

Epidémiologie des infections à salmonelles

3.1. Les salmonelloses aviaires

3.1.1. Généralités

La salmonellose aviaire est une maladie causée par des sous-espèces de *Salmonella*. Elle peut aller d'un portage sain à une maladie mortelle (Bell et Kyriakides, 2002). Les volailles sont en général, connues comme des porteurs asymptomatiques (Rostagno *et al.* 2006). Les infections aviaires causées par les sérovars spécifiques Pullorum, responsable de la pullorose observée chez les poussins, et Gallinarum, responsable de la typhose chez la poule, sont des maladies graves, aujourd'hui rares dans les pays européens, mais encore prédominantes dans les pays émergents. Les salmonelloses provoquées par les autres sérotypes de salmonelles sont appelées paratyphoses.

S'il existe de nombreux sérovars de salmonelles ubiquistes connus chez les poulets (plus de 200 y ont été identifiés). *Salmonella* Enteritidis et *Salmonella* Typhimurium sont les plus fréquemment isolées. Les pertes directes en élevage sont en général assez maîtrisées, alors que les conséquences hygiéniques pour l'alimentation humaine et les pertes indirectes liées aux pertes commerciales qui en découlent, par leur fréquence et leur gravité, font de cette maladie une zoonose majeure (Barrow *et al.*, 1987 ; Dunkley *et al.*, 2009 ; Nisbet et Ziprin, 2001).

Le développement de l'incidence des toxi-infections alimentaires collectives chez l'Homme causées par *Salmonella* Typhimurium et *Salmonella* Enteritidis, suite à la consommation de viande de volailles, d'œufs et d'ovoproduits, a révélé l'importance sanitaire et économique de la contamination de la filière avicole par ces bactéries (Cox *et al.*, 2000).

3.1.2. La pathogénie

3.1.2.1. Les étapes de l'infection

La contamination se fait le plus souvent par voie orale. Les salmonelles résistent à l'acidité gastrique et arrivent dans l'intestin grêle où elles se multiplient. La première étape de l'invasion par les salmonelles est une étape de colonisation intestinale. Elles adhèrent à l'épithélium et pénètrent par un phénomène d'endocytose dans les cellules épithéliales iléales et cæcales, notamment les tissus lymphoïdes incluant les plaques de Peyer, les amygdales cæcales et préférentiellement dans les cellules M. Dans le cas des salmonelles provoquant des maladies systémiques, le site d'attachement préférentiel se situe au niveau des plaques de Peyer (Euzéby, 1997).

L'infection salmonellique initie, par chimiotactisme, une réponse inflammatoire intestinale avec l'afflux d'hétérophiles et de macrophages. Les salmonelles survivent et se multiplient dans les macrophages. À proximité de la sous muqueuse, où elles sont phagocytées par des macrophages, les monocytes et les polynucléaires neutrophiles, les salmonelles sont capables de survivre dans ces cellules en inhibant la fusion phagosome / lysosome (Nakamura *et al.*, 1993). Elles peuvent alors atteindre les nœuds lymphatiques et mésentériques puis le sang (invasion systémique), sans doute à l'intérieur de ces cellules phagocytaires (macrophages, leucocytes hétérophiles) et s'installent dans le foie, la rate et la moelle osseuse. Dans cette brève période, une phase de multiplication survient dont la vitesse dépend de la virulence de la souche et de la résistance de l'hôte. La multiplication bactérienne peut aboutir à

la mort de l'hôte, où le nombre des bactéries peut atteindre un plateau avant de décliner (Euzeby, 1997 ; Mahammad *et al.*, 2010). Il existe 3 cas de figure pour le déroulement de l'infection, le portage sain étant le plus fréquent chez les volailles.

- ✓ L'infection est strictement limitée à la sphère digestive et peut correspondre à un portage latent avec élimination épisodique des salmonelles dans les fèces. Les porteurs latents sont cliniquement et anatomiquement indécélables, ils peuvent excréter des salmonelles, de façon continue ou intermittente. C'est le cas le plus fréquemment rencontré. Dans ce cas de figure, les salmonelles sont retrouvées dans différentes portions de l'intestin par culture, alors que les écouvillons cloacaux révèlent qu'il n'y a plus d'excrétion dans l'environnement. Leur lieu d'élection et de multiplication, chez le poulet est le cæcum. A ce stade de l'infection, les porteurs ne sont donc pas facilement détectables (Protais *et al.*, 1997).
- ✓ La colonisation du tube digestif précède le passage de la barrière digestive, avec invasion systémique et présence des bactéries dans les sécrétions et les excréments, ainsi que dans l'appareil génital.
- ✓ Seule l'infection systémique demeure avec le portage chronique.

La majorité des sérovars de salmonelles :

- ✓ sont responsables d'un cycle fécal/oral avec multiplication et excrétion fécale.
- ✓ sont responsables d'une infection qui se limite au tube digestif, avec seulement une transmission horizontale avec ré-excrétion intermittente ou permanente dans l'environnement.
- ✓ se caractérisent par une adaptation à des hôtes variés et une répartition large dans l'environnement d'un poulailler : eau, sol, locaux, rongeurs, insectes, etc.

Le caractère invasif pour les volailles vaut essentiellement pour Enteritidis, ainsi que Typhimurium, mais aussi pour certaines souches de serotypes Heidelberg, Hadar, etc. (Jouy *et al.*, 2002). *Salmonella* Typhimurium, très ubiquiste, contamine en surface environ 2 p. cent des œufs. *Salmonella* Enteritidis contamine environ 1 p. cent des œufs : très invasives, les souches de ce sérovar sont en effet capables de coloniser l'oviducte et les ovaires, entraînant la contamination interne de l'œuf. Au final, même si un très petit nombre d'œufs se trouve contaminé, le volume des œufs consommés est tel qu'il s'agit d'un problème significatif de santé publique (Protais *et al.*, 1997).

3.1.2.2. Symptômes et lésions

Les rapports hôte/bactéries dépendent du sérovar et de la souche, de sa dose initiale, de l'âge des animaux au moment de l'infection, de leur matériel génétique, de leur statut immunitaire (les symptômes sont observés essentiellement sur les poussins de moins de 15 jours et sont rares sur les poulets de plus de 4 semaines), de l'environnement de l'élevage.

Les symptômes ne sont pas spécifiques et sont similaires quel que soit le sérovar. Dans quelques cas particuliers (hôtes à risques, ingestion d'une grande quantité de salmonelles, invasivité de certaines souches pour un même sérovar, etc.), une pathologie transitoire, essentiellement digestive avec diarrhée, est parfois accompagnée d'atteinte de l'état général.

Compte tenu de sa forte affinité pour le tractus génital, lorsque *Salmonella* Enteritidis passe la barrière digestive et envahit l'organisme de l'hôte (infection systémique), l'infection

peut être transmise verticalement. Dans le cas des poules pondeuses, l'infection est ainsi transmise aux œufs du fait de l'aptitude à coloniser l'ovaire et l'oviducte, et à la descendance dans le cas où il s'agit d'œufs issus de reproducteurs (Humphrey, 1999 ; Protais *et al.*, 1997).

En résumé, *Salmonella* Enteritidis et *Salmonella* Typhimurium, sont actuellement les sérotypes les plus rencontrés dans les salmonelloses aviaires (paratyphoses) :

- ✓ Ils provoquent les formes cliniques les plus graves, surtout observées chez les jeunes animaux souvent d'allure septicémique, et notamment en période périnatale avec une mortalité brutale dans les jours qui suivent l'éclosion, de la prostration (poussins en boule, frileux), une diarrhée liquide blanchâtre et un ventre gonflé.
- ✓ On observe également de nombreuses mortalités en coquille. L'autopsie révèle une non-résorption du sac vitellin avec un contenu souvent liquide et grumeleux, un aspect cuit généralisé, une hépatomégalie avec des lésions dégénératives nodulaires, des lésions cœcales plus ou moins intenses avec présence fréquente d'un magma caséux (parfois très discret), éventuellement de la péricardite et de l'aérosacculite.
- ✓ Chez les poussins plus âgés et donc plus résistants, l'allure est davantage subaiguë. Les poussins atteints sont tristes, cyanosés, assoiffés, présentent une diarrhée aqueuse jaune verdâtre, parfois hémorragique (Humphrey, 2006).
- ✓ Ils sont ubiquistes (surtout Typhimurium) et disposent de réservoirs amplificateurs tels que les porcs et les bovins.

3.1.2.3. La contamination de l'œuf

Plusieurs mécanismes aboutissent à la contamination interne ou externe de l'œuf aux différents étages de l'appareil génital.

3.1.2.3.1. Surface des œufs

La contamination de la coquille se produit lors du passage dans le cloaque au moment de la ponte, ou sur le matériel d'élevage contaminé. C'est le mode de contamination le plus souvent retrouvé. Les salmonelles survivent au cours du stockage mais n'ont aucune possibilité de multiplication à la surface de la coquille. La contamination des denrées alimentaires a lieu au cours de la préparation et l'intoxication a lieu à la faveur d'une rupture de la chaîne du froid avant la consommation (Protais *et al.*, 1997).

3.1.2.3.2. Contamination interne des œufs

Les salmonelles peuvent contaminer le milieu interne de l'œuf. La contamination interne se fait :

- ✓ soit par transmission trans-ovarienne avec contamination du jaune d'œuf,
- ✓ soit par contamination dans l'oviducte (essentiellement dans la partie haute) à la faveur d'une remontée des bactéries du cloaque dans l'oviducte, avec contamination du blanc d'œufs avant la formation de la coquille (Protais et Lahellec, 1989 ; Cox *et al.*, 2000).

