



Organisation des Nations Unies pour
L'Alimentation et l'Agriculture



Organisation mondiale de la Santé

**CONSULTATIONS AD HOC D'EXPERTS SUR L'EVALUATION
DU RISQUE MICROBIOLOGIQUE DANS LES ALIMENTS**

*Rapport de la
Consultation mixte FAO/OMS d'experts
sur l'évaluation du risque microbiologique
dans les aliments*

FAO, Rome, Italie

17 - 21 juillet 2000

Remerciements

L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et l'Organisation mondiale de la santé souhaitent remercier les groupes de rédaction d'experts (voir annexe 3) pour le temps et les efforts qu'ils ont consacrés à la préparation des documents techniques exhaustifs et détaillés sur l'évaluation de l'exposition et la caractérisation des dangers qui ont servi de base aux délibérations de cette consultation d'experts.

Table des matières

Remerciements	ii
Table des matières.....	iii
1. Introduction.....	1
2. Généralités.....	1
3. Objectifs de la consultation	2
4. Résumés des débats généraux	3
5. Caractérisation des dangers et évaluation de l'exposition à <i>Salmonella</i> spp. dans les poulets et les oeufs.	4
5.1. Identification et caractérisation des dangers liés à <i>Salmonella</i> dans les poulets et les oeufs.....	4
5.2. Évaluation de l'exposition à <i>Salmonella</i> Enteritidis dans les oeufs.....	12
5.3. Évaluation de l'exposition à <i>Salmonella</i> spp. dans les poulets	20
5.4. Questions à soumettre à l'attention de la FAO et de l'OMS	26
6. Caractérisation des dangers et évaluation de l'exposition pour <i>Listeria</i> <i>monocytogenes</i> dans les aliments prêts à consommer	26
6.1. Identification et caractérisation des dangers liés à <i>L. monocytogenes</i> dans les aliments prêts à consommer.....	26
6.2. Évaluation de l'exposition à <i>L. monocytogenes</i> dans les aliments prêts à consommer.....	35
6.3. Questions à soumettre à l'attention de la FAO et de l'OMS	43
7. Directives concernant la caractérisation des dangers	44
7.1. Introduction/situation actuelle.....	44
7.2. Résumé des débats	45
8. Conclusions de la consultation d'experts	47
9. Recommandations	48
Annexe 1: Participants	50
Experts.....	50
Membres des groupes de rédaction.....	50
Secrétariat mixte FAO/OMS	51
Annexe 2: Activités conjointes FAO/OMS en matière d'évaluation du risque microbiologique	53
Annexe 3: Liste des documents de travail	54

1. Introduction

L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Organisation mondiale de la santé (OMS) ont convoqué une consultation d'experts sur l'évaluation du risque microbiologique dans les aliments au siège de la FAO, Rome, Italie, du 17 au 21 juillet 2000. La liste des participants figure à l'annexe 1.

M.Hartwig de Haen, Sous-Directeur général, Département économique et social, FAO, a ouvert la consultation au nom des deux organisations parrainantes. En souhaitant la bienvenue aux participants, M.de Haen a souligné que la salubrité des aliments, qui a toujours revêtu une grande importance, occupe désormais une place de premier plan dans le programme politique d'un grand nombre de pays. Cette reconnaissance est due à la prise de conscience accrue des consommateurs vis-à-vis de cette question, ainsi que des risques et des défis qui se font jour dans le domaine de la salubrité des aliments, dont le risque microbiologique. Un certain nombre de facteurs ont contribué à ces nouveaux défis, y compris l'apparition ou la réapparition de certains pathogènes, les changements intervenus dans les méthodes de production alimentaire au niveau de l'exploitation et le degré de transformation des aliments, ainsi que l'évolution des habitudes alimentaires et des modèles de consommation.

L'expansion des échanges internationaux de denrées alimentaires a également accru le risque de dissémination d'agents infectieux à des milliers de kilomètres de distance du lieu de production; il est donc nécessaire d'affronter ces problèmes au niveau international. A cette fin, M.de Haen a rappelé que la Commission du Codex Alimentarius (CAC) a adopté à sa 23e session les principes et directives régissant la conduite de l'évaluation du risque microbiologique (CAC/GL-30 (1999)). En poursuivant ses travaux sur l'analyse de ce risque, le Comité du Codex sur l'hygiène alimentaire (CCFH) a demandé, à sa dernière (32e) session, des avis d'experts concernant l'évaluation des risques liés à un certain nombre de combinaisons pathogène-denrée.

Pour conclure, M.de Haen a rappelé aux experts qu'ils participaient à cette consultation en qualité de spécialistes faisant autorité dans ce domaine et non pas comme représentants de leurs gouvernements, organisations ou institutions respectifs.

La consultation a élu M.Jean-Louis Jouve (France) aux fonctions de président et M.David Jordan (Australie) aux fonctions de vice-président. M.Emilio Esteban (E.U.-A.) a été nommé rapporteur. La consultation a désigné également un président et un rapporteur pour chaque groupe de travail. M.Paw Dalgaard (Danemark) et M.Innocencio Higuera (Mexique) ont été nommés président et rapporteur, respectivement, du groupe de travail sur *Listeria monocytogenes* dans les aliments prêts à consommer. M.David Jordan et Mme Julia Keihlbauch (E.U.-A) ont été nommés président et rapporteur, respectivement, du groupe de travail sur *Salmonella* spp. dans les oeufs et les poulets.

2. Généralités

L'évaluation du risque microbiologique dans les aliments a été reconnue comme étant l'un des domaines de travail prioritaires de la CAC. En 1999, la FAO et

L'OMS ont convoqué une consultation d'experts à Genève où elles ont abordé cette question pour la première fois. La consultation a élaboré une stratégie internationale et identifié les mécanismes susceptibles d'étayer l'évaluation du risque microbiologique dans les aliments. Pour donner suite à la consultation et pour répondre à la demande du CCFH, la FAO et l'OMS ont entrepris conjointement un programme d'activités dont l'objectif était de fournir des avis d'experts sur l'évaluation du risque microbiologique dans les aliments à leurs Etats Membres et à la CAC (voir annexe 2).

Jorgen Schlundt, coordinateur, Programme OMS pour la salubrité des aliments, a décrit les grandes axes d'un cadre d'analyse des risques liés à la salubrité des aliments, ainsi que l'évolution au cours de la dernière décennie des évaluations internationales du risque microbiologique due à des initiatives de la FAO, de l'OMS et du Codex. Il a observé que la présente consultation d'experts marque le début des travaux internationaux à entreprendre sur l'évaluation du risque microbiologique lié à des combinaisons pathogène/denrée spécifiques, ainsi que l'a suggéré le CCFH à sa 32e session, et il a souligné son importance pour les Etats Membres de la FAO et de l'OMS ainsi que pour la CAC. En outre, M.Schlundt a noté que cette initiative pouvait être considérée comme la base des efforts d'amélioration de la salubrité des aliments qui seront accomplis à l'avenir aux niveaux tant national qu'international.

Mme Maria de Lourdes Costarrica, fonctionnaire principal, Groupe de liaison sur la qualité des aliments, FAO, a informé la consultation d'experts que la réunion avait pour objectif de fournir aux Etats Membres de la FAO et de l'OMS des avis et une orientation spécialisés fondés sur une estimation des informations disponibles en matière d'évaluation des risques liés à trois combinaisons pathogène-denrée, à savoir *Salmonella* spp. dans les poulets; *Salmonella* Enteritidis dans les oeufs et *Listeria monocytogenes* dans les aliments prêts à consommer. Des groupes de rédaction d'experts ont été établis temporairement par la FAO et l'OMS pour examiner ces informations; ils ont préparé des rapports techniques qui ont été présentés à la consultation pour examen et discussion. En outre, ont été également soumis à la consultation d'experts des avant-projets de directives pour la caractérisation des dangers que pose la présence de ces pathogènes dans les aliments et l'eau, préparés pendant un atelier OMS/FAO/RIVM sur ce thème qui s'est déroulé à Bilthoven, Pays-Bas, du 13 au 17 juin 2000 (annexe 3).

3. Objectifs de la consultation

La consultation a examiné les documents techniques sur la caractérisation des dangers et l'évaluation de l'exposition pour *Salmonella* spp dans les poulets et les oeufs et pour *L. monocytogenes* dans les aliments prêts à consommer, ainsi que les avant-projets de directives concernant la caractérisation des risques, dans le but de:

1. Fournir des avis scientifiques aux Etats Membres de la FAO et de l'OMS et au Codex sur l'évaluation des risques liés à *Salmonella* spp. dans les poulets et les oeufs et à *L. monocytogenes* dans les aliments prêts à consommer.
2. Fournir une orientation aux Etats membres de la FAO et de l'OMS et au Codex, sous forme de directives et de méthodes pratiques de caractérisation des dangers liés aux pathogènes microbiens.

3. Identifier les données manquantes et les besoins d'information aux fins de compléter les évaluations des risques susmentionnés.

4. Résumés des débats généraux

La consultation a noté que les évaluations du risque microbiologique pouvaient avoir un grand nombre d'applications dans le domaine de la salubrité des aliments. Dans une situation idéale, une évaluation du risque devrait embrasser toutes les composantes du système alimentaire, de la production à la consommation, afin que les facteurs de risque, ainsi que les stratégies visant à les réduire, puissent être décrits de manière exhaustive. Une évaluation du risque microbiologique peut servir à de nombreuses fins: élaborer des politiques générales relatives à la salubrité des aliments, mettre au point des mesures sanitaires visant à réaliser des objectifs de salubrité spécifiques, et formuler des normes alimentaires.

La FAO et l'OMS entreprendront, au cours des deux prochaines années, un résumé et une interprétation des évaluations des risques pour trois combinaisons pathogène-denrée que le CCFH a estimé prioritaires (ALINORM 01/13). La consultation a reconnu qu'en l'absence d'une orientation spécifique de la gestion des risques émanant du CCFH, l'approche adoptée par la FAO et l'OMS et par les groupes de rédaction d'experts chargés de préparer des caractérisations des dangers et des évaluations de l'exposition pour *Salmonella* spp. dans les poulets et les oeufs, et pour *L. monocytogenes* dans les aliments prêts à consommer était exhaustive, et qu'elle embrassait tous les domaines sans se limiter à des questions de gestion de risques spécifiées. Bien qu'une approche plus ciblée eût été préférable, cette approche détaillée avait l'avantage de promouvoir la compréhension internationale de deux importantes composantes de l'évaluation des risques au sens large, et constituait l'instance robuste préconisée par les Etats Membres de la FAO et de l'OMS, le CCFH et les autres parties intéressées à partir de laquelle fournir des avis sur l'évaluation des risques.

L'objectif principal de cet exposé est de présenter les résumés actualisés des rapports sur la caractérisation des dangers et l'évaluation de l'exposition mentionnés ci-dessus et préparés par les groupes de rédaction d'experts, de synthétiser les débats techniques soulevés par la présentation de ces thèmes à la consultation d'experts, et de formuler des recommandations pour un développement technique plus poussé. Pendant la consultation, les résumés accompagnant les documents techniques ont été amendés selon que de besoin pour pouvoir être inclus dans le rapport. Lorsque les délais l'ont permis, certains amendements ont aussi été apportés aux documents techniques. Le présent exposé sur les délibérations des groupes de travail comprend des questions à soumettre à l'attention de la FAO et de l'OMS. Des recommandations générales et spécifiques visant à faciliter ce processus ont été adressées à la FAO et à l'OMS. L'exposé fournit un examen transparent de l'opinion scientifique sur l'état des connaissances en matière d'évaluation du risque microbiologique et identifie les lacunes existant dans les données qui devront être comblées si l'on veut réaliser des évaluations quantitatives rationnelles des combinaisons pathogène-denrée spécifiées par le CCFH. Il montre aussi que la modélisation et les besoins d'information varient entre certaines évaluations des risques en fonction de l'objectif et du champ d'application définis par les gestionnaires des risques.

Les documents techniques préparés par les groupes de rédaction d'experts seront révisés par la suite pour tenir compte des commentaires du public et des contributions constantes des consultations mixtes d'experts sur l'évaluation du risque microbiologique dans les aliments. Cet ouvrage devrait servir de base pour la préparation d'un document complet sur l'évaluation des risques en attendant les avis concernant son champ d'application et sa présentation que fournira le CCFH.

5. Caractérisation des dangers et évaluation de l'exposition à *Salmonella* spp. dans les poulets et les oeufs.

Les documents technique sur l'identification et la caractérisation des dangers et sur l'évaluation de l'exposition pour *Salmonella* présentés à la consultation technique ont été examinés en détail par les groupes de travail. Les documents complets sont disponibles sur demande auprès de la FAO et de l'OMS et peuvent être obtenus sur Internet aux adresses suivantes:

<http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/ECONOMIC/ESN/pagerisk/riskpage.htm>
et <http://www.who.int/fsf/mbriskassess/index.htm>.

Les résumés de ces documents ont été mis à jour pendant la consultation, afin de tenir compte des commentaires et questions issus de ces examens, et sont présentés ci-dessous. Ils sont suivis d'un résumé des débats sur certains autres points qui n'avaient pas été incorporés directement dans les résumés d'orientation des documents de travail.

5.1. Identification et caractérisation des dangers liés à *Salmonella* dans les poulets et les oeufs

5.1.A Résumé d'orientation

Introduction

Ce document est consacré à l'évaluation de la nature des effets néfastes sur la santé associés à *Salmonella* spp. non typhoïde et non paratyphoïde transmise par les aliments et à la manière d'estimer quantitativement la relation entre l'ampleur de l'exposition et la probabilité de la survenue de conséquences adverses pour la santé.

Objectifs

L'objectif et la portée de ce document sur la caractérisation des dangers liés à *Salmonella* sont de fournir:

- Un examen des caractéristiques de l'hôte, de l'organisme et de la matrice alimentaire.
- Un résumé et un examen des données et de l'information disponibles sur les effets néfastes sur la santé.
- Un résumé et une évaluation des modèles dose-réponse existants en relation avec leurs hypothèses, sources d'incertitude, points forts et limitations.

- Une description de l'utilisation des données épidémiologiques disponibles pour évaluer les modèles dose-réponse publiés.
- Une évaluation des données épidémiologiques pour démontrer la différence existant entre les populations susceptibles et normales et entre *Salmonella* Enteritidis et d'autres souches.

Approche

L'information a été compilée à partir de textes publiés et de données inédites soumises à la FAO et à l'OMS par des organismes de santé publique et d'autres parties intéressées. La première section du document fournit une description des résultats au plan de la santé publique, des caractéristiques du pathogène, des caractéristiques de l'hôte et des facteurs liés aux produits alimentaires qui peuvent influencer la survie de *Salmonella* dans le tube digestif de l'homme.

La deuxième section du document sur la caractérisation des dangers présente un examen des origines et de la justification de différents modèles qui ont fait l'objet de rapports et qui ont été utilisés pour estimer la relation dose-réponse pour *Salmonella*. Ces modèles décrivent en termes mathématiques le rapport entre le nombre d'organismes qui pourraient être présents dans un aliment consommé (dose), et les effets sur la santé humaine (réponse). Pour la salmonellose trois différents modèles ont été publiés ou on fait l'objet de rapports: le modèle USDA-FSIS-FDA pour *Salmonella* Enteritidis, le modèle Health Canada pour *Salmonella* Enteritidis et un modèle beta-Poisson construit d'après les données tirées d'essais d'alimentation humaine pour différentes espèces de salmonelle.

Un examen détaillé des données épidémiologiques disponibles a également été conduit et les informations appropriées servant aux estimations de la relation dose-réponse ont été résumées. Les courbes dose-réponse examinées ont été ensuite comparées aux données épidémiologiques pour rapprocher le modèle des informations observées. Dans la mesure du possible, les données épidémiologiques ont également été utilisées pour caractériser les différences pouvant exister entre le potentiel d'infection chez des groupes susceptibles et normaux de la population. Enfin, ces données ont servi à estimer d'autres modèles dose-réponse.

Le document sur "L'identification et la caractérisation des dangers liés à *Salmonella* dans les poulets et les oeufs" est, dans une large mesure, le résumé d'un grand nombre de textes disponibles sur ce thème.

Résultats principaux

Chez la plupart des gens, la gastro-entérite dure de 4 à 7 jours et les patients guérissent complètement sans traitement médical. Cependant, certaines personnes peuvent contracter des maladies plus graves, y compris des infections potentiellement mortelles du système sanguin ou d'autres parties du corps, ou présenter des syndromes à long terme tels que l'arthrite réactionnelle et le syndrome de Reiter.

Les manifestations cliniques des infections dues à *Salmonella* chez les animaux diffèrent généralement de la gastro-entérite typique et d'autres séquelles observables chez l'homme, c'est pourquoi les extrapolations de la maladie des animaux à celles de l'homme devront être réalisées avec le maximum de prudence.

Dans le cas de *Salmonella*, contrairement à la plupart des pathogènes bactériens, on dispose d'une quantité raisonnable de données humaines. De ce fait, il a été estimé que l'inclusion d'informations supplémentaires provenant de données animales risquait d'accroître l'incertitude au lieu d'améliorer la relation dose-réponse.

Une connaissance plus approfondie de la susceptibilité majeure de certains segments de la population à *Salmonella* par rapport à d'autres a été fournie par des données extraites de deux flambées épidémiques. En supposant que les enfants de moins de 5 ans représentent un segment particulièrement vulnérable de la population, il a été estimé qu'aux doses observées dans ces flambées (environ 2 et 4 log d'UFC/g) la population susceptible était de 1,8 à 2,3 fois plus apte à tomber malade.

Un examen des données épidémiologiques disponibles actuellement n'a pas fourni de preuves permettant de corroborer l'hypothèse selon laquelle *Salmonella* Enteritidis a plus de probabilités de causer une pathologie après son ingestion qu'une dose similaire d'un autre sérovar.

Les données épidémiologiques révèlent que la relation dose-réponse (ou infectiosité/pathogénicité) pour toutes les espèces de *Salmonella* non typhoïde et non paratyphoïde sont semblables et pourraient théoriquement être caractérisées par un modèle commun. Spécifiquement, les données épidémiologiques n'offrent pas de preuves permettant de conclure que certains sérotypes sont plus ou moins pathogènes que d'autres.

Les données épidémiologiques complètes sont rares et des informations pertinentes permettant de réaliser les évaluations dose-réponse sont souvent absentes des rapports sur les flambées. Notamment, les organismes présents dans le vecteur alimentaire ne font pas l'objet d'un dénombrement dans un grand nombre d'enquêtes sur ces manifestations épidémiques. Des données importantes pour ce rapport ont été fournies par le Japon* où, depuis 1997, tous les grands établissements de restauration ont été avisés de conserver des portions congelées d'aliments préparés pendant au moins deux semaines pour permettre de mener par la suite des essais visant à déterminer si certaines maladies étaient associées à ces aliments. Ces données ont consenti d'importantes percées dans la caractérisation des dangers liés à *Salmonella*.

