

ANALYSE DES RISQUES SANITAIRES DANS LE CADRE DES ECHANGES INTERNATIONAUX : Synthèse des besoins et de l'existant en microbiologie des aliments *

G. Salvat [1]

RESUME : L'application de l'analyse quantitative des risques, recommandée par le Codex Alimentarius comme future méthode de référence pThe use of the quantitative risk analour l'appréciation du statut sanitaire dans le cadre des échanges internationaux d'aliments, revêt par certains de ses aspects, des difficultés majeures.

Si l'identification des dangers ne pose pas de problèmes insurmontables, le travail ayant pour l'essentiel été effectué par les industriels de l'agro-alimentaire lors de l'application du HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points), l'appréciation de l'émission peut être parfois plus délicate en l'absence de méthodes fiables de dénombrement de certains germes. Cependant, le développement récent de méthodes fiables mais fastidieuses de dénombrement de *Salmonella* par exemple, est encourageant.

L'appréciation de l'exposition est grandement facilitée par l'utilisation de modèle de croissance et de destruction des microorganismes. Ainsi, le modèle français ASK-ME de microbiologie prévisionnelle, apporte-t-il des résultats de tout premier ordre, utilisables aussi bien en microbiologie prévisionnelle qu'en analyse rétroactive.

Au contraire, l'appréciation des conséquences (dose/réponse) est actuellement méconnue et constitue l'obstacle majeur à la construction d'un arbre événement, support de l'estimation du risque. Des travaux sont cependant en cours sous l'égide d'un groupe de travail interministériel, afin de lever ces zones d'ombre.

A partir de quelques exemples précis, il sera démontré que l'analyse des risques peut être utilisée comme un puissant outil de décision pour les pouvoirs publics, notamment pour les aspects d'évaluation, de gestion et de communication du risque mais aussi comme un instrument politique pouvant conduire à une entrave injustifiée des échanges commerciaux.

ABSTRACT : The use of the quantitative risk analysis, as recommended by the Codex Alimentarius as a future standard method to appreciate the sanitary status for foodstuffs international trade, turns to be, in some of its aspects, quite difficult.

If the step of identifying hazards is not the worst, as most of this work had already been realized by professionals of food industry when applying the HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points) method, the appreciation of the emission may be more difficult, without any reference methods to quantify some microorganism. However, the new development of reliable but dull methods for the counting of *Salmonella*, for instance, is promising.

The appreciation of exposition is facilitated by the use of a growth and decline model for microorganisms. For example, the French ASK-ME model, for previsionnal microbiology, gives first class results, that can be used in previsionnal microbiology and in retroactive analysis.

At the opposite, the appreciation of consequences (dose/response) is unknown and resrepresents the main difficulty to draw an event-tree, the basis of risk estimation. Works are going on within an official working group to improve the situation.

From some specific examples, it will be demonstrated that risk analysis can be used as a powerful decision tool by administration, especially for evaluation, risk management and communication, and also as a political tool leading to an infounded constraint toward international trade.



* Texte de l'exposé présenté le 30 mai 1996

[1] CNEVA-Ploufragan, B.P. 53, Zoopole, 22440 Ploufragan, France

I - INTRODUCTION

La quantification des risques est depuis fort longtemps une préoccupation majeure des scientifiques et des industriels dans le domaine du nucléaire, militaire et civil. L'utilisation de la simulation d'accident par la méthode d'analyse de scénario dite de «Monte-Carlo» est l'une des premières réalisations dans ce domaine en matière d'analyse des risques [Hammersley and Hanscomb, 1964]. L'utilisation de ces méthodes de quantification du risque pour la description d'événements rares, a été évoquée beaucoup plus tardivement pour d'autres familles de risques [Covello et Merkhoffer, 1993].

Si les risques chimiques ont été très rapidement couverts par le travail des scientifiques, probablement du fait de l'essor de la toxicologie expérimentale, les risques microbiologiques liés à la consommation d'aliments restent très mal étudiés. A ce titre, les études publiées à ce jour, concernant essentiellement les virus des aliments et de l'eau de consommation, lesquels sont seuls à être sérieusement étudiés à l'heure actuelle [Ward et al., 1986 ; Gerba and Haas, 1988 ; Payment et al., 1991].

