106 (51 %)	12 (11 %)
50 - 99 malades	27 (8 %)	25 (12 %)	2 (7 %)
>/ 100 malades	18 (5 %)	17 (8 %)	

Les T.I.A.C. survenues en restauration collective représentent environ 65 % des foyers dont un tiers en milieu scolaire, et un tiers en restauration commerciale.

La majorité des T.I.A.C. à Salmonella survient en restauration familiale ou commerciale alors que les foyers à Clostridium Perfringens sont déclarés surtout en restauration collective, notamment en milieu scolaire.

Tableau XIX : Agents responsables et lieux de contamination des foyers ayant fait l'objet d'une déclaration aux D.D.A.S.S. ou aux D.S.V. (1988).

Agent	Milieu scolaire	Restauration d'entreprise	I.M.S.*	Restaurant Commercial	Foyers Familiaux	Foyers** Diffus	Total
Salmonella							
dont :	5 (351)	5 (224)	8 (268)	17 (150)	30 (171)	9 (366)	75 (1 530)
Typhimurium	3 (322)	3 (314)	2 (16)	5 (79)	9 (42)	2 (77)	24 (670)
Enteritidis	1 (9)	1 (10)	2 (70)	6 (26)	17 (99)	6 (249)	33 (463)
Autres sérotypes	1 (20)	1 (80)	4 (182)	6 (45)	4 (30)	1 (40)	17 (397)
Clostridium Perfringens	16 (1 537)	2 (60)	3 (199)	1 (119)	- -	- -	22 (1 915)
Staphylococcus aureus	7 (196)	- -	3 (68)	2 (44)	5 (97)	- -	17 (405)
Shigella	3 (200)	- -	- -	- -	2 (42)	1 (136)	6 (378)
Histamine	- -	1 (10)	- -	1 (3)	1 (2)	- -	3 (15)
Trichine	- -	- -	- -	- -	1 (11)	- -	1 (11)
Non déterminé	22 (919)	8 (113)	3 (191)	5 (123)	3 (22)	- -	41 (1 368)
<b>TOTAL</b>	<b>153 (3 203)</b>	<b>16 (407)</b>	<b>117 (726)</b>	<b>26 (439)</b>	<b>42 (345)</b>	<b>10 (502)</b>	<b>164 (5 622)</b>

\* Institutions médico-sociales (hôpitaux, maisons de retraite,...).

\*\* Plusieurs collectivités ou familles avec une même source de contamination (pâtisserie, traiteur, ...).

Tableau XX : Agents responsables et lieux de contamination des foyers ayant fait l'objet d'une déclaration aux D.D.A.S.S. ou aux D.S.V. (1989).

Nombre de foyers (nombre de malades)

Agent	Milieu scolaire	Restauration d'entreprise	I.M.S.*	Restaurant Commercial	Autres ** Collectivités	Foyers Familiaux	Foyers ** Diffus
Salmonella							
dont :	17 (1 213)	7 (578)	19 (773)	37 (895)	8 (322)	90 (580)	5 (335)
Typhimurium	4 (67)	2 (49)	2 (136)	12 (349)	- -	17 (162)	- -
Enteritidis	11 (978)	5 (529)	12 (487)	20 (276)	2 (23)	56 (344)	5 (335)
Autres sérotypes	2 (168)	- -	5 (150)	5 (270)	6 (299)	17 (74)	- -
Clostridium Perfringens	13 (1 652)	3 (144)	4 (73)	4 (117)	2 (56)	- -	- -
Staphylococcus aureus	12 (459)	- -	- -	9 (303)	6 (101)	1 (5)	- -
Shigella	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Histamine	1 (50)	1 (23)	- -	7 (32)	- -	2 (9)	- -
Trichine	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Non déterminé	25 (1 410)	5 (127)	6 (91)	23 (425)	- -	11 (48)	- -
<b>TOTAL</b>	<b>168 (4 784)</b>	<b>14 (413)</b>	<b>29 (937)</b>	<b>80 (1 772)</b>	<b>30 (798)</b>	<b>104 (642)</b>	<b>5 (335)</b>

\* Institutions médico-sociales (hôpitaux, maisons de retraite...).

\*\* Plusieurs collectivités ou familles avec une même source de contamination (pâtisserie, traiteur...).

\*\*\* Centres de vacances, prisons, communautés religieuses,...

Tableau XXI : Agents responsables et lieux de contamination des foyers ayant l'objet d'une déclaration aux D.D.A.S.S. ou aux D.S.V. (1990).

Nombre de foyers (nombre de malades)

Agent	Milieu scolaire	Restauration d'entreprise	I.M.S.*	Restaurant Commercial	Autres ** Collectivités	Foyers Familiaux	Foyers ** Diffus
Salmonella							
dont :	111 (599)	7 (271)	9 (461)	22 (387)	12 (1 003)	84 (575)	7 (309)
Typhimurium	2 (211)	1 (11)	1 (16)	7 (99)	- -	15 (73)	- -
Enteritidis	8 (326)	3 (201)	3 (196)	10 (211)	8 (795)	53 (338)	6 (109)
Autres sérotypes	1 (62)	3 (59)	5 (249)	5 (77)	4 (208)	16 (164)	1 (200)
Clostridium Perfringens	12 (935)	4 (88)	3 (124)	3 (12)	3 (286)	3 (36)	- -
Staphylococcus aureus	115 (695)	1 (5)	1 (8)	4 (24)	6 (120)	7 (48)	1 (7)
Autres	6 (141)	3 (154)	4 (286)	4 (29)	3 (128)	3 (9)	1 (10)
Non déterminé	132 (789)	7 (215)	4 (149)	19 (206)	14 (285)	8 (23)	1 (4)
<b>TOTAL</b>	<b>176 (3 159)</b>	<b>22 (733)</b>	<b>121 (1 028)</b>	<b>52 (658)</b>	<b>38 (1 822)</b>	<b>105 (691)</b>	<b>10 (330)</b>

\* Institutions médico-sociales (hôpitaux, maisons de retraite...).

\*\* Plusieurs collectivités ou familles avec une même source de contamination (pâtisserie, traiteur...).

\*\*\* Centres de vacances, prisons, communautés religieuses,...

Un aliment a été suspecté ou confirmé dans la majorité (environ 70 %) des foyers.

Les viandes et volailles sont, lorsqu'elles sont préparées en sauce, la principale cause d'intoxication à Clostridium Perfringens.

Les volailles (canard, poulet, foie gras) ont été à l'origine de Salmonellose. Les aliments à base d'oeuf transmettent principalement des salmonelles, et plus particulièrement Salmonella enteritidis.

Les poissons sont à l'origine des foyers d'intoxication histaminique et les moules des foyers d'intoxication par des dinoflagelles.

Enfin, les intoxications staphylococciques sont plus fréquemment associées à des plats ayant subi des manipulations importantes (salades composées).

Tableau XXII : Aliments suspectés et agents responsables de T.I.A.C en 1988 (Foyers déclarés aux D.D.A.S.S. ou D.S.V.).

Aliments	Salmonella	Clostridium Perfringens	Staphylococcus Aureus	Autres Agents	Agents Indéterminés	Total
Laits et produits laitiers	-	-	2	-	1	3
Oeufs et ovoproduits	39	-	4	1	3	47
Viandes et volailles	11	19	8	1	13	52
Poissons et fruits de mer	5	1	-	3	4	13
Autres aliments	5	2	2	-	3	12
Aliments non retrouvés	14	-	1	5	17	37
<b>TOTAL</b>	<b>74</b>	<b>22</b>	<b>17</b>	<b>10</b>	<b>41</b>	<b>164</b>

Tableau XXIII : Aliments suspectés et agents responsables de T.I.A.C en 1989 (Foyers déclarés aux D.D.A.S.S. ou D.S.V.).

Aliments	Salmonella		Clostridium Perfringens	Staphylococcus Aureus	Autres Agents	Agents Indéterminés	Total
	Enteritidis	Autres					
Laits et produits laitiers	0	1	1	6	-	-	8
Oeufs et ovoproduits	81	27	-	-	-	5	113
Viandes et volailles	2	11	20	3	2	12	50
Poissons et fruits de mer	2	7	-	1	7	5	22
Autres aliments	7	6	3	9	1	11	37
Aliments non retrouvés	17	20	2	9	2	50	100
<b>TOTAL</b>	<b>109</b>	<b>72</b>	<b>26</b>	<b>28</b>	<b>12</b>	<b>83</b>	<b>330</b>



Tableau XXIV : Aliments suspectés et agents responsables de T.I.A.C en 1990 (Foyers déclarés aux D.D.A.S.S. ou D.S.V.).