Cinq modèles sont résumés ci-dessous et à la figure 5.1. Trois modèles ont été publiés ou décrits dans des rapports officiels et deux nouveaux modèles ont été créés à partir de données épidémiologiques. Tels sont:

* Conformément à la notification japonaise mise en circulation en mars 1997, les grandes entreprises de restauration (>750 repas par jour ou > 300 plats d'un seul menu) ont été avisées de conserver des aliments pour un examen futur au cas où survenaient des maladies pouvant leur être associées. Des portions de 50 grammes de chaque aliment cru et plat cuisiné devraient être conservées pendant au moins deux semaines à des températures inférieures à -20°C. Bien que cette notification ne soit pas obligatoire, elle peut s'appliquer aussi aux petits restaurants à caractère social tels que ceux qui desservent les écoles, les crèches et d'autres installations d'aide sociale destinées aux enfants. Certains gouvernements locaux ont également établi des règlements concernant la préservation des aliments, mais la durée et la température de stockage recommandées varient.

i. Modèle beta-Poisson élaboré à partir de données provenant de tests sur des êtres humains non exposés auparavant

Les limitations du modèle sont dues à la nature des données tirées des essais d'alimentation (c'est-à-dire que les sujets utilisés étaient des volontaires du sexe masculin en bonne santé) et il pourrait ne pas s'appliquer à l'ensemble de la population. Le modèle tend à sous-estimer de manière exagérée la probabilité de maladie qui ressort des données épidémiologiques, même en supposant que l'infection, telle qu'elle est mesurée par la courbe dose-réponse, correspondra à une maladie.

ii. Modèle beta-Poisson USDA-FSIS-FDA pour *Salmonella* Enteritidis

Le modèle utilise des données provenant d'essais d'alimentation pour *Shigella dysenteriae* comme pathogène de substitution aboutissant à une maladie dans les données. Le bien-fondé de l'utilisation de *Shigella* à la place de *Salmonella* est discutable étant donné la nature des organismes par rapport à l'infectiosité et à la maladie. Comparée aux données épidémiologiques, et sur une base purement empirique, cette courbe tend à refléter plutôt les valeurs supérieures de ces données.

iii. Modèle beta-Poisson Santé Canada pour *Salmonella*

Jusqu'à ce jour, ce modèle n'a pas été décrit intégralement et manque de transparence. Il utilise les données provenant d'une multitude d'essais d'alimentation où les aliments sont contaminés par des pathogènes bactériens et associe cette information à d'importantes données épidémiologiques relatives à *Salmonella* en utilisant les techniques de Bayes. L'emploi de données provenant d'un grand nombre d'essais menés sur des aliments contaminés par des pathogènes bactériens et le manque actuel de transparence imposent la prudence. Au plan empirique, la courbe décrit bien les données épidémiologiques pour la dose faible mais pour les doses plus élevées, reflète des valeurs inférieures aux réponses observées épidémiologiquement.

iv. Modèle exponentiel tiré de données épidémiologiques

Le modèle exponentiel construit à partir de données épidémiologiques n'a pas de concordance significative au plan statistique. La courbe fournit une description adéquate des données pour les doses moyennes et élevées mais sous-estime celles observées pour les doses faibles.

v. Modèle beta-Poisson fondé sur des données épidémiologiques

De même que le modèle exponentiel, le modèle beta-Poisson, lorsqu'il est construit sur des données épidémiologiques, n'aboutit pas à une concordance significative au point de vue statistique. La courbe fournit une bonne caractérisation des données observées pour les doses faibles à moyennes. La gamme des faibles doses de la relation dose-réponse est une zone particulièrement importante.

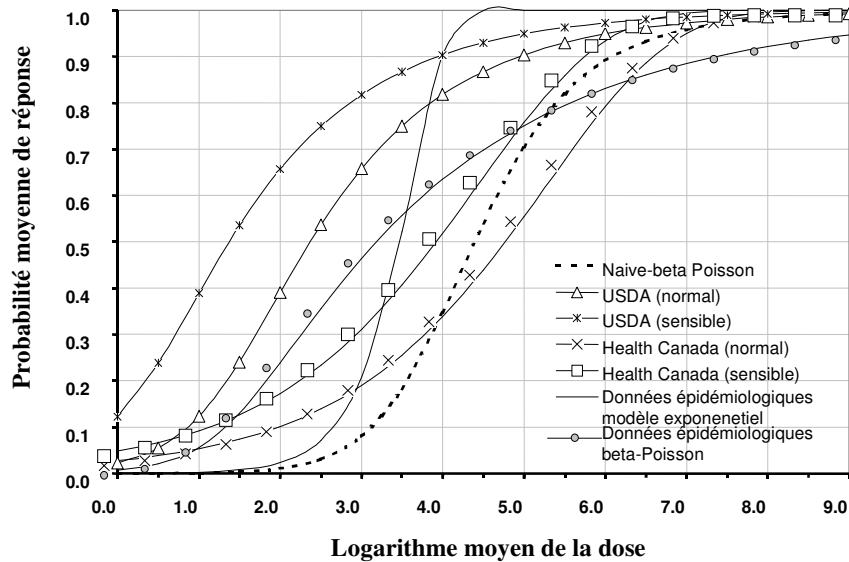


Figure 5.1: Comparaison de modèles dose-réponse avec *Salmonella*

NOTE: Les points figurant sur les courbes ne sont pas des données et ne sont utilisés qu'à des fins de légende.

Manque de données

- Données sur les flambées et données épidémiologiques indiquant notamment : la concentration des micro-organismes dans l'aliment incriminé, la quantité de l'aliment consommée, le nombre exact de populations malades ou exposées, la caractérisation précise de la population y compris le profil des âges, l'état de santé, le sexe et d'autres facteurs de susceptibilité potentiels.
- Données quantitatives mesurant l'impact des effets de la matrice alimentaire sur la probabilité d'infection.
- Informations quantitatives facilitant l'estimation de la probabilité de séquelles de la maladie.
- Caractérisation et quantification du rapport entre les facteurs de susceptibilité et la probabilité accrue d'infection.

Conclusions

La dérivation de chacun des modèles se fonde sur de nombreuses hypothèses telles que l'emploi de *S. dysenteriae* ou d'autres substituts de *Salmonella*, la combinaison des résultats d'études sur l'alimentation pour différents pathogènes, l'importance de l'infection par rapport à la maladie comme aboutissement, et le plan de l'étude et l'état de santé des sujets testés pendant les essais d'alimentation humaine. Les données épidémiologiques ont mis en évidence un grand nombre d'incertitudes et plusieurs hypothèses ont dû être formulées pour obtenir des estimations de la flambée qui ont été utilisées par la suite pour élaborer de nouvelles courbes dose-réponse.

A l'heure actuelle, il est impossible de dire qu'un de ces modèles est réellement supérieur à tous les autres pour la relation dose-réponse. Par rapport aux données épidémiologiques signalées, le modèle beta-Poisson (êtres humains non exposés auparavant) est le moins indiqué car il sous-estime fortement la probabilité de maladie et tend vers la limite inférieure des valeurs même pour l'hypothèse où toutes les infections mènent à une maladie. Les modèles restants étaient des approximations relativement raisonnables avec différents niveaux de prédiction vis-à-vis de la maladie basés sur les données épidémiologiques décrites dans le présent rapport. Les modèles qui concordent avec les données paraissent raisonnablement plausibles puisqu'ils donnaient une description qualitative, encore que non significative au plan statistique, des observations relatives à une situation mondiale existante.

Recommandations

- Il faudrait considérer l'éventualité d'inclure *S.typhi* et *S. paratyphi* dans de futures caractérisations des dangers. Une relation dose-réponse pour toutes les espèces de *Salmonella* pourrait s'avérer d'une grande utilité et les informations additionnelles relatives à *S. typhi* serviraient aussi à accroître l'information existante.
- Le présent document n'a pas tenu compte d'une évaluation quantitative de la transmission secondaire (de personne à personne) ou de résultats chroniques. En outre, l'impact de la matrice alimentaire n'a pas été inclus dans l'évaluation. Ces éléments seraient à introduire à l'avenir dans un document plus détaillé.
- Des données additionnelles permettront d'affiner les informations disponibles actuellement et d'améliorer les évaluations des risques, contribuant par là à formuler des prédictions plus précises quant à la salubrité d'aliments contaminés par *Salmonella* et d'autres pathogènes nuisibles pour la santé publique.
- Il faudrait également encourager, en soulignant son importance, la collecte de données précises pendant les enquêtes épidémiologiques.

5.1.B Résumé du débat sur l'identification et la caractérisation des dangers liés à *Salmonella*

Débat général

La consultation d'experts a accueilli avec satisfaction le rapport technique préparé par le groupe de rédaction d'experts et estimé qu'il constituait une importante étape dans la compréhension de la caractérisation des dangers liés à *Salmonella*. Il a été recommandé de modifier le titre du document qui sera intitulé dorénavant "Identification et caractérisation des dangers liés à *Salmonella* non typhoïde et non paratyphoïde" pour mieux traduire la portée de l'ouvrage.

Courbes dose-réponse

La consultation est convenue qu'en raison de la variabilité inhérente aux données sur la relation dose-réponse relative à *Salmonella*, qui sont résumées dans le rapport, il fallait ajuster plusieurs courbes dose-réponse afin de décrire les

observations épidémiologiques. A l'heure actuelle, les preuves ne justifient pas le choix d'une courbe unique pour synthétiser les données sur la relation dose-réponse concernant *Salmonella*. Etant donné le nombre limité de séries de données et leur niveau de fiabilité/variabilité, il a été décidé de retenir toutes les courbes dose-réponse admissibles et de fournir un commentaire sur le niveau de concordance, l'adaptation pratique et les avantages et désavantages de chaque courbe.

Le bien-fondé d'utiliser *Shigella* comme substitut de *Salmonella* est discutable étant donné la nature des organismes par rapport à l'infectiosité et la maladie. Cependant, vis-à-vis des données épidémiologiques, et sur une base purement empirique, cette courbe tend en effet à refléter seulement la partie supérieure des valeurs.

Commentaires spécifiques sur les courbes dose-réponse fondées sur des données épidémiologiques

Les données épidémiologiques sur la relation dose-réponse étaient très pertinentes pour les maladies d'origine alimentaire mais les modèles produits à l'aide des données disponibles n'avaient qu'une concordance médiocre au plan statistique. Les données épidémiologiques présentaient des limitations dues au fait qu'elles avaient été collectées sur plusieurs décennies et que la méthode utilisée pour l'enquête avait sans doute évolué sans qu'aient été incluses des corrections pour tenir compte de ces changements. Il a été observé que la majorité des données provenaient de l'Amérique du nord, de l'Europe et du Japon. L'applicabilité générale des évaluations dose-réponse axées sur des données épidémiologiques s'améliorerait si l'on incluait des informations provenant d'autres pays.

Le débat s'est centré pour une large part sur les avantages/inconvénients d'éliminer certaines observations qui ne concordaient pas avec la tendance générale des données épidémiologiques (voir figure 5.2 - points extrêmes). Cependant, pour des motifs de transparence, les auteurs/modélisateurs devraient être tenus de fournir les raisons de l'élimination éventuelle de certaines données.

Il a été suggéré qu'une régression linéaire du taux d'attaque sur le nombre de \log_{10} d'organismes de *Salmonella* ingérés pourrait fournir une nouvelle description de la relation dose-réponse. Un tel modèle aurait l'avantage de la simplicité mais n'était pas préférable aux modèles du type beta-Poisson qui traduisent la présence d'une base biologique sous-jacente d'infection. Il a été noté que l'approche axée sur la régression linéaire pouvait masquer le rapport non linéaire existant réellement entre la concentration et le taux d'attaque.

Les présents modèles ne tiennent pas compte des effets de la matrice alimentaire et ne prennent pas pleinement en considération les variations relatives à l'hôte et au pathogène. Un exemple de l'effet de l'hôte qui n'a pas été saisi dans le modèle est le traitement antibiotique qui pourrait rendre un individu plus susceptible à l'infection en raison des changements intervenant dans la composition de la flore intestinale. Il a été observé que de bonnes études de calibrage contribueraient à identifier la manière d'ajuster de façon cohérente des taux d'attaque spécifiques pour des flambées épidémiques individuelles.

Il a été noté que les épidémies de *Salmonella typhi* et *Salmonella paratyphi* n'étaient pas incluses dans les données utilisées pour construire le présent modèle. Les experts sont convenus qu'une caractérisation des dangers comprenant des données sur *S. typhi* et *S. paratyphi* est à envisager à l'avenir.

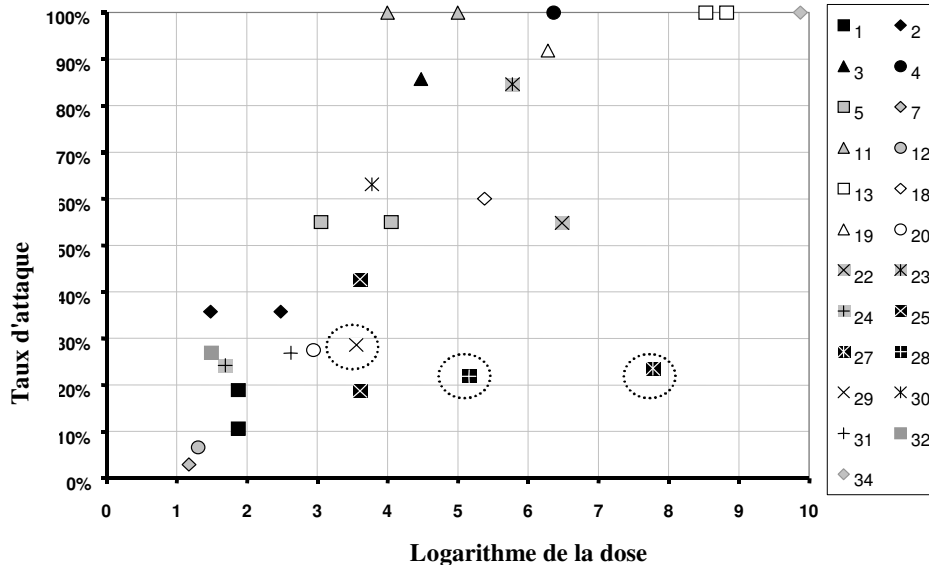


Figure 5.2. Points extrêmes. Les trois points encerclés ont été éliminés de la modélisation des données épidémiologiques car ils ne s'adaptaient pas à la tendance des données. Pour un examen plus approfondi des facteurs qui justifient cette élimination voir le document complet ci-dessous.

Note: Les numéros 1 - 34 de la légende se rapportent aux données épidémiologiques. Ces flambées sont décrites en détail dans le document disponible sur Internet concernant l'identification et la caractérisation des dangers liés à *Salmonella* dans les poulets et les oeufs:

<http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/ECONOMIC/ESN/pagerisk/riskpage.htm> and <http://www.who.int/fsf/mbriskassess/index.htm>

Manque de données

- Des informations spécifiques concernant l'incidence des maladies dans des Etats autres que les pays d'Amérique du nord, d'Europe et le Japon, pourraient être collectées dans des centres régionaux.
- Des études sur l'écologie microbienne visant à déterminer le réservoir et la quantité de l'organisme faciliteraient l'identification des dangers.

Recommandations

- L'OMS devrait élaborer ou mettre à jour des directives spécifiques servant à garantir que les données épidémiologiques feront l'objet d'une analyse plus approfondie et cohérente permettant leur utilisation aux fins de la caractérisation des dangers. Des directives particulières devront être mises au point pour les questions relatives aux erreurs de mesure qui faussent les

données (y compris la précision du dénombrement des bactéries et le calcul du nombre d'individus exposés) et aux différences de définition de la pathologie observées dans diverses enquêtes épidémiologiques, et pour mieux identifier les aliments soupçonnés/incriminés. Il faudrait aussi prévoir des directives pour la sélection de séries de données servant à déterminer des relations dose-réponse, y compris des recommandations concernant l'échantillonnage, les méthodes de laboratoire, et les méthodes et l'analyse épidémiologiques.

- La FAO et l'OMS devraient inviter les Etats Membres à publier leurs données épidémiologiques existantes et nouvelles et à mener des enquêtes à l'aide de données qui comprennent le dénombrement des pathogènes et les dénominateurs des taux d'attaque.
- La FAO et l'OMS devraient faciliter la mise au point de protocoles servant à mesurer les taux d'attaque et la collecte des données de surveillance.
- La consultation recommande à la FAO et à l'OMS que les données relatives à la prévalence et aux flambées épidémiques soient réunies dans un dépôt central.
- La FAO et l'OMS devraient favoriser la formulation de méthodes appropriées de dénombrement des salmonelles dans les aliments, et identifier et mettre au point de nouvelles techniques de dénombrement.
- Les modèles actuels devraient être enrichis pour inclure les effets de la matrice alimentaire et de l'hôte.

5.2. *Evaluation de l'exposition à *Salmonella Enteritidis* dans les oeufs*

5.2.A Résumé d'orientation

Introduction

Un examen critique des modèles d'évaluation de l'exposition existants contribuerait au progrès de l'évaluation du risque microbiologique. Des débats entre le secrétariat FAO /OMS et le groupe de rédaction d'experts ont mis en évidence la nécessité de comparer les évaluations de l'exposition existantes pour caractériser l'état des connaissances en matière d'évaluation des risques. Cette comparaison permettrait d'identifier les similarités et les différences qui caractérisent les modèles existants. L'approche profiterait aux futures évaluations de l'exposition à cette combinaison pathogène-denrée.

L'examen vise à identifier les méthodes qui se sont avérées les plus efficaces dans les évaluations de l'exposition réalisées précédemment, et à en reconnaître aussi

les points faibles dus au manque de données ou à l'emploi d'une méthodologie impropre. Bien qu'aucune orientation en matière de gestion des risques n'ait été fournie pour ce rapport, les conclusions devraient contribuer à rendre cette gestion plus performante à l'avenir.

Objectifs

Ce rapport se propose de comparer les techniques et pratiques utilisées à l'heure actuelle pour mettre au point une évaluation de l'exposition à *Salmonella* Enteritidis dans les oeufs, et pour fournir un cadre de travail qui servira aux évaluations futures de l'exposition à cette combinaison pathogène-denrée.

L'analyse se limite à examiner la probabilité d'une exposition humaine aux oeufs contaminés intérieurement par *Salmonella* Enteritidis. L'analyse et les conclusions ne s'appliquent qu'aux mécanismes et aux variables connus actuellement et utilisés dans des évaluations précédentes. C'est pourquoi il faudra interpréter avec prudence les données de ce rapport qui sont devenues disponibles après l'achèvement des modèles.