Le blanc d'œuf n'est pas un milieu favorable à la multiplication des salmonelles. Il possède une activité antibiotique naturelle grâce à deux protéines, l'ovotransferrine et le

lysozyme. Elles agissent respectivement en appauvrissant le milieu en fer, indispensable à la croissance bactérienne, et en détruisant les parois de certaines bactéries.

Ces deux protéines n'expliquent qu'une partie du potentiel antimicrobien. D'autres agents antibactériens présents dans le blanc d'œuf restent à identifier. Les sites de contamination les plus fréquents sont, soit la partie externe de la membrane vitelline, soit l'albumen l'entourant, ou par passage des salmonelles au travers de la coquille, à la faveur d'une solution de continuité (fêlure, lavage par exemple).

La coquille assure la protection de l'œuf contre toute pénétration microbienne susceptible de le contaminer. L'intégrité de la coquille est donc déterminante pour le maintien de la qualité sanitaire de l'œuf (Rose *et al.*, 1999).

L'émergence des salmonelles en tant que cause majeure de salmonelloses humaines dans de nombreux pays est attribuée à cette capacité à coloniser le tissu ovarien des poules et à être présent dans le contenu d'œufs en coquille. La contamination interne des œufs semble être surtout le résultat de la capacité des souches de salmonelles (en particulier *S. Enteritidis*) à coloniser les tissus reproducteurs tels que les ovaires et les parties hautes de l'oviducte (Jouy *et al.*, 2002).

3.1.3. Epidémiologie analytique

3.1.3.1. Habitat

L'épidémiologie des salmonelles dépend principalement du type de salmonelles mis en cause lors d'une salmonellose. L'ubiquité de ces entérobactéries permet de les retrouver dans différents milieux (Tableau 6). Elles sont disséminées dans l'environnement à partir des déjections des animaux contaminés ne présentant souvent pas de symptômes cliniques apparents. Les salmonelles peuvent être ainsi présentes à toutes les étapes de la chaîne de production de la filière avicole depuis des troupeaux de reproducteurs jusqu'aux élevages et abattoirs (Hanes, 2003 ; Murray, 2000).

Les salmonelles peuvent en outre survivre pendant de très longues périodes dans le milieu extérieur : de quelques jours à 9 mois dans le sol, quelques mois dans les aliments non acidifiés, sur les tiges et les feuilles ensilées et plus d'un an dans les poussières, le duvet et les matières fécales bovines (Gray et Fedorka-Cray, 2001). Elles peuvent aussi se fixer sur de nombreux supports, tels que : les bottes, les brosses, les pelles, les roues de brouette, les vêtements et autres (figure n°8).

La contamination peut aussi s'étendre à l'eau, aux aliments pour animaux, aux sous produits d'activités agroalimentaires, aux environs des fermes, aux poissons et aux reptiles (Berends *et al.*, 1996). Les rongeurs et les insectes sont aussi cités comme source importante de *Salmonella* dans un élevage (Letellier *et al.*, 2006).

Tableau 6 : Principaux sérovars classés selon l'origine des souches en France en 2009 (IRS, 2012).

Santé et production animales		Hygiène des aliments		Ecosystème naturel	
Sérovars	nb	Sérovars	nb	Sérovars	nb
Senftenberg	2719	Typhimurium	635	Typhimurium	31
Indiana	939	Derby	515	Mbandaka	23
Montevideo	816	Dublin	413	Stourbridge	17
Typhimurium	814	Montevideo	236	Eboko	14
Mbandaka	731	Indiana	182	S.IIIb 38:r:z	8
Enteritidis	517	Hadar	149	Veneziana	7
Derby	396	Enteritidis	140	Derby	7
Kottbus	314	S.I 1,4[5],12:i-	116	S.I 1,4[5],12:i-	7
Regent	300	Agona	111	S.IIIb 47:lv:z ₅₃	6
Livingstone	205	Mbandaka	106	Kottbus	6
Napoli	190	Tennessee	80	Ohio	5
Anatum	167	Give	77	S.IIIb 61:i:z ₅₃	4
Infantis	153	Senftenberg	76	Napoli	4
Dublin	137	Livingstone	76	Panama	4
Kedougou	116	Rissen	75	Enteritidis	4
Saintpaul	115	S.I 1,3,19:z ₂₇ :-	72	Bredeney	4
Agona	109	Bredeney	68	Infantis	4
Bredeney	94	Anatum	52	Tennessee	4
Veneziana	80	Paratyphi B	51	S.IIIb 17:z ₁₀ :enz ₁₅	3
Bareilly	71	Infantis	51	Tudu	3
Newport	71	S.IIIb 61:k:1,5,7	50	Rissen	3
Hadar	67	Kottbus	44	Hadar	3
S.I 1,4[5],12:i-	65	Kedougou	42		
Lille	63	London	41		
Virchow	60	Brandenburg	39		
Sous total	9309	Sous total	3497	Sous total	171
Autres sérovars	1039	Autres sérovars	757	Autres sérovars	64
Nombre total de Souches inventoriées	10348	Nombre total de Souches inventoriées	4254	Nombre total de Souches inventoriées	235

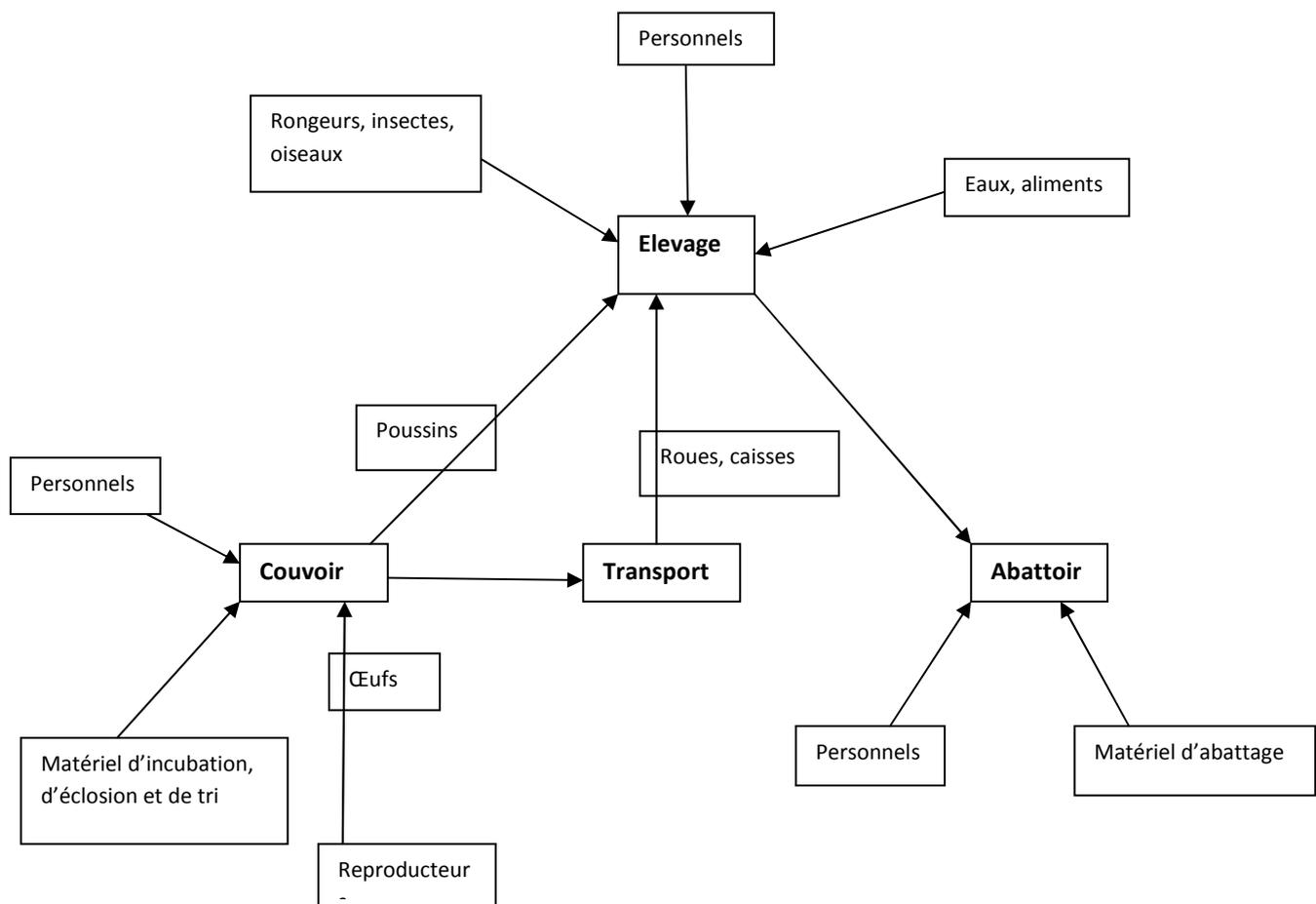


Figure n° 8 : Cycle de transmission des salmonelles dans la filière avicole (Feuillet, 2007)

3.1.3.2. Facteurs de contamination

Le manque d'hygiène et les aliments contaminés constituent des facteurs de risque majeur pour les élevages. L'hygiène à la ferme est très importante, et permet de limiter les cycles de contamination de lots successifs de volailles par les salmonelles résidentes de la production et de circonscrire une contamination, au niveau d'une loge ou d'un compartiment bien précis (Lo Fo Wong et Hald, 2000).