Aliments	Salmonella		Clostridium	Staphylococcus	Agents		Total
	Enteritidis		Perfringens	Aureus	Autres	Indéterminés	
	Autres				Agents		
Laits et produits laitiers	-	3	-	9	-	2	14
Oeufs et ovoproduits	67	24	-	3	-	4	98
Viandes et volailles	5	14	16	4	2	5	46
Poissons et fruits de mer	2	4	-	1	19	3	29
Autres aliments	5	4	8	8	1	12	38
Aliments non retrouvés	14	13	4	10	1	59	101
<b>TOTAL</b>	<b>93</b>	<b>62</b>	<b>28</b>	<b>35</b>	<b>23</b>	<b>85</b>	<b>326</b>

Au moins un facteur ayant contribué à l'incident a été identifié dans 54 % des foyers ayant fait l'objet d'une investigation.

Le non respect de la chaîne du froid lors de la préparation du repas (mise en attente des plats préparés à température ambiante pendant plus d'une heure), les erreurs dans le processus de préparation et un délai important entre préparation et consommation représentent les principaux facteurs favorisant d'où le rôle important de la prévention.

Ainsi, la prévention des T.I.A.C. repose, tant en milieu familial qu'en restauration collective, sur une utilisation plus systématique de la réfrigération pour la conservation des aliments et sur une réduction du délai entre préparation et consommation des repas.

### 2-3-3 - Les infections à Salmonella enteritidis

\* La répartition par sérotype pour les T.I.A.C. à Salmonella montre une prédominance de Salmonella enteritidis.

Le problème de l'augmentation des infections à Salmonella enteritidis en France est en association avec la consommation de préparations à base d'oeuf cru ou insuffisamment cuit.

2-3.1 - Situation épidémiologique

a) A partir des données du Centre National de Référence des Salmonella

L'augmentation des infections à Salmonella enteritidis observées en France depuis août 1987 par le C.N.R. des salmonelles s'est stabilisée en 1990 (Tableau 1).

La répartition géographique de la proportion de Salmonella enteritidis isolées en 1990 n'est pas homogène (Figure 1) : les régions les plus touchées sont, comme les années précédentes, situées dans le Sud-Ouest (Aquitaine, Midi-Pyrénées, Limousin, Poitou-Charentes). On constate cependant cette année une augmentation en Normandie.

Tableau XXV : Isolements de Salmonella enteritidis chez l'homme (1986 à 1990)  
(Source : C.N.R. des Salmonella)

	Nombre de souches de Salmonella enteritidis isolées chez l'homme	Taux d'incidence d'isolement de Salmonella enteritidis pour 100 000 habitants	Pourcentage de Salmonella enteritidis par rapport au total de Salmonelles isolées
1986	652	1.2	7
1987	1 250	2.3	11
1988	2 220	4	20
1989	4 562	8.4	28
1990	4 573	8.4	27

b) A partir des déclarations de toxi-infection alimentaire collective (T.I.A.C.)

Les toxi-infections alimentaires collectives provoquées par Salmonella enteritidis représentent 21 % des foyers provoqués par des salmonelles en 1986, 35 % en 1987, 45 % en 1988, 61 % en 1989 et 51 % en 1990.

En 1990, sur 93 foyers à Salmonella enteritidis (déclarés aux D.D.A.S.S. ou aux D.S.V.), 63 % sont survenus en milieu familial ou en foyers diffus.

L'aliment responsable a pu être suspecté ou confirmé dans 79 foyers (Tableau 2) : 67 (85 %) étaient des produits à base d'oeuf (tous de fabrication artisanale : aucune mayonnaise ou mousse industrielle n'a été incriminée).

Parmi les 67 foyers où des oeufs ont été mis en cause, nous disposons d'informations sur la provenance de ces oeufs dans 34 foyers :

- pour 16 d'entre eux, les oeufs provenaient de petits élevages familiaux, principalement dans l'Ouest et le Sud-Ouest de la France (voir à ce propos l'étude effectuée dans le Limousin et publiée dans le B.E.H. n° 16/1991) ;

- pour les 18 autres foyers, les oeufs provenaient d'élevages industriels. Les élevages responsables ont été difficilement identifiables lorsque les oeufs transitaient par des grossistes-répartiteurs.

Tableau XXVI : Aliments suspectés ou confirmés lors des foyers de T.I.A.C. à Salmonella enteritidis en 1990.

ALIMENTS	NOMBRE DE FOYERS
Mayonnaise	23
Pâtisserie	17
Omelette	2
Oeufs (sans autre précision)	25
Viandes, volailles	5
Poissons	2
Autres (paëlla, sauces...)	5
Non déterminé	14

Les services vétérinaires ont effectué une enquête dans 8 élevages suspects. Ces enquêtes ont comporté des analyses sur les poules (sang, fientes, viscères), sur les oeufs et sur l'environnement. L'infection de l'élevage a été confirmée dans 7 élevages : 5 familiaux, 1 industriel et 1 semi-industriel.

### 2-3-3.2 - Situation internationale

L'augmentation d'infections à Salmonella enteritidis est observée dans un nombre croissant de pays européens. Des informations précises sont disponibles sur la situations aux Etats-Unis et en Grande-Bretagne où une stabilisation du problème est également observée. Ces deux pays ont mis en place, comme en France, des actions de prévention au niveau des élevages. La F.D.A aux Etats-Unis vient d'inclure les oeufs dans la liste des aliments potentiellement à risque et recommande la réfrigération des oeufs pendant le stockage.

## 3 - PREVENTION DES TOXI-INFECTIONS ALIMENTAIRES A SALMONELLA

### 3-1 - IMPACT ECONOMIQUE

Sur le plan économique, s'il s'agit d'une maladie à faible taux de létalité dans les pays développés, l'incidence des toxi-infections alimentaires est élevée : plusieurs experts ont estimé que la morbidité due aux toxi-infections alimentaires est la seconde cause de morbidité en Europe après les infections respiratoires. Aux Etats-Unis, on estime que 5 millions de cas de maladies transmises par l'alimentation se produisent tous les ans et que la perte annuelle qui en résulte est estimée à 4 milliards de dollars par an.

### 3-2 - MESURES PROPHYLACTIQUES GENERALES

#### 3-2-1 - Rappel des facteurs de développement des micro-organismes

##### a - Température

Le rôle de la température est primordial sur l'évolution des germes, d'autant plus que la plupart des techniques de conservation des aliments est basée sur l'influence de la chaleur ou du froid.

On peut distinguer selon la température de développement :

- les bactéries psychotrophes, qui commencent à pousser faiblement à 3° C et dont la vitesse de mitose culmine à 20° C. Ces bactéries ne sont généralement pas pathogènes, mais peuvent être responsables d'une discrète altération des qualités organoleptiques des aliments.

- les bactéries mésophiles dont la croissance est maximale entre 30° C et 37° C. C'est dans cette zone que se situent la majorité des bactéries pathogènes pour l'homme, dont les Salmonella.

- les bactéries thermophiles dont l'activité mitotique maximale oscille aux alentours de 55° C et ne disparaît qu'à 65° C.

Ainsi le risque bactériologique est pratiquement nul au-dessus de 65° C et en-dessous de 5° C. Inversement, il y a lieu d'en tenir compte entre 20° C et 60° C.

Tout l'art de la cuisson des aliments, et inversement et leur réfrigération, consiste à passer rapidement à travers cette plage dangereuse en faisant varier rapidement leur température, soit dans le sens de la montée, soit au contraire en descendant.

##### b - Le pH

Le pH des aliments est généralement compris entre 5.5 et 8. Les germes pathogènes se développent de préférence dans les milieux neutres, difficilement dans les milieux acides.

c - Activité de l'eau (A.W. : activity of water).

C'est le rapport entre la pression de vapeur d'une solution et la pression de vapeur du solvant. Il ne s'agit donc pas là de l'humidité d'une denrée, mais de la quantité d'eau libre susceptible d'être utilisée par le germe. L'eau libre est indispensable pour la multiplication des microorganismes.