Approche

Cinq évaluations de l'exposition à *Salmonella* Enteritidis dans les oeufs qui avaient été préparées précédemment ont été examinées, dont trois ont été choisies pour des comparaisons détaillées.

Telles sont:

- **USDA-FSIS-FDA**. Evaluation des risques pour *Salmonella* Enteritidis: oeufs en coquille et produits dérivés. Rapport final, 12 juin, 1998.
- **Health Canada**. Modèle d'évaluation des risques liés à *Salmonella* Enteritidis. Inédit.
- **Whiting R.C. et Buchanan R.L. (Whiting)**. Conception d'un modèle d'évaluation quantitative des risques liés à *Salmonella* Enteritidis dans les oeufs liquides pasteurisés. International Journal of Food Microbiology 36:111-125, 1997.

Quatre étapes d'une évaluation de l'exposition de la production à la consommation ont été définies : production, distribution et stockage, transformation des produits dérivés des oeufs et préparation et consommation. L'étape de la production porte sur la ponte d'oeufs contaminés par *Salmonella* Enteritidis. L'étape de la distribution et du stockage concerne le temps qui s'écoule entre la ponte et la préparation de repas à base d'oeufs. L'étape de la transformation des produits dérivés tient compte des oeufs cassés au cours des opérations commerciales et qui sont normalement pasteurisés. L'étape de la préparation et de la consommation examine les effets de différentes pratiques de préparation du repas et de cuisson.

L'évaluation de l'exposition du modèle USDA/F SIS-FDA comprend les quatre étapes susmentionnées. Le modèle Health Canada tient compte de la production, de la distribution et du stockage et de la préparation/consommation mais ne traite pas de la

transformation des produits dérivés des oeufs. Le modèle Whiting se focalise sur la transformation des produits dérivés, mais comprend aussi des éléments relatifs aux étapes de la production et de la distribution et du stockage.

D'une manière générale, les données traitées dans cette analyse s'appliquent soit à la survenue soit à la concentration de *Salmonella* Enteritidis. Des données spécifiques utilisées dans des évaluations précédentes de l'exposition sont présentées et analysées pour chaque étape du modèle. Pour fournir une description plus complète des informations disponibles, un résumé des conclusions publiées et inédites de la recherche sur la survenue et la concentration de *Salmonella* a été entrepris. Bien que certaines de ces informations ne soient pas utilisées dans les trois évaluations de l'exposition précédentes, leur inclusion dans le rapport fournit des données disponibles actuellement qui pourraient profiter à des évaluations futures.

Résultats principaux

Des estimations précises de données sur la prévalence imposent que les données de surveillance soient ajustées pour tenir compte de la probabilité de détection et d'autres distorsions. Le modèle USDA/FSIS-FDA comprend ces ajustements contrairement aux deux autres.

Dans l'étape de la distribution et du stockage, il faut modéliser séparément la croissance pour chaque voie afin de tenir compte de la différence des distributions de la durée et de la température. Il a été observé que la croissance de *Salmonella* Enteritidis à l'intérieur des oeufs était sensible à des distributions de température supposées lors du stockage auprès du détaillant et du consommateur dans deux évaluations de l'exposition. Lorsque les paramètres relatifs au temps et à la température sont définis de manière similaire, les modèles USDA/FSIS-FDA et Health Canada donnent des prédictions analogues (voir figure 5.3).

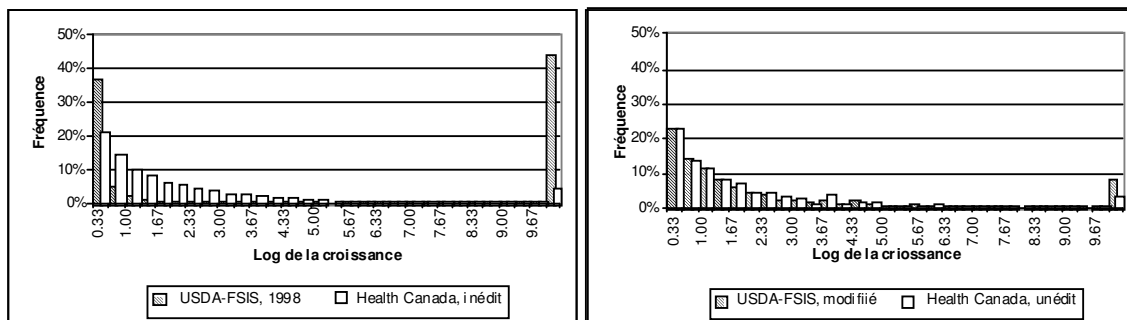


Figure 5.3. Comparaison entre les modèles USDA/FSIS-FDA et Health Canada. A gauche sont prédites les distributions des logarithmes de la croissance pour les oeufs contaminés où cette croissance a lieu. A droite figurent ces prédictions lorsque les paramètres relatifs à la température du modèle USDA/FSIS-FDA sont modifiés pour se rapprocher de ceux du modèle Health Canada.

Les modèles USDA/FSIS-FDA et Whiting prédisent, en ce qui concerne l'étape de transformation des ovoproduits, une forte variabilité de l'efficacité de la pasteurisation. Cette conclusion influence de façon marquée le nombre prédit de survivants de *Salmonella* Enteritidis dans les ovoproduits après la pasteurisation.

Le modèle USDA/FSIS-FDA prédit une probabilité accrue d'exposition associée au cassage et mélange des oeufs lors de l'étape de préparation, alors que le modèle Health Canada montre une baisse de probabilité d'exposition liée à cette opération. Cette différence s'explique par le fait que le modèle Health Canada n'inclut pas la croissance qui se manifeste après le mélange des oeufs et limite les scénarios de mélange à ceux qui ne comprennent que des repas à base d'oeufs brouillés. Si l'on considérait davantage de scénarios de mélange dans le modèle Health Canada, ce mélange contribuerait davantage à la probabilité de maladie dans ce modèle.

Manque de données

Il est indispensable de disposer des données relatives à l'écologie de *Salmonella* Enteritidis dans les oeufs. Cette exigence s'applique d'une manière générale aux évaluations de l'exposition aussi bien passées que futures.

- Il a été reconnu que l'estimation du nombre d'oeufs contaminés par *Salmonella* Enteritidis pendant l'étape de la production se fondait sur des données provenant de 63 oeufs au maximum. Un surcroît de données épidémiologiques et sur le dénombrement permettraient d'améliorer la modélisation de la contamination des oeufs.
- Pour évaluer de manière adéquate les interventions préalables à la collecte, il faudrait davantage de données sur la prévalence de *Salmonella* Enteritidis dans les troupeaux de reproducteurs et de poulettes, ainsi que dans leurs aliments. Notamment, il faudrait quantifier les associations entre la survenue de *Salmonella* Enteritidis dans ces étapes préalables à la collecte et sa survenue chez les pondeuses commerciales.
- De meilleures informations sur la durée et la température de stockage, notamment pour les oeufs, donneraient plus d'assurance à la modélisation. Le rôle de la répartition du temps et des températures dans la prédiction de la croissance de *Salmonella* Enteritidis dans les oeufs, et le manque de données fiables pour la décrire, mettent en évidence l'importance de disposer de ces données.
- Le niveau élevé d'incertitude et de variabilité dans les données sur l'efficacité de la cuisson qui est ressorti de la comparaison des modèles souligne aussi le besoin d'un surcroît de recherche sur ces thèmes.
- Pour prédire de manière plus fiable l'efficacité des normes réglementant les produits dérivés des oeufs, il faudra disposer de données supplémentaires relatives à la concentration de *Salmonella* Enteritidis dans les oeufs crus liquides avant la pasteurisation.

Les évaluations de l'exposition considérées dans le présent rapport reposaient principalement sur des données pertinentes provenant de l'Amérique du nord. Des informations supplémentaires devront être collectées pour conduire des évaluations de l'exposition dans des pays où la contamination des oeufs par *Salmonella* Enteritidis se distingue de celle de l'Amérique du nord. Les pays pourraient devoir évaluer, par exemple, la prévalence de *Salmonella* Enteritidis dans leur industrie de l'oeuf. Les systèmes de commercialisation, la durée et les températures de stockage et les

pratiques de préparation et de cuisson varieront sans doute d'un pays à l'autre. C'est pourquoi ces éléments de l'évaluation de l'exposition devront être estimés à partir de données spécifiques propres aux pays ou aux objectifs.

Conclusions

Ce rapport identifie les similarités et les différences qui caractérisent les évaluations de l'exposition à *Salmonella* Enteritidis dans les oeufs préparés antérieurement. La description des embûches possibles, une analyse fouillée des données, et une description des besoins d'informations essentielles sont fournies pour chaque étape de l'évaluation de l'exposition, de la production à la consommation. Ce rapport ne vise pas à fournir des directives détaillées sur la manière de conduire une évaluation de l'exposition à cette combinaison pathogène-denrée. L'élaboration de telles directives exige un surcroît de travail. Ceux qui souhaitent compléter cette analyse devraient, outre les conclusions de ce rapport, consulter les documents originaux qui y sont cités, ainsi que des textes sur l'analyse des risques.

De nombreuses similarités ont été rencontrées dans les approches adoptées pour les trois évaluations de l'exposition analysées dans ce rapport. C'est ainsi que les distributions du nombre initial d'organismes de *Salmonella* Enteritidis par oeuf ont été calculées de la même manière. Les équations relatives à la croissance étaient semblables de même que celles pour la pasteurisation. Souvent, les mêmes types de distribution ont été utilisés pour modéliser les mêmes données, bien que différents paramètres aient pu être spécifiés. Les approches de la modélisation - les voies considérées, par exemple, et les facteurs modélisés - étaient très similaires.

Il a été conclu que les évaluations de l'exposition à *Salmonella* Enteritidis devraient modéliser la croissance et la préparation/consommation comme une voie continue. De telle manière, la croissance et le déclin de *Salmonella* Enteritidis seraient modélisés de façon à dépendre explicitement de la voie considérée.

La microbiologie prédictive devrait être commune à toute évaluation de l'exposition à *Salmonella* Enteritidis dans les oeufs. Cependant, les conditions environnementales variant suivant les pays, la distribution de la durée et des températures pourrait varier entre les analyses. Toutefois, il a été conclu que les équations relatives à la microbiologie prédictive qui seront utilisées dans de futures évaluations de l'exposition pourraient être similaires.

Il faudra axer l'attention en particulier sur certains aspects de la préparation et de la consommation dans le cas d'une variation de la forme du produit ou de l'unité. Le mélange des oeufs dans une cuve donne un produit très différent des oeufs en coquille. Ce produit est capable de supporter une croissance bactérienne immédiate et son stockage devra être modélisé comme un événement unique.

Etant donné l'absence de preuves publiées sur la consommation et les pratiques de préparation des oeufs parmi les populations d'utilisateurs, les composantes de préparation et de consommation d'une évaluation de l'exposition sont les plus difficiles à modéliser avec précision. Même à l'aide d'informations parfaites, cette modélisation est très complexe. De multiples voies reflétant la multiplicité des utilisateurs, des produits, des pratiques et des niveaux d'efficacité de la cuisson se conjuguent pour créer ces difficultés. Néanmoins, les mesures adoptées dans les

modèles précédents peuvent servir de points de départ raisonnables pour de futures analyses.

Parmi les limitations observées fréquemment dans les modèles comparés dans ce rapport figure le manque de prise en compte, d'une part, de la recontamination éventuelle des produits dérivés des oeufs à la suite de la pasteurisation et/ou de la cuisson et, d'autre part, de la contamination croisée d'autres aliments par des oeufs contaminés par *Salmonella* Enteritidis. En outre, les résultats et conclusions de ces modèles dépendent d'hypothèses conventionnelles sur les mécanismes de contamination des oeufs. Ces mécanismes laissent entendre que la contamination des oeufs par *Salmonella* Enteritidis se limite initialement au blanc d'oeuf et qu'elle pénètre à l'intérieur de l'oeuf lors de sa formation dans les tissus reproducteurs de la poule. En outre, la cinétique de la croissance estimée pour ces modèles ne s'applique pas nécessairement à toutes les souches de *Salmonella* Enteritidis ou à d'autres sérotypes de *Salmonella*.

Bien que ces modèles se ressemblent, et que les étapes de l'évaluation de l'exposition sont analogues, ils pourraient devoir faire l'objet d'un remaniement considérable avant d'être applicables à d'autres pays ou régions où la situation est très différente de celle de l'Amérique du nord. Dans certains cas, il suffira de changer la distribution de quelques données, mais il n'est pas exclu que soit nécessaire l'élimination ou l'addition de certaines variables ou de certains paramètres.

Recommandations

- La portée d'une évaluation de l'exposition devrait être clairement énoncée et ses objectifs bien définis.
- Les modèles d'évaluation de l'exposition existants - en combinaison avec les modèles dose-réponse mis au point pour les espèces de salmonelle - peuvent servir à évaluer des stratégies d'atténuation, mais l'applicabilité de leurs résultats sera très probablement limitée aux pays pour lesquels le modèle a été conçu.
- La microbiologie prédictive de *Salmonella* Enteritidis dans les oeufs étant considérée comme un élément propre à toute évaluation de l'exposition à cette combinaison pathogène-denrée, ses progrès et son développement futurs devraient être encouragés. Il faudrait instituer un dépôt central de données sur le comportement mathématique de *Salmonella* Enteritidis dans les oeufs. La FAO et l'OMS pourraient envisager d'appuyer cette initiative.
- Parallèlement à l'élaboration de directives pour la caractérisation des dangers actuellement en cours, la FAO et l'OMS devraient faciliter celle de directives régissant l'évaluation de l'exposition, y compris des approches à utiliser lorsque les données sont limitées ou d'ordre semi-quantitatif seulement.

5.2.B Résumé du débat sur l'évaluation de l'exposition à *Salmonella* Enteritidis dans les oeufs

Débat général

La consultation a accueilli avec satisfaction le rapport technique et a estimé qu'il représente une importante contribution à l'évaluation de l'exposition à *Salmonella* Enteritidis dans les oeufs. Elle est convenue que l'inclusion de concepts épidémiologiques dans la détermination de la prévalence parmi les troupeaux, de la prévalence parmi les individus du troupeau, et de la prévalence apparente représentait un important aspect de l'étude.

Les modèles courants d'évaluation de l'exposition servent à prédire les avantages pour la santé publique d'une intervention imposée à n'importe quel moment précédant la consommation. Toutefois, les données qui permettent d'évaluer l'ensemble des interventions admissibles ne sont pas toujours disponibles. S'il ne s'agit que de la consommation, il n'est pas nécessaire de disposer de données antérieures à cette étape. Si au contraire, il s'agit de l'évaluation d'interventions réalisées avant la récolte, on devra disposer d'informations sur une partie beaucoup plus importante du processus de production-consommation.

Les limitations inhérentes aux modèles présentés découlent de la non-prise en compte de la contamination croisée et de la recontamination, bien que des preuves anecdotiques en soulignent l'importance. Les modèles ne sont pas conçus spécifiquement aux fins d'évaluer le rôle de la transmission verticale dans les troupeaux de reproducteurs. La consultation a constaté qu'il fallait considérer cet aspect ainsi que la variation géographique de la prévalence parmi les troupeaux.

Les modèles courants mettent aussi l'accent sur le potentiel de croissance de *Salmonella* Enteritidis dans les oeufs. La consultation a observé que la croissance n'était pas nécessairement un facteur d'infection humaine déterminant puisque des doses très faibles peuvent elles-mêmes être infectieuses. Bien que les informations publiées ne signalent pas de différence de sensibilité thermique entre *Salmonella* Enteritidis et d'autres sérotypes, des preuves récentes suggèrent que certaines souches (*Salmonella* Enteritidis PT4 contenant un plasmide de 25mD, par exemple) peuvent présenter des caractéristiques de croissance différentes.

Il est essentiel de recourir à des méthodes d'essai et d'échantillonnage éprouvées pour évaluer l'exposition. C'est ainsi que, dans le cas des oeufs mélangés, la présence d'un petit nombre de micro-organismes peut réduire la probabilité de détection.

Les modèles prévoient que dans les oeufs infectés naturellement par *Salmonella* se situe dans le blanc d'oeuf en dehors de la membrane vitelline. Les modèles partent aussi de l'hypothèse que, pendant un bref laps de temps immédiatement après la ponte, *Salmonella* Enteritidis pourrait se développer à l'intérieur de l'oeuf. Cette hypothèse ne s'applique pas nécessairement à tous les cas. Des données anecdotiques laissent entendre que dans certaines conditions *Salmonella* s'accroît rapidement dans des oeufs intacts.

La rupture de la membrane du jaune d'oeuf est un élément fondamental du modèle. Cependant, certains experts ont exprimé des inquiétudes sur la simplification introduite par la modélisation cumulée de la phase de latence. Si de telles hypothèses pourraient fort bien être nécessaires aux fins de la simplicité du modèle; elles résultent toutefois en une description très imprécise de la situation mondiale réelle.

Manque de données

- Il est essentiel de mener des études supplémentaires sur le nombre de *Salmonella* Enteritidis présents dans les oeufs en coquille intacts contaminés naturellement (les informations disponibles portent actuellement sur 63 oeufs en coquille intacts). Il faudra aussi des données sur le dénombrement de *Salmonella* Enteritidis dans des oeufs crus liquides.
- Des données additionnelles sur la durée du stockage dans les magasins de vente au détail et dans les foyers sont aussi nécessaires, ainsi que sur les températures enregistrées pendant ces périodes de stockage.
- Des informations seront indispensables sur les caractéristiques des troupeaux dans différents pays. Elles devraient inclure la structure par âge et la taille des troupeaux.
- On devra disposer d'informations sur les préférences individuelles de stockage et de consommation dans différents pays, y compris celles concernant les pratiques de cuisson en usage. Le temps qui s'écoule, par exemple, entre la ponte et la consommation est différent aux Etats-Unis par rapport au Canada. Cette variable importante doit être déterminée pour chaque pays.
- Il faudra davantage d'études d'inoculation pour évaluer le temps de survie de *Salmonella* Enteritidis dans les oeufs.
- Un surcroît d'études est nécessaire pour estimer la cinétique de la croissance comme une fonction de la composition de l'oeuf et de l'infectiosité de la souche, ainsi que la sensibilité thermique de diverses souches de *Salmonella* Enteritidis.
- On devra mener des études sur les parties infectées par *Salmonella* Enteritidis des organes reproducteurs des poules.
- Il faudra des études pour déterminer la possibilité que, sous certaines conditions, *Salmonella* puisse s'accroître rapidement dans des oeufs intacts.