La taille du troupeau, les aliments conditionnés à l'extérieur de la ferme, l'achat des poussins infectés, la saison, le mauvais aménagement des effluents d'élevage, une succession de bandes sans nettoyage et désinfection représentent tout aussi des facteurs prédisposant à la contamination de la ferme (Dahl *et al.*, 1997).

Les aliments représentent une source importante de contamination du fait de nombreux points critiques à contrôler : les matières premières végétales ou animales ; les équipements, la décontamination lors de la granulation, le stockage et le transport. La distribution d'un aliment contaminé, à des poussins ou à des adultes, est à l'origine de porteurs sains qui sont responsables de la dissémination des germes au sein de la bande (Barrow et Lovell, 1991).

Le portage sain ou asymptomatique de *Salmonella* dans l'intestin est en effet fréquent chez les volailles, et présente une nette influence sur la persistance chez les animaux et la contamination des élevages.

3.1.3.3. Sources de l'infection

Dans les élevages avicoles, en général, les sources des agents infectieux sont très diverses. On distingue ainsi, cinq catégories principales de sources de salmonelles parmi lesquelles :

- l'environnement de l'élevage avec les animaux domestiques, les rongeurs, les insectes, l'homme (chaussures, vêtements), les équipements (chariots, caisses), les autres animaux de rente, les oiseaux (sauvages) ;
- les poussins livrés ;
- les roues des camions de livraisons (aliments, poussins) ;
- l'aliment et l'eau de boisson ;
- les matières fécales (fientes) qui représentent la source la plus potentielle.

L'élevage intensif qui concentre de nombreux animaux sur un espace réduit, favorise la contamination entre animaux et au passage, le milieu extérieur. Les bâtiments et leurs abords par le biais du fumier, du lisier et autres effluents, le matériel d'élevage, les moyens roulants sont également une source importante de contamination.

A cette liste, s'ajoutent les reptiles qui représentent aussi une source de contamination potentielle, bien qu'elle soit difficile à évaluer (Protais *et al.*, 1997).

3.1.3.4. Modes de transmission

Compte tenu des formes très bénignes de l'infection à *Salmonella*, la contamination passe généralement inaperçue. Il existe la transmission horizontale directe ou indirecte qui passe par de nombreux vecteurs:

- Voies principales : le personnel, l'équipement, les autres animaux de rentes et de compagnie
- Voies secondaires : oiseaux, rongeurs, insectes etc.
- Autres voies : aliment, eau, air contenant des poussières, fèces, plumes.

La transmission horizontale peut être réduite de manière efficace par la mise en place de barrières sanitaires strictes et par le nettoyage et la désinfection de l'environnement de la ferme. Au sein du troupeau de poules pondeuses, la transmission horizontale se fait surtout par l'ampleur du mécanisme d'ingestion / multiplication / excrétion et le recyclage des germes infectieux (Humbert, 1992).

Lorsque les salmonelles s'installent, le taux de colonisation en salmonelles reste souvent entre 0 et 40 p. cent dans un lot et varie selon les différents stress. En effet, lorsque les volailles sont stressées, elles ont tendance à manger les fientes, ce qui contribue à une augmentation accrue des salmonelles (Bornert, 2000 ; Humbert, 1992)

3.2. La salmonellose chez les autres espèces animales

3.2.1. Généralités

En général, les bactéries du genre *Salmonella* sont pathogènes pour de nombreuses espèces animales, avec toutefois des différences selon les couples hôte-sérovar et l'intervention ou non de facteurs de risque. L'infection ne se traduit donc pas toujours par une expression clinique, et les animaux peuvent être apparemment sains jusqu'à des niveaux de portage élevés. L'expression clinique elle-même varie également en fonction du couple hôte-sérovar. Les infections à salmonelles engendrent ainsi chez les bovins et chez les ovins des problèmes de fertilité provoqués principalement par les sérotypes qui leur sont inféodés (Fresney *et al.*, 2007 ; Smith, 2002).

3.2.2. Les bovins

Les principaux sérotypes responsables de salmonelloses cliniques chez les bovins sont : *Salmonella* Dublin, *Salmonella* Bovismorbificans et *Salmonella* Typhimurium. D'autres sérotypes ont parfois été isolés chez des animaux malades. La salmonellose sévit chez les bovins adultes de manière sporadique, mais prend une allure épizootique chez les veaux. (Pedro et Szyfres, 1989). Les vaches laitières, en raison de leur réceptivité particulière aux salmonelles, constituent une plaque tournante pour la circulation des salmonelles en milieu rural (Martel et Prave, 1994). La salmonellose bovine revêt plusieurs aspects selon le type d'animaux atteints et selon le sérovar. Elle se manifeste classiquement par une entérite hémorragique hyperthermisante, contagieuse, accompagnée parfois de symptômes respiratoires. La mortalité est importante en l'absence de traitement approprié. La forme abortive de salmonellose est en régression du fait de la diminution des infections par *S.* Dublin. Les lésions observées diffèrent selon le mode aigu ou chronique de la maladie (Caron et Menard, 1997).

3.2.3. Les porcins

Les porcins sont les hôtes de nombreux sérotypes de *Salmonella* et constituent le principal réservoir de *Salmonella* Choleraesuis (Proux *et al.*, 2001 ; Korsak *et al.*, 2004). Les sérotypes de *Salmonella* Enteritidis sont généralement isolés dans l'intestin et les ganglions mésentériques des pors tandis que *S.* Choleraesuis est très invasive. La fréquence de l'infection chez le porc par divers types de salmonelles, explique que les denrées d'origine porcine soient incriminées comme source de l'infection humaine (Fedorka-Cray *et al.*, 2000).

3.2.4. Les équidés

Salmonella Abortusequi provoque des avortements chez la jument dans les derniers mois de gestation et de l'arthrite chez les poulains. Ce sérotype a une répartition mondiale, mais le cheval est également sensible à d'autres types de salmonelles, en particulier à *Salmonella* Typhimurium (Pedro et Szyfres, 1989).

3.2.5. Les chiens et les chats

Ces animaux peuvent être infectés par divers sérotypes et être des porteurs asymptomatiques. Ils contractent l'infection en ingérant les fèces d'autres chiens, d'autres animaux ou de l'homme. Les chats et les chiens peuvent aussi s'infecter avec des aliments contaminés (Pedro et Szyfres, 1989).

3.3. Moyens de lutte

3.3.1. Lutte thérapeutique

L'efficacité de la médication par les antibiotiques pour traiter et prévenir les infections à salmonelles ubiquitaires continue de faire débat. En effet, l'utilisation des antibiotiques a montré son efficacité dans le contrôle de l'évolution des salmonelles, mais l'utilisation anarchique est souvent à l'origine de graves problèmes de résistance bactérienne et de leur plus grande dissémination en aviculture.

Chez les poulets de chair dont la durée de vie est courte, il n'est généralement pas nécessaire d'utiliser les antibiotiques. Cependant, certains éleveurs prennent des initiatives pour traiter des troubles digestifs, assimilés à des salmonelloses, par des antibiotiques qui parfois déséquilibrent la flore intestinale avec comme conséquences le risque de salmonelloses, l'excrétion durable du germe et la sélection de bactéries résistantes (Humbert et Salvat, 1997).

Pour diminuer le taux de portage salmonellique de poulets destinés à la consommation, il est théoriquement possible d'utiliser les antibactériens mais il faut préciser les risques pour la santé humaine en matière de résistance des bactéries. Il est toujours recommandé d'utiliser les antibiotiques avec précautions, au bon moment, à la bonne dose et pendant une durée appropriée (Humbert et Salvat, 1997 ; Singer *et al.*, 1992).

3.3.2. Prophylaxie

3.3.2.1. Prophylaxie sanitaire (biosécurité)

A travers le monde, il a été démontré que l'application des mesures sanitaires et les programmes de contrôle peuvent contribuer de manière considérable à la réduction de la prévalence des salmonelles chez la volaille, par le biais des mesures telles les bonnes pratiques d'élevage et de biosécurité. Les barrières sanitaires représentées par les mesures générales d'hygiène sont les premiers éléments à mettre en place avant l'emploi des procédés spécifiquement adaptés à la lutte contre le danger *Salmonella* ou tout autre traitement (Humbert et Salvat, 1997).

3.3.2.2. Mesures générales d'hygiène

Les locaux, le personnel et l'environnement doivent répondre à certains principes généraux :

- ✓ Un isolement rigoureux des locaux vis à vis de l'extérieur, pour protéger les locaux, les équipements et les animaux ;
- ✓ le respect du principe de la marche en avant avec délimitation d'une zone propre et d'une zone sale ;
- ✓ Le non entrecroisement des courants de circulation (matières premières et produits finis ou produits avec déchets) ;
- ✓ La propreté, la désinfection et le bon état d'entretien des équipements et du matériel ;
- ✓ La propreté et sensibilisation à l'hygiène du personnel ;
- ✓ La propreté et le lavage des mains, le changement et désinfection des bottes sont essentiels pour la protection des bâtiments d'élevages (Humbert et Salvat, 1997).