Les difficultés d'approche des doses infectantes pour l'Homme, à travers des modèles expérimentaux fiables, sont probablement la cause majeure du peu d'engouement marqué par les scientifiques pour ces sujets de recherche.

La perspective de l'utilisation de l'analyse des risques microbiologiques dans les aliments pour régir les échanges internationaux dans le cadre de l'Organisation mondiale du Commerce a sans conteste relancé le débat sur la nécessité de se doter de tels outils dans les pays industrialisés.

Le *Codex Alimentarius* a en effet proposé récemment que les pays capables de produire une analyse des risques valide sur les produits échangés à l'exportation puissent voir les conditions d'échange de leurs denrées alimentaires facilitées [Anonyme, 1995 ; Codex Alimentarius, 1995].

De telles dispositions ne sont pas sans conséquence, pour l'Europe et la France, et doivent être prises en compte par les ministères responsables de ces domaines d'activités.

Première étape de cette réflexion au niveau européen : le groupe de travail SCOOP-MIC.2.1 s'est récemment penché sur l'utilisation de l'analyse des risques pour la définition de critères microbiologiques.

En France, cette initiative a été relayée par une réflexion inter-ministérielle (Agriculture DGAI/Santé DGS/Finances DGCCRF) et la création d'un groupe de travail pour définir les perspectives de l'analyse quantitative des risques en microbiologie des aliments.

Le présent travail se propose de faire le point sur l'état de la science et les réflexions de ce groupe de travail, en matière d'analyse des risques en microbiologie alimentaire, et de définir quelques pistes possibles pour combler les lacunes de notre connaissance dans ce domaine, afin d'être capable de produire dans les délais les plus brefs, des données fiables susceptibles de servir de base à une analyse

scientifique étayée. L'utilisation de ces analyses à des fins d'échanges commerciaux est un sujet éminemment politique ; en conséquence, les résultats produits par les scientifiques doivent être d'autant plus irréprochables, et leurs limites clairement définies et explicitées.

La terminologie nécessaire à l'application de l'analyse des risques à la microbiologie des aliments peut être définie comme suit :

1. L'identification des dangers comprend notamment la définition de la nature des micro-organismes qui devront être inclus dans le champ de l'étude, ainsi que les produits alimentaires supports potentiels de ces micro-organismes.
2. L'appréciation de l'émission concerne la détermination de la qualité initiale de micro-organismes dans les produits, à la fois dans les matières premières et dans le produit fini tel qu'il sera présenté au consommateur.
3. L'appréciation de l'exposition déterminera la quantité de micro-organismes effectivement ingérés par le consommateur, en utilisant à cette fin le résultat de l'étape précédente en combinaison avec les modèles de croissance et de destruction des micro-organismes.
4. L'appréciation des conséquences pour le consommateur suppose une approche de la notion de dose/réponse, c'est-à-dire de l'intensité des symptômes en fonction de la dose infectante ingérée par chaque catégorie de consommateur (notion de population cible et de population à risque).
5. L'estimation des risques proprement dite, tentera de croiser l'émission, l'exposition et les conséquences, afin de fournir une quantification du risque.
6. Enfin, l'évaluation, la gestion et la communication du risque relèvent plus du domaine des choix politiques (notion de risque acceptable) et ne peuvent donc être l'objet d'une décision scientifique. En conséquence, cette partie sera volontairement occultée dans cette étude.

A. IDENTIFICATION DES DANGERS

Cette identification des dangers devra comprendre une définition des priorités en matière de choix des micro-organismes à traiter.

Parmi les agents pathogènes qui préoccupent actuellement les autorités sanitaires, peuvent être cités :

- *Listeria monocytogenes*
- *Salmonella*
- *Campylobacter*

puis les VTEC, *Yersinia*, *S. aureus*, *C. perfringens*, *C. botulinum*, Virus, Prions...

Eu égard à leur fréquence (salmonelloses) ou leur gravité (listériose), *Listeria monocytogenes* et *Salmonella* seront étudiées en priorité.

Il faudra définir d'autre part, quels produits sont concernés par l'étude, et en donner une définition précise (par exemple : carcasses de poulets standards âgés d'environ 42 jours au moment de l'abattage). En effet, l'appréciation de la prévalence sera d'autant plus précise que les caractéristiques du produit seront définies. Cette appréciation pourra être obtenue par l'examen :

- des résultats des enquêtes épidémiologiques,
- des auto-contrôles industriels,
- des résultats publiés dans la presse scientifique et technique,
- des résultats des enquêtes de toxi-infections alimentaires [Weingold et al., 1994].