5.3. Evaluation de l'exposition à *Salmonella* spp. dans les poulets

5.3.A Résumé d'orientation

Introduction

Il est important de disposer de renseignements sur *Salmonella* spp. dans les poulets tant du point de vue de la santé publique que du commerce international. Pour ce faire, une estimation de cette combinaison pathogène-denrée par une méthode quantitative d'évaluation des risques est impérative. A ce jour, aucune évaluation quantitative complète de l'exposition n'a été entreprise à cet égard. Ce rapport décrit comment de telles évaluations peuvent être mises au point.

Objectifs

Le rapport décrit l'élaboration d'un cadre modèle et met en évidence les besoins de données idéales et les méthodes pouvant être utilisées. En outre, il présente les données disponibles permettant de construire ces modèles et fournit une évaluation de leur utilité. Il ne se propose pas de fournir un modèle intégral de la production à la consommation mais son contenu peut servir à l'orienter. Il fournit à titre d'exemple des modèles servant, le cas échéant, à décrire les méthodes à appliquer à différentes étapes individuelles qui pourraient être incluses dans un modèle complet.

En examinant les méthodes proposées et les données disponibles, le rapport signale les domaines pauvres en informations et formule des recommandations pour guider une étude future.

Approche

Le rapport propose tout d'abord, en guise de modèle, un cadre général qui décrit la voie que suit l'exposition de la production au point de consommation (voir figure 5.4). Cette voie consiste en un certain nombre de modules apparentés (production, transport et transformation, vente au détail, distribution et stockage, préparation) qui décrivent les changements survenant dans le taux de prévalence et de concentration des organismes. Si le cadre est utilisé pour construire un modèle, les résultats peuvent être associés à des données sur la consommation pour estimer l'exposition.

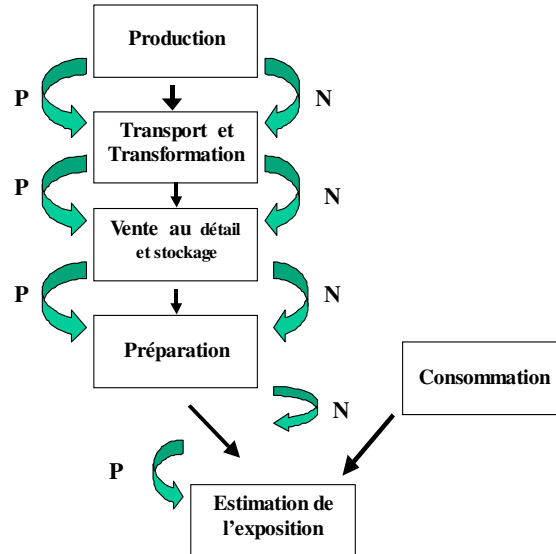


Figure 5.4: Voie modulaire décrivant les étapes de la production à la consommation
P: Modifications de la prévalence
N: Variation du nombre d'organismes

Les aspects communs à toutes les étapes de la voie sont analysés, notamment les facteurs relatifs aux données. Parmi ces facteurs figurent les sources de données possibles (publications, mesures réglementaires et industrie), les problèmes liés à l'obtention des données de différentes sources, la combinaison de données provenant de sources disparates et le choix des données les plus valables. Le rapport donne aussi un bref aperçu de différents systèmes de modélisation, y compris l'adoption de modèles statiques et dynamiques et de solutions déterministes et stochastiques, et prévoit l'incorporation appropriée de l'incertitude et de la variabilité. Il analyse en détail les différents modules en tenant compte de ces facteurs.

Le module de production vise à estimer la prévalence de *Salmonella* dans des poulets positifs au moment de quitter la ferme pour l'abattoir. Il est essentiel de connaître le nombre d'organismes par animal positif. Les besoins de données idéales pour cette étape sont décrits et comprennent la source de l'infection, le taux de prévalence parmi les troupeaux et parmi les individus du troupeau et une description détaillée des méthodes d'étude, y compris l'échantillonnage (site, sélection, époque, relation avec la population totale, par exemple) et les méthodes microbiologiques utilisées.

La transformation des poulets est décrite dans le deuxième module et l'objectif ici est d'estimer le taux de prévalence et de concentration à la fin de la transformation. Pour ce module, les données idéales portent sur la variation du nombre et de la prévalence pendant les différentes étapes de la transformation, et fournissent de détails sur l'étude comme on l'a dit précédemment. Cette information

devrait mettre en évidence l'importance de la contamination croisée pendant cette étape.

La vente au détail, la distribution et le stockage (module 3) tiennent compte du temps qui s'écoule après la transformation et avant la préparation et la consommation. L'objectif est d'estimer la variation du nombre d'organismes par produit contaminé. Ces étapes peuvent être considérées comme une série de profils temps/température auxquels est exposé le poulet et, dès lors, la croissance et la survie sont les processus microbiens de base. Il existe deux catégories de données idéales pour ce module. Tout d'abord les données relatives au temps et à la température qui décrivent les processus et, deuxièmement, des modèles prédictifs appropriés pour décrire la croissance et la survie.

La préparation est analysée dans le module 4 pour estimer la variation du nombre de micro-organismes due à la préparation préalable à la consommation. Il conviendrait à ce stade de modéliser la contamination croisée ce qui exige la disponibilité de modèles et de données appropriés pour ce module. En outre, pour les poulets congelés, on a besoin d'informations pour décrire le processus de décongélation. Enfin, des données relatives à la cuisson sont nécessaires pour les modèles prédictifs qui décrivent la mort due à des facteurs thermiques.

Le dernier module est consacré aux modèles de consommation. Pour cela, il faudrait des informations sur les habitudes alimentaires de la population en jeu. Elle devrait être subdivisée en sous-groupes en fonction, par exemple, de l'âge, du sexe ou de l'état immunitaire, etc. Les données relatives à la consommation devront être d'ordre national mais la généralisation est déconseillée.

Bien qu'aucune évaluation complète de l'exposition n'ait été entreprise pour cette combinaison pathogène-denrée, il existe des modèles qui commencent plus tard le long de la voie de l'exposition (le début de la transformation et la vente au détail, par exemple). Pour *Campylobacter* dans les poulets une évaluation complète a été entreprise. Les modèles sont examinés pour déterminer leur utilité aux fins d'une évaluation complète de l'exposition à *Salmonella* dans les poulets (en tenant compte des différences entre *Campylobacter* et *Salmonella*.) Il ressort de cet examen que de nombreux modèles présentent des caractéristiques utilisables.

Résultats principaux

La modélisation de la voie complète de l'exposition de la production à la consommation est un processus complexe. Les différents modules situés le long de cette voie présenteront, eux aussi, des complexités ainsi que de fortes incertitudes lesquelles, si elles sont conjuguées, risquent de donner lieu à une estimation extrêmement imprécise. Il est donc important d'établir les points où la modélisation devrait commencer et où elle devrait finir. C'est aux gestionnaires des risques qu'incombera cette tâche.

Lorsque l'on réunit des données provenant d'un grand nombre d'études différentes, il convient de les présenter sous forme de tableaux, en tenant compte des besoins de données idéales identifiés avant la collecte. Cette présentation permettra une évaluation critique des données et le choix des données le plus valables.

En ce qui concerne les modèles relatifs aux différentes étapes de l'évaluation de l'exposition, il faut établir un équilibre entre le besoin d'une prévision exacte et la simplicité de l'approche adoptée. On devra en tenir compte au moment de la sélection du modèle.

Manque de données

Les lacunes identifiées sont les suivantes:

- Pour de nombreuses régions du monde il n'existe que des données limitées sur la prévalence, et pour les domaines où elle est signalée on manque souvent d'informations sur le plan de l'étude.
- Pour toutes les étapes de la voie de l'exposition, on ne possède que de rares données quantitatives récentes sur le nombre d'organismes par animal.
- Les données relatives à la contamination croisée sont extrêmement rares et la modélisation de ce phénomène est encore très peu développée.
- Souvent les données présentées concernent la consommation journalière moyenne; elles sont moins utiles que celles décrivant la taille des portions et la fréquence de la consommation.
- Il n'existe qu'un nombre limité de modèles décrivant la survie en conditions de réfrigération et de congélation.
- Les données spécifiques sur la consommation sont limitées pour la plupart des emplacements géographiques.

Conclusions

Le rapport technique montre que la modélisation de l'exposition à *Salmonella* dans les poulets de la production à la consommation est une proposition réaliste. Le cadre proposé a présenté sous une forme modulaire des techniques de modélisation normales dont les résultats pourraient être aisément intégrés, si besoin est, dans la caractérisation des risques. On a identifié quelques difficultés dans la modélisation d'étapes (peu de données, par exemple, pour l'analyse de la voie) ainsi que des complexités associées à la description des processus biologiques (contamination croisée).

Le cadre modèle a souligné l'importance d'introduire des données appropriées afin d'étoffer l'évaluation. Notamment, les données devraient être représentatives, de bonne qualité et compatibles avec l'objectif et la portée de l'évaluation des risques.

Recommandations

Pour orienter les travaux futurs les recommandations suivantes pourraient être formulées:

- Il faudrait encourager dans toutes les régions du monde la communication de la prévalence à différentes étapes de la voie complète de l'exposition.
- Les données signalées devraient décrire minutieusement la méthode de l'étude, y compris le site faisant l'objet de l'échantillonnage, le moment du prélèvement de l'échantillon, la relation entre cet échantillon et l'ensemble de la population et les méthodes microbiologiques utilisées.
- Il faudra encourager la détermination de données quantitatives. Elles permettraient de réaliser des évaluations complètes de l'exposition en vue d'explorer des stratégies d'atténuation (introduction de chlore dans l'eau de réfrigération, par exemple) ou de comparer des pratiques de rechange (réfrigération de l'air plutôt qu'immersion dans un milieu réfrigéré).
- Il faudra étudier quantitativement la contamination croisée pendant les opérations de transformation et de manipulation et mettre au point des méthodes permettant de modéliser ce processus. Au cours de ces étapes, la contamination croisée est un facteur critique qui est souvent associé à des manifestations pathologiques.
- Il faudrait promouvoir au niveau national la collecte de données sur la consommation. Les études devront tenir compte des besoins de données pour les évaluations de l'exposition, à savoir la variabilité démographique, la taille de la portion et la fréquence de la consommation.
- Dans la microbiologie prédictive, la survie a fait l'objet d'études moins approfondies que la croissance ou la mort. Il n'existe que de rares modèles prédictifs qui décrivent la survie en conditions de réfrigération ou de congélation. Il est essentiel de mieux développer ces modèles.

5.3.B Résumé du débat sur l'évaluation de l'exposition pour *Salmonella* spp. dans les poulets

Débat général

La consultation a accueilli avec satisfaction le rapport technique préparé par le groupe de rédaction d'experts et l'a jugé une importante contribution à l'évaluation de l'exposition à *Salmonella* spp. dans les poulets. Bien que la structure du modèle ait fait l'objet d'une forte appréciation, il a été estimé qu'une évaluation complète ne serait que faiblement représentative puisque la plupart des données sur lesquelles elle reposait ne pouvaient être obtenues que d'un petit nombre de pays.

Différentes techniques de transformation, y compris la congélation de la viande et des carcasses de poulet, sont utilisées communément dans le commerce international des produits dérivés du poulet. C'est pourquoi on a estimé grave le manque de données concernant les effets de la congélation sur la concentration de *Salmonella*, données qui sont indispensables pour les évaluations de l'exposition touchant le commerce international de la volaille.

L'objectif d'une évaluation de l'exposition est de modéliser la dose de *Salmonella* consommée. Lorsque les produits tirés du poulet entrent dans la cuisine ils sont soumis à une grande variété d'étapes de préparation qui entraînent de nombreuses possibilités de contamination croisée. Etant donné la difficulté d'identifier et d'évaluer l'ensemble de ces processus, il est aussi très compliqué de modéliser toutes les opérations qui se déroulent à la cuisine.

L'identification et l'acquisition de toutes les données potentiellement disponibles représentent un problème important dans les évaluations de l'exposition. Dans de nombreux cas, les données les plus utiles aux fins de la modélisation sont brevetées ou inédites. Les milieux commerciaux veulent être assurés que la communication de leurs informations brevetées ne compromettra pas leurs affaires.

La consultation a souligné l'importance d'une mise en tableaux claire des informations collectées en fonction des besoins de données idéales. Notamment, la présentation future de ces données devrait inclure, dans la mesure du possible, des détails sur les méthodes microbiologiques appliquées.

Il a été noté que certaines méthodes d'échantillonnage et d'enrichissement utilisées dans les études influencent la fiabilité et l'exactitude des données; c'est ainsi que des échantillons de l'eau de rinçage de la volaille, les prélèvements et les échantillons de peau, ne donnent pas des résultats comparables. De même, la culture d'échantillons de litière de volaille peut donner des résultats moins précis que la culture de prélèvements du cloaque.

Manque de données

- Les informations sur la répartition du temps et de la température de stockage et de cuisson manquent pour un grand nombre de pays. De même les voies de la contamination croisée sont difficiles à identifier et à modéliser.
- Les méthodes de dénombrement ont une sensibilité variable. Il faudrait des techniques de dénombrement plus précises.
- Des données plus détaillées sont nécessaires pour décrire les modèles de consommation afin d'améliorer l'estimation des risques.
- La connaissance des temps de survie de *Salmonella* à des températures inférieures à 4°C est essentielle pour réaliser des évaluations microbiologiques prédictives de l'exposition qui soient représentatives du commerce international des produits dérivés de la volaille.
- Davantage de données sur les aliments pour animaux et les troupeaux de remplacement exempts de *Salmonella*, sur le jeun avant l'abattage, et sur les processus d'échaudage, de plumage et d'éviscération sont nécessaires pour modéliser efficacement les avantages des interventions de contrôle aux niveaux de la production et de la transformation.

5.4. Questions à soumettre à l'attention de la FAO et de l'OMS

- La FAO et l'OMS devraient encourager les industries alimentaires et agricoles à fournir des données réservées sur les pathogènes et des variables liées au processus de transformation des aliments.
- La FAO et l'OMS devraient demander à la CAC de formuler des questions ciblées concernant la gestion des risques pour améliorer la mise au point des évaluations des risques liés à *Salmonella*.

6. Caractérisation des dangers et évaluation de l'exposition pour *Listeria monocytogenes* dans les aliments prêts à consommer

Les rapports techniques sur l'identification et la caractérisation des dangers liés à *L. monocytogenes* et sur l'évaluation de l'exposition à cet organisme, qui ont été présentés à la consultation, ont été examinés en détail par les groupes de travail. Les documents complets sont disponibles sur demande auprès de la FAO ou de l'OMS et peuvent être obtenus sur Internet aux adresses suivantes:

<http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/ECONOMIC/ESN/pagerisk/riskpage.htm>
et <http://www.who.int/fsf/mbriskassess/index.htm>

Les résumés de ces documents ont été mis à jour pendant la consultation pour tenir compte de questions et commentaires issus des examens, et sont présentés ci-dessous. Ils sont suivis d'un résumé des débats sur certains autres points qui n'avaient pas été incorporés directement dans les résumés des documents de travail.

Introduction

Les aliments prêts à consommer ne sont, par définition, ni cuisinés ni soumis à d'autres traitements listéricides immédiatement avant leur consommation. De ce fait, la survenue et la croissance éventuelles de *L. monocytogenes* dans ces produits peuvent entraîner des risques d'exposition humaine. L'objectif global de la caractérisation des dangers et de l'évaluation de l'exposition pour *L. monocytogenes* dans différents aliments prêts à consommer est d'obtenir des estimations de risques pour la santé intéressant des groupes de consommateurs ou l'ensemble de la population. Ces estimations des risques serviront ensuite à formuler des stratégies d'identification et des mesures visant à réduire le niveau de ce risque d'exposition. L'évaluation de l'exposition et la caractérisation des dangers liés à *L. monocytogenes* dans différents aliments prêts à consommer se fondent sur les caractéristiques de virulence et l'écologie microbienne. Les rapports examinés lors de la consultation et les résumés présentés ci-dessous donnent plusieurs exemples de la manière d'entreprendre la caractérisation des dangers et l'évaluation de l'exposition pour *L. monocytogenes* dans les aliments prêts à consommer.

6.1 Identification et caractérisation des dangers liés à *L. monocytogenes* dans les aliments prêts à consommer

6.1.A Résumé d'orientation

Introduction

L. monocytogenes est largement répandue dans l'environnement et a été isolée à partir d'un grand nombre de sources, y compris le sol, la végétation, l'ensilage, les matières fécales, les égouts et l'eau. Les observations font état de sa présence transitoire dans l'intestin de l'homme, et de 2 à 10% de la population sont porteurs de cet organisme mais ne subissent aucune conséquence nuisible apparente. La bactérie peut se développer à des températures de réfrigérateur et résiste à diverses conditions environnementales, ce qui lui permet de survivre dans des conditions adverses plus longtemps que la plupart des autres bactéries non productrices de spores. La plupart des cas de listériose chez l'homme sont sporadiques et la source et la voie de l'infection sont normalement inconnues; toutefois, les aliments contaminés sont considérés comme son vecteur principal. Les aliments le plus souvent associés à la listériose humaine sont les produits prêts à consommer qui supportent la croissance de *L. monocytogenes*, ont une durée prolongée de conservation au réfrigérateur et sont consommés sans autre traitement listéricide. La listériose invasive (graves infections dues à *L. monocytogenes*) est relativement rare mais on trouve souvent des pathologies graves ayant des taux d'incidence de 4 à 8 cas par million d'individus et des taux de mortalité de 20 à 30% parmi les patients hospitalisés.

L. monocytogenes provoque la maladie en pénétrant dans la paroi du tube digestif et en infectant ensuite des zones normalement stériles du corps. La probabilité que la bactérie envahisse le tissu intestinal dépend d'un grand nombre de facteurs, y compris le nombre d'organismes consommés, la susceptibilité de l'hôte, et la virulence de l'isolat bactérien ingéré. Toutes les souches de *L. monocytogenes* paraissent être pathogènes mais leur virulence, définie dans des études sur les animaux, présente de fortes variations. La listériose est une infection opportuniste qui affecte le plus souvent ceux atteints de pathologies sous-jacentes (traitement immunosuppresseur, SIDA et conditions chroniques telles que la cirrhose qui inhibent le système immunitaire), les femmes enceintes, les foetus, les nouveaux-nés et les personnes âgées. La bactérie affecte normalement l'utérus fécondé, le système nerveux central ou le système sanguin et les manifestations de la listériose comprennent, entre autres, les pathologies suivantes: bactériémie, méningite, encéphalite, endocardite, méningo-encéphalite, avortement, maladies néonatales, accouchement précoce, maladies prodromiques chez les femmes enceintes, septicémie et mortinatalité. La période d'incubation avant l'apparition des symptômes peut s'étendre de quelques jours à trois mois.