Quand la concentration des produits dissous dans une solution aqueuse augmente, l'eau utilisable diminue ; de même l'eau cristallisée par congélation est "liée" et devient inutilisable par le micro-organisme.

Selon leurs exigences, on distingue :

- les germes halophiles qui croissent en milieu très salé
- les germes xérophiles qui croissent en milieu très sec
- les germes osmophiles qui croissent en milieu à forte pression osmotique, généralement très sucré.

Plus l'eau libre diminue, plus la survie des germes est difficile ; ceci explique l'influence heureuse de la dessiccation, de la lyophilisation, et de la congélation sur la conservation des aliments.

1.4 - Potentiel d'oxydo-réduction

Dans la gamme des besoins en oxygène des bactéries, on trouve :

- les germes aérobies stricts : O<sub>2</sub> nécessaire en grande quantité
- les germes aérobies-anaérobies facultatifs : O<sub>2</sub> non exigée mais tolérée
- les germes micro-aérophiles : demandent un potentiel d'oxydo-réduction faible
- les germes anaérobies stricts : ne tolèrent pas O<sub>2</sub>.

Rappelons que les Salmonella sont des germes aérobies-anaérobies facultatifs.

e - Exigences nutritionnelles

Propre à chaque type de bactérie.



Circuit de contamination et de propagation des salmonelles.

### 3-2-2 - Aspects techniques

#### a - Au stade des reproducteurs

L'utilisation d'un traitement antibiotique chez les volailles réduit momentanément le taux des Salmonelles présent dans le tube digestif mais une fois le traitement arrêté les animaux sont plus enclins à une réinfection. Le problème pourrait être résolu en réintroduisant rapidement une microflore intestinale mature par administration orale du contenu caecal d'un donneur approprié selon la technique de SEUNA et NURMI. Ce principe d'exclusion compétitive donnerait des résultats satisfaisants pour réduire l'infection dans les parquets de reproducteurs .

L'utilisation d'acides organiques dans l'aliment pour modifier la flore intestinale a aussi été proposée. Un mélange composé d'acide propionique (53.5 %), d'hydroxyde d'ammonium (6.5 %), de 1.2 propanediol (11.5 %) et d'eau (25.5 %) à des doses de 0.2, 0.4 et 0.8 % dans l'aliment a été utilisé.

S'il n'y a pas eu d'effet négatif sur la croissance des animaux, il n'y a pas eu d'effet notable sur le taux des Salmonelles probablement parce que ces produits agissent essentiellement sur la flore de l'intestin grêle et que les Salmonelles sont surtout localisées dans les caecums.

#### b - Sur les oeufs

Pour diminuer la pénétration des germes à travers la coquille plusieurs précautions sont à prendre : diminuer le dépôt des matières organiques sur les oeufs, éviter de détruire la cuticule notamment par le brossage ou le lavage, raccourcir la durée de conservation : le séchage de la cuticule entraîne des ruptures qui laissent les pores exposés. La maîtrise de la température de conservation des oeufs destinés à la consommation humaine permet de contrôler le développement des germes éventuellement présents dans le jaune. Ainsi Salmonella enteritidis PT4 est incapable de se multiplier dans le jaune des oeufs en coquille maintenus à 4° C. Or, réglementairement, les oeufs frais de catégorie A ne doivent pas être réfrigérés et sont maintenus à une température supérieure à 8° C.

HUMPHREY (9) a montré que, si à 8° C aucune salmonelle n'a pu se développer dans le jaune, à 10° C la croissance bien que lente avec une phase de latence prolongée a bien lieu et à 12° C et au-dessus les microorganismes croissent rapidement avec une courte phase de latence.



Aussi le maintien des oeufs de consommation à une température inférieure à 10° C pourrait être un moyen pour lutter contre le risque de toxi-infection alimentaire.

Dans les couvoirs, la fumigation précoce des oeufs par du formol ou leur immersion dans une solution antibiotique permet de limiter la contamination.

#### c - Sur les aliments

L'utilisation d'un aliment dépourvu de Salmonelles limiterait le risque de voir se développer cette flore dans les élevages.

De nombreux auteurs ont travaillé sur ce problème et proposent l'incorporation de composés antimicrobiens tels que l'acide formique ou l'acide propionique ou l'utilisation de matières premières de bonne qualité hygiénique avec un traitement thermique satisfaisant de l'aliment (granulation).

Encore faut-il s'assurer qu'une recontamination de l'aliment ainsi traité ne survienne pas lors du refroidissement ou de l'ensachage.

#### d - Sur les locaux

A tous les stades de la production, le nettoyage et la désinfection efficaces restent des éléments majeurs pour limiter l'extension de la contamination. Le nettoyage des couvoirs et des bâtiments d'élevage, le nettoyage des locaux d'abattage et du matériel de façon à limiter la flore résidente, bien adaptée qui se révèle particulièrement résistante et apte à la colonisation de nouveaux individus restent indispensables pour tenter de se débarrasser de ces germes.

#### e - Sur les moyens de transport

Les observations faites sur l'importance des souillures fécales au cours du transport dans la dissémination des Salmonelles ont conduit RIGBY et PETTIT à proposer la mise à jeun des poulets 8 h avant leur introduction dans les cages en vue du transport.

Cela n'a pas d'effet sur le poids vif des animaux arrivant à l'abattoir mais diminue considérablement le poids des fientes, donc le risque de transmission des Salmonelles bien que le taux d'excrétion des germes ne soit pas modifié. En outre, cette mesure permet un nettoyage beaucoup plus efficace des cages.

f - Sur les conditions d'échaudage

Ce poste de la chaîne d'abattage s'étant révélé comme un point majeur dans la contamination croisée des carcasses par les micro-organismes divers moyens ont été envisagés pour réduire les dangers apportés par cette pratique. L'utilisation des différents agents antiseptiques a été proposée : l'acide acétique à 0.5 % détruit les bactéries se trouvant dans l'eau mais ne modifie pas significativement le nombre de celles qui se trouvent sur les carcasses. L'eau oxygénée à 0.5 ou 1 % réduit l'incidence des Salmonelles sur les carcasses mais influence de façon défavorable la présentation commerciale.

L'élévation du pH à 9 a aussi été proposée en se fondant sur la moindre résistance thermique des Salmonelles quand le pH est plus élevé. L'application industrielle de cette proposition a posé des problèmes imprévus comme l'utilisation de quantités importantes d'hydroxyde de sodium. En effet, l'émission d'urates par les poulets lors de leur immersion provoque un abaissement permanent du pH de l'eau du bac par transformation en acide urique et nécessite donc l'ajout permanent de soude pour maintenir le pH à la valeur désirée. De plus l'aspect des carcasses posait des difficultés commerciales.

Enfin, le remplacement du bac d'échaudage par un douchage, bien qu'efficace se heurte à des problèmes techniques et de coût de revient.

g - Sur le refroidissement

Lorsque le refroidissement a lieu par la technique d'immersion, il y a encore un risque de contamination croisée mais c'est aussi un moyen d'agir sur le lavage des carcasses pour réduire la charge microbienne. Ainsi, LILLARD obtient une réduction de 10 à 13 % de l'incidence des Salmonelles sur les carcasses de poulets en ajoutant 34 ppm de chlore et 5 ppm de dioxyde de chlore à l'eau de refroidissement. Mais même à ce taux 1 à 4,5 % des carcasses restent porteuses de Salmonelles. Il pourrait s'agir de germes fermement ancrés dans les anfractuosités de la peau et de ce fait inaccessibles aux agents bactéricides. Cette hypothèse est étayée par une expérimentation qui montre qu'après 40 rincages successifs de la carcasse on dénombre toujours des micro-organismes.

D'une façon générale les bactéricides utilisés dans l'eau de rinçage réduisent à des taux non détectables les Salmonelles dans l'eau mais ne les éliminent pas de la carcasse. D'autres substances ont été préconisées, l'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, l'acide lactique ou le chlore mais avec l'inconvénient d'une odeur ou d'une couleur indésirables de la carcasse. Un rinçage avant le refroidissement a été aussi proposé.

Une immersion des carcasses dans de l'eau à 18 °C pendant 10 min avec une faible agitation suffirait à détacher 50 à 60 % des germes inoculés sur une carcasse. L'élévation de la température à 60 °C réduit la contamination par les Salmonelles de 100 fois, la réduction est encore plus élevée si on ajoute à l'eau maintenue à cette température 200 ppm de chlore ou 2,5 % de sorbate de potassium. Mais une température aussi élevée est-elle compatible avec la production des volailles compte tenu des coûts de chauffage, de refroidissement des carcasses et de l'influence sur leur présentation ?