Il conviendra cependant de déterminer les bornes de l'analyse des dangers, et notamment d'apprécier les limites en amont (élevages, abattoirs, ateliers de transformation... ?), étant entendu que la gestion du risque sera d'autant plus éclairée que l'analyse embrassera un domaine plus vaste. Pour de nombreux micro-organismes pathogènes, l'extension des investigations en élevage sera déterminante sur le bien-fondé des méthodes de lutte choisies. Cependant, en raison de l'urgence des réponses à apporter dans le cadre des échanges internationaux, et de la lenteur attendue des réponses qui pourraient provenir de l'extrême

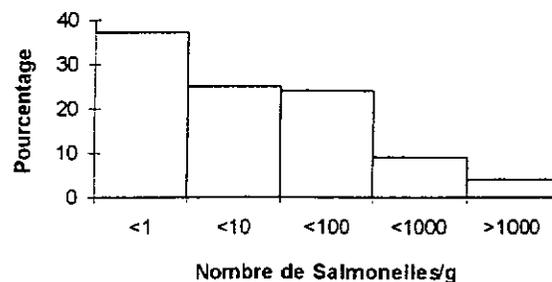
amont des filières, le groupe de travail inter-ministériel a choisi de s'intéresser dans un premier temps, au produit tel qu'il est présenté au consommateur. Cette approche est la seule intéressante pour produire une analyse des risques pour les échanges internationaux. Cependant, l'approche que l'on pourrait qualifier de globale, intégrant l'ensemble d'une filière de production, pourrait être d'une très grande utilité au niveau de chaque état pour définir les priorités en matière de prophylaxie.

B. APPRECIATION DE L'EMISSION : QUELLE QUANTITE INITIALE DE MICRO-ORGANISMES DANS LES PRODUITS ?

L'appréciation de la quantité initiale de micro-organismes dans les produits sous-entend que l'on dispose de méthodes de dénombrement fiables et précises. Dans le cas de *Salmonella*, les méthodes utilisables sont fastidieuses et coûteuses (technique du nombre le plus probable miniaturisée), et limitent ainsi le nombre d'informations dont disposent les scientifiques [Humbert et al., 1993]. Des résultats sont cependant disponibles pour les seules carcasses de poulets (figure 1). Une étude en cours dans le cadre du Groupement d'intérêt scientifique « Hygiène alimentaire », sous groupe « Analyse des risques » conduit par B. Dufour, devrait permettre d'apprécier la quantité de *Salmonelles* présentes dans des Cordons Bleus et des escalopes Cordons Bleus de volailles.

FIGURE 1

Contamination des viandes de poulet par *Salmonella* :
Pourcentage d'échantillons dans chaque classe de contamination



D'autre part, certaines méthodes de dénombrement sont assez peu fiables (*Listeria*, *Campylobacter*), car ne faisant pas appel à des techniques de revivification, et/ou ayant des limites de détection élevées (100/g). La connaissance précise du nombre initial de micro-organismes est pourtant un élément déterminant pour l'établissement de la date limite de consommation à l'aide de modèles de croissance (microbiologie prévisionnelle).

Enfin, si l'efficacité des méthodes de décontamination appliquées par l'industriel (pasteurisation, stérilisation, décontamination chimique, ionisation...) est le plus souvent connue, l'appréciation du traitement appliqué par le consommateur reste parfois à établir.

C. APPRECIATION DE L'EXPOSITION : QUELLE QUANTITE DE MICRO-ORGANISMES EST EFFECTIVEMENT INGEREE PAR LE CONSOMMATEUR ? (consommation, croissance et destruction)

Certaines informations sur les modes de consommation sont accessibles auprès de l'observatoire des consommations et peuvent permettre d'approcher, d'une part, la quantité de produits alimentaires consommés, et d'autre part, éventuellement, leur mode de préparation. Cet organisme sera consulté dans le fonctionnement à venir du groupe de travail sur l'analyse des risques en microbiologie des aliments. Les erreurs possibles dans la mise en oeuvre des préparations (défauts de cuisson, de réfrigération, contaminations croisées...) peuvent être approchées par une exploitation plus complète des données relatives aux enquêtes réalisées lors de toxi-infections alimentaires collectives [Weingold et al., 1994].

