

COMMUNICATION

Nouvelle approche de la gestion des risques microbiologiques dans les aliments

MOTS-CLÉS : SÉCURITÉ DES ALIMENTS. MICROBIOLOGIE DES ALIMENTS. APPRÉCIATION DES RISQUES.

New approach for managing microbial risks in food

KEY-WORDS: FOOD SAFETY. FOOD MICROBIOLOGY. RISK ASSESSMENT

Jean-Christophe AUGUSTIN *

L'auteur déclare ne pas avoir de liens d'intérêt en relation avec le contenu de cet article.

RÉSUMÉ

La législation alimentaire vise à assurer la protection sanitaire de la population. Traditionnellement, cette législation impose aux exploitants du secteur alimentaire d'appliquer les bonnes pratiques d'hygiène et de mettre en place des mesures spécifiques de maîtrise des principaux agents microbiens transmis par les aliments. Cette approche réglementaire a permis d'atteindre un niveau de sécurité sanitaire tout à fait satisfaisant et l'amélioration du dispositif repose aujourd'hui et reposera dans l'avenir sur des démarches basées sur l'analyse de risque. L'appréciation des risques doit, en premier lieu, permettre d'identifier les situations présentant le plus fort risque afin de cibler plus efficacement les mesures de gestion. Ensuite, les mesures de gestion devront être définies en fonction de l'objectif sanitaire à atteindre. Cette approche consiste à convertir un fardeau sanitaire jugé acceptable par les autorités de santé publique en objectifs de sécurité des aliments et en objectifs de performance sur la chaîne alimentaire, soit des charges microbiennes maximales à respecter pour atteindre le niveau de risque acceptable. Une fois ces objectifs définis, les exploitants et les gestionnaires peuvent identifier les mesures de maîtrise permettant de les atteindre et définir des critères microbiologiques permettant de vérifier leur respect. Cette approche, théorisée depuis une dizaine d'années et rendue possible grâce au développement des techniques d'appréciation quantitative des risques, se heurte encore en pratique à des difficultés dans sa mise en œuvre car elle requiert une prise de position de l'autorité compétente sur le risque

* École Nationale vétérinaire d'Alfort, 7 avenue du Général de Gaulle, 94704 Maisons-Alfort ; e-mail : jcaugustin@vet-alfort.fr

Tirés-à-part : Professeur Jean-Christophe AUGUSTIN, même adresse.

Article reçu le 12 novembre 2014, accepté le 12 janvier 2015.

acceptable ainsi que la mise en œuvre de démarches de modélisation du risque parfois complexes.

SUMMARY

The aim of the food legislation is to ensure the protection of human health. Traditionally, the food legislation requires food business operators to apply good hygiene practices and specific procedures to control foodborne pathogens. These regulations allowed reaching a high level of health protection. The improvement of the system will require risk-based approaches. Firstly, risk assessment should allow the identification of high-risk situations where resources should be allocated for a better targeting of risk management. Then, management measures should be adapted to the health objective. In this approach, the appropriate level of protection is converted into food safety and performance objectives on the food chain, i.e., maximum microbial contamination to fulfil the acceptable risk level. When objectives are defined, the food business operators and competent authorities can identify control options to comply with the objectives and establish microbiological criteria to verify compliance with these objectives. This approach, described for approximately 10 years, operative thanks to the development of quantitative risk assessment techniques, is still difficult to use in practical terms since it requires a commitment of competent authorities to define the acceptable risk and needs also the implementation of sometimes complex risk models.

INTRODUCTION

La sécurité sanitaire des aliments reposait jusqu'au début des années 1990 sur l'application de bonnes pratiques d'hygiène (BPH) par les exploitants du secteur alimentaire. La gestion de la sécurité des aliments relevait donc d'une approche prescriptive qui était complétée par l'adoption de critères microbiologiques permettant de vérifier la conformité des denrées alimentaires en ce qui concerne leur contamination par certains micro-organismes pathogènes. Ainsi, un arrêté ministériel de 1974 abrogé en 1999 relatif aux conditions hygiéniques de préparation des plats cuisinés [1] imposait que les murs des locaux utilisés pour la préparation des plats soient recouverts d'un revêtement imperméable, facile à nettoyer et à désinfecter sur une hauteur d'au moins un mètre soixante-quinze. Il imposait également l'analyse microbiologique d'au moins un plat par semaine. L'application de ces BPH associée aux critères microbiologiques, bien que parfois arbitraires, a permis d'améliorer de façon significative la sécurité des aliments mais paradoxalement plusieurs grandes crises (crise de la vache folle, crise de la dioxine, épidémies de listériose) ont montré l'insuffisance de cette approche uniquement basée sur une obligation de moyens. Parallèlement, la mise en place du marché commun en Europe en 1992, puis d'un marché mondial en 1995 avec la création de l'Organisation Mondiale du Commerce, a nécessité une révision des normes en matière d'hygiène et de sécurité des aliments afin de les harmoniser, de réduire les barrières injustifiées à la circulation des denrées alimentaires et de finalement se concentrer