Un dernier moyen à envisager est le refroidissement des carcasses par immersion après les avoir placées dans un sac.

On peut reconnaître plusieurs avantages :

- réduction de la charge polluante de l'eau et des charges de nettoyage du matériel ;
- maîtrise de la fixation d'eau par la carcasse ;
- élimination du risque de contamination croisée.

Par contre le refroidissement n'est efficace sans augmentation de coût qu'avec l'utilisation d'un fluide à - 5°C.

### 3-3 - MESURES REGLEMENTAIRES

#### 3-3-1 - Aspects réglementaires de la prophylaxie des T.I.A.

Toute une législation en matière de protection alimentaire a été petit à petit mise en place.

Les premières réglementations ont concerné, bien entendu, les fraudes ; depuis longtemps déjà, les services de la Répression des Fraudes s'emploient à garantir la santé des consommateurs et à les préserver de toute tromperie.

L'aspect hygiène proprement dit est apparu tout d'abord avec la réglementation des produits hautement périssables comme le lait, les glaces et crèmes glacées (Journal Officiel du 17 octobre 1967).

La réglementation de l'hygiène des autres catégories d'aliments, était constituée par l'application du Code Rural dans des arrêtés généralement préfectoraux mais rarement à un niveau national.

Puis, les réglementations ont été mises au point avec le concours de plusieurs ministères, dont celui de l'Agriculture et de la Santé. Le Ministère de l'Agriculture s'occupe traditionnellement de tout ce qui concerne les denrées alimentaires : production, salubrité en matière de collecte, de sélection, de transport, de conservation, de distribution et de préparation culinaire tout au moins sur le plan des règles de l'hygiène et de la protection bactériologique dans le cadre des collectivités. Le Ministère de la Santé oriente son action plus particulièrement en direction de la surveillance des personnels affectés à la manipulation des produits alimentaires.

Ainsi, la parution du décret 71-636 du 21 juillet 1971, réglementant l'inspection sanitaire des animaux vivants et des denrées animales ou d'origine animale, a considérablement complété la législation.

A la suite de ce décret, des normes ont été édictées et l'on peut considérer que, aussi bien le transport des denrées périssables (arrêté du 1er février 1974) que l'abattage et l'utilisation de ces denrées sont pris en charge par la loi.

L'arrêté du 26 juin 1974, relatif aux conditions d'hygiène de préparation, de conservation, de distribution et de vente des plats cuisinés à l'avance, marque un temps capital dans l'escalade des mesures de protection sanitaire en matière de restauration collective.

Il donne la définition du plat cuisiné à l'avance, puis définit les dispositions relatives à l'aménagement et à l'équipement en matériel des cuisines et ateliers de fabrication. Il prend en charge tous les problèmes relatifs à l'hygiène, et enfin s'intéresse aux aspects techniques de la surveillance bactériologique, de la préparation de la conservation des aliments.

Enfin, citons l'arrêté du 10 mars 1977 relatif à l'état de santé et l'hygiène du personnel appelé à manipuler les denrées animales ou d'origine animales.

Les mesures habituelles concernant le contrôle en frontière des oeufs en coquille destinés à la consommation humaine avec prélèvement systématique et les mesures relatives aux ovo-produits prévues par l'arrêté du 8 juillet 1977 ont été omplétées par des mesures nouvelles visant spécifiquement la lutte contre Salmonella enteritidis.

En effet, le contrôle hygiénique et sanitaire des établissements producteur, en place depuis 1982, a fait l'objet au cours de l'année 1990 d'aménagements particuliers afin de prendre en compte l'émergence de TIAC à Salmonella enteritidis et S. typhimurium. Ceci se traduit par la mise en place d'une procédure de contrôle spécifique concernant l'ensemble de la filière oeufs de consommation depuis la sélection jusqu'à la production. Cette procédure facultative sera mise en oeuvre par voie de convention entre l'Etat et les éleveurs agissant à titre individuel et aboutira à la qualification des élevages au regard de contamination salmonellique. Les modalités de convention prévoient très schématiquement que l'éleveur s'engage notamment à :

- s'interdire l'utilisation de farines animales pour l'alimentation des oiseaux ;
- procéder aux aménagements des locaux d'élevages (sas...) conformément aux prescriptions de la réglementation ;
- respecter les règles de conduite d'élevage édictées par une note de service (approvisionnement en oiseaux provenant d'élevages contrôlés, tenue de cahier d'élevage...) ;
- mettre en place un protocole de contrôle bactériologique et sérologique de l'environnement et des animaux du cheptel.

En contrepartie, l'Etat s'engage conformément à l'arrêté interministériel du 22 avril 1991 à indemniser, selon le barème prédéfini, l'abattage des élevages contaminés ainsi qu'à participer financièrement au coût des analyses bactériologique et sérologique réalisées dans ce contexte.

La note de service fixant les mesures techniques s'appliquant à la filière sera adoptée courant mai 1991, et viendra achever la mise en place du dispositif de lutte.

L'arrêté ministériel du 2 novembre 1989 prévoit la tenue systématique dans tous les centres d'emballage et de conditionnement d'un registre d'entrée et de sortie permettant la remontée rapide lors de l'apparition d'une toxi-infection alimentaire à l'élevage suspect d'origine.

Les oeufs de l'élevage identifié sont destinés à la casserie où il subissent une pasteurisation.

Il est aussi prévu prochainement, en concertation avec les professionnels concernés, un contrôle hygiénique et sanitaire de l'ensemble des établissements de la filière ponte : producteurs d'oeufs à couver, établissements d'accouaison, élevage des poulettes, poules pondeuses.

Enfin, un rappel des recommandations relatives aux conditions de stockage et d'utilisation des oeufs a été fait auprès de tous les responsables des restaurants de collectivités.

### 3-3-2 - Lutte contre les Salmonella

Cette lutte s'articule à plusieurs niveaux :

- Elevages :
- surveillance des aliments pour animaux
  - surveillance sanitaire des animaux : dépistage des porteurs de germes ou utilisation d'animaux IOPS (indemnes d'organismes pathogènes spécifiques), vaccination éventuelle
  - hygiène générale des élevages (locaux, matériels, personnels)
  - politique de l'eau potable
  - traitement des effluents et des fécès

Abattoirs :

- hygiène générale des établissements (locaux, matériels et en particulier stérilisation des couteaux). Abattoir à deux niveaux
- amélioration des techniques de préparation
- hygiène des personnels
- traitement des eaux usées
- utilisation précoce du froid
- évolution de l'inspection vers une surveillance directe des élevages d'origine.

Ateliers de préparation et de fabrication : mêmes exigences que pour les abattoirs, auxquelles s'ajoute éventuellement l'utilisation correcte de la chaleur.

Transport et commercialisation :

- hygiène des véhicules, des matériels, des personnels,
- respect de la chaîne du froid

Lieux de préparation des repas :

- hygiène des locaux et du matériel
- hygiène personnelle des travailleurs
- élimination de tous les animaux
- maintien de tous les aliments au froid avant ou après cuisson (si la consommation est différée)
- cuisson suffisante des aliments.

A toutes ces mesures, vient s'ajouter le contrôle bactériologique des aliments, qui est effectué au niveau du laboratoire et revêt trois aspects :

- contrôle obligatoire défini par la législation : ainsi l'absence de Salmonella dans un aliment est un critère essentiel de sa qualité hygiénique

- contrôle occasionné par un accident de fabrication ou une intoxication alimentaire . A côté d'un simple constat analytique, ce contrôle débouche sur une enquête bactériologique destinée à mettre en évidence les Salmonella selon la technique que nous avons vue, et à dépister des porteurs de germes par coproculture.

- contrôle lié à un souci de maintenance de qualité, et basé sur une triple action :

\* action d'analyse : appréciation de la qualité de l'aliment

\* action diagnostique : respect des règles d'hygiène collective et vérification de leur application

\* action de formation : respect des mesures d'hygiène personnelle basé sur une éducation sanitaire du personnel : lavage des mains avant chaque repas, hygiène fécale avec installations sanitaires correctes, cuisson suffisante de certains aliments, élimination rationnelle des eaux et des matières usées, destruction des mouches... Une connaissance parfaite de ces quelques mesures doit amener à une prise de conscience du personnel sur sa responsabilité.