L. monocytogenes peut également provoquer de légères gastro-entérites fébriles chez des individus par ailleurs sains. L'incidence au plan de la santé publique de ce type de listériose est bien inférieure à celle de la listériose invasive.

Objectifs

La présente étude avait pour portée et objectifs d'évaluer quantitativement la nature des effets néfastes sur la santé associés à *L. monocytogenes* dans les aliments prêts à consommer, et d'estimer la relation entre l'ampleur de l'exposition transmise par les aliments (dose) et la fréquence de ces effets sur la santé (réponse).

Approche

L'approche adoptée par le groupe de rédaction d'experts visait à examiner et à résumer la littérature portant sur la caractérisation des dangers liés à ce pathogène, et les modèles dose-réponse disponibles. En l'absence d'études sur l'alimentation humaine et de pathogènes de substitution, on a comparé et évalué un certain nombre de modèles dose-réponse fondés sur des données épidémiologiques, des études sur les animaux, des avis d'experts ou des combinaisons de ces facteurs. Les relations dose-réponse modélisent la probabilité de différents résultats biologiques tels que l'infection, la morbidité ou la mortalité en fonction de la dose de *L. monocytogenes* ingérée.

Résultats principaux

La question de savoir quelle forme fonctionnelle de la relation dose-réponse décrit le mieux la réalité de l'interaction entre *L. monocytogenes* et les humains n'a pas été résolue. Cependant, la haute variabilité de la réponse d'une population humaine à l'exposition à un pathogène transmis par les aliments montre que la probabilité d'une maladie chez tout individu exposé à un pathogène d'origine alimentaire dépend de l'intégration des effets de l'hôte, du pathogène et de la matrice alimentaire. Plusieurs relations empiriques incorporant un grand nombre d'hypothèses ont été utilisées dans la modélisation des relations dose-réponse pour *L. monocytogenes*. Quand bien même ces modèles concorderaient avec les données, ils donnent des prédictions largement différentes pour l'intervalle des doses qui correspond aux niveaux de *L. monocytogenes* trouvés communément dans les aliments. L'influence des facteurs relatifs à l'hôte a été pris en compte en développant des relations spécifiques pour les individus susceptibles et non susceptibles. Faute de données suffisantes, les effets potentiels de la matrice alimentaire sur la relation dose-réponse n'ont été considérés comme une variable dans aucun des modèles.

Les modèles disponibles, qui ont été évalués à des niveaux et des degrés de complexité variables par rapport à des données épidémiologiques humaines, comprennent les pathologies suivantes (classées en fonction du résultat final modélisé): 1) infection (modèle Weibull-Gamma, modèle exponentiel, modèle Beta-Poisson); 2) morbidité (modèle exponentiel, modèle USFDA/USDA); 3) mortalité (modèle USFDA/USDA, modèle exponentiel). Tous les modèles ont émis l'hypothèse qu'une simple cellule bactérienne a le pouvoir de causer une pathologie. Dans les modèles expérimentaux cette probabilité est exprimé par la "valeur r " (voir tableau 6.1). Chaque modèle dose-réponse examiné a des caractéristique et des limitations spécifiques (figure 6.1 et tableau 6.1). La figure 6.1 est incluse à titre d'illustration et il faudra interpréter ses courbes avec précaution car elles se fondent sur différents résultats, types de données, etc., et, en général, les prédictions sont basées sur des modèles présentant un degré élevé d'incertitude et de variation.

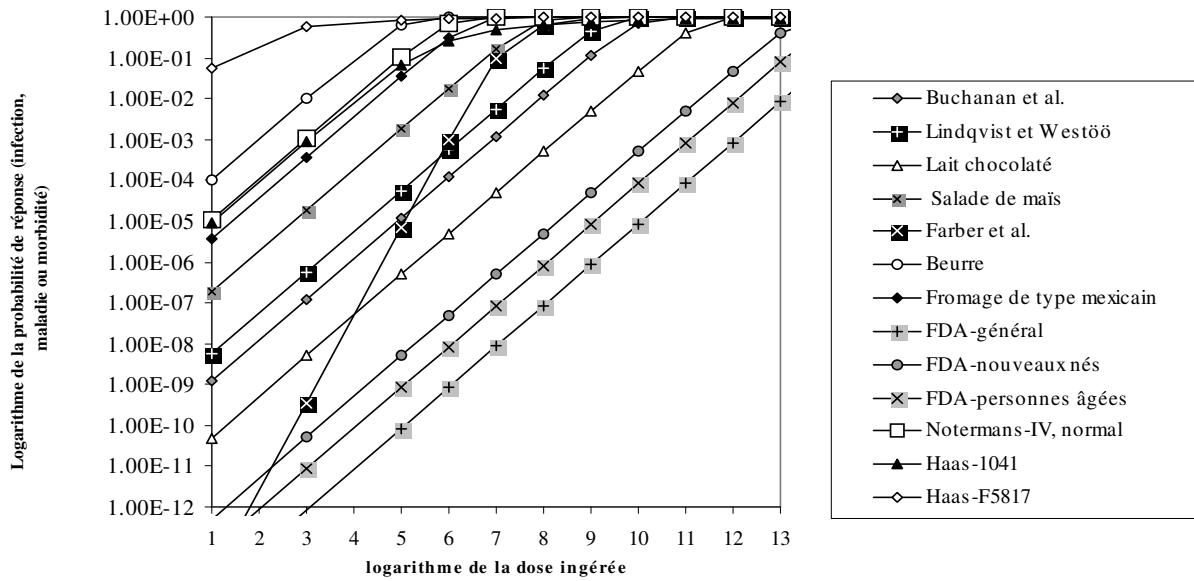


Figure 6.1. Comparaison de modèles dose-réponse disponibles pour décrire l'infection, la morbidité ou la mortalité.

NOTE: Les points figurant sur les courbes ont été placés à des fins de légende et ne représentent pas des données. Cette figure est incluse à titre d'illustration et il faudrait interpréter ces courbes avec prudence car elles se fondent sur différents résultats, types de données, etc. et, en général, les prédictions basées sur les modèles présentent un niveau élevé d'incertitude et de variation.

Consultation mixte FAO/OMS d'experts sur l'évaluation du risque microbiologique dans les aliments

Tableau 6.1. Résumé des modèles dose-réponse choisis et disponibles pour *Listeria monocytogenes* qui ont été examinés dans ce document. Les modèles sont résumés dans l'ordre où ils apparaissent dans la légende de la figure 6.1.

Modèle/Etude	Résultat biologique	Modèle/ Paramètres	Commentaires
Buchanan <i>et al.</i> (1997)	Morbidité (listériose grave) Fondé sur des statistiques annuelles et des données provenant d'enquêtes alimentaires	¹ Exponentiel *r = 1.18×10^{-10}	Fondé sur une estimation d'individus immunodéprimés. Intentionnellement prudent il suppose que tous les cas ont été causés par une seule catégorie d'aliment. Morbidité prédite ₅₀ = 5.9×10^9 UFC. La valeur de r est à peu près égale à la probabilité qu'une seule cellule de <i>L. monocytogenes</i> puisse provoquer une pathologie grave.
Lindqvist et Westoo (2000)	Morbidité (listériose grave) Fondé sur des statistiques annuelles de morbidité et sur des données provenant d'enquêtes alimentaires	¹ Exponentiel *r = 5.6×10^{-10}	Fondé sur une estimation d'individus immunodéprimés. Intentionnellement prudent il suppose que tous les cas ont été causés par une seule catégorie d'aliment. Morbidité prédite ₅₀ = 1.2×10^9 UFC. La valeur de r est à peu près égale à la probabilité qu'une seule cellule de <i>L. monocytogenes</i> puisse causer une pathologie grave.
Lait chocolaté, étude actuelle	Gastro-entérite fébrile	¹ Exponentiel *r = 5.8×10^{-12}	Fondé sur une flambée épidémique associée à la consommation de lait chocolaté. La population n'était formée que d'individus immunodéprimés qui ne souffraient que de symptômes de gastro-entérite.
Salade de maïs, étude actuelle	Gastro-entérite fébrile	¹ Exponentiel *r = 1.8×10^{-8}	Fondé sur une flambée épidémique associée à la consommation de salade de maïs. La population n'était formée que d'individus immunodéprimés qui ne souffraient que de symptômes de gastro-entérite. La courbe dose-réponse pourrait être extrêmement faible en raison de l'absence de données sur les doses.
Farber <i>et al.</i> (1996)	Infection grave chez les humains. Fondé sur des opinions d'experts	² Weibull-Gamma, $\alpha = 0.25$ $\beta_{\text{risque élevé}} = 10^{11}$ b = 2.14	Dose estimée susceptible d'infecter 50% de la population: Risque élevé: 480,000 UFC Risque faible: 48,000,000 UFC Le modèle n'a qu'une utilité limitée en raison de la surestimation du nombre de pathologies graves et de l'absence générale de transparence concernant la façon dont les différentes hypothèses ont été conçues.
Beurre, étude actuelle et FDA (2000)	Morbidité (Listériose grave) Analyse de données épidémiologiques	¹ Exponentiel *r = 1.02×10^{-5}	Fondé sur une flambée épidémique en Finlande causée par le beurre. La population affectée consistait en un groupe d'individus hospitalisés fortement immunodéprimés Morbidité prédite ₅₀ = 6.8×10^4 UFC
Fromage style mexicain, étude actuelle et FDA (2000)	Morbidité (Listériose périnatale) Analyse de données épidémiologiques	¹ Exponentiel *r = 3.7×10^{-7}	Fondé sur une flambée épidémique chez des femmes enceintes aux Etats-Unis causée par un fromage de type mexicain. Morbidité prédite ₅₀ = 1.9×10^6 UFC.
FDA-Général, FDA (2000)	Mortalité Fondé sur une combinaison de létalité animale (souris) et de statistiques de mortalité humaine.	Le modèle original se fonde sur des modèles pondérés, multiples et mathématiques. L'étude actuelle a utilisé un modèle exponentiel	Le modèle inclut des individus d'âge variant entre 30 jours et 60 ans. Il tient compte de distributions de la virulence de la souche. Il est fondé sur des données relatives à la létalité des souris, "ancrées" de façon que le modèle fournit une prédiction conforme à l'incidence des infections mortelles dues à <i>L. monocytogenes</i> signalées dans FoodNet (Le réseau des Etats-Unis sur la surveillance active)

* r = probabilité qu'une seule cellule cause l'infection

¹ Modèle exponentiel: un paramètre. Il est supposé que les micro-organismes surviennent de manière aléatoire et indépendante

² Modèle Weibull-Gamma: trois paramètres. Basé sur le modèle Weibull, l'interaction hôte/pathogène suit une distribution modifiée par deux facteurs.

³ Modèle US FDA/USDA : on recourt à un animal expérimental de substitution pour établir la forme de la courbe dose-réponse.

Des données épidémiologiques provenant des E.U.-A sont utilisées pour établir des limites de contrainte (ancrer les résultats)

Consultation mixte FAO/OMS d'experts sur l'évaluation du risque microbiologique dans les aliments

		conjointement à des prédictions où la dose de 10^{12} représente *r = 8.5×10^{-16}	des maladies transmises par les aliments). Le nombre de cas de listériose grave a été estimé en multipliant les mortalités prédites par un facteur de 5. La DL ₅₀ associée à cette valeur de r devrait être considérée comme notionnelle et interprétée comme une indication de la non-susceptibilité d'un pourcentage élevé de la population .
FDA-Nouveaux-nés, FDA (2000)	Mortalité Fondé sur une combinaison de létalité animale (souris) et de statistiques de mortalité humaine.	³ Le modèle original se fonde sur des modèles pondérés, multiples et mathématiques. L'étude actuelle a utilisé un modèle exponentiel conjointement à des prédictions où la dose de 10^{12} représente *r = 5.0×10^{-14}	Le modèle inclut des foetus et des nouveaux-nés de moins de 30 jours. Il suppose que l'exposition a lieu dans l'utérus. Il tient compte des distributions de la virulence de la souche. Il se fonde sur des données relatives à la létalité des souris, "ancrées" de manière que le modèle fournit une prédiction conforme à l'incidence des infections mortelles dues à <i>L. monocytogenes</i> signalées dans FoodNet. La DL ₅₀ associée à cette valeur de r devrait être considérée comme notionnelle et interprétée comme une indication de la non-susceptibilité d'un pourcentage élevé de la population.
FDA-Personnes âgées, FDA (2000)	Mortalité Fondé sur une combinaison de létalité animale (souris) et de statistiques de mortalité humaine.	³ Le modèle original se fonde sur des modèles pondérés, multiples et mathématiques. L'étude actuelle a utilisé un modèle exponentiel conjointement à des prédictions où la dose de 10^{12} représente *r = 8.4×10^{-15}	Le modèle comprend des individus de plus de 60 ans et tient compte des distributions de la virulence de la souche. Il est fondé sur les données relatives à la létalité des souris, "ancrées" de façon que le modèle fournit une prédiction conforme à l'incidence des infections mortelles dues à <i>L. monocytogenes</i> signalées dans FoodNet. Le nombre de cas de listériose grave est estimé en multipliant les mortalités prédites par un facteur de 5. La DL ₅₀ associée à cette valeur de r devrait être considérée comme notionnelle et interprétée comme une indication de la non-susceptibilité d'un pourcentage élevé de la population.
Notermans-IV, normal, Notermans <i>et al.</i> , (1998)	Mortalité chez les souris	¹ Modèle exponentiel *r = 1.1×10^{-6}	Il se fonde sur des souris injectées par intraveineuse avec <i>L. monocytogenes</i> . Les souris ont été préalablement exposées à <i>L. monocytogenes</i> . Celles qui n'étaient pas exposées étaient plus vulnérables à <i>L. monocytogenes</i> . L'emploi de la mortalité chez les souris sans correction pour tenir compte de la susceptibilité apparemment réduite de l'homme à <i>L. monocytogenes</i> a entraîné une forte surestimation de la mortalité chez les humains.
Haas <i>et al.</i> (1999)	Infections chez les souris	⁴ Beta-Poisson et exponentiel (pas de concordance) <u>Souche 1041</u> $\alpha = 0.17$ $ID_{50} = 2.1 \times 10^6$ <u>Souche F5817</u> $\alpha = 0.25$ $ID_{50} = 2.8 \times 10^2$	L'emploi de l'infection chez les souris sans correction pour tenir compte de la susceptibilité apparemment réduite de l'homme à <i>L. monocytogenes</i> a entraîné une forte surestimation de l'incidence de l'infection chez les humains. Le choix, comme résultat final, de l'infection de parties normalement stériles chez les souris est difficile à corréliser avec une maladie humaine.

* r = probabilité qu'une seule cellule cause l'infection.

¹ Modèle exponentiel: un seul paramètre. On suppose que les micro-organismes surviennent de manière aléatoire et indépendante.

³ Modèle US FDA/USDA : on recourt à un animal de substitution expérimental pour établir la forme de la courbe dose-réponse. Les données épidémiologiques des E.U.-A. sont utilisées pour fixer des limites de contrainte (ancrer les résultats).

⁴ Modèle Beta-Poisson: Deux paramètres. Hétérogénéité de l'interaction hôte/pathogène.

Il est impossible à ce stade d'adopter un modèle dose-réponse unique. En effet, les modèles se fondent sur résultats biologiques et utilisent des types de données très différents (statistiques annuelles de morbidité, modèles animaux, enquêtes épidémiologiques, par exemple) (tableau 6.1). Il est donc recommandé de recourir à plus d'un modèle de relations dose-réponse pour dominer l'incertitude qui entoure nos connaissances actuelles dans ce domaine. Aujourd'hui, il n'existe que de rares critères sur lesquels fonder le choix d'un modèle dose-réponse et il faudrait de meilleures techniques d'évaluation des modèles. Cependant, le choix du modèle à utiliser dépendra de facteurs tels que l'objectif de l'évaluation des risques, et le niveau des ressources et le degré de perfectionnement des outils dont disposent les évaluateurs. Cela impose que les données de base sur lesquelles sont établies les différentes relations dose-réponse et leur impact sur l'évaluation globale des risques soient communiquées avec précision aux gestionnaires des risques qui sollicitent l'évaluation.

L'absence de données humaines, les informations épidémiologiques incomplètes, la difficulté d'extrapoler des données animales aux humains et le manque de modèles mécanistiques sont autant de facteurs de limitation qui contribuent à l'incertitude de la description des relations dose-réponse. Le modèle USFDA/USDA est intéressant car il tient compte d'un grand nombre de ces limitations mais il nécessitera une évaluation plus approfondie et il conviendra de l'apprécier par rapport à de nouvelles données indépendantes n'ayant pas servi à le calibrer.

Manque de données

Les limitations des modèles dose-réponse examinés mettent en évidence la nécessité d'un surcroît de données et de connaissances scientifiques sur les mécanismes de pathogénicité du pathogène et les effets de l'hôte et de la matrice alimentaire qui influencent la possibilité de provoquer une maladie. L'évaluation souffre notamment d'un manque de connaissances dans les domaines suivants:

- Impact du type d'aliment (matrice alimentaire) sur la capacité de *L. monocytogenes* de provoquer une maladie.
- Identification d'importants facteurs de virulence dans des isolats de *L. monocytogenes* qui déterminent la diversité apparente de la capacité des souches de ce pathogène de provoquer une maladie.
- Détermination de la distribution de potentiels de virulence parmi les isolats de *L. monocytogenes* provenant d'aliments.
- Données plus détaillées sur les flambées épidémiques et les cas sporadiques de listériose, notamment celles servant à calculer les taux d'attaque, à déterminer la dose consommée, et à évaluer l'état de santé et d'immunité d'individus symptomatiques et asymptomatiques.
- Meilleures estimations du pourcentage effectif de la population exposée à un risque accru de listériose invasive.

Conclusions

Malgré les limitations associées à chacun des modèles dose-réponse établis pour *L. monocytogenes* et évalués dans ce rapport, on peut conclure que plusieurs de ces modèles pourraient servir à la mise au point d'évaluations des risques liés à ce micro-organisme. Cependant, il est conseillé à l'heure actuelle de recourir pour ces estimations à un grand nombre de modèles dose-réponse. Les utilisateurs devraient accorder plus d'attention aux modèles qui, en appréhendant pleinement l'interaction des effets de l'hôte, du pathogène et de la matrice alimentaire, fournissent un tableau plus exact des relations dose-réponse.