Concernant le devenir des micro-organismes dans les produits, les modèles de croissance en fonction des principaux critères physico-chimiques (rH, pH, aW, T°C, présence d'un acide organique...) sont connus ou peuvent être approchés pour de nombreux micro-organismes et constituent un élément déterminant pour la conduite d'une analyse quantitative des risques pertinente [Rosso et al., 1995]. Le développement d'un modèle français (ASK-ME) dont les résultats déjà publiés pour *Listeria monocytogenes* [Rosso et al., 1995] ou *Pseudomonas* [Salvat et al., 1995], décrivant remarquablement bien les performances de croissance des bactéries dans un environnement connu est de ce point de vue, essentiel. En effet, la plupart des modèles connus et diffusés à ce jour étaient d'origine anglo-saxonne [Ratkovsky et al., 1982 ; Gibson et al., 1988 ; Buchanan and Phillips, 1990 ; Zwietering et al., 1990] et leurs prévisions de croissance des micro-organismes s'éloignaient assez souvent de la réalité constatée lors de challenge tests. Cependant, l'utilisation de ces logiciels a parfois servi de base au rejet de certains types de denrées alimentaires, lors d'échanges internationaux. On conçoit donc l'importance de disposer d'un modèle fiable et largement diffusé dans la presse scientifique internationale.

Dans le cadre d'étude qui a été fixé par le groupe de travail inter-ministériel (produit présenté au consommateur), l'utilisation rétrospective des modèles devrait permettre, d'une part, de réaliser une approche du risque relatif par la construction de courbes d'isorisques (c'est-à-dire de déterminer l'augmentation du risque pour chaque type de comportement/scénario), et d'autre part, partant de la concentration critique supposée dans l'aliment pour chaque catégorie de population cible, de prédéfinir des critères microbiologiques sortie usine, susceptibles de garantir la sécurité du consommateur. Cette utilisation peut être mise en oeuvre rapidement, à partir de l'exploitation des modèles déjà existants.

Par ailleurs, les modèles de destruction en pasteurisation et stérilisation sont assez bien connus et les études en cours

ou à venir sur les protéines de chocs thermiques compléteront nos connaissances dans ce domaine.

Quelles que soient les difficultés, la conduite d'une analyse quantitative des risques pour ces trois premières étapes est actuellement envisageable à court terme, les données étant soit immédiatement disponibles, soit pouvant faire l'objet rapidement d'investigations complémentaires. L'étude très complète de Peeler and Bunning [1994] sur *Listeria monocytogenes* dans le lait regroupant les étapes 1, 2 et 3 de l'analyse des risques, en témoigne.

Hormis quelques lacunes concernant le recueil de données épidémiologiques, ou la mise en oeuvre de techniques fastidieuses mais existantes, les données de l'analyse des risques peuvent assez simplement être collectées pour les trois étapes précédentes. Au contraire, la mise en oeuvre de l'appréciation des conséquences et notamment la détermination de la dose/effet poseront des problèmes de méthodologie beaucoup plus complexes à surmonter.

D. APPRECIATION DES CONSEQUENCES : NOTION DE DOSE INFECTANTE/INTENSITE DES SYMPTOMES (dose/réponse ou dose/effet)

Il s'agit dans cette étape de définir le degré de gravité des symptômes en fonction de la dose ingérée, et ce quelle que soit la population cible, c'est-à-dire en incluant la notion de population à risque. Cela suppose une connaissance des caractéristiques de ces populations à risque. S'il est assez aisé de déterminer le nombre de femmes enceintes dans un pays à un instant donné, et donc par là même, une partie de la population à haut risque de listériose, il semble plus délicat de définir les différents degrés d'immuno-suppression à l'intérieur d'une population donnée.

De ce point de vue, il faut souligner le manque important de données pour la plupart des genres bactériens et notamment *Listeria monocytogenes* et *Salmonella*.