Il faut que chaque travailleur ou chaque ménagère sache la valeur et l'influence possible des gestes qu'il effectue. De gros efforts d'information doivent être poursuivis dans ce domaine, car l'ignorance atteint parfois des profondeurs insoupçonnables et surprenantes.

### 3-3-3 - Le service vétérinaire d'hygiène alimentaire

Les Services Vétérinaires d'Hygiène alimentaire ont été chargés par les pouvoirs publics de :

- surveiller les conditions de transport et de stabulation des animaux,
- de dépister les animaux malades.

L'inspection sanitaire et qualitative anté et post-mortem des animaux ne peut être effectuée que par des vétérinaires. Ils procèdent à un examen clinique du bétail sur pied dont la chair est destinée à la consommation humaine, en vue de son acceptation ou de son refus. Cet examen systématique permet d'écarter tout animal malade.

Après l'abattage, ils inspectent les carcasses et recherchent d'éventuelles lésions non décelées chez les animaux vivants. Bien souvent, une simple appréciation visuelle leur permet de prendre une décision.

En cas de doute ou de protestations de l'éleveur, ils ont recours à divers examens de laboratoire, qui leur apportent toutes les informations nécessaires pour asseoir leur décision.

Les Vétérinaires Inspecteurs, en accordant à chaque carcasse la valeur qu'elle mérite, engagent leur seule responsabilité. Ils peuvent saisir les carcasses reconnues impropres à la consommation et les retirer du circuit alimentaire. Généralement, ils ordonnent qu'une enquête épidémiologique soit ouverte afin de retrouver l'origine de la contamination.

- d'assurer le respect des règles d'hygiène lors des opérations d'abattage, d'éviscération, d'habillage et de découpe. Ils sont autorisés à pratiquer des contrôles et des prélèvements au cours de chacune de ces manipulations.

- de contrôler l'état de propreté des locaux et du matériel et de veiller à faire respecter l'arrêté du 10 mars 1977, visant l'hygiène corporelle et vestimentaire du personnel.

Cet arrêté mentionne également qu'un dépistage des porteurs de salmonelles doit être systématique lors de l'embauche d'un employé susceptible d'être en contact avec des denrées animales et rappelle qu'il est nécessaire d'assurer une surveillance médicale annuelle du personnel.

- de consigner toutes les denrées animales ou d'origine animale, en l'état ou après transformation et de procéder à des contrôles analytiques et microbiologiques pour juger de leur conformité aux normes établies.



Les analyses demandées sont du ressort exclusif des laboratoires vétérinaires officiels nationaux et départementaux. Tout examen, jugeant une denrée insalubre pour la consommation humaine, aboutit obligatoirement à une saisie. Il arrive quelquefois que les vétérinaires envisagent une reconversion éventuelle du produit après son assainissement par un traitement approprié.

- d'intervenir lors d'épisodes d'intoxication alimentaire d'origine animale. Afin de procéder aux contrôles nécessaires, ils sont autorisés à pénétrer de jour comme de nuit dans les ateliers de préparation et de transformation des viandes et des produits carnés et de jour sur leurs lieux de stockage et de vente.

Les Services Vétérinaires d'Hygiène alimentaire ont également :

- défini, par des textes législatifs, les normes microbiologiques auxquelles les denrées animales et d'origine animale doivent répondre pour être considérées comme salubres. (Arrêté du 21 décembre 1979).

- rendu obligatoire le contrôle de certains aliments particulièrement menacés par les salmonelles. Les conditions d'hygiène nécessaires à leur préparation, la nature des contrôles et leur fréquence sont établies par la législation. Citons, à titre d'exemple, l'arrêté du 15 mai 1974 qui concerne les viandes hachées ou celui du 26 juin 1974 visant les plats cuisinés à l'avance.

- rendu obligatoire la déclaration des centres d'abattage par l'arrêté du 2 février 1977 et pris des mesures sévères à l'égard des abattages familiaux.

- contribuer à parfaire la mise au point des techniques d'analyse.

L'intervention des Services Vétérinaires d'Hygiène alimentaire est :

- soit obligatoire, pour certaines catégories d'aliments,

- soit occasionnelle, pour retrouver l'étiologie des intoxications alimentaires et les combattre quand elles se déclarent,

- soit périodique, pour prévenir les contaminations bactériennes potentielles et contrôler, par sondages réguliers, les denrées animales ou d'origine animale afin d'apprécier leur conformité aux normes bactériologiques.



Or, seuls des contrôles systématiques de toutes les viandes et de toutes les préparations à base de viande permettraient d'assurer la distribution d'aliments parfaitement salubres. Un tel programme, freiné par des difficultés économiques, est irréalisable.

Les vétérinaires et les Agents de la Santé, en collaboration avec les industriels, mettent tout en oeuvre pour éviter les pollutions secondaires des aliments. Leur politique fait primer l'hygiène :

- l'hygiène des locaux,
- l'hygiène du matériel,
- l'hygiène du personnel.

Ils ont imposé aux industries des règlements sanitaires stricts. Ils veillent également à ce que la chaîne du froid (température inférieure à 4 °) ne soit pas interrompue.

Il faut souligner que si l'une de ces mesures n'est pas respectée, elle ne peut être corrigée par le renforcement d'une autre.

Ces mesures prophylactiques ne doivent pas engager seulement les autorités sanitaires et les responsables d'entreprises. Il faut également qu'elles soient comprises et acceptées par toutes les personnes manipulant des aliments.

L'éducation sanitaire représente certainement leur tâche la plus difficile, mais elle est aussi l'un des moyens actuels le plus efficace pour enrayer ce fléau.

#### Action au niveau international

Les mesures sanitaires et qualitatives établies par les services vétérinaires concernent aussi bien les denrées animales ou d'origine animale circulant à l'intérieur du territoire que celles qui sont importées.

Au niveau des échanges internationaux, c'est la Commission du Codex Alimentarius qui assure la protection des produits alimentaires. Elle travaille en collaboration avec l'O.M.S. et une organisation américaine de Protection de l'Alimentation et de l'Agriculture (F.A.O.).

Elle coopère également avec les différents états membres de la C.E.E. pour aboutir à une harmonisation des normes sanitaires et renforcer les moyens de contrôle des aliments.

### L'AUTOCONTROLE

Il est le témoin d'une collaboration efficace, dans la lutte contre les salmonelles, entre les services vétérinaires officiels et les industries alimentaires.

Conscients de l'ampleur du problème posé par les salmonelles et surtout victimes des sanctions prises à leur égard, les industriels se sont donnés les moyens de garantir la salubrité des produits finis qu'ils proposent en installant, au sein de leur entreprise, des laboratoires d'analyse. Ils peuvent ainsi connaître et améliorer le degré d'hygiène régnant dans leurs établissements, vérifier la qualité des matières premières et contrôler celles des produits commercialisés.

Le principe de l'autocontrôle, rendu obligatoire pour certains aliments (viandes hachées, plats cuisinés...) depuis 1974 facilite beaucoup la tâche des services vétérinaires d'hygiène alimentaire. Ces derniers peuvent toutefois intervenir à tout moment, prélever au hasard une série d'échantillons et comparer les résultats obtenus avec ceux fournis par l'entreprise.

#### 3-3-4 - NORMES MICROBIOLOGIQUES AUXQUELLES DOIVENT REPOUDRE TOUTES LES DENREES ANIMALES OU D'ORIGINE ANIMALE

On décrit, en France, deux sortes de stérilité :

- la stérilité biologique,
- la stérilité commerciale, qui est définie par l'absence de spores et de formes végétatives de bactéries pathogènes et de bactéries toxigènes.

Le contrôle bactériologique industriel vise surtout cette dernière. Il s'attache à identifier et à dénombrer la flore pathogène, responsable d'intoxications alimentaires, qui est représentée essentiellement par :

- les staphylocoques,
- les clostridium perfringens,
- les salmonelles.

Pour limiter les risques d'accidents digestifs, les services vétérinaires d'hygiène alimentaire ont dicté des normes microbiologiques auxquelles doivent répondre toutes les denrées animales ou d'origine animale. Ces normes figurent dans l'arrêté du 21 décembre 1979 .

Dans le tableau ci-après, figurent les principales catégories de viandes et de préparations à base de viande visées par le décret.