L'emploi de tel ou tel modèle devrait tenir compte du fait que la listériose invasive grave est une maladie d'origine alimentaire rare et qu'elle affecte essentiellement, mais pas uniquement, des populations à risque élevé spécifiques. Toutefois, même au sein de ces groupes, la probabilité de l'apparition de la maladie n'est pas fréquente. Il est donc attendu que les modèles dose-réponse fondés sur des modèles animaux choisis pour leur susceptibilité à *L. monocytogenes* auront une utilité limitée pour prédire la réponse humaine, à moins que les relations dose-réponse pour le modèle animal puissent être corrélées de manière appropriée avec la réponse pathologique chez les humains. S'ils ne sont pas solidement basés sur une maladie humaine, ces modèles pourraient donner des estimations de risques trop approximatifs pour être utiles. Il ressort de l'utilisation des données animales qu'il est plus efficace, par rapport à la maladie humaine, de modéliser la létalité ou la listériose envahissante grave que l'infection. A l'heure actuelle, le rôle que joue la gastro-entérite fébrile au plan de la santé publique est largement inconnu. Les circonstances menant à l'apparition de ces symptômes au sein de la population normale paraissent suffisamment diverses pour établir que l'efficacité de son utilisation comme résultat biologique final dans le développement des relations dose-réponse est limitée.

Il paraîtrait que les relations dose-réponse établies à l'aide de statistiques épidémiologiques et de statistiques annuelles sur la santé relatives à un pays donné serviraient aussi à prédire celles de populations d'autres pays ayant un niveau semblable de développement. Les mêmes modèles pourraient s'appliquer à d'autres pays encore, mais il faudra tenir compte de l'influence des différences démographiques et de la taille des sous-populations exposées à un risque accru.

Recommandations

- Envisager l'utilisation d'un grand nombre de modèles dose-réponse lorsqu'on estime les risques.
- Etablir des critères régissant la sélection des modèles dose-réponse et des outils aptes à les comparer
- Evaluer les modèles dose-réponse en les testant vis-à-vis de données indépendantes
- Eviter d'employer pour la modélisation la gastro-entérite fébrile comme résultat biologique.

- Evaluer l'effet du type d'aliment (matrice alimentaire) sur la capacité de *L. monocytogenes* de provoquer une pathologie.
- Identifier dans des isolats de *L. monocytogenes* les principaux facteurs de virulence qui font que les souches de ce pathogène ont une capacité apparemment différente de provoquer une maladie.
- Déterminer la distribution des potentiels de virulence parmi des isolats de *L. monocytogenes* d'origine alimentaire.
- Obtenir les données épidémiologiques nécessaires pour calculer les taux d'attaque, déterminer la dose d'exposition, et évaluer l'état de santé et d'immunité d'individus symptomatiques et asymptomatiques.
- Préparer des estimations de la population à risque élevé.

6.1.B Résumé du débat sur l'identification et la caractérisation des dangers

Limitations des modèles dose-réponse servant à caractériser les dangers liés à L. monocytogenes

Il existe des données épidémiologiques indiquant que de faibles doses de *L. monocytogenes* peuvent causer la listériose. Inversement, des évaluations quantitatives de l'exposition montrent que tous les consommateurs sont exposés, de nombreuses fois dans l'année, à de très hautes doses de *L. monocytogenes* dans les aliments prêts à consommer. Ce fait met en évidence l'absence, dans notre connaissance de la listériose transmise par les aliments prêts à consommer, d'un élément qui est probablement lié à la variabilité de la virulence entre les souches de ce micro-organisme. Par exemple, il est reconnu que l'établissement de souches "épidémiques" dans les milieux où la transformation des aliments est commun à plusieurs flambées épidémiques de listériose.

Virulence de L. monocytogenes

Toutes les souches de *L. monocytogenes* sont considérées actuellement comme virulentes mais aucun marqueur biologique acceptable n'a été élaboré pour détecter ni cette virulence dans les souches ni les facteurs relatifs à l'hôte qui peuvent être mis en relation avec l'accroissement de la susceptibilité.

Application de modèles dose-réponse à différents pays

Les modèles dose-réponse peuvent être génériques. Toutefois, ils seraient plus facilement applicables au plan international s'ils contenaient des données provenant de différentes parties du monde. L'usage de ces données pour valider les modèles a été encouragé.

6.2. Evaluation de l'exposition à *L. monocytogenes* dans les aliments prêts à consommer

6.2.A Résumé d'orientation

Introduction

L'étude avait pour portée et objectif d'évaluer quantitativement l'exposition humaine à *L. monocytogenes* dans les aliments prêts à consommer. L'évaluation estime le nombre de repas contenant le pathogène et le nombre d'organismes ingérés. Elle peut ensuite être associée à une caractérisation des dangers afin d'estimer l'ampleur et la gravité des risques qui menacent la santé humaine.

Objectifs

Le but du rapport sur l'évaluation de l'exposition à *L. monocytogenes* dans les aliments prêts à consommer est de:

- Fournir un aperçu général des questions à prendre en compte.
- Décrire et évaluer les méthodes applicables.
- Réunir et présenter des données et informations pertinentes.
- Démontrer l'application de l'évaluation de l'exposition à des domaines spécifiques de la gestion des risques pouvant intéresser les pays industrialisés et en développement.

Approche

Le rapport examine des questions relatives à l'évaluation de l'exposition, fournit une analyse détaillée des principes généraux et des méthodes de modélisation, et présente un glossaire de termes techniques. Il examine également les mérites des différentes approches et leur rapport avec certaines situations de risque.

Onze exemples provenant d'évaluations des risques d'ordre qualitatif/descriptif et quantitatif ou de documents apparentés sont examinés et évalués à l'aide de critères basés sur les principes et directives du Codex de 1999 régissant la conduite de l'évaluation du risque microbiologique. Ils montrent différentes approches et idées à appliquer à la modélisation de l'exposition à *L. monocytogenes* dans des aliments prêts à consommer spécifiques ou propres à différents pays ou régions.

En outre, sept nouvelles évaluations ont été mises au point. Le choix de ces exemples s'est fondé sur un certain nombre de critères, à savoir:

- Différentes denrées alimentaires
- Aliments prêts à consommer ayant fait l'objet d'une transformation légère ou profonde
- Historique de la listériose associée aux aliments

- Potentiel de croissance ou d'inactivation pendant une longue période de stockage
- Effet potentiel de l'excès de température
- Effet d'une étape d'inactivation telle que la pasteurisation
- Potentiel de contamination après la transformation
- Taux élevés de consommation
- Utilisation dans le commerce international

Les aliments prêts à consommer suivants ont été modélisés de la production au point de consommation.

- lait cru et non pasteurisé
- glaces
- fromages à pâte molle à croûte fleurie

Les aliments prêts à consommer suivants ont été modélisés de la production au point de consommation:

- légumes ayant fait l'objet d'une transformation minimale
- saumon fumé
- viandes semi-fermentées

En outre, est présenté un exemple spécifique qui compare l'effet de la tolérance zéro et d'une tolérance de 100 UFC/g au point de consommation.

L'objectif de ces exemples est d'illustrer l'impact sur l'exposition de certains facteurs:

- transformation
- faibles niveaux de contamination dans les produits qui ne permettent pas la croissance de *L. monocytogenes*
- effets du stockage à long terme sur la hausse ou la baisse de concentration de *L. monocytogenes*
- fréquence de la consommation et la taille du repas (portion)

Les données manquantes qui interdisent à l'heure actuelle l'achèvement des évaluations de l'exposition, sont identifiées, et des recommandations formulées pour améliorer les évaluations et leur utilisation pour les aliments prêts à consommer. Pour compléter ce rapport, une importante liste bibliographique de sources d'informations et de données pertinentes figure en annexe, mais des références spécifiques aux différentes sections sont aussi incluses dans ce rapport.

Résultats principaux

Les évaluations publiées et inédites qui ont été examinées comprennent des appréciations de *L. monocytogenes* dans le lait bovin, les crustacés, le saumon fumé et la truite, le fromage à pâte molle fabriqué à partir de lait cru, le chou découpé en lanières, les viandes traitées; et 21 groupes d'aliments prêts à consommer. Ces évaluations ont été préparées en Australie, au Canada, en France, en Suède et aux Etats-Unis. En outre, le rapport d'une consultation FAO d'experts sur l'impact de *Listeria* sur le commerce des produits dérivés du poisson a été examiné.

Toutes les évaluations avaient des buts précis, mais ces buts différaient largement entre eux aboutissant à l'adoption de différentes approches et niveaux de complexité. Les évaluations soulignaient toutes le manque de données disponibles et, partant, le besoin de formuler un certain nombre d'hypothèses. Les hypothèses ont été incorporées dans une approche de la modélisation qui a été bien développée dans certains exemples, mais moins dans d'autres, et qui traduisait évolution de la complexité sur une période de six ans (1944-2000) depuis la publication de la première évaluation de l'exposition à *L.monocytogenes* dans les aliments prêts à consommer. Aucun des évaluateurs n'a émis de critiques quant à l'effet des hypothèses contenues dans le modèle.

Malgré que toutes les approches recommandées dans le rapport avaient été utilisées dans l'une ou l'autre des évaluations de l'exposition examinées, aucune n'a embrassé la totalité de la chaîne de production-consommation en utilisant un modèle entièrement stochastique. L'étude la plus détaillée a évalué l'exposition à de nombreux types d'aliments groupés en 21 catégories et où la croissance de *L. monocytogenes* n'était modélisée que de la vente au détail à la consommation.

C'est ainsi que pour le nouvel exemple d'évaluation de l'exposition on a mis au point une structure générique modèle qui est montrée à la figure 6.2. Elle souligne l'importance de surveiller les changements qui interviennent dans les taux de prévalence et de concentration de *L.monocytogenes* dans les aliments prêts à consommer le long de la chaîne alimentaire jusqu'au point de consommation. La figure 6.3 montre l'interaction de facteurs qui influencent le niveau d'exposition et la nécessité de déterminer ce niveau pour différents sous-groupes de la population. Dans une évaluation complète de l'exposition, le résultat typique est le nombre simulé de *L. monocytogenes* dans une portion contaminée. Dans le modèle d'exposition pour le fromage à pâte molle, par exemple, la distribution prédite de la concentration de *L. monocytogenes* dans des portions données est indiquée à la figure 6.4. L'évaluation de l'exposition prédit en outre que pour les consommateurs à risque normal, de 4 à 22

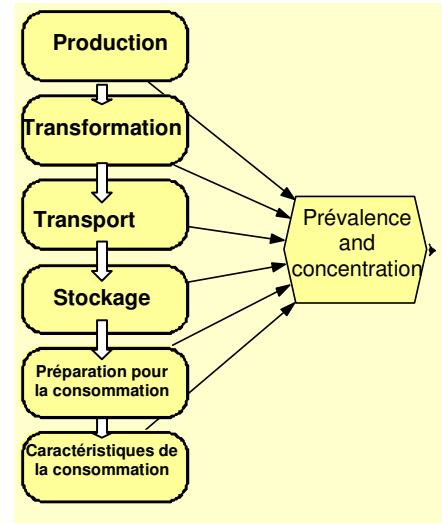


Figure 6.2: Diagramme du mouvement du produit soulignant les changements qui surviennent dans la prévalence et la concentration de *L. monocytogenes* dans un aliment

portions de fromage à pâte molle sont consommées par an, et pour les consommateurs à risque élevé, de 3 à 17 portions sont consommées par an. Il est prédit que 4% (médiane) de ces portions de fromage à pâte molle sont contaminés (figure 6.4)

Le point de départ de l'évaluation de l'exposition dépend de la question pour laquelle le gestionnaire du risque cherche un avis. Par exemple, dans le cas des aliments prêts à consommer qui ne bénéficient d'aucune étape listéricide, il pourrait être nécessaire d'inclure dans l'évaluation des sources potentielles de contamination provenant de la zone de récolte ou de croissance. Inversement, pour les produits qui font l'objet d'une étape listéricide mais pourraient être contaminés ou recontaminés, seules les étapes qui suivent l'étape listéricide pourraient devoir être modélisées.

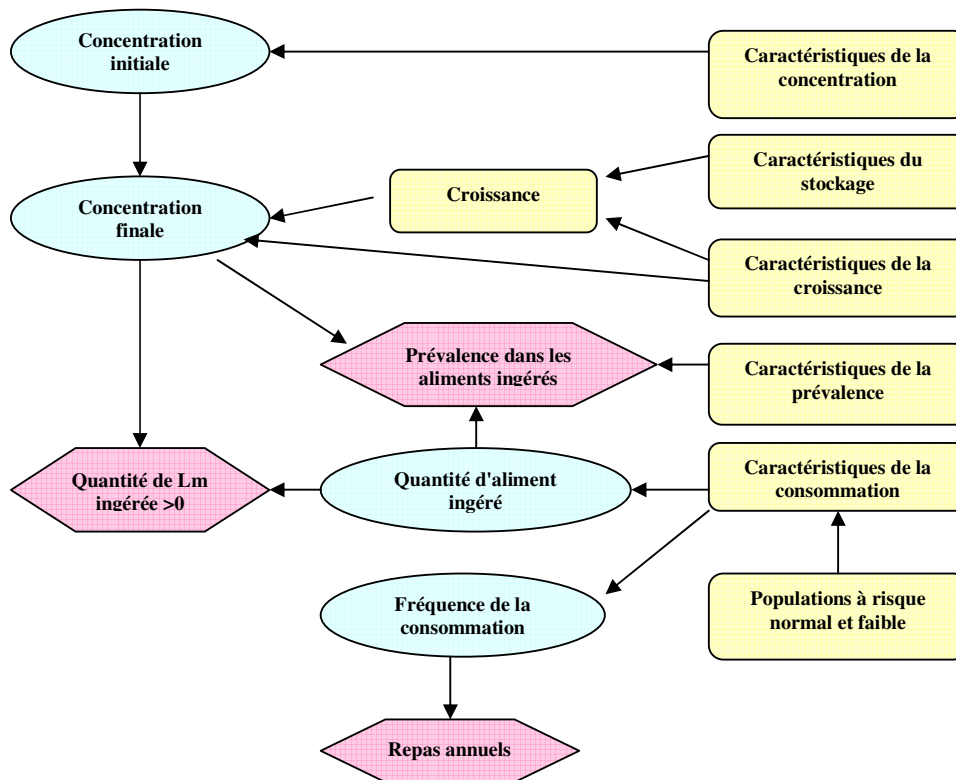


Figure. 6.3 Diagramme de l'influence décrivant les facteurs qui affectent l'exposition humaine à *L. monocytogenes* dans les aliments prêts à consommer.

Les caractéristiques de la consommation alimentaire de sous-groupes de la population qui sont particulièrement susceptibles à la listériose devront être déterminées, mais cette caractérisation s'est avérée difficile à partir des données provenant de l'enquête.

S'il ne dispose pas de données spécifiques sur le point de consommation, l'évaluateur est souvent obligé de déterminer le taux de prévalence et de concentration à un point donné de la chaîne alimentaire à partir d'un point précédent. Cette méthode sert également à évaluer l'efficacité des mesures d'intervention proposées. Pour surmonter le manque de données, ou pour réaliser l'évaluation de risques d'un

processus, il faudra normalement recourir à la modélisation mathématique et formuler les hypothèses appropriées. Des modèles de croissance, de survie et de mort pour *L. monocytogenes* sont désormais disponibles, y compris des modèles qui fournissent une prédiction raisonnable du taux de croissance en cultures pures et ceux issus des tests des effets du traitement technologique sur la croissance des bactéries dans le produit. Cependant, il est prouvé que les modèles pourraient être moins précis pour les aliments contaminés naturellement par *L. monocytogenes*. En réalisant des évaluations de l'exposition, il importe de reconnaître explicitement les limitations de la génération actuelle de modèles microbiologiques prédictifs de façon à rendre transparent le processus d'évaluation des risques.

Bien que les méthodes de modélisation stochastiques aient été estimées préférables, elles présentent des désavantages potentiels. Par exemple, à mesure qu'augmente la complexité du modèle, les intervalles d'incertitude et de variabilité s'accroissent à tel point que les informations fournies ne sont pratiquement plus d'aucune utilité aux gestionnaires des risques.

L'approche axée sur l'évaluation des risques permet d'obtenir des informations utiles. Cependant, on ne dispose pas à l'heure actuelle de toutes les données de la qualité requise pour entreprendre des évaluations des risques complètes. Les lacunes spécifiques qui ont été identifiées figurent séparément ci-dessous.

Manque de données

- L'incidence/prévalence de *L. monocytogenes* dans des environnements potentiels comprenant: i) les milieux agricoles, tels que l'eau souterraine et de puits, le sol travaillé utilisé pour différentes cultures ou le sol inculte destiné au pâturage à différentes époques de l'année, l'ensilage, le fumier frais et composté, le matériel agricole et les agriculteurs; ii) les milieux aquatiques, l'eau de mer et l'eau douce où sont pêchés les poissons et les crustacés, y compris les effets du ruissellement des égouts ou des champs cultivés dans l'eau, le matériel de pêche et les pêcheurs commerciaux et ceux qui pratiquent la pêche récréative.
- Incidence/prévalence et concentration de *L. monocytogenes* dans la production y compris: 1) la production primaire: animaux, poissons et cultures; ii) la production secondaire: préparation initiale, carcasses nettoyées, poissons éviscérés et stockés, crustacés écaillés, produit lavé.

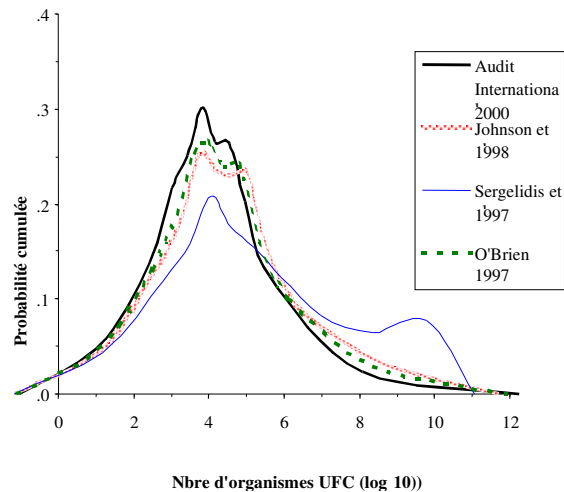


Figure 6.4: Distribution simulée du nombre d'organismes de *L. monocytogenes* présents dans les 4% (en moyenne) des portions qui sont estimées être contaminées. Les 4 lignes représentent le résultat basé sur 4 différentes études menées en conditions de stockage réfrigéré à la maison.