Parmi les méthodes utilisables pour approcher la dose/effet, citons :

1. COMPARAISON DES CONSOMMATIONS ALIMENTAIRES ET DE LA PREVALENCE DES LISTERIA DANS LES ALIMENTS [Hitchins, 1995]

Cette méthode permet à partir de la connaissance des consommations alimentaires d'une population et de la prévalence d'un germe dans un type donné d'aliment, de déterminer l'exposition annuelle par personne à la présence du germe, puis la fréquence d'exposition à une dose infectante, notamment en croisant les résultats de l'étude précédente avec ceux des statistiques de listériose. Cette méthode reste peu précise car il faut souligner :

- Le manque d'informations sur le degré de cuisson des aliments, qui conduira à une appréciation peu fiable pour les produits cuits par le consommateur final ;

- Les informations parcellaires sur le pourcentage d'échantillons positifs dans une famille d'aliments ;
- Les informations parcellaires sur le nombre de *Listeria*/g d'aliment ;
- La méconnaissance de la population sensible ;
- La déclaration incomplète des cas de listériose, qui conduit l'auteur à majorer arbitrairement d'un facteur multiplicatif de 15 le nombre de cas réels par rapport au nombre de cas déclarés.

2. RESULTATS DES ENQUETES REALISEES SUR LES PRODUITS INCRIMINES DANS LES EPIDEMIES [Mc Lauchlin, 1995]

Ces enquêtes rétrospectives sur des cas d'épidémies conduisent à évaluer la quantité de germes présents dans l'aliment incriminé après l'apparition des symptômes chez

les consommateurs. Ces enquêtes sont le plus souvent difficiles à conduire mais peuvent être d'une réelle utilité pour des bactéries non psychrotrophes à durée d'incubation courte, pour lesquelles la multiplication entre le moment de l'ingestion et la date de l'analyse est négligeable. Au contraire, pour des bactéries comme *Listeria monocytogenes*, du fait d'une incubation généralement longue, et d'une multiplication possible au froid, la relation dose/effet est plus complexe à établir. Les résultats enregistrés par Mc Lauchlin [1995] (tableau I), font état de doses ingérées supérieures à 10^3 *Listeria monocytogenes*/g d'aliment dans le cas des quelques épidémies décrites. Cette enquête ne fait cependant pas le lien entre l'immuno-compétence des patients, la dose ingérée et les symptômes décrits.

TABLEAU I

Niveaux estimés de contamination par *Listeria monocytogenes* des aliments associés à une épidémie de listériose [d'après Mc Lauchlin, 1995]

ALIMENT	PAYS	NOMBRE DE CAS	NOMBRE DE <i>L. m.</i> SUR LES PRODUITS ENTAMES PRELEVES CHEZ LES PATIENTS	NOMBRE DE <i>L. m.</i> SUR LES PRODUITS NON ENTAMES PRELEVES CHEZ LES DISTRIBUTEURS
Fromage à pâte molle	Suisse	122	Elevé	10^4 - 10^6
Fromage à pâte molle	Etats-Unis	142	Positif	10^3 - 10^4
Fromage à pâte molle	Angleterre	1	Négatif	10^7
Fromage	Canada	1	10^6	
Crème glacée	Belgique	1	10^2 - 10^6	10^2 - 10^3
Crème fraîche			10^2 - 10^3	
Chocolat au lait	Etats-Unis	4	10^3	
Knacks de dinde	Etats-Unis	1	10^3	Positif
Saucisses	Italie	1	10^6	
Pâté	Australie	9	10^3	10^3
Moules fumées	Australie	4	10^7	Positif
Moules fumées	N ^o Zélande	3	10^3	Positif
Champignons saumurés	Finlande	1	10^6	

Cette même méthode a été choisie par le groupe de travail interministériel, afin de proposer une dose infectante pour les TIAC à *Salmonella*. Elle consiste pour quelques cas de TIAC à récupérer le repas témoin quand il existe, afin de réaliser un dénombrement de *Salmonella* sur cet échantillon. Cette action va être entreprise durant les deux années à venir sur 50 cas de TIAC, et elle devrait permettre une approche de la dose infectante pour les catégories de la population les plus fréquemment touchées par les salmonelloses d'origine alimentaire.

3. DETERMINATION DE LA DOSE INFECTANTE A L'AIDE DE VOLONTAIRES HUMAINS [Ward et al., 1986]

Cette méthode a été éprouvée pour estimer la relation dose/effet pour une infection à rotavirus, mais est

éthiquement contestable et difficilement envisageable pour des infections plus graves à *Salmonella* ou plus encore à *Listeria monocytogenes*. Qui pourrait en effet envisager de tester la relation dose/effet sur les symptômes abortifs ?