sur l'essentiel : garantir un niveau élevé de protection des consommateurs. En conséquence, la réglementation a progressivement évolué à partir des années 1990 pour aboutir avec la législation européenne actuelle et le fameux « paquet hygiène » de 2006 à une réglementation basée sur une obligation de résultat pour les exploitants : les aliments mis sur le marché ne doivent pas être dangereux. Cette nouvelle approche repose toujours sur l'application de BPH, non pas imposées cette fois par la réglementation mais jugées nécessaires par les exploitants, et sur la mise en œuvre d'une démarche d'analyse des dangers — points critiques pour leur maîtrise (HACCP pour *Hazard Analysis — Critical Control Point*). Cette démarche consiste à identifier des procédures spécifiques de maîtrise de dangers essentiels pouvant menacer la sécurité des aliments produits ou manipulés par les opérateurs.

Nous avons donc évolué d'une gestion de la sécurité des aliments basée sur la mise en place de mesures générales d'hygiène à, une fois ce socle d'hygiène générale acquis, une gestion plutôt axée sur la maîtrise des dangers essentiels. L'évolution actuelle et qui se mettra probablement en place progressivement dans les années à venir est une gestion basée sur les risques. Après avoir amélioré globalement l'hygiène, puis maîtrisé les dangers essentiels menaçant la sécurité des aliments, la prochaine étape pour diminuer encore l'impact des maladies infectieuses d'origine alimentaire est d'axer les efforts de gestion sur les situations (combinaisons aliments-dangers-consommateurs) présentant les risques sanitaires les plus importants. Cette communication apporte un éclairage sur la mise en œuvre de cette nouvelle approche qui nécessite donc l'identification des situations à risque augmenté puis la mise en œuvre de mesures de gestion basée sur l'appréciation des risques.

IDENTIFICATION DES SITUATIONS « À RISQUE »

Plusieurs études ont récemment été publiées dans différents pays avec pour objectif de classer les couples dangers-aliments en fonction de leur impact sanitaire et économique. C'est notamment le cas aux États-Unis où deux études publiées par l'Université de Floride [2] et le *Centers for Disease Control and prevention* (CDC) d'Atlanta [3] visent à répondre à un objectif clairement exprimé dans la loi de modernisation de la sécurité des aliments (*Food safety modernization Act*) de 2011 qui demande à sa *Food and Drug Administration* d'établir une législation basée sur les risques. Ces travaux proposent une hiérarchisation des couples dangers-aliments en fonction de leur impact sanitaire (nombre de malades, hospitalisations, décès, perte d'années de vie en bonne santé) et économique (coûts et perte de productivité liés aux maladies). Un rapport récent de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) [4] propose également un classement des dangers microbiologiques transmis par les aliments selon leur incidence et leur sévérité en France (tableau I). L'importance de ces travaux est primordiale pour justifier les politiques sanitaires mises en œuvre mais ils se heurtent à de nombreuses difficultés.

TABLEAU I. — Classement des dangers microbiologiques transmis par les aliments selon leur impact sanitaire (adapté de [4]).