- Information sur la formulation du produit: pH, activité de l'eau et humectants, conservateurs (nitrite et acides organiques, bactéries productrices d'acide lactique) pour permettre des estimations optimales de la croissance, de la survie ou de la mort des microbes.
- Données servant à l'évaluation de la validité des modèles prédictifs pour *L. monocytogenes* dans des produits spécifiques, en tenant compte de l'effet de l'origine de la culture et de différences éventuelles entre les produits contaminés naturellement et ceux qui ont été inoculés délibérément au cours de tests des effets du traitement technologique sur la croissance des bactéries dans le produit.
- Identification de marqueurs de la virulence pour *L. monocytogenes* afin d'évaluer spécifiquement l'exposition à ces souches.
- Identification de sources et de niveaux de contamination et de recontamination tant au point de la transformation que de la vente de détail, avec des informations sur la fréquence et la charge microbienne transférée.
- Impact de l'écologie microbienne, y compris les organismes putréfiants, sur la croissance et la survie de *L. monocytogenes* dans les aliments prêts à consommer ou leurs ingrédients, et sur la durée de conservation des produits.
- Prévalence et concentration de *L. monocytogenes* dans des emballages finis d'aliments prêts à consommer.
- Pratiques de manipulation des détaillants et des consommateurs, notamment le temps et la température de stockage, y compris des descriptions plus exactes des conditions de stockage à la maison et l'indication des températures de réfrigération par pays ou région.
- Des données spécifiques sur l'ingestion de produits prêts à consommer, notamment sur les portions et la fréquence des repas consommés par des populations ou individus spécifiques, y compris dans les pays en développement, et en particulier par des individus immunodéprimés ou autrement susceptibles.
- Données épidémiologiques qui font la distinction entre les maladies graves ou potentiellement mortelles (normalement systémiques) et les pathologies plus légères.

Conclusions

Le rapport a démontré qu'il est possible de mettre au point des évaluations de l'exposition pouvant servir aux questionnaires des risques liés à la salubrité des aliments, mais que les graves lacunes existant dans les données interdisent de compléter les évaluations pour *L. monocytogenes* dans les aliments prêts à consommer. C'est ainsi que, dans le court terme, il sera nécessaire de caractériser la fréquence de la consommation et la taille du repas, et d'obtenir des informations sur le temps et les températures de stockage à la maison, ainsi que sur les pratiques de manipulation et de préparation.

Malgré ces limitations, on peut obtenir des avantages immédiats en utilisant des évaluations de l'exposition modèles associées à une caractérisation des dangers pour compléter celle des risques. Tant que les données sont insuffisantes, l'évaluation de l'exposition continuera à dépendre de l'utilisation de modèles de systèmes de production et de distribution alimentaires et des caractéristiques microbiennes des aliments, ainsi que de l'utilisation optimale des données existantes. De manière spécifique, pour faciliter la tâche des évaluateurs expérimentés et inexpérimentés, il est recommandé d'élaborer des directives - et de les rendre largement accessibles - pour la mise en commun de données provenant de différentes sources et d'une compatibilité et d'une qualité incertaines. Il faudrait en outre préparer des directives pour la mise au point et l'utilisation appropriée des modèles, y compris des essais sur leur validité, l'évaluation de l'effet des hypothèses, et la communication de la fiabilité (intervalles de confiance, par exemple) de leurs résultats.

Pour maximiser leur emploi, les modèles devraient être conçus et décrits de manière transparente pour qu'ils puissent être adaptés ou modifiés en fonction des besoins changeants des gestionnaires des risques, ou adoptés et adaptés par d'autres gestionnaires.

Dans le long terme, le rapport a identifié la nécessité d'établir un dépôt international de données sur l'évaluation de l'exposition, y compris des informations provenant des industries alimentaires. On a également reconnu la nécessité d'établir des systèmes de surveillance des maladies transmises par les aliments.

Recommandations

Les évaluations de l'exposition exigent des données sur la prévalence (fréquence de la contamination et de la consommation) et sur la dose (niveau de contamination et taille du repas pour tous les âges, y compris les enfants et les personnes âgées). Pour combler certaines lacunes graves observées dans les données il est recommandé ce qui suit:

- Les Etats Membres devraient identifier et communiquer les pratiques locales de stockage et de manipulation des aliments en usage auprès des consommateurs et des établissements de restauration, y compris les températures et la durée de stockage.
- Les études sur la nutrition/consommation devraient être coordonnées afin de favoriser la connaissance des données sur les risques microbiologiques d'origine alimentaire.
- Un dépôt central international devrait être constitué afin d'accumuler les données collectées et de les rendre accessibles aux évaluateurs de l'exposition.
- Il faudra élaborer des systèmes d'utilisation des données pour permettre aux industries de fournir des renseignements servant à l'évaluation de l'exposition, tout en étant assurées qu'aucune utilisation préjudiciable de ces renseignements ne sera faite, qu'elles n'encourront pas d'action punitive de la

part de leur gouvernement et que leur données ne seront pas communiquées à des industries concurrentielles.

- Des programmes de surveillance active devront être élaborés pour mettre au point des données vis-à-vis desquelles tester les évaluations de l'exposition.

Pour favoriser le développement d'évaluations de l'exposition rigoureuses et fiables on recommande ce qui suit:

- Etablir un processus pour indiquer les types d'évaluation de l'exposition pouvant être utilisés par des évaluateurs expérimentés et inexpérimentés, ainsi que des méthodes permettant de modifier les évaluations modèles en fonction des besoins des gestionnaires des risques.
- Enoncer clairement toutes les hypothèses utilisées dans l'élaboration des modèles d'évaluation de l'exposition et, lorsque ces hypothèses existent, mettre à l'essai leur validité et spécifier et caractériser la confiance dans les estimations de l'exposition qui en découlent. La fiabilité (intervalles de confiance) des résultats du modèle devraient être communiquée.
- Etablir des directives pour la modélisation mathématique à utiliser dans l'évaluation de l'exposition visant à déterminer l'innocuité des aliments. Pour ce faire, il pourrait convenir de convoquer un atelier international, tel que celui organisé pour la caractérisation des dangers. Il comprendrait l'élaboration de directives concernant certains aspects de l'évaluation de l'exposition relatifs à la microbiologie prédictive, la mise en commun des données provenant de différentes sources et dont la compatibilité et la qualité sont incertaines, et la révision des données.

6.2 B Résumé du débat sur l'évaluation de l'exposition

Portée et coûts des évaluations de l'exposition.

La mise au point d'une évaluation de l'exposition peut être très coûteuse, notamment lorsqu'il est nécessaire de créer de nouvelles données, par exemple sur la survenue de la croissance de *L. monocytogenes*. La portée et, dès lors, les coûts d'une évaluation de l'exposition doivent refléter l'importance du problème faisant l'objet de l'étude.

*Variabilité de la prévalence de *L. monocytogenes* dans des aliments provenant d'installations de traitement/lignes de production similaires.*

Il est prouvé que, pour certains aliments prêts à consommer provenant d'installations de traitement/lignes de production similaires, la prévalence de *L. monocytogenes* dans les produits peut varier d'un niveau non détectable jusqu'à 100%. Si elle est quantifiée, cette variabilité de la prévalence de *L. monocytogenes* peut être prise en compte dans les évaluations de l'exposition. Toutefois, les facteurs qui en sont responsables demeurent souvent inconnus et il faut les identifier pour évaluer les possibilités et les effets d'une réduction de la prévalence de *L. monocytogenes*.

Collecte de données sur la listériose transmise par les aliments

La collecte de données épidémiologiques est l'un des moyen d'accroître les connaissances relatives à l'exposition à des doses de *L. monocytogenes* transmise par des aliments prêts à consommer. Ce type de collecte de données pourrait être amélioré si les gouvernements fournissent des données relatives à leurs enquêtes épidémiologiques. Cependant, pour les flambées épidémiques, la collecte des données sur l'exposition se complique du fait de la longue période d'incubation de la listériose et de l'absence de la source alimentaire objet de l'exposition au moment de la maladie. Il a rarement été possible d'établir une coordination efficace entre les autorités responsables de l'alimentation et de la santé en vue d'obtenir des données relatives à l'évaluation des risques. Il faut aussi reconnaître que les grandes épidémies de listériose transmise par les aliments sont une exception. Il est estimé qu'il existe de nombreux cas sporadiques de listériose qui n'ont pas fait l'objet d'une enquête ou dont l'association à des aliments n'a pas été déterminée.

Facteurs socio-économiques

Il faudrait approfondir le rapport entre l'exposition au micro-organisme et les facteurs liés à la situation socioéconomique, à la préparation des aliments et aux pratiques de stockage, aux modèles de consommation, à la fréquence de la consommation et à d'autres aspects connexes propres aux aliments prêts à consommer.

6.3. Questions à soumettre à l'attention de la FAO et de l'OMS

Collecte de l'information:

- Il faut collecter des données relatives à tous les aspects de l'évaluation de l'exposition et de la caractérisation des dangers. Certaines des données nécessaires pourraient s'obtenir auprès des industries privées et des services nationaux ou régionaux d'inspection des aliments. Il est suggéré qu'à l'avenir les responsables de la collecte des données s'adressent directement à ces fournisseurs potentiels d'informations spécifiques.
- On observe un manque général de données quantitatives pouvant servir à l'évaluation de l'exposition, telles que les données sur les niveaux de contamination et de prévalence, sur la croissance et sur la cinétique d'inactivation dans les aliments prêts à consommer.
- Il est nécessaire de disposer d'informations sur la fréquence de consommation et la taille des repas, ainsi que des données sur la durée et les températures de stockage et les pratiques de manipulation et de préparation des aliments à la maison.
- On devra aussi collecter des informations sur l'incidence de la pathologie due à *L. monocytogenes*, les conditions de prédisposition, les manifestations cliniques (invasives ou gastro-intestinales) et les sources probables d'exposition, en tenant compte des différences régionales.

- Il est en outre suggéré d'étudier la possibilité de constituer un dépôt international de données.

Recherche

- La recherche devra porter sur les facteurs relatifs à la virulence afin de mieux connaître les différents niveaux de virulence de *L. monocytogenes* et d'identifier les marqueurs permettant de différencier les souches.
- Il faut une meilleure connaissance de l'écologie de *L. monocytogenes* pour identifier les voies de la contamination et réduire par là sa prévalence et sa croissance dans les aliments prêts à consommer.
- On devra mettre au point des méthodes précises de dénombrement de *L. monocytogenes* pour déterminer et quantifier la présence et la croissance de faibles niveaux (< 100/g) de cet organisme dans les aliments prêts à consommer et dans des échantillons prélevés dans l'environnement .
- Une collaboration est nécessaire pour explorer de nouvelles approches visant à établir des modèles dose-réponse et renforcer les mesures prises pour tester la crédibilité des méthodes existantes à l'aide de données indépendantes.
- Il faudra élaborer des critères sur lesquels fonder le choix des modèles dose-réponse et des outils permettant de les comparer.
- On devra formuler des stratégies d'intervention éventuelle pour réduire la prévalence et la concentration de *L. monocytogenes* dans les aliments prêts à consommer grâce à la modélisation stochastique des voies de l'exposition.

Appui technique aux pays en développement

- Il faudra fournir un appui durable à la formation par le biais de cours ciblés et spécifiques pour favoriser le transfert de technologie en matière d'évaluation du risque microbiologique aux pays en développement.

7. Directives concernant la caractérisation des dangers

7.1. Introduction/situation actuelle

Le processus de mise au point de directives pour la caractérisation des dangers microbiologiques dans les aliments et l'eau a démarré lors d'un atelier tenu à Bilthoven, Pays-Bas, du 13 au 17 juin 2000. L'atelier avait pour objectif de mettre au point des directives sur la caractérisation des dangers microbiologiques dans les aliments et l'eau. Pour ce faire, les participants ont 1) examiné l'état des connaissances en la matière et les disciplines scientifiques pertinentes (épidémiologie, recherche biomédicale, modélisation mathématique); 2) classé les principes et méthodes de caractérisation des dangers; 3) fourni une orientation sur le type de données nécessaires et les moyens d'évaluer le bien-fondé des données disponibles aux fins d'établir des relations dose-réponse concernant des pathogènes spécifiques; et 4)

identifier les besoins futurs de la recherche dans le but de réduire l'incertitude des modèles dose-réponse et des hypothèses par défaut à utiliser dans le court terme.

Les participants à l'atelier de Bilthoven ont comparé et examiné les méthodes adoptées pour caractériser les dangers liés à plusieurs pathogènes (*Salmonella spp.*, *L. monocytogenes*, *Escherichia coli* entéro-hémorragique, *Cryptosporidium parvum* et virus du type Norwalk). Les résultats de l'atelier comprenaient une comparaison des modèles qui décrivait les points forts et les points faibles des différentes méthodes. Les participants ont élaboré des principes et des directives de travail pour la caractérisation des dangers qui ont été analysés en profondeur par la suite à cette consultation d'experts.

La consultation a examiné et analysé les principes et directives de travail mis au point à Bilthoven dans l'intention de développer le document avec un groupe élargi d'experts. En outre, y ont été incluses des leçons pratiques tirées des documents spécifiques sur la caractérisation des dangers préparés par les groupes de rédaction d'experts. A l'heure actuelle, les directives sont en cours de préparation et bénéficieront dans le moyen terme d'un grand nombre d'apports d'ici à leur achèvement.

7.2. *Resume des débats*

La consultation a accueilli avec satisfaction l'occasion de participer à l'élaboration continue des directives. Les débats généraux ont révélé l'important appui donné à l'objectif et à la portée de l'entreprise. Les domaines nécessitant un développement technique ultérieur ont été identifiés et des commentaires sur la présentation, le champ d'application et la structure sont inclus dans ce résumé.

Questions générales

- Le document devrait stipuler de manière claire et cohérente que l'objectif et la portée de la caractérisation des dangers dépendent de l'objectif et de la portée de l'évaluation du risque spécifique qui est requise. Ces éléments seront normalement déterminés par les gestionnaires et les évaluateurs des risques et devront faciliter la réalisation d'objectifs de la gestion de risques donnés.
- La caractérisation des dangers microbiologiques comprendra inévitablement la prise en compte des caractéristiques biologiques du micro-organisme, de la matrice alimentaire, de l'hôte humain et de leur impact sur la santé. Il s'agit d'une extension de la caractérisation des dangers telle qu'elle est définie dans le Codex Alimentarius ("l'évaluation qualitative et/ou quantitative de la nature des effets adverses pour la santé associés au danger. Aux fins de l'évaluation des risques microbiologiques, seuls les micro-organismes et/ou leurs toxines font l'objet de cette étude". (CAC/GL -30 1999)). C'est ainsi que la caractérisation des dangers microbiologiques liés aux aliments doit être étendue pour englober toutes les composantes du triangle pathogène, aliment et hôte.
- La prise en compte des décisions sur les niveaux de risque tolérables est du domaine des gestionnaires des risques et sort, dès lors, du cadre du document sur les directives.

- Il a été estimé que le document de travail est lié trop étroitement aux résultats des caractérisations des dangers tirés d'un nombre relativement limité d'exemples de pathogène/denrée. Il faudrait tenir compte d'autres approches également.

Questions spécifiques inhérentes au document actuel

- Dans l'introduction du document on devrait décrire avec précision comment la caractérisation des dangers contribue au processus d'évaluation .
- L'introduction contient un nombre considérable de répétitions, problème qui devra être réglé lors de la prochaine révision. La figure 1 devrait être présentée sous une forme narrative.
- Dans la section 5.1.1.3, l'orientation de la caractérisation des dangers sera la conséquence de l'objectif spécifique de l'évaluation des risques à laquelle elle contribue.
- La représentativité et le bien-fondé des données incluses dans les modèles sont des éléments importants aux fins de l'évaluation du risque microbiologique. La section 6 devrait être étendue de manière à contenir de nouvelles directives sur ces thèmes. En outre, la question des caractérisations "qualitatives" des risques demeure sujette à controverse et exigera de nouvelles délibérations. La section 6 devrait aussi inclure des stratégies visant à obtenir des données de haute qualité.
- La caractérisation des effets néfastes sur la santé humaine (section 7,1) devrait indiquer des méthodes autres que la modélisation dose-réponse utilisée normalement. Notamment, l'emploi de méthodes épidémiologiques (comme les études de contrôle des cas, et les études de cohorte et transversales) devrait être souligné dans les directives. Par exemple, une série exhaustive d'études épidémiologiques contribuerait à clarifier l'importance relative de différents types d'aliments vis-à-vis d'un danger spécifique. L'établissement d'une fonction dose-réponse devrait être fondée sur la prise en compte d'un large éventail de modèles mathématiques, le cas échéant.
- L'information sur l'étendue et la gravité de la maladie qui est incluse dans la modélisation dose-réponse (section 7.1.2) devrait être conforme à l'objectif et à la portée de l'évaluation du risque spécifique (différences entre les caractéristiques socioéconomiques et démographiques des populations de consommateurs dans différents pays, par exemple).
- La sélection des modèles dans la section 7.2.2 ne devrait pas promouvoir la recherche de la "prudence" dans la structure du modèle. Ce concept s'applique au traitement des données et des résultats plutôt qu'à la structure du modèle lui-même, qui devrait être précis et impartial.
- L'atelier de Bilthoven a rejeté l'idée d'un seuil d'infection pour les dangers microbiens, car le poids des preuves actuelles donne à entendre qu'un seul organisme ingéré a une certaine probabilité (quelque éloignée qu'elle soit) de causer une maladie. De nouveaux débats sur ce thème pourraient entraîner l'élimination du document de travail de toute considération sur l'établissement de seuils.

7.3. Travaux futurs

La consultation d'experts a conclu que les principes et les directives de travail mis au point à Bilthoven devraient faire l'objet d'un examen et d'un développement ultérieurs pour incorporer les changements suggérés plus haut. Il faudrait solliciter l'opinion du Comité du Codex sur l'hygiène alimentaire ainsi que des contributions permanentes pour les consultations mixtes d'experts sur l'évaluation du risque microbiologique. En outre, des commentaires seront demandés au grand public par le biais de la publication de ces documents sur les sites web de l'OMS et de la FAO. La mise au point des directives s'achèvera lors de la deuxième Consultation mixte d'experts sur l'évaluation du risque microbiologique en 2001.

8. Conclusions de la consultation d'experts

La consultation d'experts a reconnu le caractère exhaustif et la valeur scientifique des rapports techniques présentés et conclu qu'ils ont contribué de manière considérable à approfondir les connaissances relatives à la caractérisation des dangers et à l'évaluation de l'exposition. Ces rapports ont également permis d'améliorer les connaissances sur les combinaisons pathogène-dénrée qui jouent, d'après le CCFH, un rôle important aux fins de la salubrité des aliments. En l'absence d'une orientation spécifique de la gestion des risques, la consultation a fait sienne l'approche adoptée par les groupes de rédaction d'experts sur la caractérisation des dangers et l'évaluation de l'exposition pour *L. monocytogenes* dans les aliments prêts à consommer et pour *Salmonella* spp, dans les poulets et les oeufs, bien qu'il n'ait pas été prévu qu'elles contribuent à la réalisation d'objectifs spécifiés de la gestion des risques. Cette approche pratique favorise la connaissance internationale et crée une instance forte à partir de laquelle dispenser des avis sur l'évaluation des risques, conformément à la demande des Etats Membres de la FAO et de l'OMS, du CCFH et des autres parties intéressées.