4. DETERMINATION DE LA DOSE INFECTANTE A L'AIDE DE L'INTERROGATION D'EXPERTS

Ces méthodes fréquemment utilisées dans les pays anglo-saxons, consistent à réunir ou à interroger à distance, des experts reconnus d'une maladie et à leur proposer de répondre à un questionnaire relatif à l'établissement de la relation dose/effet. Le traitement statistique approprié des données permet d'obtenir une réponse. Cette méthode est peu précise dans le cas des relations dose/effet, notamment en raison du faible nombre de données dont disposent les

experts pour étayer leurs réponses. De plus, le choix des experts est particulièrement déterminant et peut être entaché de biais. Parmi les méthodes qui peuvent être citées, la méthode Delphi [Henson, 1995] est fréquemment utilisée. La judgment-encoding methodology (chiffage d'un avis d'expert), qui permet la détermination pour chaque type de population de la gravité en fonction de la dose ingérée a été récemment employée pour déterminer la relation dose/effet pour *Campylobacter*, *Listeria monocytogenes*, et *Salmonella* [Martin et al., 1995].

E. ESTIMATION DES RISQUES

Phase finale de la partie d'appréciation du risque, elle consiste à croiser les résultats de l'émission, de l'exposition et des conséquences.

Pour la réalisation de cette synthèse des résultats, l'analyse de scénario [Robert, 1995] est fréquemment utilisée et s'appuie sur la construction d'arbres-événements. La construction de ces scénarios repose sur les éléments suivants :

- L'identification du danger,
- A quel(s) maillon(s) de la chaîne de production, consommation s'intéresse-t-on ?
- Le développement du scénario idéal : celui qui conduit à l'absence du risque,
- Le développement d'un arbre des événements/défauts.

Selon cette méthodologie, un diagramme de fabrication/utilisation a été construit pour la filière de production de carcasses de poulets de chair [Salvat et Colin, 1996]. Ce diagramme a été construit à partir des données dont dispose le CNEVA Ploufragan, à la suite d'enquêtes épidémiologiques dans la filière poulet de chair [Salvat et al., 1993]. Peu de chemins conduisent à l'apparition d'une TIAC sur cet arbre. Les seules possibilités identifiées de toxi-infections à *Salmonella* à partir d'une carcasse de poulet entière, le sont à la suite de la consommation d'un poulet cru, ou d'une recontamination après cuisson. Le risque de

recontamination après cuisson est difficile à évaluer mais on peut légitimement penser qu'il est proportionnel à la contamination de l'environnement de la cuisine et donc indirectement au nombre de salmonelles présentes initialement sur le poulet, qui ont pu souiller les mains de l'opérateur et l'environnement de travail. Il serait néanmoins intéressant d'obtenir des statistiques plus précises en matières de toxi-infections à *Salmonella*, afin notamment de séparer les volailles des autres viandes et les carcasses entières des autres produits transformés de volailles. Cela permettrait une mesure plus pertinente du risque final pour le consommateur, par famille de produit. Il est en effet vraisemblable que les risques liés à la consommation de carcasses entières ou de produits de découpe primaire, sont totalement différents de ceux associés à des produits transformés, saumurés, panés, précuits, mal réchauffés... Quoiqu'il en soit, la méconnaissance des comportements des consommateurs rend difficile l'estimation précise du risque dans ce cas.

Enfin, autre solution complémentaire pour développer cette estimation du risque, la construction d'une table d'analyse des risques [Beran, 1995], peut être envisagée. Dans les tableaux II et III, l'auteur a envisagé une quantification par une note de 1 à 4 des paramètres suivants :

- Gravité de la maladie chez l'Homme,
- Transmissibilité par la viande,
- Prévalence.

Il a ensuite multiplié entre eux les trois facteurs afin d'obtenir un paramètre qu'il a nommé « incidence prévisible en santé publique » et que l'on peut rapprocher de l'estimation du risque. Cette méthode très simple conduit à des approximations parfaitement injustifiables, et permet pour *Salmonella* de définir un risque maximum associé à la consommation de viandes de mouton !