| Danger | Aliment | Score incidence ^(a) | Score sévérité ^(b) | Impact sanitaire (incidence + sévérité) |
|---|--|--------------------------------|-------------------------------|---|
| <i>E. coli</i> STEC (SHU ^(c)) | Viande hachée de bœuf, lait cru, fromages à pâte molle au lait cru, végétaux consommés crus | 2 | 4 | 6 |
| <i>L. monocytogenes</i> | Aliments consommés en l'état qui permettent la croissance | 2 | 4 | 6 |
| <i>T. gondii</i> (forme congénitale) | Viandes, végétaux crus | 2 | 4 | 6 |
| <i>Campylobacter</i> | Viandes de volailles | 4 | 2 | 6 |
| <i>Salmonella</i> (non typhiques) | Œufs, viandes, lait infantile reconstitué, préparations à base d'œuf cru, fromage au lait cru, végétaux consommés crus | 4 | 2 | 6 |
| Virus de GEA ^(d) | Coquillages, végétaux consommés crus y compris surgelés, aliments manipulés à domicile et consommés en l'état | 5 | 1 | 6 |
| <i>E. multilocularis</i> | Fruits rouges et baies | 1 | 4 | 5 |
| VHA ^(e) | Coquillages, végétaux consommés crus y compris surgelés, aliments manipulés à domicile et consommés en l'état | 2 | 3 | 5 |
| VHE ^(e) (cas autochtones) | Produits à base de foie porc cru, abats de sanglier | 2 | 3 | 5 |
| <i>Y. enterocolitica</i> | Viande de porc | 3 | 2 | 5 |
| <i>B. cereus</i> | Plats cuisinés réfrigérés, plats préparés au domicile | 4 | 1 | 5 |
| <i>C. perfringens</i> | Plats préparés au domicile | 4 | 1 | 5 |
| <i>S. aureus</i> | Produits traiteurs, fromages à pâte molle au lait cru | 4 | 1 | 5 |
| <i>C. botulinum</i> (botulisme infantile) | Miel | 0 | 4 | 4 |
| <i>Cronobacter</i> | Lait infantile reconstitué | 0 | 4 | 4 |
| <i>C. botulinum</i> (intoxication) | Conserves familiales, charcuteries familiales, plats cuisinés réfrigérés sous vide | 1 | 3 | 4 |
| Biotoxines marines (ASP, PSP) | Coquillages | 1 | 3 | 4 |
| Ciguatoxine | Poisson | 1 | 3 | 4 |
| <i>T. saginata</i> | Viande de bœuf | 3 | 1 | 4 |
| <i>Brucella</i> | Lait cru, fromage non affiné au lait cru | 1 | 2 | 3 |
| <i>Shigella</i> | Aliments manipulés et consommés en l'état | 1 | 2 | 3 |
| <i>Trichinella</i> | Viande porc plein air, sanglier, gibier | 1 | 2 | 3 |
| Histamine | Poissons à forte teneur en histidine | 2 | 1 | 3 |
| <i>Cryptosporidium</i> | Végétaux consommés crus | 2 | 1 | 3 |
| <i>Giardia</i> | Végétaux consommés crus | 2 | 1 | 3 |
| Biotoxines marines (DSP) | Coquillages | 2 | 1 | 3 |
| <i>F. hepatica</i> | Végétaux sauvages crus | 0 | 2 | 2 |
| <i>V. parahaemolyticus</i> | Coquillages et crustacés cuits | 1 | 1 | 2 |
| <i>Anisakis</i> | Poisson | 1 | 1 | 2 |
| <i>C. cayentanensis</i> | Végétaux consommés crus | 0 | 1 | 1 |

^(a) Incidence annuelle. Score 0 : moins 1 cas pour 10 millions d'habitants, score 1 : entre 0,1 et 1 cas par million d'habitants, score 2 : entre 0,1 et 1 cas pour 100 000 habitants, score 3 : entre 1 et 10 cas pour 100 000 habitants, score 4 : entre 10 et 100 cas pour 100 000 habitants, score 5 : plus de 100 cas pour 100 000 habitants.

^(b) DALY (Disability Adjusted Life Years : Années de vie ajustées sur l'incapacité). Score 1 : inférieur à 10 ans pour 1000 cas, score 2 : entre 10 et 100 ans pour 1000 cas, score 3 : entre 100 et 1000 ans pour 1000 cas, score 4 : supérieur à 1000 ans pour 1000 cas.

^(c) SHU : syndrome hémolytique et urémique.

^(d) GEA : gastro-entérite aiguë.

^(e) VHA : virus de l'hépatite A, VHE : virus de l'hépatite E.

Tout d'abord les systèmes de surveillance des maladies infectieuses d'origine alimentaire ne permettent pas de comptabiliser de façon exhaustive l'ensemble des cas réels de maladies. Il est donc toujours difficile d'estimer l'incidence réelle de ces maladies, surtout lorsque leurs manifestations sont bénignes. Ainsi, la listériose, infection d'origine alimentaire grave, est une maladie à déclaration obligatoire en France et sa surveillance est réputée quasiment exhaustive. L'Institut de veille sanitaire (InVS) estimait en 2000 que 87 % des cas de listériose étaient correctement déclarés [5]. En revanche, les infections à norovirus, qui se traduisent par une gastro-entérite aiguë sans gravité sont largement sous-déclarées. L'incidence observée pour ces gastro-entérites virales est de 2,3 cas pour 100 000 habitants, mais l'incidence estimée en 2003 était de 120 cas d'origine alimentaire pour 100 000 habitants [6].