La consultation a reconnu que la coopération scientifique internationale et l'examen des pairs sont essentiels pour l'élaboration d'une caractérisation des dangers et d'une évaluation de l'exposition qui soient crédibles aux fins de la caractérisation des risques. La consultation est convenue de l'applicabilité générale des systèmes de modélisation adoptés et a souligné l'importance critique de disposer de données conformes aux objectifs de la gestion des risques. En outre, elle a identifié les domaines techniques où un consensus scientifique n'a pas encore été atteint et où un dialogue scientifique permanent est indispensable pour résoudre ces problèmes. En ce qui concerne l'élaboration de composantes individuelles servant à la caractérisation des combinaisons pathogène-dénrée spécifiques identifiées par le CCFH, la consultation a souligné que le but et la portée de la caractérisation de différents risques influenceront les besoins de nouvelles données.

La consultation a reconnu qu'il est impératif que la FAO et l'OMS continuent à fournir leur appui à ces consultations d'experts pour compléter l'évaluation des risques des combinaisons pathogène-dénrée que le CCFH estime importants aux fins de la salubrité des aliments.

La consultation a reconnu l'importance de rendre ces évaluations des risques applicables aux pays en développement et de collecter les données nécessaires à cette fin. Elle a en outre confirmé que le développement futur de l'évaluation du risque microbiologique dans les pays en développement passe par la fourniture appropriée d'avis, d'assistance et de formation techniques.

9. Recommandations

La consultation a recommandé à la FAO et à l'OMS de:

- Poursuivre le travail en cours sur l'élaboration de directives pour la caractérisation des dangers.
- Mettre en route un processus analogue pour la formulation de directives concernant l'évaluation de l'exposition.
- Continuer à promouvoir au plan technique la caractérisation des dangers et l'évaluation de l'exposition pour les trois combinaisons pathogène-denrée décrites dans le présent exposé et dont le rôle important dans l'évaluation des risques a été reconnu par le CCFH.
- Faciliter, dans toute la mesure possible, l'obtention de données servant à caractériser les dangers et à évaluer l'exposition conformément à certains aspects prioritaires relatifs à la salubrité des aliments.
- Promouvoir la collecte de données sur la consommation au niveau national. Ces données devront indiquer la variabilité de la population, la taille des portions et la fréquence de la consommation.
- Promouvoir l'acquisition de données destinées aux modèles à partir de différentes régions du monde afin de favoriser au maximum l'applicabilité des modèles d'exposition existants.
- Promouvoir l'établissement de centres régionaux de collecte de l'information sur l'incidence des maladies à l'échelle mondiale afin de renforcer la validation des modèles d'évaluation des risques.
- Elaborer un document-cadre pour orienter la création de dépôts de données pertinentes sur la salubrité des aliments qui peuvent accroître l'efficacité de l'évaluation des risques.
- Faciliter la coopération technique directe entre les pays développés et en développement afin qu'ils acquièrent les compétences techniques requises pour l'évaluation du risque microbiologique. Cet appui devrait tenir compte de la situation locale afin d'assurer la durabilité des résultats.

- Explorer les moyens de mieux évaluer l'importance des * systèmes de conservation des aliments qui ont été estimés utiles récemment aux fins d'obtenir des données quantitatives en cas d'épidémie.

La consultation a en outre recommandé que:

- Toute demande de caractérisation des dangers ou d'évaluation de l'exposition formulée par les gestionnaires des risques comprenne une description claire de son objectif et de sa portée.
- L'établissement de rapports sur la prévalence et la concentration de dangers spécifiques à différentes étapes de la voie complète de l'exposition soit encouragé dans toutes les régions du monde.
- La FAO et l'OMS assistent les pays en développement à préparer des propositions de projets relatives à des activités d'évaluation du risque microbiologique à présenter à des bailleurs de fonds éventuels.

* Un système au titre duquel il est conseillé à tous les grands établissements de restauration de conserver pendant une période donnée des portions congelées d'aliments préparés sur lesquelles mener des tests au cas où se déclencherait une maladie associée à ces aliments.

Annexe 1: Participants

Experts

Amma N. Anandavally, Export Quality Control Laboratory, M-10.32 Changampuzah-Nagar, Cochin 682033, Kerala, Inde.

Paw Dalgaard, Senior Scientist, Danish Institute for Fisheries Research, Ministry of Food Agriculture and Fisheries, DTU Building 221, 2800 Lyngby, Danemark.

Jean-Yves D'Aoust, Research Scientist, Health Protection Branch, Sir F.G. Banting Research Centre, Tunney's Pasture, Ottawa. Ontario K1A 0L2, Canada.

Emilio Esteban, Assistant Director for Public Health, Food Safety Initiative Activity, Centres for Disease Control and Prevention, NCID/DBMD Mailstop G-24, Atlanta GA 30341, E.U.-A.

Inocencio Higuera Ciapara, Director General, Research Centre for Food and Development (CIAD), Kilómetro 0.5 Carretera a la Victoria, PO box 1735, Hermosillo, Sonoro, Mexique.

David Jordan, Research Officer, New South Wales Agriculture, Wollongbar Agricultural Institute, Bruxner Hwy, Wollongbar, NSW, 2477, Australie.

Jean-Louis Jouve, Principle Administrator - DG XXIV, Rue de la Loi 200, B-10049 Brussels, Belgique.

Julia A. Kiehlbauch, Microbiology Consultant, 37 Muterfield Ct., Slingerlands, NY 12159, E.U.-A.

Susumu Kumagai, The University of Tokyo, Graduate School of Agriculture and Life Sciences, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8657, Japon.

Xiumei Liu, Director, Department of Microbiology and Natural Toxins, Deputy Director Institute of Nutrition and Food Hygiene, Chinese Academy of Preventative Medicine, Ministry of Health, 29 Nan Wei Road, Beijing 100050, Chine.

Patience Mensah, Noguchi Memorial Institute for Medical Research, University of Ghana, P.O. Box LG581, Legon, Ghana

Irma N.G. Rivera, Professor Doutor, Departamento de Microbiologia, Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, S.P., 1374 Lineu Prestes Av., Butanta-S. Paulo, São Paulo, CEP 05508-900, Brésil .

Eystein Skjerve, The Norwegian School of Veterinary Science, Department of Pharmacology, Microbiology and Food Hygiene, PO Box 8146 dep., N-0033 Oslo, Norvège.

R. Bruce Tompkin, ConAgra Inc., 3131 Woodcreek Drive, Downers Grove, IL 60515, E.U.-A.

Membres des groupes de rédaction

***Listeria monocytogenes* dans les aliments prêts à consommer**

Caractérisation des dangers

Robert Buchanan, Senior Science Advisor, US Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition, 200 C Street, SW, Washington, DC 20204, E:U-A.

Roland Lindqvist, National Food Administration, Hamnesplanaden 5, PO Box 622, 751 26 Uppsala, Suède.

Evaluation de l'exposition

Tom Ross, Senior Research Associate, University of Tasmania, School of Agricultural Science, APO Box 252-54, Hobart, Tasmania 7001, Australie

Ewen C. D. Todd, Bureau of Microbial Hazards, Health Products and Food Branch, Health Canada, Sir Frederick Banting Building, P.L. 2204A2, Tunneys Pasture, Ottawa, Ontario K1A 0L2, Canada

***Salmonella* spp. dans les poulets et les oeufs**

Caractérisation des dangers

Aamir Fazil, Decisionalysis Risk Consultants, Inc., 515 Brookstone Place, Newmarket, Ontario, L3X-2H3 Canada.

Consultation mixte FAO/OMS d'experts sur l'évaluation du risque microbiologique dans les aliments

Evaluation de l'exposition - oeufs

Eric Ebel, USDA, Food Safety and Inspection Service, Office of Public Health and Science, 555 South Howes Street, Ft. Collins, CO 80521, E.U.-A.

Fumiko Kasuga, National Institute of Infectious Diseases, Department of Biomedical Food Research, Toyama 1-23-1, Shinjuku-ku, Tokyo 162-8640, Japon.

Evaluation de l'exposition - poulets

Louise Kelly, Department of Risk Research, VLA (Weybridge), Surrey, KT15 3NB, Royaume-Uni.

Wayne Anderson, Food Safety Authority of Ireland, Abbey Court, Lower Abbey Street, Dublin 1, Irlande.

Secretariat mixte FAO/OMS

Maria de Lourdes Costarrica, Fonctionnaire principal, Service de la qualité des aliments et des normes alimentaires, Division de l'alimentation et de la nutrition, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Rome, Italie.

Sarah Cahill, Service de la qualité des aliments et des normes alimentaires, Division de l'alimentation et de la nutrition, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Rome, Italie.

Allan Hogue, Food Safety Programme, Department of Protection of the Human Environment, World Health Organization, 20 Avenue Appia, CH-1211 Genève 27, Suisse.

Hajime Toyofuku, Food Safety Programme, Department of Protection of the Human Environment, World Health Organization, 20 Avenue Appia, CH-1211 Genève 27, Suisse.

Ezzeddine Boutrif, Chef de service a.i., Service de la qualité des aliments et des normes alimentaires, Division de l'alimentation et de la nutrition, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Rome, Italie.

Jorgen Schlundt, Coordinator, Food Safety Programme, Department of Protection of the Human Environment, World Health Organization, 20 Avenue Appia, CH-1211 Genève 27, Suisse.

Jeronimas Maskeliunas, Fonctionnaire (normes alimentaires), Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires, Division de l'alimentation et de la nutrition (FAO), Rome, Italie.

Richard Ellis, Secrétariat FAO pour la JECFA, Service de la qualité des aliments et des normes alimentaires, Division de l'alimentation et de la nutrition, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Rome, Italie.

Jocelyne Rocourt, Laboratoire des Listeria, Institut Pasteur, 25/28 Rue du Dr. Roux, F-75724 Paris Cedex 15, France.

Marco Jermini, Food Safety Regional Adviser, European Centre for Environment and Health, Via F. Crispi 10, I-00187 Rome, Italie.

Steve Hathaway, National Manager (Research and Development), MAF Regulatory Authority (Meat and Seafood), P.O. Box 646, Gisborne, Nouvelle-Zélande.

Michiel Van Schothorst, Professor, Wageningen University, PO Box 8129, Wageningen, Pays-Bas.

Kaye Wachsmuth, Deputy Administrator, Office of Public Health and Science, Food Safety & Inspection Service, USDA, 14th & Independence Avenue, SW, Jamie Lee Whitten Building, Washington, DC 20250, E.U.-A.

Matthias Hartung, Coordinator, National Reference Laboratory on the Epidemiology of Zoonoses, Joint FAO/WHO Collaborating Centre, Federal Institute for Health Protection of Consumers and Veterinary Medicine, BgVV, Diederdsdorfer Weg 1, D-12277 Berlin, Allemagne.

Günter Klein, Senior Scientist, Division of Food Hygiene, Joint FAO/WHO Collaborating Centre, Federal Institute for Health Protection of Consumers and Veterinary Medicine, BgVV, Diederdsdorfer Weg 1, D-12277 Berlin, Allemagne.

Abdelali Benkirane, Fonctionnaire (santé animale, bactériologie), Service de la santé animale, Division de la production et de la santé animale, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Rome, Italie.

Peter BenEmbarek, Service de l'utilisation et de la commercialisation du poisson, Division des industries de la pêche, Département des pêches, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Rome, Italie.

Consultation mixte FAO/OMS d'experts sur l'évaluation du risque microbiologique dans les aliments

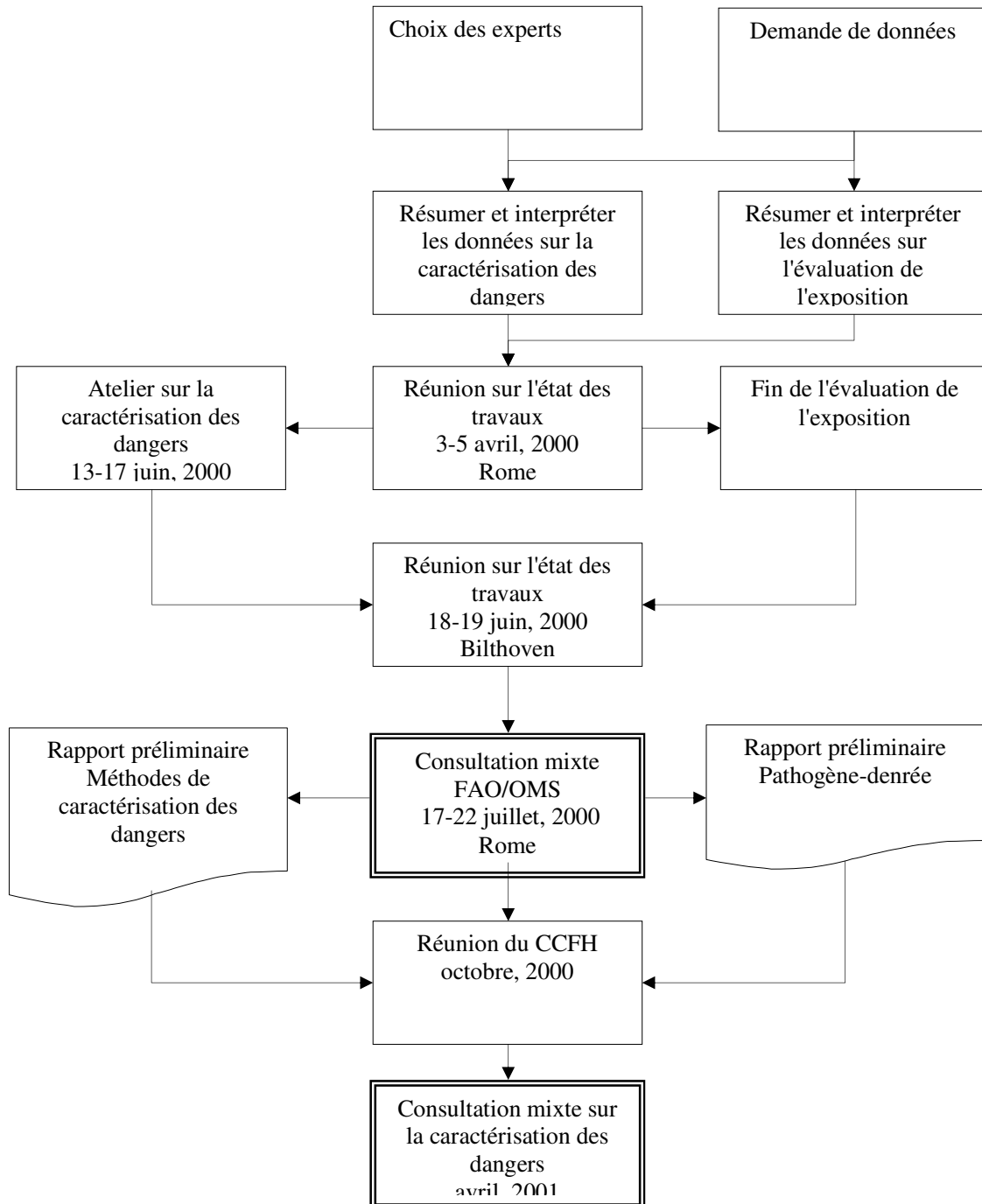
Gero Vaagt, Fonctionnaire principal, Groupe gestion des pesticides, Service de la protection des plantes, Division de la production végétale et de la protection des plantes, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Rome, Italie.

Lahsen Ababouch, Chef, Service de l'utilisation et de la commercialisation du poisson, Division des industries de la pêche, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Rome, Italie.

Hector Lupin, Service de l'utilisation et de la commercialisation du poisson, Division des industries de la pêche, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Rome, Italie.

Annexe 2: Activités conjointes FAO/OMS en matière d'évaluation du risque microbiologique

Étapes de la mise en oeuvre des activités FAO/OMS sur l'évaluation du risque microbiologique dans les aliments.



Note: Les activités relatives à l'élaboration de directives pour l'évaluation de l'exposition aux dangers microbiologiques liés aux aliments sont actuellement à l'étude.

Annexe 3: Liste des documents de travail

Six documents de travail ont été préparés et présentés au cours de la consultation d'experts. Ils ont servi de base aux débats qui ont mené à l'établissement de l'exposé et à la formulation des recommandations. Ces documents ont été préparés pour la FAO et l'OMS par plusieurs groupes de rédaction d'experts. Le texte complet de ces documents est disponible aux sites web de la FAO et de l'OMS.

<http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/ECONOMIC/ESN/pagerisk/riskpage.htm>

<http://www.who.int/fsf/mbriskassess/index.htm>

Document no.	Titre	Auteurs
MRA 00/01	Identification et caractérisation des dangers pour <i>Listeria monocytogenes</i> dans les aliments prêts à consommer.	Robert Buchanan, Food and Drug Administration, E.U.-A. Roland Lindqvist, National Food Administration, Suède
MRA 00/02	Evaluation de l'exposition pour <i>Listeria monocytogenes</i> dans les aliments prêts à consommer.	Tom Ross, University of Tasmania, Australie Ewen Todd, Bureau of Microbial Hazards, Health Canada Mark Smith, Bureau of Biostatistics and Computer Applications, Health Canada
MRA 00/03	Identification et caractérisation des dangers pour <i>Salmonella</i> dans les poulets et les oeufs	Aamir Fazil, Decisionalysis Risk Consultants, Canada Roberta A. Morales, Research Triangle Institute, E.U.-A Anna M. Lammerding, Microbial Food Safety Risk Assessment, Health Canada Andrea S. Vicari, North Carolina State University, E.U.-A Fumiko Kasuga, National Institute of Infectious Diseases Japon
MRA 00/04	Evaluation de l'exposition pour <i>Salmonella</i> Enteritidis dans les oeufs	Eric Ebel, United States Department of Agriculture Fumiko Kasuga, National Institute of Infectious Diseases Japon Wayne Schlosser, United States Department of Agriculture Shigeki Yamamoto, National Institute of Infectious Diseases Japon
MRA 00/05	Evaluation de l'exposition pour <i>Salmonella</i> spp. dans les poulets	Louise Kelly, Veterinary Laboratories Agency, Royaume-Uni Wayne Anderson, Food Safety Authority of Ireland Emma Snary, Veterinary Laboratories Agency, Royaume-Uni
MRA 00/06	Avant-projet FAO/OMS de directives pour la caractérisation des dangers liés à la présence de pathogènes dans les aliments et l'eau.	Atelier WHO/FAO/RIVM sur la caractérisation des dangers liés à la présence de pathogènes dans les aliments et l'eau , 13 – 17 juin 2000, Bilthoven, Pays-Bas