3.3.2.2.1 Approvisionnements

Les aliments et l'eau, peuvent être contaminés par les matières premières animales mal stérilisées ou par des matières végétales contaminées par des vecteurs tels les rongeurs, soit pendant leur stockage ou leur distribution. Il faut pour cela des matières premières de qualité et des conditions de stockage satisfaisantes, une désinfection spécifique des silos de l'élevage ainsi qu'une qualité d'eau irréprochable. Les véhicules de transport et tous les «intrants» doivent être contrôlés rigoureusement, notamment par l'installation de pédiluves et de nettoyage et désinfection des véhicules et des cages (Schneitz et Mead, 2000).

3.3.2.2.2. Nettoyage et désinfection

Les opérations de nettoyage et de désinfection doivent suivre un protocole complet, comportant des étapes fondamentales et précises (Van Immerseel *et al.*, 2005):

- ✓ Pré-nettoyage consistant en des opérations de rangement, de balayage, de raclage et de dépoussiérage ;
- ✓ Nettoyage qui se fait généralement à l'eau chaude additionnée d'un détergent et qui aboutit à la propreté visuelle ;
- ✓ Rinçage intermédiaire ;
- ✓ Désinfection. Elle utilise des désinfectants efficaces en agro-alimentaire tels que les alcalins chlorés, les peroxydes d'acides, les produits iodés, les biguanidines, et à un moindre degré les ammoniums quaternaires qui doivent être employés conformément aux spécifications des fabricants en matière de dose, de température, de temps de contact et de nettoyage préalable ;
- ✓ Rinçage final ;
- ✓ Séchage.

Ce protocole doit être appliqué à la lettre à chaque fin de temps de travail tout au long de la chaîne de transformation (généralement en fin de journée), car l'omission d'une quelconque étape peut aboutir à l'inefficacité relative, sachant que l'emploi des détergents n'est pas compatible avec les désinfectants ; ce qui peut entraîner la persistance des contaminations croisées. Enfin, les opérations du protocole doivent être formalisées, décrites et gérées en plan de nettoyage de qualité, et vérifiées régulièrement par des analyses bactériologiques

Le personnel doit s'être lavé les mains avant la prise du travail, après les pauses, après manipulation d'aliments ou objets souillés, toutes les 45 minutes à 1 heure au cours du travail, et surtout après usage des toilettes. Le lavage des mains consiste en un savonnage soigneux des mains et des avant bras pendant 30 secondes, suivi d'un rinçage et d'un séchage au moyen d'un essuie mains à usage unique. Les produits irritants, les essuie mains à air chaud, les savonnettes, l'eau trop chaude ou trop froide et les robinets à commande manuelle sont proscrits (Van Immerseel *et al.*, 2005).

3.3.2.3. Mesures spécifiques

- ✓ Infrastructures, équipements et matériels appropriés ;
- ✓ Clôture et isolement strict des élevages ;
- ✓ Protection des bâtiments contre les insectes et les rongeurs ;
- ✓ Désinfection et vide sanitaire entre bandes successives : système tout plein-tout vide (ALL IN ALL OUT, Van Immerseel *et al.*, 2005) ;
- ✓ Propreté de l'environnement immédiat en évitant l'épandage de litière à proximité des élevages ;

- ✓ Elimination des porteurs au moyen d'examens sérologiques ;
- ✓ Evacuation des salissures vers des fosses septiques ou réseaux d'eau usée ;
- ✓ Dératisation et désinsectisation ;
- ✓ La propreté et le lavage des mains, le changement et désinfection des bottes sont essentiels pour la protection des bâtiments d'élevages (Bell, 2002 ; Schneitz et Mead, 2000).

3.3.2.4. Prophylaxie médicale

3.3.2.4.1. Additifs alimentaires anti-*Salmonella*

3.3.2.4.1.1. Acidification de l'eau de boisson

L'acidification de l'eau de boisson consiste à supplémenter l'eau de boisson avec un acide organique (acide butyrique) qui, non seulement abaisse le pH de l'eau, mais surtout abaisse le pH du contenu intestinal, le plus loin possible dans l'intestin, avec un effet également dans les cæca. L'acidification n'agit pas comme un antibiotique, mais comme un agent modifiant le milieu intestinal, le rendant défavorable à la multiplication des salmonelles, son action est limitée dans le temps ; ce qui implique des administrations répétées et régulières tout au long du lot. Le but de la supplémentation n'est pas d'éliminer toutes les salmonelles, mais d'abord de les empêcher de se développer, en agissant le plus tôt possible, puis de maintenir cette population de salmonelles en dessous d'un seuil d'excrétion, enfin d'empêcher la contamination du lot entier (Van Immerseel *et al.*, 2005).

3.3.2.4.1.2. Les prébiotiques

Ce sont des ingrédients des aliments non digestibles qui ont un effet favorable pour la stimulation sélective de la croissance, ou de l'activité d'un nombre restreint d'espèces bactériennes déjà présentes dans l'intestin. La flore intestinale transforme ces prébiotiques par fermentation, en acide gras volatils, ce qui peut conduire à une modification de l'ensemble de la flore. C'est l'exemple des fructo-oligosaccharides (Van Immerseel *et al.*, 2005).

3.3.2.4.1.3. Les probiotiques

C'est une autre classe de composants utilisables dans l'aliment : des micro-organismes vivants, inclus dans les aliments qui ont un effet favorable sur l'hôte par amélioration de l'équilibre de la flore intestinale. Chez la volaille, des tests avec des probiotiques et en particulier certaines souches de *Bacillus* et des Lactobacilles, ont permis de réduire le niveau de colonisation de l'intestin par *Salmonella* (Van Immerseel *et al.*, 2005).

3.3.2.4.1.4. Concept de NURMI et RANTALA : les flores de barrière

On sait que les poulets sont très sensibles aux infections à salmonelles durant la première semaine de vie car le développement de la flore intestinale est progressif. Le principe de la flore de barrière consiste à donner à l'animal le plus précocement possible, en général à 1 jour d'âge, une flore équilibrée non pathogène qui va coloniser la lumière intestinale des poussins. En s'implantant la première, cette flore va empêcher l'adhésion et donc l'implantation ultérieure de germes issus du milieu extérieur, donc peu contrôlés et susceptibles d'être pathogènes (colibacilles, salmonelles) ou indésirables (salmonelles) (Feuillet, 2007).

Lorsque la flore anaérobie est dominante, elle baisse la tension en oxygène et favorise ainsi les anaérobies. En acidifiant le milieu par les bactéries lactiques qui produisent des acides

gras volatils, pouvant inhiber la croissance des entéropathogènes et produisant des bactériocines dont l'action est proche de celle des antibiotiques. Ces germes constituent une barrière entre des germes exogènes et la muqueuse intestinale, d'où leur nom de flore de barrière (Schneitz et Mead, 2000; Van Immerseel *et al.*, 2005).

3.3.3. La vaccination

La vaccination en élevage de poulet de chair ne serait pas justifiée, vu la durée de vie très courte des animaux ; néanmoins la vaccination pourrait venir compléter l'ensemble des mesures préconisées en prophylaxie sanitaire et en aucun cas ne peut suffire seule. En revanche, la vaccination des poulettes au moyen de vaccins tués, d'autovaccins ou de vaccins atténués ont montré une certaine efficacité qui se traduit par une réduction nette du portage et de l'excrétion. Mais cette prévention n'est ni suffisante ni durable, si le contexte environnemental n'est pas satisfaisant. Aujourd'hui, il est utopique de vouloir élever des oiseaux sans salmonelles, mais chacun des acteurs de la filière volaille doit se mobiliser pour diminuer la prévalence et éradiquer les sérotypes les plus pathogènes (Barrow et Wallis, 2000).

L'innocuité doit être la qualité première des vaccins. Les vaccins tués doivent tout simplement subir une inactivation correcte alors que les vaccins vivants, d'utilisation plus risquée pour la santé humaine, doivent être stables, non-sujets à des mutations réversibles, incapables de survivre dans l'environnement et surtout avirulents. D'une manière générale, les vaccins vivants sont considérés comme plus efficaces que les vaccins tués. Les vaccins vivants peuvent être distribués dans l'eau de boisson, alors que les vaccins tués nécessitent une ou deux injections. Il existe dans le commerce, des vaccins spécifiques contre *S. Enteritidis* et *S. Typhimurium*. Les autovaccins donnent des résultats assez satisfaisants selon les sérotypes ciblés, mais ne permettent pas l'élimination totale des salmonelles, car le portage persiste au niveau des organes (foie, rate et colon) et l'excrétion des salmonelles se poursuit dans les fientes des animaux vaccinés (Barrow et Wallis, 2000 ; Feuillet, 2007).

3.4. Les salmonelloses humaines

3.4.1. Généralités

Les salmonelles sont des bactéries entériques, acquises par voie orale et adaptée à la vie dans le mucus du tractus digestif. Elles ont un tropisme particulier pour le tube digestif des animaux en général, et des volailles en particulier, qui constituent sans doute le réservoir d'origine. Ce tropisme est lié à l'évolution de ces bactéries avec leur niche écologique durant des millénaires, qui a abouti à une sélection de gènes adaptés, notamment liés à leur caractère microaérobie, à leur métabolisme et à leurs caractères physiques, leur permettant de se mouvoir dans le mucus digestif. La maladie humaine la plus fréquemment associées aux salmonelloses est, par conséquent, une entérite aiguë causée par une infection intestinale qui peut se compliquer par des localisations secondaires et d'un syndrome post-infectieux (Fresney *et al.*, 2007).