Les aliments responsables de la transmission de ces agents pathogènes sont également difficiles à identifier. Il est parfois possible de relier certains épisodes épidémiques à des sources alimentaires grâce à l'analyse des aliments suspectés et/ou par enquête cas-témoin, mais la majorité des cas sporadiques reste non élucidée. L'identification des aliments responsables de la transmission de ces dangers est donc aujourd'hui essentiellement réalisée à partir de dires d'experts. Néanmoins, la mise au point de méthodes de typage des souches et la comparaison des profils des isolats humains et alimentaires peuvent parfois permettre une meilleure identification des sources d'agents pathogènes [7]. Les infections à salmonelles en Europe sont ainsi reliées dans 44 % des cas à la consommation d'œufs, dans 27 % des cas à la consommation de viande porcine, dans 7 % des cas à la consommation de viande de poulet ou de dinde et correspondent dans 9 % des cas à des infections contractées lors de voyages à l'étranger [7]. Le développement récent et la « démocratisation » des techniques de séquençage haut débit des génomes microbiens fait également naître de grands espoirs dans ce domaine du typage moléculaire et de l'attribution des sources [8-11]. Joensen *et al.* [11] ont ainsi montré que le séquençage complet du génome bactérien pouvait être utilisé en routine pour la surveillance des infections à *Escherichia coli* entérohémorragiques. Ces techniques permettent d'établir les liens phylogénétiques entre les isolats, de caractériser leur pathogénicité et de discriminer les souches responsables de cas groupés de celles responsables de cas sporadiques [11]. Des bases de données internationales se mettent actuellement en place pour surveiller les isolats des principaux micro-organismes pathogènes selon leur origine (humaine, alimentaire, environnementale) et ainsi mieux identifier les phénomènes épidémiques et les sources à l'origine de la transmission à l'homme [12].

GESTION DE LA SÉCURITÉ DES ALIMENTS BASÉE SUR L'ANALYSE DU RISQUE

La nouvelle approche de gestion de la sécurité sanitaire des aliments trouve son origine dans un traité international signé en 1994 dans le cadre de l'Organisation Mondiale du Commerce, l'Accord sur les mesures sanitaires et phytosanitaires

(Accord SPS). Cet accord introduit la notion de niveau approprié de protection, c'est-à-dire un niveau de risque de maladie d'origine alimentaire jugé acceptable par les autorités compétentes des États qui permet de justifier les mesures de gestion sanitaires mises en place dans ces États. L'approche classique est donc modifiée ; on ne constate plus le niveau sanitaire atteint après la mise en place de mesures de gestion mais, à l'inverse, on met en place les mesures nécessaires à l'obtention d'un niveau de risque jugé satisfaisant.

Le principe est relativement simple et la Commission du *Codex alimentarius* (organisme conjoint FAO/OMS) a proposé de nouveaux outils ou nouvelles « métriques » pour faire le lien entre le risque individuel (probabilité d'être malade lors d'une prise alimentaire) ou collectif (nombre de malades par an) lié à la consommation d'un aliment et sa contamination. Le niveau de risque acceptable (ALOP pour *Appropriate Level of Protection*) est traduit en charge maximale en micro-organismes indésirables dans l'aliment au moment de sa consommation (figure 1), c'est l'« objectif de sécurité des aliments » (FSO pour *Food Safety Objective*). La conversion de l'ALOP en FSO se fait en prenant en compte la pathogénicité des micro-organismes visés et en particulier la « relation dose-réponse » qui fait le lien entre la quantité de cellules microbiennes ingérées dans une portion alimentaire et la probabilité de maladie ou de décès pour le consommateur. Gkogka et al. [13] ont ainsi calculé que les charcuteries consommées en l'état aux Pays-Bas et contaminées par *Listeria monocytogenes* devaient respecter un objectif de sécurité d'environ 3 000 cellules par gramme au moment de leur consommation (FSO) pour provoquer moins de 3,2 cas de listériose invasive par million d'habitants par an (ALOP) qui correspond à l'incidence des cas liés à la consommation de ces produits estimée aux Pays-Bas actuellement. Pour réaliser ce calcul, les auteurs ont pris en compte le nombre moyen d'actes de consommation de ces produits par personne et par an (315 prises alimentaires), la taille moyenne de ces prises alimentaires (15 g), le pourcentage des produits de charcuterie contaminés par cet agent pathogène (1,4 %), la proportion de la population néerlandaise plus sensible à la listériose (18,3 %), la fraction des cas de listériose observés chez cette population (92,5 %), et la dose de cellules de *L. monocytogenes* provoquant une listériose chez 1 % des consommateurs (4×10^{11} cellules pour la population générale et 10^{10} cellules pour la population sensible).