**NORMES CONCERNANT LES SALMONELLES DANS LES VIANDES ET LES  
PREPARATIONS A BASE DE VIANDE**

Viandes réfrigérées ou congelées en carcasses ou en portions unitaires.....	absence dans 25 g
Viandes cuites.....	absence dans 25 g
Produits de charcuterie crus.....	absence dans 25 g
Produits de salaison crus salés ou séchés.....	absence dans 25 g
Produits de charcuterie cuits.....	absence dans 25 g
Les jambons cuits.....	absence dans 25 g
Volailles entières réfrigérées, congelées ou surgelées de muscles pectoraux.....	absence dans 25 g
Produits de volailles crus.....	absence dans 1 g
Produits de volailles cuits ou précuits.....	absence dans 25 g
Viandes hachées à l'avance ou à la demande.....	absence dans 25 g
Viandes crues séparées mécaniquement....	absence dans 1 g
Viandes cuites séparées mécaniquement...	absence dans 25 g

On constate, pour les normes concernant les salmonelles, que la législation impose leur absence dans 25 grammes de produit, sans tenir compte de leurs sérotypes, même si certains d'entre eux sont considérés comme mineurs.

**3-4 - MESURES PROPHYLACTIQUES INDIVIDUELLES ET FAMILIALES**

**3-4-1 - Conservation des aliments**

**a - L'utilisation du froid**

Le respect de la chaîne du froid est une exigence formelle. A des températures inférieures à + 5°C, les salmonella ne se multiplient pas.

Il existe deux variantes de conservation par le froid : la réfrigération et la surgélation. A leur phase initiale, ces deux techniques sont identiques et consistent à abaisser brusquement la température des aliments jusqu'à 10°C en-dessous, en passant, en moins de 2 heures, à travers la zone thermique dangereuse, au moyen de "tunnels de réfrigération" à grande capacité.

\* Dans le cas de la réfrigération, les aliments sont stockés dans la fourchette de température allant de 1°C à 3°C qui correspond à l'interruption de l'activité mitotique des bactéries. Par précaution supplémentaire, on admet que la conservation des aliments ne doit pas excéder 6 jours au maximum.

S'il n'y a pas de rupture de la chaîne du froid, cette technique est tout à fait satisfaisante. En outre, elle présente une série d'avantages non négligeables :

- la production du froid est onéreuse, or le procédé n'en exige pas beaucoup,
- le réchauffement des plats réfrigérés ne nécessite à son tour pas un grand apport d'énergie,
- les qualités organoleptiques des aliments demeurent intactes, ce qui n'est pas surprenant étant donné le processus de refroidissement modéré auquel ils ont été soumis. Dans de telles conditions en effet, l'eau incluse dans leurs structures n'est pas transformée en cristaux de glace plus ou moins agressifs pour celles-ci.

\* La surgélation consiste en un stockage à température constante, en dessous de -18°C et jusqu'à - 40°C. La durée de conservation s'étend de 6 à 12 mois. L'abaissement rapide de la température au sein des aliments ne donne naissance qu'à des cristaux de glace de petite dimension qui ne dilacèrent pas les structures. Il en résulte que les qualités organoleptiques des plats réfrigérés demeurent voisines, une fois réchauffés, de celles des aliments consommés immédiatement après cuisson.

Les inconvénients cependant sont réels et faciles à discerner :

- coût élevé de la méthode qui est liée à la production d'un froid intense
- lenteur et coût du réchauffement.

Ajoutons qu'il ne faut pas confondre surgélation et congélation. Cette dernière méthode s'adresse essentiellement à des produits crus, telle la viande de boucherie. Pour des raisons économiques, l'abaissement de la température est réalisé plus lentement que dans le cas de la surgélation. Il en résulte la formation de macro-cristaux de glace qui ont tendance à altérer les structures. Cependant, elle se révèle comme un excellent moyen de conservation et représente une commodité de commercialisation mais en aucun cas elle ne peut être considérée comme un moyen d'assainissement à l'égard des salmonella, même si l'on peut observer la destruction, aux basses températures, d'un certain nombre de germes contaminants.

#### b - L'utilisation de la chaleur

Le principe consiste à maintenir l'aliment, une fois que la cuisson a été menée à son terme, à une température au moins égale et si possible légèrement supérieure à + 65°C, et de la maintenir 12 à 15 minutes pour réaliser la destruction des salmonella.

Le procédé est sûr, d'un point de vue bactériologique, s'il est correctement appliqué. Pour cela, il faut que le conditionnement soit réalisé dans un récipient muni d'un couvercle, et que la consommation intervienne dans la journée. L'inconvénient est que le plat continue à cuire doucement et à se déshydrater, ce qui n'est pas sans entraîner une certaine détérioration des qualités organoleptiques.

Parfois, la nature des produits traités, ou le sérotype contaminant exigent un chauffage plus actif pour obtenir l'effet destructeur désiré. La pasteurisation vise un tel but et elle est appliquée, entre autres, au lait et aux produits laitiers, ainsi qu'aux ovoproduits (64,4° C durant 2.5 minutes pour ces derniers).

Un chauffage correct suivi d'une réfrigération rapide assure une bonne sécurité pour autant que les aliments soient tenus ensuite à l'abri de toute recontamination.

Ainsi, on peut dire en conclusion que pour tous les aliments, il existe une zone thermique dangereuse, qui se situe entre + 3°C et + 65°C. Aucune denrée alimentaire permettant la croissance microbienne ne devrait y séjourner plus de 2 heures.

### 3-4-2 - Modalités de cuisson des aliments

#### Sur les modalités de cuisson

Le dernier moyen pour réduire les toxi-infections alimentaires est d'attirer l'attention de ceux qui préparent en fin de chaîne les aliments pour qu'ils prennent des précautions afin d'éviter les accidents si des salmonelles se trouvent sur les carcasses de volailles ou sur les oeufs.

Les salmonelles dont Salmonella enteritidis présentes dans les jaunes d'oeufs sont capables de survivre lors de la cuisson classique des oeufs c'est-à-dire 8 minutes à l'ébullition ou au plat où le jaune reste en partie liquide et où la température létale pour les salmonelles n'est pas atteinte. Pour être sûr que les oeufs soient dépourvus de salmonelles, il faut une cuisson de 15 minutes à 96°C c'est-à-dire que la température du jaune atteint 88-+1,5°C.

Pour les oeufs brouillés une température de 80°C dans le mélange permet de détruire les salmonelles mais en cuisson lente où la température est de 75,2+-1°C les germes survivent. En outre, le maintien des oeufs à température ambiante favorise la multiplication bactérienne. Un inoculum de log<sub>10</sub> 0,7 cellules de Salmonella enteritidis/jaune atteint log<sub>10</sub> 11,0 en 48 H. Cette résistance à température supérieure à 64,4°C qui est celle de la pasteurisation des ovoproduits oblige à se demander ce qu'il en est de la persistance de salmonella dans les ovo-produits. D'une façon générale Salmonella enteritidis apparaît plus thermo-résistante que les autres salmonelles associées aux oeufs (typhimurium, senftenberg). En fait la thermorésistance des salmonelles dans le jaune d'un oeuf intact et dans une coule fraîche est très différente et salmonella enteritidis PT4 ne survit pas à la pasteurisation. Il convient pour plus de sécurité encore de n'utiliser que des oeufs très frais stockés à température basse pour inhiber la croissance avant pasteurisation.

Le comportement de Salmonella enteritidis dans la mayonnaise a aussi fait l'objet de recherche. L'acide acétique apporté par le vinaigre a une activité bactéricide plus importante que l'acide citrique provenant du jus de citron, mais d'un autre côté une température basse protège les salmonelles des effets antimicrobiens exercés par ces acides organiques.

Aussi les auteurs recommandent-ils pour prévenir la transmission de salmonelles par la mayonnaise d'utiliser le vinaigre comme acidifiant afin d'atteindre un PH de 3,6 ou 4 et de conserver la mayonnaise à une température de 35°C pendant 2 heures plutôt qu'à 4°C.

Il faut se souvenir pour prendre des mesures prophylactiques que dans les aliments les limites de croissance des micro-organismes peuvent différer de celles mesurées dans les milieux de laboratoire. Ainsi, si la température minimale pour salmonella est de 4°C au laboratoire elle est de 2°C dans des aliments, de même la température maximale va jusqu'à 48,9°C au lieu de 43 °C classiquement obtenus au laboratoire. De la même façon pour un même PH acide l'activité bactérienne sera différente en fonction de la longueur de la chaîne, avec l'augmentation de la longueur, l'effet antibactérien diminue.