A l'exception de *Salmonella* Typhi et des sérotypes paratyphiques (A, C et certaines souches de B) qui sont spécifiques de l'homme, toutes les autres infections dues aux salmonelles non typhiques peuvent être considérées comme des zoonoses. La salmonellose est sans doute la zoonose d'origine alimentaire la plus répandue dans le monde. En général, l'homme se contamine en ingérant des aliments contaminés, le plus souvent d'origine animale (viande, et en particulier de volailles, produits carnés, œufs et produits laitiers) consommés crus, insuffisamment cuits ou recontaminés après cuisson. C'est la maladie la plus importante en termes d'impact sur la morbidité et la mortalité chez l'Homme. Les salmonelles surviennent sous forme sporadique ou de TIA mais elles peuvent aussi entraîner des épidémies régionales, voire internationales (Delmas *et al.*, 2010 ; Majowics *et al.*, 2010).

3.4.2. Tendances épidémiologiques

3.4.2.1. Epidémiologie descriptive

Depuis de nombreuses années, *Salmonella* constitue une des causes majeures des infections du tractus digestif humain, liée à la consommation de denrées alimentaires d'origine animale.

Vu le large spectre d'animaux pouvant être porteurs de *Salmonella*, une grande variété de produits alimentaires, consommés crus, peu cuits ou ayant fait l'objet d'une contamination post-cuisson, peut être à l'origine d'une contamination humaine : viande - et particulièrement volaille -, produits carnés, œufs et produits laitiers. Plus rarement la contamination peut avoir pour origine un contact direct avec un animal malade ou porteur sain par l'intermédiaire des mains.

Les salmonelloses d'origine alimentaire peuvent donner lieu à des foyers très importants, qui peuvent atteindre une échelle nationale voire internationale, si un aliment commercialisé à large diffusion se trouve contaminé.

En France, une étude menée par l'Institut de Veille Sanitaire (InVS), à partir de six sources de données (Centre national de référence, réseaux sentinelles, données de surveillance départementale, données de l'assurance maladie), a permis d'estimer le nombre de cas annuels confirmés de salmonelloses humaines non-typhiques pour la période 1995-1999. Il y aurait ainsi entre 32 000 et 43 000 cas entraînant de 6 000 à 10 700 hospitalisations compliquées de 100 à 560 décès (Delmas *et al.*, 2006 ; Vaillant *et al.*, 2004).

Durant les années 2006, 2007 et 2008, ce sont 3 127 foyers de toxi-infection alimentaire collective (TIAC), maladie à déclaration obligatoire, soient 33404 patients qui ont été déclarés par les médecins, les biologistes, les responsables d'établissements ou les particuliers aux Autorités de Santé. La moitié des foyers de TIAC dont l'agent infectieux a pu être déterminé était dû aux bactéries du genre *Salmonella*.

Le Centre National de Référence des *Salmonella* à l'Institut Pasteur répertorie environ 10000 isollements annuels de *Salmonella* chez l'homme depuis 2004. Le sérotype majoritaire est Typhimurium (ubiquitaire), suivi par le sérotype Enteritidis (filière œuf). Ces deux sérotypes représentent 70% de tous les isollements de *Salmonella* (Tableau 8). Il était jusqu'à présent assez difficile d'avoir une idée du nombre réel de cas annuels (TIAC + cas sporadiques) mais une enquête nationale (Institut Pasteur-Afssaps-InVS) auprès de 3375 laboratoires de biologie médicale a révélé environ 17 000 cas humain annuels confirmés de salmonellose en France pour l'année 2008 (Weill et Le Hello, 2011).

Une liste descriptive des épidémies de salmonelloses survenues en France entre 2002 et 2010 est indiquée dans le tableau 7 qui suit.

Tableau 7 : Description des principales épidémies d'origine alimentaire dues à *Salmonella* et répertoriées au CNR-Salm entre 2002 et 2010 en France (Vaillant *et al.*, 2012).

Sérotype	Année	Lieu	Nombre de cas	Origine
Typhimurium	2002	France entière	27	Sauce sèche
Cerro	2002	France entière	22	Poudre crème pâtissière
Newport	2003	France entière	14	Viande de cheval
Agona	Janvier-juin 2005	France entière	141 (nourrissons)	Poudre de lait infantile
Worthington	Janvier-juillet 2005	France entière	54 (personnes âgées)	Poudre de lait
Manhattan	Août-novembre 2005	Sud Est	40	Charcuterie
Stourbridge	Avril-juillet 2005	France, Suède, Suisse	18 cas en deux épisodes	Fromage de chèvre d'origine inconnue
Oranienburg	Juin-juillet 2005	Île-de-France	7	Viande de cheval suspectée
Montevideo	Octobre-décembre 2006	France entière	23	Fromage
Meleagridis	Novembre 2006	Nord	5	Viande de cheval
Bredeney	2007	France entière	10	Inconnu
Rissen	2007	France entière	18	Inconnu
Brandenburg	2008	France entière	35	Saucisson sec
Typhimurium	2008	France entière	101	Rosette
Muenster	2008	France entière	25	Fromage au lait cru
Typhimurium	2008	France entière	112	Inconnu
Putten	2008	France entière	8	Steak haché de bœuf
Give	2008	France entière	57	Lait en poudre
Ajiobo	2008	France entière	16	Inconnu
Hadar	2009	France entière	71	Viande de volaille
Newport	2010	France entière	28	Fromage au lait cru
Typhimurium	2010	France entière	34	Viande de cheval
Newport	2010	France entière	10	Fromage au lait cru
Typhimurium	2010	France entière	35	Fromage au lait cru
4,12:i:-	2010	France entière	132	Saucisse sèche
4,5,12:i:-	2010	France entière	554	Steak haché de bœuf

Le tableau 8 montre la distribution des 15 principaux sérotypes isolés des salmonelloses humaines en France. Deux sérotypes sont largement prédominants : Typhimurium et Enteritidis qui représentent 70 % de tous les isolements.

Tableau 8 : les 15 principaux sérotypes enregistrés au CNRS (Centre national de référence des *Salmonella*) depuis 2002 en France (Vaillant *et al.*, 2012)

	2002 (N=11 775)	2003 (N=10 472)	2004 (N=10 589)	2005 (N=11 439)	2006 (N=10 154)	2007 (N=8 124)	2008 (N=10 378)	2009 (N=9 947)	2010 (N=9 405)
1	Enteritidis (4469)	Enteritidis (4144)	Enteritidis (3897)	Typhimurium (3992)	Typhimurium (4103)	Typhimurium (2978)	Typhimurium (4787)	Typhimurium (3867)	Typhimurium (3027)
2	Typhimurium (3998)	Typhimurium (3222)	Typhimurium (3635)	Enteritidis (3638)	Enteritidis (2878)	Enteritidis (2148)	Enteritidis (1941)	Enteritidis (1777)	Enteritidis (1711)
3	Hadar (282)	Virchow (201)	Typhi (151)	Agona (274)	Derby (150)	Derby (127)	1,4,[5],12:i:- (410)	1,4,[5],12:i:- (1011)	1,4,[5],12:i:- (1098)
4	Infantis (178)	Hadar (178)	Hadar (131)	Infantis (210)	Typhi (148)	Hadar (123)	Derby (177)	Hadar (177)	Kentucky (208)
5	Virchow (174)	Typhi (167)	Derby (128)	Typhi (187)	Napoli (144)	1,4,[5],12:i:- (122)	Kentucky (139)	Typhi (170)	Newport (191)
6	Derby (162)	Newport (161)	Newport (122)	Derby (158)	Hadar (140)	Typhi (120)	Typhi (138)	Derby (160)	Typhi (181)
7	Typhi (154)	Infantis (139)	Virchow (122)	Hadar (147)	Infantis (135)	Newport (118)	Newport (126)	Newport (139)	Derby (167)
8	Brandenburg (142)	Brandenburg (131)	Infantis (122)	Virchow (142)	Virchow (118)	Kentucky (113)	Panama (105)	Infantis (134)	Panama (148)
9	Heidelberg (126)	Derby (109)	Agona (102)	Newport (133)	1,4,[5],12:i:- (113)	Infantis (108)	Hadar (105)	Kentucky (130)	Infantis (128)
10	Newport (99)	Agona (92)	Brandenburg (87)	Panama (124)	Newport (105)	Panama (89)	Brandenburg (101)	Panama (107)	Napoli (100)
11	Dublin (92)	Heidelberg (90)	Napoli (80)	1,4,[5],12:i:- (99)	Panama (95)	Virchow (87)	Infantis (100)	Virchow (85)	Dublin (81)
12	Paratyphi B (85)	Napoli (83)	Panama (80)	Manhattan (95)	Agona (73)	Napoli (71)	Give (90)	Napoli (81)	Hadar (76)
13	Bovismorbificans (77)	Dublin (69)	Paratyphi A (77)	Napoli (93)	Brandenburg (64)	Bredeney (59)	Virchow (77)	Saint-Paul (77)	Corvallis (70)
14	Panama (75)	Indiana (67)	Indiana (77)	Indiana (86)	Paratyphi B (64)	Agona (55)	corvallis (71)	Dublin (74)	Kottbus, Virchow (66)
15	Blockley (57)	Paratyphi B (63)	Paratyphi B (62)	Brandenburg (82)	Manhattan (64)	Montevideo (54)	Bovismorbificans (69)	Montevideo (57)	Saint-Paul (64)

a - En Europe

Sur les trois dernières décennies, on a observé l'évolution de sérotypes particuliers de *Salmonella* dans l'élevage animal intensif, puis chez l'homme. *S. Enteritidis* est à l'origine de l'épidémie la plus récente, qui chez l'homme a atteint son point culminant en 1992 dans de nombreux pays européens (Tableaux 9, 10 et 11). Le déclin actuel de ce sérotype peut laisser place à la réémergence de *S. Typhimurium* en tant que sérotype principal pour la salmonellose humaine.