Les FSO concernent les aliments au moment de leur consommation, à un moment où ils ne sont plus sous la responsabilité des exploitants. Il faut donc disposer d'autres objectifs applicables chez les opérateurs de la chaîne alimentaire, il s'agit des « objectifs de performance » (PO pour *Performance Objective*) qui correspondent aux contaminations maximales à différents stades de la production de l'aliment permettant de respecter le FSO (figure 1). La conversion du FSO en PO nécessite de connaître l'évolution de la charge microbienne tout au long de la chaîne alimentaire et fait largement appel à des outils de modélisation du comportement des micro-organismes dans les aliments connus sous le nom de « microbiologie prévisionnelle ». Ces modèles permettent, par exemple, de prédire la réduction de la charge

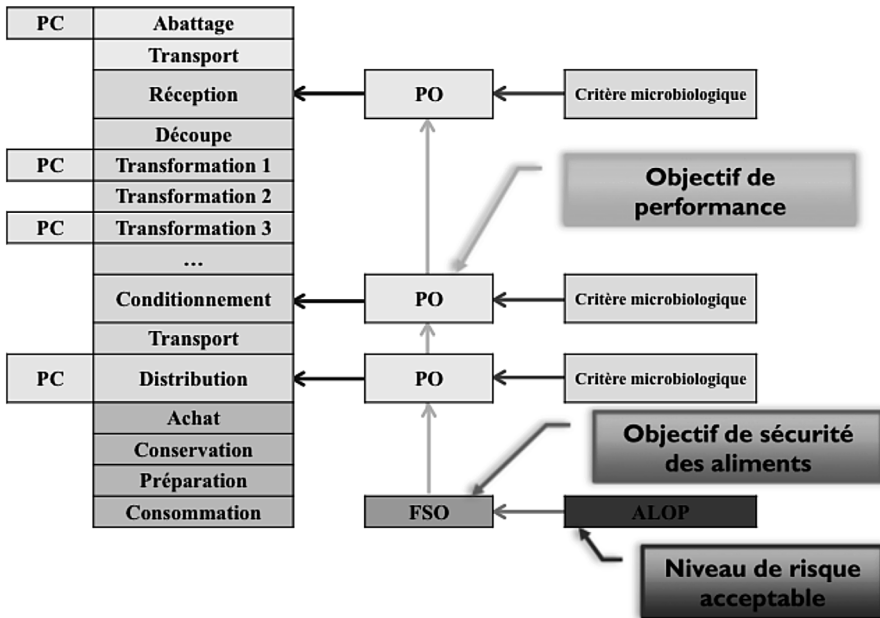


FIG. 1. — Schéma illustratif des nouvelles métriques de gestion des risques sur une chaîne alimentaire. ALOP : niveau de risque acceptable, FSO : objectif de sécurité des aliments, PO : objectifs de performance, PC : critères de performance.

L'ALOP est atteint en respectant le FSO défini à la consommation. Le FSO est traduit en PO sur la chaîne de transformation des aliments. Les PO sont atteints en respectant des PC et le respect des objectifs (PO, FSO) peut être vérifié en établissant des critères microbiologiques.

microbienne lors d'un traitement assainissant ou son accroissement lors d'une phase de stockage. Szabo et *al.* [14] ont montré que la concentration en *L. monocytogenes* dans la laitue conditionnée sous atmosphère protectrice était multipliée par 500 pendant 14 jours de conservation à 8° C et par 12 dans le cas d'un stockage à 4° C. Ils en ont donc déduit que la salade devait respecter une concentration maximale de 2 cellules dans 10 g (PO) pour atteindre l'objectif de sécurité de 100 *Listeria* par g à la fin de sa durée de vie (FSO) lorsque le produit est conservé à 8° C ou bien une concentration maximale de 80 cellules dans 10 g si la conservation a lieu à 4° C. Le respect de l'objectif de performance de 2 cellules dans 10 g de laitue peut être atteint en spécifiant un autre objectif en amont sur la qualité de la matière première. Sachant que le lavage et la désinfection de la salade permettent de diminuer la charge microbienne d'un facteur 12 [14], il est possible de fixer une concentration maximale à respecter pour la contamination initiale de la laitue d'environ 25 cellules dans 10 g. Un rapide calcul permet de décrire l'évolution de la contamination : 25 cellules dans 10 g initialement, réduction par désinfection à 2 cellules dans 10 g puis accroissement pendant la conservation pour atteindre

100 cellules par g en fin de vie. Le respect des objectifs de performance sur la matière première (25 cellules dans 10 g) ou sur la laitue traitée (2 cellules dans 10 g) peut être vérifié par l'opérateur grâce à des analyses microbiologiques.