On comprend par cet exemple que la plus grande vigilance s'impose pour la mise en oeuvre de l'analyse quantitative des risques, car l'utilisation de tels résultats à des fins économiques et politiques serait désastreuse.

TABLEAU II
Un exemple d'utilisation de l'analyse quantitative des risques
 [Beran, 1995]
 1°, 2°, 3° : note de 1 (faible) à 4 (élevé) ; 4° : 1° x 2° x 3°

	<i>Salmonella</i>	<i>C. jejuni coli</i>	<i>Y. enterocolitica</i>	<i>A. hydrophila</i>	<i>E. coli 0157 H7</i>
1°. Gravité de la maladie chez l'Homme	3,0	2,5	1,5	1,0	3,0
2°. Transmissibilité par la viande	3,5	3,0	3,0	1,0	4,0
3°. Prévalence :					
Porc	1,5	1,0	1,8	3,0	0,2
Boeuf	1,8	1,2	0,2	1,8	1,5
Mouton	3,1	1,8		3,3	0,2
Volailles	2,2	3,0		3,2	0,2
4°. Incidence prévisible en santé publique :					
Porc	15,8	7,5	8,1	3,0	2,4
Boeuf	18,9	9,0	0,9	1,8	18,0
Mouton	32,6	13,5		3,3	2,4
Volailles	23,1	22,5		3,2	2,4

TABLEAU III
Un exemple d'utilisation de l'analyse quantitative des risques
 [Beran, 1995]
 1°, 2°, 3° : note de 1 (faible) à 4 (élevé) ; 4° : 1° x 2° x 3°

	<i>Coxiella burnetii</i>	<i>Crypto - sporidium</i>	<i>Toxoplasma gondii</i>	<i>Trichinella spiralis</i>	<i>Cysticercus cellulosae</i>	<i>Cysticercus bovis</i>
1°. Gravité de la maladie chez l'Homme	2,5	2,0	2,5	3,0	2,0	1,0
2°. Transmissibilité par la viande	2,0	2,0	3,0	4,0	3,5	4,0
3°. Prévalence :						
Porc			2,0	1,0	1,0	
Boeuf	1,0	2,0	1,2			1,0
Mouton	2,0	1,0	1,5			
Volailles			1,0			
4°. Incidence prévisible en santé publique :						
Porc			15,0	12,0	7,0	
Boeuf	5,0	8,0	9,0			4,0
Mouton	10,0	4,0	11,2			
Volailles			7,5			

II - CONCLUSION

L'appréciation des risques en microbiologie des aliments constitue très certainement une méthode intéressante d'aide à la décision dans la gestion et la communication du risque associé aux toxi-infections alimentaires, et dans le choix des options de maîtrise pour les pouvoirs publics. Quelques données manquent cependant actuellement aux scientifiques pour permettre la mise en place d'outils décisionnels pertinents. Notamment, les notions de dose/effet sur le consommateur, et la définition des

populations à risque restent assez floues. Lorsque tous ces points seront éclaircis, il conviendra cependant d'utiliser les résultats de l'analyse des risques avec la plus grande circonspection, en connaissant les limites de l'interprétation qui peut en être donnée. Il est pourtant très clair que chaque pays doit être capable de fournir des données cohérentes afin de disposer d'éléments de discussion pertinents dans les réunions internationales. C'est aussi l'une des conditions du maintien et du développement de nos exportations.