Tableau 9 : Distribution des cas confirmés de salmonelloses par serovars chez les humains, 2008-2009 (EFSA Journal, 2011)

2009			2008		
Top 10 TESSy			Top 10 TESSy (Système de Surveillance Européenne)		
Sérotypes	N	%	Sérotypes	N	%
<i>S. Enteritidis</i>	53 382	52.3	<i>S. Enteritidis</i>	70 091	58
<i>S. Typhimurium</i>	23 759	23.3	<i>S. Typhimurium</i>	26 423	21.9
<i>S. Infantis</i>	1 616	1.6	<i>S. Infantis</i>	1 317	1.1
<i>S. Newport</i>	760	0.7	<i>S. Virchow</i>	860	0.7
<i>S. Virchow</i>	736	0.7	<i>S. Newport</i>	787	0.7
<i>S. Derby</i>	671	0.7	<i>S. Agona</i>	636	0.5
<i>S. Hadar</i>	507	0.5	<i>S. Derby</i>	634	0.5
<i>S. Kentucky</i>	460	0.5	<i>S. Stanley</i>	529	0.4
<i>S. Saintpaul</i>	452	0.4	<i>S. Bovismorbificans</i>	501	0.4
<i>S. Bovismorbificans</i>	433	0.4	<i>S. Kentucky</i>	497	0.4
Others	19 225	18.8	Others	18 495	15.3
Total	102 001	100	Total	120 760	100

Tableau 10 : Serovars de *Salmonella* isolés lors des TIA confirmés dans l'UE, 2009 (EFSA Journal, 2011)

Sérotypes	TIA		Cas humains		
	N	% total de l'EU	N	Hospitalisés	décès
<i>S. Enteritidis</i>	193	59.5	2 620	720	4
<i>S. Typhimurium</i>	51	15.7	908	108	2
<i>S. Ohio</i>	1	0.3	39	39	0
<i>S. Bovismorbificans</i>	2	0.6	34	3	0
<i>S. Bredeney</i>	1	0.3	3	1	0
<i>S. Dublin</i>	1	0.3	3	1	0
<i>S. Hadar</i>	1	0.3	2	0	0
<i>S. Napoli</i>	2	0.6	45	2	0
<i>S. Newport</i>	3	0.9	160	7	0
<i>S. Paratyphi B var java</i>	2	0.6	7	6	0
<i>S. enterica</i> subsp. <i>Arizonae</i>	1	0.3	2	0	0
<i>S. spp.</i> , unspecified	58	17.9	445	71	0
<i>S. Infantis</i>	4	1.2	124	5	0
<i>S. Virchow</i>	1	0.3	2	0	0
<i>S. Manhattan</i>	1	0.3	3	1	0
<i>S. group C2</i>	1	0.3	23	4	0
<i>S. group D</i>	1	0.3	80	18	0
UE Total.	324	100.0	4 500	988	6

Tableau 11 : Cas de TIA confirmés et possibles causé par *Salmonella* dans l'UE, 2009. (EFSA Journal, 2011)

Pays	TIA total es		TIA confirmées				TIA possibles			
	N	Taux pour 100 000	N	Cas humains			N	Cas humains		
				Cas	Hospitalisés	Décès		Cas	Hospitalisés	Décès
Austria	2008	2.49	8	228	37	0	200	519	117	1
Belgium	5	0.05	1	39	39	0	4	29	2	0
Czech republic	19	0.18	1	147	5	0	18	432	25	0
Danmark	14	0.25	5	628	3	2	9	94	2	0
Estonia	19	1.42	1	6	3	0	18	48	16	0
Finland	1	0.02	1	28	0	0	0	-	-	-
France	147	0.23	104	843	166	1	43	503	27	0
Germany	343	0.42	20	282	48	1	323	1 338	272	0
Greece	38	0.34	-	-	-	-	38	140	66	0
Hungry	23	0.23	11	146	34	1	12	164	24	1
Ireland	7	0.16	-	-	-	-	7	74	15	1
Italy	111	0.18	-	-	-	-	111	356	-	-
Latvia	48	2.12	-	-	-	-	48	236	-	-
Lithuania	50	1.49	6	122	70	0	44	171	125	0
Malta	14	3.38	-	-	-	-	14	88	-	0
Netherlands	13	0.08	3	36	8	1	10	34	10	0
Poland	161	0.42	95	1 181	361	0	66	399	157	0
Portugal	3	0.03	3	45	35	0	0	-	-	-
Romania	3	0.01	3	130	68	0	0	-	-	-
Slovakia	298	5.51	3	121	18	0	295	848	153	0
Slovenia	4	0.20	3	36	3	0	1	42	17	1
Spain	156	0/34	54	469	90	0	102	772	134	2
Sweden	7	0.08	2	13	0	0	5	53	5	0
United Kingdom	30	0.05	-	-	-	-	30	1 227	73	4
UE Total	1 722	0.35	324	4 500	988	6	1 398	7 567	1 240	10
Norway	1	0.02	-	-	-	-	1	5	1	0
Switzerland	1	0.01	-	-	-	-	1	3	1	0

b - Aux USA et Canada

Les salmonelloses d'origine alimentaire peuvent donner lieu à des foyers très importants qui peuvent atteindre une échelle nationale voire internationale, si un aliment commercialisé à large diffusion se trouve contaminé.

En 1994 aux Etats-Unis, par exemple, une épidémie provoquée par une crème glacée a touché 224 000 personnes. On évalue à 1,4 million par an le nombre d'infections à *Salmonella* non typhique, entraînant 168 000 visites médicales, 15 000 hospitalisations et 580 décès. Le sérotype le plus isolé est *Salmonella* Typhimurium (31 %), suivi par *S. Enteritidis* (13 %) (Kennedy *et al.*, 2004 ; CDC, 2006).

Le coût d'un cas de salmonelloses humaines dans ce pays peut aller, selon les estimations, d'une quarantaine de dollars US \$ à 4,6 millions par an, selon que l'affection n'entraîne pas de complication ou qu'elle débouche sur une hospitalisation et un décès (Mead *et al.*, 1999). D'une manière globale, aux USA comme au Canada, *S. Typhimurium* est le sérotype le plus fréquemment rapporté suivi du sérotype *Enteritidis* (Tableau 12).

Tableau 12 : Répartition des 20 sérotypes de *Salmonella* humains les plus fréquents isolés des pays de l'Amérique du Nord en nombre et en pourcentages (Hendriksen *et al.*, 2011)

Pays	Canada			USA		
Population	33 212 696			303 824 640		
Année	2001	2003	2007	2001	2003	2005
Nombre total	6359	5531	6455	31675	31484	33348
Sérotypes parmi les top 20 de la région (%)	76.9	76.6	79.5	74.3	78.9	75.4
Typhimurium	21	20	20.8	22.1	21.1	20.9
Enteritidis	21.5	12.5	25.7	17.7	15.4	20.2
Newport	2.3	3.3	2.2	10	12.2	9.9
Heidelberg	13.9	19.9	8.7	5.9	5.7	5.7
Javiana	-	1.2	-	3.4	5.3	4
Montevideo	0.8	-	-	2	2.7	2.4
Saintpaul	1.5	2	1.9	1.5	2.6	2
Muenchen	-	-	1.3	1.8	2.5	2.2
Thompson	3.7	2.6	2.7	1.6	1.6	1.3
Oranienburg	-	1.7	2.2	1.9	1.8	1.8
Infantis	1.9	2.2	2	1.4	1.7	1.5
Braenderup	-	-	-	1.2	1.7	1.8
Agona	1.9	2.6	1.7	1.2	1.6	-
Mississippi	-	-	-	-	1.4	1.7
I 1,4,5,12:i:-	-	1.5	2.9	-	1.6	-
Typhi	1.8	2.4	2.4	1.1	-	-
Paratyphi B var. Java	1	1.3	-	1.5	-	-
Hadar	3.9	3.4	2.2	-	-	-
Stanley	1.7	-	1.3	-	-	-

c - En Afrique

D'une manière générale, *S. Enteritidis* et *S. Typhimurium* représentent dans la majorité des cas entre 20 % à 30 % des isolats de *Salmonella* dans ce continent (Aragaw *et al.*, 2007 ; Ahmed *et al.*, 2009 ; Flor *et al.*, 2011).

Une étude menée à l'Institut Pasteur d'Alger, de 1998 à 2002 par Aboun *et al.* (2003) et portant sur des lots de prélèvement de 51826 échantillons, issus des secteurs étatiques et privés des 3 régions du pays, a permis l'isolement de 232 souches durant ces 5 années. Le sérotype majoritaire était *S. Enteritidis* (48,28 %), suivi de *S. Virchow* (11,64 %), de *S. Pullorum-Gallinarum* (11,21 %), de *S. Hadar* (6,03 %), de *S. Livingstone* (2,15 %), de *S. Dublin*, (1,72 %), de *S. Typhimurium*, Heidelberg, Isanguï, Brunei (1,29 %), de *S. Senftenberg*, *S. Montevideo*, *S. Brunei*, *S. Newport* etc. Ces résultats sont obtenus sur des prélèvements de divers organes de volailles (foie, rate, cœur, grappe ovarienne, intestins, poumons), œufs, aliments, éclosoirs, litières et fientes issus des différentes régions d'Algérie et de différents types de productions aviaires.