### 3-4-3 - Les gestes qui peuvent sauver (2)

La viande de dinde et de poulet est tendre, peu chère (autour de 50 F le kilo) et pratiquement sans graisses (seulement 100 Kcal/100 g).

Cependant, ce sont également les viandes les plus souvent contaminées. Avant de passer à table, quelques précautions s'imposent.

1 - Acheter les escalopes de volaille en fin de marché. Congelées, préemballées ou à la coupe, elles ne supportent pas de longs voyages à plus de - 18 ° C pour les surgelés et à plus de - 4 ° C pour les autres.

2 - Eviter les produits en bord de rayon, ils sont rarement à la bonne température. Utiliser des sacs isothermes.

3 - Ranger les au plus vite dans la partie la plus froide de votre réfrigérateur, thermostat à fond, ou dans votre congélateur.

4 - Oter l'emballage du produit, partie la plus manipulée pendant le transport et l'exposition en magasin.

5 - Ne conserver pas plus de 48 heures une découpe de volaille au réfrigérateur.

6 - Limiter le temps d'exposition à température ambiante.

7 - Lavez vous les mains avant toute manipulation de la viande.



8 - Après préparation, éviter de réutiliser couteaux et planche à découper qui pourraient avoir été contaminés.

9 - Laver les volailles et rincer l'intérieur longuement avant de la mettre à cuire.

10 - Cuire à coeur. A plus de 65 ° C, à raison de 5 à 14 minutes, la majorité des bactéries sont détruites.

11 - Rappelons que le four à micro-ondes n'est pas un stérilisateur.

12 - Nettoyer régulièrement votre réfrigérateur avec un bactéricide puissant, du type eau de Javel.

3-4-4 - Recommandations concernant l'utilisation des oeufs (39)

- 1 - Utilisation d'oeufs provenant uniquement de centres d'emballage immatriculés ;
- 2 - Stockage des oeufs en chambre froide ;
- 3 - La coquille des oeufs doit être propre et intacte ; le lavage des oeufs avant stockage est une mesure nuisible à leur bonne conservation ;
- 4 - les préparations à base d'oeuf, sans cuisson (mayonnaises, crèmes ...) doivent être fabriquées le plus près possible du moment de la consommation et maintenues au froid ; tous les restes doivent être éliminés ;
- 5 - Utiliser préférentiellement les mayonnaises industrielles, les crèmes d'oeufs pasteurisées et les poudres d'oeufs ;
- 6 - Les salmonelles sont sensibles à la chaleur : les préparations qui supportent mal l'ébullition (crèmes, sauces) doivent être maintenues à une température d'au moins 70 ° C.

## CONCLUSION

Les Salmonella sont des germes pathogènes pour l'homme et les animaux. Si les fièvres typho-partyphoïdiques connaissent un net recul, en revanche les salmonelloses ubiquitaires se développent, surtout en raison de l'apparition de nouveaux sérotypes.

Largement répandus dans l'environnement et dans le règne animal, ces germes peuvent contaminer les locaux et les matériels venant au contact des aliments qui s'ils contiennent un quantum microbien suffisant, sont source de toxi-infections.

Il existe ainsi de véritables cycles biologiques assurant la pérennité de l'infection salmonellique.

La plupart des aliments sont susceptibles d'être contaminés par les Salmonella. On note cependant une prédilection pour les denrées d'origine animale.

Conscient de l'impossibilité de rendre les aliments totalement exempts de Salmonella, il nous apparaît néanmoins essentiel de mettre l'accent sur une politique efficace de prévention des T.I.A. qu'elles occasionnent. Cette prévention existe, constituée par les bases réglementaires et les moyens techniques de lutte contre les Salmonella.

Il reste à susciter la volonté de la faire appliquer dans les faits.

C'est pourquoi, il est nécessaire d'informer et de développer un programme d'éducation sanitaire auprès des travailleurs de l'alimentation et des ménagères. La connaissance des règles élémentaires d'hygiène devrait présider à toute manipulation de denrées alimentaires. Le respect de ces règles ne pourra qu'améliorer la qualité bactériologique des aliments et diminuer le nombre des toxi-infections alimentaires.

BIBLIOGRAPHIE

1 - Aserkoff B. et Bennet J.Y. - Effect of antibiotic therapy in a scute salmonellosis ont the fecal excretion of Salmonellae.

- New Eng. J. Med., 1969, 281 : 636 - 640.

2 - Barba S. - "Salmonelle, l'éternel retour".

- 50 millions de consommateurs, 1992, 248 : 32 - 35.

3 - Bernard G., Too J.C. - Oeufs, volailles et Salmonella enteritidis.

- Bull. Acad. Vet. de France,  
1990, 63 : 17 - 31.

4 - Bensonwerner S., Humphrey G.L., Kamei I. - Association between raw milk and human Salmonella dublin infection.

- Br. Med. J., 1979, 2 : 238 - 241.

5 - Bourgeois C.M., Leveau J.Y. - Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires - Vol 3 : Le contrôle microbiologique - Collection Sciences et Techniques agro-alimentaires.

6 - Brasseur Ph., Humbert G., Morel A., Lemeland J.F. - Les salmonelloses non thyphoïdiques. Etude clinique de 491 cas.

- Sem. Hop. Paris, 1982, 58 : 915 -920.

7 - Buisson Y. - Faut-il traiter les porteurs de Salmonella ?

- Bull. épid. Heb., 1991, 4 : 13.

8 - Carol A. Joseph, Stephen R. Palmer Outbreaks of Salmonella infection in hospitals in England and Wales 1978 - 87.

- Br. Med. J., 1989, 289 : 1161 - 1163.

9 - Colin P. - Influence de conditions d'environnement sur la dissémination des salmonelles chez les volailles, avant et pendant les opérations d'abattage.

- Bull. Inf. Stat. Exp. Avis., 1978, 18 : 79 - 88.

10 - Colin P., Lahellec C., Bennejean G., - Etude de l'évolution de la contamination par Salmonella aux différents stades de la production du poulet de chair-

- Bull. Inf. Sta. Exp. Avic., 1980, 20 : 3 - 7.

11 - Colloc M.L., Lejeune B., Boles J.M., Masure O., Chastel C. - Bilan de 223 cas de salmonelloses diagnostiquées au CHU de Brest en six ans.

- Sem. Hop. Paris., 1982, 57 : 463.

12 - Cowden J.M., Noah N.D. - Salmonella and eggs -

- Arch. Dis. childhood, 1989, 64 : 1419 -1420.

13 - Dauriac A., - "Les découpes de volaille-"

- 50 millions de consommateurs, 1992, 248 : 32 - 34.

14 - Duguid J.P., North R. A. - Eggs ans Salmonella food : poisoning and evaluation.

- J. Med. Microbiol., 1991, 34 : 65 - 72.

15 - Fournier E. - Toxi-infections alimentaires -

- Encycl. Med. Chir. (Paris, France), Thérapeutique, 1984, 10,11 : 4 p

16 - Gerbal R., Lagrange P.H.,

- Les intoxications alimentaires collectives d'origine bactérienne - Gaz. Med. France, 1981 88 : 1785 - 1793.

17 - Girard J.F. - "Toxi-infections alimentaires et Santé Publiques" -

- Bull. Epidemiol. Hosp., 1989, 16 : 61.

18 - Gledel J. - Données épidémiologiques relatives aux toxi-infections alimentaires à Salmonella

- Med. Mal. Inf., 1978, 8 : 250 - 261.

19 - Grimont P.A.D., Bouvet P. - "Les salmonelles et les shigelles en 1990 en France."

- Bull. Epidemiol. Hosp., 1991, 25 : 102 - 103.

20 - Guerin M.S. - Contrôle de la qualité bactériologique des aliments dans la pratique quotidienne.

- Gaz. Med. France, 1981, 88 : 1977 - 1782.

21 - Hubert B. - Pourquoi devrait-on s'intéresser aux toxi-infections alimentaires collectives ?

La lettre de l'infectiologue, 1988, 3 :

22 - Hubert B., Maillot E., Quenum B., Massend C., "Les infections à Salmonella enteritidis" - BEH n° 16/89.