III - BIBLIOGRAPHIE

- Anonyme ~ Application de l'analyse des risques dans le domaine des normes alimentaires. Rapport de la consultation mixte d'experts FAO/OMS, 13-17 mars 1995, Genève, Suisse.
- BERAN G. ~ Human health hazards from meat and meat products-riskassessments fort. Codex Alimentarius Commission, 1995, Alinorm 95/9.
- COVELLO V.T., MERKHOFFER M.W. ~ Risk assessment methods : approaches for assessing health and environmental risks. Plenum press, 1993, New-York, U.S.A.
- GERBA C.P., HASS C.N. ~ Assessment of risks associated with enteric viruses in contaminated drinking water. In « Chemical and biological characterization of sludges, sediments, dredge spoils, and drilling muds, ASTM STP 976, J.J. LICHTENBERG, J.A. WINTER, C.I. WEBER, L. FRADKIN Eds., American Society for testing and materials, 1988, Philadelphia, USA, p. 489-494.
- GIBSON A.M., BRATCHELL N., ROBERTS T.A. ~ Predicting microbial growth : growth responses of salmonellae in a laboratory medium as affected by pH, sodium chloride and storage temperature. *International Journal of Food Microbiology*, 1988, 6, 155-178.
- HAMMERSLEY J.M., HANDSCOMB D.C. ~ Monte Carlo methods. John Wiley & sons, Inc., 1964, New York, USA.
- HENSON S. ~ Estimating the incidence of foodborne *Salmonella* and the effectiveness of alternative control measures. WHO consultation on preharvest foodborne disease control. Washington D.C., USA, 7-10 June 1995, 20 pages.
- HITCHINS T. ~ The epidemiological significance of the mean alimentary exposure to *Listeria monocytogenes* inferred from its foodborne occurrence and from consumption data. Proceedings of the XII international symposium on problems of Listeriosis. Perth, Western Australia, 2-6 October 1995, 357-364.
- MARTIN S.A., WALLSTEN T.S., BEAULIEU N.D. ~ Assessing the risk of microbial pathogens : application of a judgment-encoding methodology. *Journal of Food Protection*, 1995, 58 (3), 289-295.
- McLAUCHLIN J. ~ What is the infective dose for human Listeriosis. Proceedings of the XII international symposium on problems of Listeriosis. Perth, Western Australia, 2-6 October 1995, 365-370.
- PAYMENT P., RICHARDSON L., SIEMIATYCKI J., DEWAR R., EDWARDES M., FRANCO E. ~ A randomized trial to evaluate the risk of gastrointestinal disease due to consumption of drinking water meeting current microbiological standards. *American Journal of Public health*, 1991, 81 (6), 703-708.
- PEELER J.T., BUNNING V.K. ~ Hazard assessment of *Listeria monocytogenes* in the processing of bovine milk. *Journal of Food Protection*, 1994, 57 (8), 689-697.
- RATKOWSKY D.A., OLLEY J., McMEEKIN T.A., BALL A. ~ Relationship between temperature and growth rate of bacterial cultures. *Journal of Bacteriology*, 1982, 149 (1), 1-5.
- ROBERTS T. ~ Risk assessment for foodborne microbial hazards. WHO consultation on preharvest foodborne disease control. Washington DC, USA, 7-10 June 1995. To be published in : Tracking foodborne pathogens from farm to table : data needs to evaluate control options. Conference proceedings, USDAVERS, Summer 1995.
- ROSSO L., BAJARD S., FLANDROIS J.P., LAHELLEC C., FOURNAUD J., VEIT P. ~ Differential growth of *Listeria monocytogenes* at 4°C and 8°C. Consequence for the shelf-lives of chilled products. *Journal of Foods Protection*, 1995 (sous presse).
- SALVAT G., ALLO J.C., COLIN P. ~ Evolution of Microbiological Contamination of Poultry Carcasses during Slaughtering : a survey on 12 french abattoirs. Qualité des produits Avicoles. 11^{ème} Symposium européen sur la qualité de la viande de volaille, Tours, France, 4-8 octobre 1993, 562-568.

- SALVAT G., COLIN P. ~ Perspective de l'utilisation quantitative des risques en microbiologie des aliments. Colloque SFM du 21 et 22 mars 1996.
- SALVAT G., DEFEIGNIES A., ROSSO L., COLIN P. ~ Influence des ruptures de la chaîne du froid sur la durée de vie et la sécurité des produits de découpe de dinde. *Revue Générale du Froid*.
- WARD R.L., BERNSTEIN D.I., YOUNG E., SHERWOOD J.R., KNOWLTON D.R., SCHIFF G.M. ~ Human rotavirus studies in volunteers : determination of infectious dose and serological response to infection. *The Journal of Infectious Diseases*, 1986, 154 (5), 871-880.
- WEINGOLD S.E., GUZEWICH J.J., FUDALA J.K. ~ Use of foodborne disease data for HACCP risk assessment. *Journal of Food Protection*, 1994, 57 (9), 820-830.
- ZWIETERING M.H., JONGENBURGER I., ROMBOUTS F.M., VAN'T RIET K. ~ Modeling of the bacterial growth curve. *Applied and Environmental Microbiology*, 1990, 56 (6), 1875-1881.