La figure 2 présente un schéma simplifié illustrant les relations entre les objectifs de performance tout au long de la chaîne alimentaire et les réductions ou les accroissements de la charge microbienne à chaque étape. L'exploitant en charge d'une étape de la chaîne de production de l'aliment devra mettre en place les mesures de maîtrise permettant de respecter ces PO. Les réductions minimales attendues ou les accroissements maximaux tolérés lors de ces étapes constituent ce que l'on appelle des « critères de performance » (PC pour *Performance Criteria*) que l'exploitant atteint en définissant des « critères de procédé » (par exemple, valeur pasteurisatrice de 40 min pour éliminer les bactéries pathogènes sous forme végétative ou température de conservation inférieure à 4° C pour inhiber leur multiplication) ou des « critères produits » (par exemple, pH inférieur à 4,4 ou activité de l'eau inférieure à 0,92 pour inhiber la multiplication de *L. monocytogenes*). Le respect des PO peut être vérifié grâce à une analyse microbiologique définie dans un critère microbiologique. L'établissement des critères microbiologiques répond ainsi à un objectif précis. Cette nouvelle approche permet de donner une cohérence à l'ensemble des mesures de maîtrise mises en place et aux critères microbiologiques définis à différents stades de la chaîne alimentaire. Elle présente également l'énorme avantage de permettre des démarches de maîtrise alternatives en démontrant l'équivalence d'efficacité des mesures de gestion.

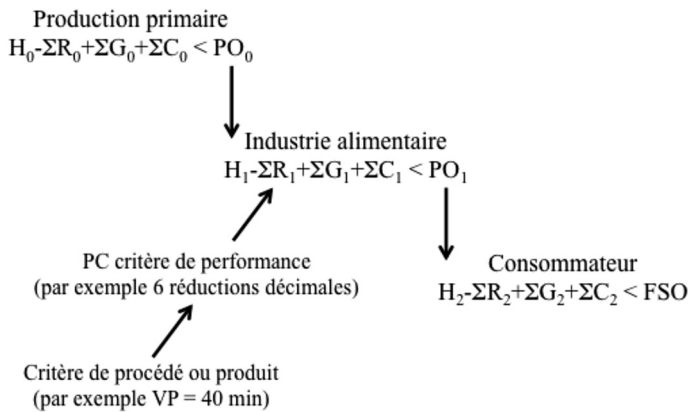


FIG. 2. — Lien entre objectifs de sécurité, de performance et les critères de procédé ou produit. H représente la charge microbienne initiale en début d'étape, R représente une réduction de la charge microbienne, G représente un accroissement de la charge microbienne par multiplication et C représente un accroissement par contamination (adapté de [16]).

Le principe est donc relativement simple mais la mise en œuvre pratique s'avère plus délicate. En effet, le lien entre ces différentes métriques nécessite la mise en œuvre de démarches complexes d'appréciation quantitative des risques. Cette complexité et l'incertitude sur les mécanismes modélisés, comme par exemple, les relations dose-réponse, engendrent de fortes incertitudes sur les résultats d'appréciation des risques. La prise en compte de cette incertitude peut conduire à une démarche trop précautionneuse (et vraisemblablement trop sécuritaire) qui dans certains cas se traduit par l'établissement de FSO ou de PO irréalistes [15]. Au-delà des difficultés techniques, il est également difficile d'obtenir une position explicite des autorités compétentes des États, et c'est d'ailleurs le cas de l'Union Européenne, sur le niveau approprié de protection.

CONCLUSION

La gestion de la sécurité sanitaire des aliments devra être basée à l'avenir sur une analyse du risque. L'appréciation des risques liés aux aliments doit tout d'abord permettre d'identifier les priorités en termes de combinaisons aliments-dangers-populations nécessitant un effort de gestion accru. Les mesures de maîtrise pertinentes devront ensuite être définies en fonction d'un objectif de santé publique à atteindre. Ces approches sont aujourd'hui théorisées et les nouveaux outils sont développés mais la mise en œuvre pratique de ces démarches se heurtent encore à une absence de prise de position de l'autorité compétente sur le risque acceptable et requiert un degré de sophistication plus important des scénarios de gestion avec la mise en œuvre de démarches complexes d'évaluation des risques.