Au Maroc, Maaroufi *et al.*, cité par Aboun *et al.*, (2003) ont, pour la période 1994 à 1998, isolé 179 souches dont 105 *S. Enteritidis* (59 %), 11 souches de *S. Pullorum* ainsi que *S. Gallinarum* (6 %) et d'autres souches moins fréquentes (34 %). Au Ghana, Sackey *et al.* (2001) ont isolé 7/97 (7,2 %) salmonelles du contenu intestinal de poulets en ferme et 13/87 (6,8 %) souches des carcasses de poulet en découpes. Toutes les salmonelles isolées étaient résistantes à plusieurs antibiotiques et particulièrement à l'érythromycine. La distribution des sérotypes de *Salmonella* au Sénégal, en Tunisie et au Cameroun sont récapitulés dans le tableau 13 qui suit :

Tableau 13 : Répartition des 15 sérotypes de *Salmonella* humains les plus fréquents isolés de quelques pays africains en nombre et en pourcentage ((Hendriksen *et al.*, 2011)).

Pays	Cameroun				Sénégal				Tunisie			
	18 467 692				12 853 259				10 383 577			
Année	2001	2003	2005	2007	2001	2003	2005	2007	2001	2003	2005	2007
Nombre total	242	182	151	99	232	176	151	102	720	599	363	243
Sérotypes parmi les tops 15 de la région (%)	98.8	87.2	69.5	55.6	42.2	57.4	44.2	29.4	86.8	79.5	94.4	89.3
Enteritidis	20.7	18.4	21.2	19.2	19.8	8.0	19.2	4.9	14.3	27.9	28.1	49.0
Typhimurium	71.9	53.3	28.5	18.2	4.3	5.1	-	10.8		4.0	7.4	11.5
Livingstone	-	-	-	-	-	-	-	-	21.1	26.7	5.3	-
Corvallis	-	-	-	-	-	1.7	2.6	-	14.0	3.5	6.1	-
Braenderup	-	-	-	1.0	-	-	-	-	13.1	-	3.6	-
Anatum	-	-	-	-	-	-	-	-	4.3	3.2	11.0	4.9
Infantis	-	0.5	-	-	-	-	-	-	5.7	-	10.2	1.6
Kentucky	-	-	-	-	6.0	9.7	4.0	3.9	-	2.8	-	6.2
Newport	-	-	-	-	-	-	-	-	2.5	2.7	5.2	-
Mbandaka	0.8	-	-	-	-	-	-	2.0	5.3	-	2.8	-
Amsterdam	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	3.3	6.6
Hadar	-	1.6	1.3	1.0	4.3	1.7	2.6	2.9	-	2.5	-	-
Altona	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.1	2.1
Muenster	-	-	-	-	-	1.1	2.6	-	-	-	1.9	1.2
breddeney	-	-	-	-	-	4.0	5.3	-	-	-	-	-

d - Au Tchad

La description des salmonelles au Tchad remontent aux années 1960 et 70. Les diagnostics de routine ainsi que les enquêtes systématiques effectuées par le Laboratoire de Farcha à N'Djamena ont permis, au courant de ces deux décennies, d'isoler chez les hommes et neuf espèces animales, plus d'une centaine de souches de salmonelles, appartenant à une cinquantaine de sérotypes différents (Perpezat *et al.*, 1964 ; Vigier et Chamoiseau, 1967). Ces différents sérotypes sont récapitulés dans les tableaux 14 et 15 qui suivent :

Tableau 14 : Sérotypes de *Salmonella* isolés à N'Djamena au Tchad (Perpezat *et al.*, 1964).

Sérotypes	Nombre	Source	Origine
S. Dublin	1	Hémocultures	Humaine
S. Uganda	1	Coprocultures	Humaine
S. Singapore	1	Coprocultures	Humaine
S. Hull	2	Coprocultures	Humaine
S. Branderup	1	Coprocultures	Humaine
S. Colindale	1	Coprocultures	Humaine
S. Infantis	2	Coprocultures	Humaine
S. Manhattan	1	Coprocultures	Humaine
S. Shubra	1	Coprocultures	Humaine
S. Stanleyville	2	Coprocultures	Humaine
S. Derby	1	Coprocultures	Humaine
S. Ligna	1	Coprocultures	Humaine
S. Chagoua	2	Coprocultures	Humaine
S. Enteritidis	5	Ganglions mesenter.	Bovins
S. Dublin	2	Ganglions mesenter.	Bovins
S. Amager	1	Ganglions mesenter.	Bovins
S. Milezi	1	Ganglions mesenter.	Bovins
S. Tchad	1	Ganglions mesenter.	Bovins
S. Dublin	1	Viscères	Caprins
S. Enteritidis	1	Viscères	Caprins
S. infantis	1	Viscères	Caprins
S. Teshie	1	Viscères	Caprins
S. Amager	1	Viscères	Caprins
S. Babelsberg	1	Viscères	Caprins
S. Farcha	1	Viscères	Caprins
S. Gallinarum	26	Cadavres	Poules
S. Hull	2	Cadavres	Poules
S. Anatum	1	Cadavres	Poules
S. Virchow	1	Cadavres	Poules
S. Stanleyville	1	Cadavres	Poules
S. Schwarzengrund	1	Cadavres	Poules
S. Amager	2	Viscères	Varans
S. Anatum	1	Viscères	Varans
S. Cubana	3	Viscères	Varans
S. Langerhorn	1	Viscères	Varans
S. Hull	1	Viscères	Varans
S. Riggil	3	Viscères	Varans
S. Colombo	1	Viscères	Crapauds
S. Hull	2	Viscères	Crapauds
S. Rubislaw	4	Viscères	Crapauds
S. Stanleyville	1	Viscères	Crapauds
S. Thiaroye	1	Viscères	Crapauds
S. Djermaya	1	Viscères	Crapauds
S. Dougia	1	Viscères	Crapauds
S. Goulfey	2	Viscères	Crapauds

Tableau 15: Sérotypes de *Salmonella* isolés à N'Djamena et alentours, Tchad (Vigier et Chamoiseau, 1967)

Sérotypes	Nombre	Source	Origine
S. Kalamu	1	Coprocultures	Humaines
S. Korbol	1	Coprocultures	Humaines
S. Amifisan	1	Coprocultures	Humaines
S. Nottingham	1	Coprocultures	Humaines
S. Stanleyville	3	Coprocultures	Humaines
S. Dublin	1	Masses musculaires	Bovins
S. Derby	2	Excréments	Porcins
S. Infantis	2	Viscères	Ovins
S. Enteritidis	2	Viscères	Cobaye
S. Poona	2	Viscères	Cobaye
S. Gallinarum	9	Cadavres	Poules
S. Oranienburg	1	Cadavres	Poules
S. Rubislaw	1	Cadavres	Poules
S. Stanleyville	1	Cadavres	Poules
S. Typhimurium	2	Cadavres	Poules
S. Uganda	1	Cadavres	Poules
S. Cubana	3	Cadavres	Lézards
S. Farcha	1	Cadavres	Lézards
S. Kalamu	1	Cadavres	Lézards
S. Kottbus	1	Cadavres	Lézards
S. Ona	1	Cadavres	Lézards
S. Ouakam	1	Cadavres	Lézards
S. Riggil	2	Cadavres	Lézards
S. Amager	1	Eaux	STEE*
S. Hadar	1	Eaux	STEE
S. Infantis	1	Eaux	STEE
S. Teschie	1	Eaux	STEE
S. Thiaroye	1	Eaux	STEE
S. Colindale	1	Eaux	STEE
S. Stanleyville	2	Eaux	STEE
S. Idikan	1	Oeufs	Poule

*STEE: Société Tchadienne d'eaux et d'électricité

Au bilan, selon le rapport FAO/OMS, cité par Galanis *et al.* (2006), les sérotypes les plus fréquemment isolés chez les humains à travers le monde étaient *Salmonella* Enteritidis (65 %), suivi par *Salmonella* Typhimurium (12 %) et Newport (4 %). De nombreuses études rapportées à travers certains pays du continent sud américain (tableau 16), asiatique (tableau 17) et de l'Océanie (tableau 18) montrent la prédominance des sérotypes Enteritidis et Typhimurium (Hendriksen *et al.*, 2011).

Tableau 16 : Répartition des 15 sérotypes de *Salmonella* d'origine humaine les plus isolés des pays d'Amérique latine en nombre et en pourcentage (Hendriksen *et al.*, 2011).