23 - Hubert B., Dehaumont P., Quenum B., Pignault. - Les toxi-infections alimentaires collectives en 1989 -

- Bull. Epidemiol. Hosp., 1990, 16 : 65 - 67.

24 - Hubert B. Grimont P.A.D. - "La surveillance des salmonelloses en France".

- Bull. Epidemiol. Hosp., 1990, 16 : 68 - 69.

25 - Hubert B., Dehaumont P., Le Gosles Y., Maillot E., Corbion B., Grimont P.A.D. - "Les infections à Salmonella enteritidis : situation en 1989.

- Bull. Epidemiol. Hosp., 1990, 16 : 69 - 71.

26 - Humphrey T.J., Baskerville A., Mawer S. Rowe B., Hopper S. - Salmonella enteritidis phage type 4 from the contents of intact eggs a study involving naturally infected hens -

- Epidemiol. Inf., 1989, 103 : 418 - 428.

27 - Jayarao B.M., Laszlo V.G., Csak K., Milch M., Kovacs S., Domjan H., Kostyak - Epidemiology of Salmonella derby-strains isolated from swine, pork and pork products - Acta. Vet. Hung., 1990, 38 : 25 - 32.

28 - Keane C.T. - Cracking the Salmonella egg (editorial) - Ir. Med. J., 1989, 82 : 3 - 4.

29 - Legendre P., Grange J., Merlet M., Issanchov A.M., Lacut J.Y., Lena B., Aubertin J. - Répartition actuelle des salmonelloses en Gironde.

- Bordeaux Medical, 1976, 9 : 1649 - 1652.

30 - Lejeune B., Colloc M.L., Coroller M., Chastel C. - Etude de l'endemie des salmonelloses dans la région de Brest, Finistère -

- Rev. Epidemiol. Sant. Pub., 1989, 30 : 119 - 123.

31 - Le Minor L. - Salmonelloses de l'adulte - La revue du Praticien 1982, 32 : 1033 - 1038.

32 - Le Minor L., Grimont, Institut Pasteur - "Les salmonelles et les shigelles en 1988."

- Bull. Epidemiol. Hosp., 1989, 16 : 63 - 65.

33 - Le Minor L. et Grimont P.A.D. Origines et répartition en sérovars des souches de Salmonella isolées en France continentale au cours des années 1984 à 1987. Med. Mal. Inf. 1989.19 : 12 - 17.

34 - Le Minor L. - Comment lutter contre les toxi-infections alimentaires causées par les Salmonella ? la lettre de l'infectiologue, 1989, 4 : 727 - 734.

35 - Lujan R., Echeita A., Usera M.A., Martinez, Suarez J.V., Alonso R. - Plasmid profiles as an epidemiological marker for Salmonella enterica serotype enteritidis food borne outbreaks -

- Microbiologia, 1990, 6 : 45 - 50.

36 - Mariau V., Bouvet P., Hubert B., Infections à Salmonella meleagroidis provoquées par des steaks hachés surgelés -

- Bull. Epidemiol. Hosp., 1990, 47 : 201.

37 - Mossel D.A.A. - La survie des Salmonella dans les différents produits alimentaires - Ann - Inst. Pasteur, 1963, 104 : 551 - 569.

38 - Nicolas J.A., Champagnol M.P., Ferial M.L., Mauratille M. - Toxi-infections alimentaires familiales à Salmonella enteritidis en région Limousin.

- Bull. Epidemiol. Hosp., 1991, 16 : 64 - 65.

39 - Pignault A., Cluzan S., Dehaumont P., Hubert B. - Les toxi-infections alimentaires collectives en 1990"-

- Bull. Epidemiol. Hosp., 1991, 25 : 101 - 105.

40 - Protais J., Lahellec C. - Transmission verticale des salmonelles chez la poule : exemple de Salmonella enteritidis - Sciences des aliments 1989, 9 : 43 - 50.

41 - Quenum B., Hubert B., Massenot C. - "Les toxi-infections alimentaires collectives en 1988."

- Bull. Epidemiol. Hosp., 1989, 16 : 61 - 64.

42 - Roberts J.A., Sockett P.N., Gill D.N. - Economic impact of a nation wide outbreak of Salmonellosis : cost benefit of early intervention -

- Br. Med. J., 1989, 298 : 1227 - 1230.

43 - Salvat C., Protais J., Nicolas J.A., Francart S., Gérard G., Chartier F., Hamann F., Dehaumont P. - "Oeufs et toxi-infections alimentaires à Salmonella."

- Bull. Epidemiol. Hosp., 1991, 25 : 104 - 105 -

44 - Sharp J.C.M., Collier P.W., Forbes G.I., Hill T.W. - Surveillance programme for the control of foodborne infections and intoxications in Europe : The first 6 years experience in Scotland, 1980 - 85 -  
Bull. of the world Health organization, 1988, 66 : 471 - 476.

45 - Sockett P.N. - The economic implication of human Salmonella infection -

- J. Appl. Bacteriol., 1991, 71 : 289 - 295.

46 - Tritsch H. - "36 nageurs intoxiqués à Annemasse (Haute-Savoie) - Le Dauphiné - Août 1992

47 - Vaughn J.B., Williams L.P., Leblanc D.R., Heldson H.L., Taylor L. - Salmonella in a modern broiler operation : a longitudinal study.

- Am. J. Vet. Res., 1974, 35 : 735 - 741.

48 - Wilkinson P.J. - Food Hygiene in Hospitals - J. Hosp. Infect., 1988, 11 : 77 - 81.

49 - Le Praticien et les toxi-infections alimentaires collectives - Ministère chargé de la santé et de la famille - Direction générale de la santé - Janv. 1988 -



50 - Salmonella enteritidis in poultry - Vet. Rec., 1988, 123 : 405.

51 - Salmonella infection and food hygiene - The lancet, 1988, 8 : 860 -

52 - Salmonella enteritidis and eggs - The lancet, 1988, 12 : 1133.

53 - Control, prevention and eradication of Salmonella enteritidis infection in broiler and broiler breeder flocks - Vet. Rec., 1989, 125 : 545 - 548.

54 - Commons report wants "safe" eggs identified (news) - Vet. Rec., 1990, 126 : 49.

55 - Food safety - Egg - Stuffed sea trout ans Salmonellae Wkly. Epidemiol. Rec., 1990, 30 : 97 - 98.



AUTORISATION D'IMPRESSION ET DE SOUTENANCE

-----

De la Thèse dont l'intitulé est : Salmonelles et  
Toxi-infectious alimentaires : épidé-  
miologie et prévention -

---


CANDIDAT : M<sup>elle</sup> LAINÉ Frédérique

VU

GRENOBLE, le

15/2/93

Le Président du Jury

 R. BRILLOU

VU

GRENOBLE, le 15 février 1993

p/ Le Président de l'Université  
Joseph FOURIER GRENOBLE I  
Sciences. Technologie. Médecine

  
Le Directeur de l'U.F.R.

J. ROCHAT

## SERMENT DE GALLIEN

Je jure en présence des maîtres de la Faculté et de mes condisciples

D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement ;

D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement ;

De ne jamais oublier ma responsabilité, mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine, de respecter le secret professionnel ;

En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ;

Que je sois couvert d'opprobre et méprimé de mes confrères si j'y manque.

LAINÉ (Frédérique) : Salmonelles et toxi-infections alimentaires :  
Epidémiologie et Prévention.  
(Thèse : Pharm, Grenoble, 1993)

Rubrique de classement : Toxi-infections alimentaires à Salmonella

Mots clefs : Salmonella - Toxi-infections alimentaires, épidémiologie, prévention.

La première partie de cette thèse envisage une étude du genre Salmonella sur le plan bactériologique, et précise les aspects cliniques, épidémiologiques et thérapeutiques des salmonelloses.

Après un bref exposé des aliments vecteurs de Salmonella, la deuxième partie expose leur mode de contamination, la recherche du germe, et les moyens de lutte contre les toxi-infections alimentaires à Salmonella.

JURY :

Président : Madame R. GRILLOT, Professeur

Monsieur J. CROIZE, MCU, PH Professeur

Monsieur J. ROCHAT, Professeur, Directeur de l'U.F.R.  
de Pharmacie de Grenoble

Madame M. ROBERT-JARSUEL, Pharmacien

Adresse de l'auteur :

LAINÉ Frédérique  
Les Villardes  
26120 CHABEUIL