RÉFÉRENCES

- [1] Arrêté du 26 juin 1974 réglementant les conditions d'hygiène relatives à la préparation, la conservation, la distribution et la vente des plats cuisinés à l'avance (abrogé le 10 août 1999).
- [2] Batz MB, Hoffmann S, Morris Jr. JG. Ranking the disease burden of 14 pathogens in food sources in the United States using attribution data from outbreak investigations and expert elicitation. *J Food Prot.* 2012;75:1278-91.
- [3] Painter JA, Hoekstra RM, Ayers T *et al.* Attribution of foodborne illnesses, hospitalizations, and deaths to food commodities by using outbreak data, United States, 1998-2008. *Emerg Inf Dis.* 2013;19:407-15.
- [4] ANSES. Information des consommateurs en matière de prévention des dangers biologiques. 2014.
- [5] InVS. La surveillance de la listériose humaine en France en 2000. *In: Surveillance Nationale Des Maladies Infectieuses 1998-2000.* Saint Maurice, 2003. p. 137-43.
- [6] Vaillant V, De Valk H, Baron E *et al.* Foodborne infections in France. *Foodborne Pathog Dis.* 2005;2:221-32.
- [7] Pires SM, Vieira AR, Hald T, Cole D. Source attribution of human salmonellosis: an overview of methods and estimates. *Foodborne Pathog Dis.* 2014;11:667-76.

- [8] Aarestrup FM, Brown EW, Detter C, Gerner-Smidt P, Gilmour MW, Harmsen D, et al. Integrating genome-based informatics to modernize global disease monitoring, information sharing, and response. *Emerg Infect Dis* [En ligne]. 2012 Nov (consulté le 4/10/2014). Disponible sur : <http://dx.doi.org/10.3201/eid1811.120453>.
- [9] Atkinson R, Maguire H, Gerner-Smidt P. A challenge and an opportunity to improve patient management and public health surveillance for food-borne infections through culture-independent diagnostics. *J Clin Microbiol*. 2013;51:2479-82.
- [10] den Bakker HC, Allard MW, Bopp D et al. Rapid whole-genome sequencing for surveillance of *Salmonella enterica* serovar Enteritidis. *Emerg Inf Dis*. 2014;20:1306-14.
- [11] Joensen KG, Scheutz F., Lund O et al. Real-time whole-genome sequencing for routine typing, surveillance, and outbreak detection of verotoxigenic *Escherichia coli*. *J Clin Microbiol*. 2014; 52:1501-1510.
- [12] Allard MW. Establishing a Whole Genome Sequence-Based national network for the detection and traceback of foodborne pathogens. European Food Safety Authority [En ligne]. 2014 Juin (consulté le 4/10/2014). Disponible sur : <http://www.efsa.europa.eu/fr/events/event/140616.htm>.
- [13] Gkogka E., Reij M.W., Gorris L.G.M., Zwietering M.H. The application of the Appropriate Level of Protection (ALOP) and Food Safety Objective (FSO) concepts in food safety management, using *Listeria monocytogenes* in deli meats as a case study. *Food Control* 2013; 29:382-393.
- [14] Szabo E.A., Simons L., Coventry M.J., Cole M.B. Assessment of control measures to achieve a food safety objective of less than 100 CFU of *Listeria monocytogenes* per gram at the point of consumption for fresh precut iceberg lettuce. *J. Food Prot.* 2003;66:256-264.
- [15] Gallagher D, Ebel ED, Gallagher O et al. Characterizing uncertainty when evaluating risk management metrics: Risk assessment modeling of *Listeria monocytogenes* contamination in ready-to-eat deli meats. *Int J Food Microbiol*. 2013;162:266-75.
- [16] Zwietering M. Practical considerations on food safety objectives. *Food Control*. 2005;16:817-23.

DISCUSSION

M. Jacques BATTIN

La campylobactériose est très répandue. Existe-t-il un système de contrôle chez les poulets qui sont le réservoir de ce germe ?

La campylobactériose est la première zoonose à transmission alimentaire en Europe. Même si des mesures préventives sont appliquées pour éviter la contamination des carcasses de volaille, il n'existe pas à ce jour de critères microbiologiques officiels pour *Campylobacter* dans ces produits. Des travaux sont en cours au niveau européen pour évaluer la pertinence de tels critères et justifier leur mise en place.

M. Pierre BÉGUÉ

Comment sont évaluées les intoxications alimentaires liées aux salmonelles et aux staphylocoques ? S'agit-il d'origine alimentaire stricte ou de contamination par un porteur de ces germes, par exemple dans les restaurants ?

Des enquêtes sont réalisées lors de l'apparition de foyers de toxi-infections alimentaires. Celles-ci permettent parfois d'identifier les agents responsables de ces accidents, rarement la source alimentaire et encore plus rarement l'origine de la contamination. Les données précises sur les combinaisons agent-aliment-cause conduisant à des accidents alimentaires sont très parcellaires et ne permettent pas de hiérarchiser aujourd'hui de façon certaine les événements à l'origine des toxi-infections alimentaires.

Comment peut-on interpréter les écarts de concentration bactérienne entre les différentes étapes des aliments, depuis la fabrication jusqu'à la commercialisation ? En effet selon la virulence des germes et le temps de transport cette fixation des concentrations est-elle réellement fiable ?