Pays :	Argentine				Colombie			Brésil			
Population	40 482 000				45 013 672			196 342 592			
Année	2001	2003	2005	2007	2001	2003	2005	2001	2003	2005	2007
Nombre total	648	453	507	520	143	245	378	290	480	647	867
Sérotypes parmi les top 15 de la région (%)	91	90.8	87.9	88.1	91	87.6	91.4	74.4	61.3	75.2	89.8
Enteritidis	39.5	25.6	34.1	20.2	47.6	19.2	32.5	42.8	45.8	24.9	69.4
Typhimurium	10.8	13.2	23.1	38.3	24.5	44.9	36.2	1	3.3	6.5	8.7
Agona	9.1	10.8	4.9	4.8	1.4	0.4	0.8	1.7	0.4	19.9	-
Newport	10.6	6.8	5.7	8.1	0.7	1.6	1.1	4.1	1.9	6.8	1
Infantis	6.6	7.9	8.3	3.7	2.8	2	0.3	2.4	1	1.9	0.6
Montevideo	4.2	-	1.4	-	-	-	-	-	-	-	-
Panama	1.4	2.2	1.4	1.3	2.1	2.4	-	3.4	1.3	3.9	1.5
Saintpaul	1.4	1.1	1	2.1	2.8	1.2	1.1	6.9	2.1	0.8	1.3
Dublin	-	-	-	-	2.8	4.1	3.2	-	-	0.8	0.9
Corvallis	2	1.8	2.8	1.5	-	-	-	-	-	-	0.7
Anatum	0.8	1.8	-	1.7	-	0.8	-	0.7	-	2.3	0.7
Oranienburg	0.9	6.2	2.4	1.3	-	-	-	-	-	0.8	0.9
Derby	2.5	-	0.8	1.5	1.4	3.7	-	-	0.6	0.3	0.6
Braenderup	-	1.1	2	-	1.4	-	2.4	-	0.8	1.1	-
Heidelberg	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6	-	0.5

Tableau 17 : Répartition des 15 sérotypes de *Salmonella* d'origine humaine les plus isolés des pays Asiatiques en nombre et en pourcentage (Hendriksen *et al.*, 2011).

Pays	Japon				Malaisie			Thaïlande			
Population	127 288 416				25 274 132			65 493 296			
Année	2001	2003	2005	2007	2003	2005	2007	2001	2003	2005	2007
Nombre total	2864	2422	1529	963	929	1396	859	4134	3426	6369	2720
Sérotypes parmi les top 15 de la région (%)	77.2	80.7	68.5	72.8	90	94.5	80.6	74.4	70.9	67	77.5
Enteritidis	52.5	59.2	47.4	44.7	21.2	21.9	34.7	8.6	11.5	11	16.5
Weltevreden	-	-	-	-	15.5	13.5	17.1	15.9	11.1	9	6.1
Stanley	-	-	-	1.2	1.5	1.1	2	5.9	8.6	12.4	10.9
Typhimurium	4.4	4.5	4.1	6.9	4.2	3.5	6.1	4.2	-	2.6	7.4
Rissen	-	-	-	-	-	0.4	-	6.3	6.4	8.9	8.1
Anatum	-	-	-	-	-	-	-	8.2	6.4	4.8	4.5
Corvallis	1.7	0.8	-	-	9.3	6.3	9.1	-	3.9	5.7	4.6
Choleraesuis	-	-	-	-	-	-	-	-	3.4	4.8	7.8
Virchow	1.3	1.9	1	-	-	0.4	-	2.5	2.4	2.3	-
Infantis	3.9	4.4	5.2	5.5	-	-	-	-	-	-	-
Albany	-	-	-	-	0.9	0.8	0.7	2.4	2.9	1.7	1.4
Hadar	2	-	1	-	-	-	-	3.3	2.9	-	-
Agona	1.9	2.1	1.5	1	0.9	0.6	1	-	2.2	-	1.4
Derby	-	-	1.3	-	-	-	-	2.7	2	-	2.6
Saintpaul	3.8	2.6	2.2	6	-	-	-	-	-	-	-

Tableau 18 : Répartition des 15 sérotypes de *Salmonella* d'origine humaine les plus isolés des pays de l'Océanie en nombre et en pourcentage (Hendriksen *et al.*, 2011).

Pays	Australie		Nouvelle Zélande			
Population	21 007 310		4 173 460			
Année	2001	2003	2001	2003	2005	2007
Nombre total	6932	6808	2605	1601	1460	1341
Sérotypes parmi le top 15 de la région (%)	75.9	68.7	86.7	87.7	81.5	79.7
Typhimurium	44.5	41.5	64	59.5	51.8	44.4
Enteritidis	4.4	3.4	6.5	8.6	10.3	11.3
Virchow	7.1	5.1	-	1.2	1.1	2.5
Saintpaul	5.5	4.4	0.6	1.7	4.5	1.9
infantis	-	3	2.8	5.6	4.6	6.4
Branderburg	-	-	5.3	3.4	4.7	3.5
Bovismorbificans	2.3	1.7	-	-	-	-
Muenchen	1.9	2	-	-	-	-
Hvittingfoss	2.2	-	-	-	-	-
Heidelberg	-	-	4.9	0.7	-	-
Anatum	-	1.8	-	-	-	-
Mississippi	-	-	-	0.9	1.5	0.8
Thompson	-	-	0.6	0.6	1.1	-
Mbandaka	-	-	0.5	0.6	-	1
Montevideo	-	-	-	2.3	-	-

3.4.2.2. Épidémiologie analytique

3.4.2.2.1. Réservoir animal de la bactérie

Les sérotypes de salmonelles sont souvent catégorisés en fonction de l'espèce animale hôte habituelle. On peut citer *S. Dublin* et *Bovismorbificans* qui infectent les bovins, *Choleraesuis*, *Derby*, *Panama*, *Brandenburg* et *Typhisuis* qu'on retrouve chez le porc, *Abortusovis* chez les ovins, *Gallinarum*, *Pullorum*, *Enteritidis*, *Hadar*, *Heidelberg*, *Virchow*, *Saint Paul*, *Infantis* et *Kottbus* surtout inféodés chez les volailles (dinde, poulet, canard, etc.).

Certains sérotypes par contre sont ubiquistes et peuvent se retrouver chez beaucoup d'espèces animales, généralement à l'état latent et peuvent atteindre l'homme, soit par voie alimentaire qui est la plus courante, soit par contacts directs ou indirects. C'est le cas par exemple de *Typhimurium* qu'il est possible de trouver chez la totalité des animaux d'élevage et la plupart des animaux sauvages (Korsak *et al.*, 2004, Weill, 2009). Aux USA, *Salmonella* a été associé à des toxi-infections collectives à partir de reptiles domestiqués (CDC, 1999 ; Mitchel et Shane, 2000).

Les élevages de volailles représentent donc des réservoirs de salmonelles, susceptibles de conduire à des infections humaines. Ce portage peut aussi être marqué par une infection cliniquement exprimée. Dans ce cas, l'excrétion est très variable allant de 10 bactéries à 10⁷ bactéries par gramme de fèces, pouvant être continue ou intermittente et souvent favorisée par le stress (Clifton-Hadley *et al.*, 2002 ; Feuillet, 2007).

3.4.2.2.2. Signes cliniques et traitements

Les salmonelloses d'origine animale provoquent une infection intestinale chez l'homme. Celles-ci sont provoquées par des *Salmonella* ubiquistes présentes chez l'homme et

les animaux et se caractérisent par une période d'incubation de 8 à 48 heures, après l'ingestion d'aliments contaminés et le développement rapide d'une fièvre, de céphalées et de malaises. La durée d'incubation dépend de la dose ingérée, de la santé de l'hôte et des caractéristiques de la souche de *Salmonella*.

Dans la phase d'état, les principaux symptômes sont des douleurs abdominales, des nausées, des vomissements et de la diarrhée. L'évolution clinique est, en général, bénigne et la guérison intervient au bout de 2 à 4 jours. Bien que la salmonellose affecte des sujets de tous âges, la fréquence est beaucoup plus élevée chez les jeunes enfants, les personnes âgées et les malades immunodéprimés chez lesquels l'infection peut être plus sévère, voire mortelle (Weill, 2008).

Dans les formes habituelles, la guérison est spontanée en quelques jours et seul un traitement symptomatique est préconisé. Le recours aux antibiotiques est donc à réserver aux patients présentant soit une forme sévère ou des risques de complication. Les fluoroquinolones (FQ) sont considérées comme le traitement de choix chez l'adulte. Chez l'enfant, il est fait appel aux céphalosporines de troisième génération (C3G), les FQ étant en général déconseillées pour cette tranche d'âge. Les antibiotiques plus anciens, les aminopénicillines, l'association triméthoprimé -sulfaméthoxazole (Sxt) et beaucoup plus rarement, les phénicolés, peuvent être utilisés comme solutions alternatives (Weill, 2008).

3.4.2.2.3. Prévention

La meilleure protection contre le risque de salmonellose est une bonne cuisson des aliments, en particulier des viandes, à au moins 65°C pendant 15 à 30 minutes. Pour le steak haché congelé ou surgelé, la cuisson doit être effectuée sans décongélation préalable, car elle augmente le risque de multiplication bactérienne. Le froid bloque le développement des bactéries mais ne les tue pas (Fresney *et al.*, 2007).

De 1985 à 1997, la prévalence des infections à *Salmonella* Enteritidis a fortement augmenté en France : elle touche les élevages de volailles et a la particularité d'être présente non seulement à la surface de la coquille de l'œuf, mais dans le contenu même d'œufs intacts. Il est pour cette raison conseillé de conserver les œufs au réfrigérateur, de maintenir au froid les préparations à base d'œufs sans cuisson (mayonnaise, crèmes, pâtisseries ...) et de les consommer le plus près possible de leur fabrication.

De plus, les personnes les plus vulnérables (personnes âgées, malades, nourrissons, femmes enceintes) devraient éviter la consommation d'œufs crus ou peu cuits. Enfin, il est conseillé de se laver les mains après contact avec un animal vivant (en particulier les reptiles), voire d'éviter les contacts avec les reptiles de compagnie pour toutes les personnes vulnérables (les nourrissons, les femmes enceintes, les personnes immunodéprimées,...).