Des modèles mathématiques permettent de décrire l'impact des principaux processus de transformation rencontrés dans la chaîne alimentaire sur le comportement des bactéries. On peut estimer que certains modèles comme ceux décrivant l'effet de la température pendant la conservation des aliments ou la destruction par chauffage sont fiables alors que d'autres sont plus discutables, c'est notamment le cas des modèles décrivant les transferts de contaminants d'une surface à une autre.

M^{me} Jeanne BRUGÈRE-PICOUX

Les toxi-infections dues à Campylobacter spp. sont dues à une recontamination du produit cuit par l'environnement dans la cuisine, qu'il s'agisse de cuisines familiales ou de cuisines de restaurant. Ce type de contamination est différent de la majorité des cas de salmonelloses transmises par un produit cru comme l'œuf contenant Salmonella Enteritidis. Il est difficile d'obtenir des volailles indemnes de Campylobacter en France. On ne peut qu'essayer de diminuer leur taux car, lorsqu'un élevage est infecté, on atteint un taux de morbidité de 100 % en 2 à 4 jours (et nous ne trempions pas les carcasses dans une solution antiseptique comme aux États-Unis). Le facteur de risque est donc essentiellement lié à une mauvaise hygiène dans la préparation des aliments, en particulier dans les restaurants.

Effectivement, les infections par *Campylobacter* sont majoritairement dues à l'ingestion d'aliments contaminés directement ou indirectement par des carcasses de volailles porteuses de la bactérie. Les volailles étant consommées bien cuites, elles ne posent généralement pas de problème. Le facteur de risque est donc bien lié au transfert de bactéries lors de la préparation des aliments, et il a également été montré que ce risque de transfert dépendait de la charge microbienne des carcasses.

M. André-Laurent PARODI

Vous avez évoqué l'application de cette nouvelle approche des risques microbiologiques dans les aliments à certains couples « danger-aliment » ; en dehors de ceux que vous avez cités, d'autres couples ont-ils été soumis à évaluation ?

D'une manière plus générale, quelles mesures de maîtrise des dangers par cette approche sont actuellement justifiées ?

Le risque le plus étudié à ce jour au niveau international est celui lié à la présence de *Listeria monocytogenes* dans les aliments prêts à être consommés. Cela est sous-tendu par un conflit entre les états quant à la gestion de ce risque ; les États-Unis défendant un critère très strict d'absence du pathogène dans ces aliments alors que l'Europe autorise sa présence et fixe une concentration seuil à ne pas dépasser.

Les mesures de maîtrise justifiées aujourd'hui par ce type d'approche sont principalement liées à la conservation réfrigérée des produits alimentaires. Beaucoup d'exemples publiés ou concrètement mis en œuvre par les opérateurs agro-alimentaires concernent la température de conservation ou la durée de vie microbiologique des aliments.

M. Martin DANIS

Après la dizaine d'épidémies de trichinellose après consommation de viande de cheval, observées dans les vingt-cinq dernières années, avec plusieurs dizaines à plusieurs centaines de cas humains parfois graves, une surveillance systématique de la viande de cheval a été mise en place avec des techniques de laboratoire lourdes, coûteuses et consommatrice de temps. Nous n'avons pas observé de viande de cheval contaminée ni d'épidémie humaine depuis plus de dix ans. Quand décide-t-on d'arrêter ce dépistage qui paraît inutile ?

Il n'y a pas de règles strictes ou de consensus définissant à partir de quel niveau de risque il est nécessaire de mettre en œuvre ou à l'inverse de stopper une mise sous surveillance. Il s'agit de mesures de gestion du risque nécessitant une décision politique. Les scientifiques évaluent le risque et les gestionnaires décident ou non de faire quelque chose en fonction de cette évaluation et de facteurs d'autre nature comme, par exemple, l'impact socio-économique.

M. Jean-Paul LAPLACE

Le sel est un moyen ancestral de conservation. L'une des recommandations en santé publique est de réduire la teneur en sel des aliments (notamment les charcuteries). La DGS exerce une pression dans ce sens auprès des industriels (chartes d'engagement). Avez-vous estimé l'accroissement du risque susceptible de résulter de cette réduction des teneurs en sel ?

La diminution du taux de sel favorise la multiplication de certains micro-organismes. L'Anses a émis un avis recommandant aux opérateurs d'évaluer l'impact d'une éventuelle diminution du taux de sel sur la durée de vie des produits. Le rapport montre que la diminution du taux de sel peut augmenter l'exposition des consommateurs aux agents pathogènes mais aucune évaluation formelle du risque n'a été réalisée.