



Point de vue

S'adapter aux évolutions des systèmes alimentaires, des défis scientifiques à relever

Laurent LALOUX (laurent.laloux@anses.fr), Anses, directeur du laboratoire de sécurité des aliments, Maisons-Alfort, France

Face à l'évolution constante et rapide des systèmes alimentaires dans l'ensemble de ses composantes (production, transformation, distribution, consommation), les acteurs de la sécurité sanitaire des aliments (pouvoirs publics et professionnels) doivent disposer des outils analytiques pertinents pour une meilleure prévention et maîtrise des risques pour le consommateur.

Les systèmes alimentaires, c'est-à-dire l'ensemble des acteurs, des institutions et des dispositifs techniques qui mettent en relation la production primaire d'une biomasse à destination alimentaire et le consommateur des produits, connaissent régulièrement et rapidement des transformations. Ces transformations ont un impact non seulement sur la qualité des denrées alimentaires offertes aux consommateurs mais également sur la nature et les caractéristiques des dangers (agents biologiques ou chimiques) qui contaminent l'aliment. Le consommateur change également, au regard de l'évolution de la société (vieillesse des populations, sous-populations immunodéprimées, désacralisation du repas) et ces transformations l'amène à modifier ses pratiques de consommation.

Des facteurs de risques en constante évolution

Les modes de production agricoles sont passés depuis un demi-siècle d'un modèle de culture maraîchère à une agriculture moderne et intensive. D'une production de proximité consommée localement et rapidement, nous sommes passés à une production de masse à consommation large et différée. Dans ce cadre, un incident de production aura des conséquences potentiellement plus graves au regard de la taille de la population de consommateur qui va être touchée. Ainsi, en 2001, les États-Unis sont touchés par une intoxication alimentaire due à des melons contaminés par la bactérie *Listeria monocytogenes*. Cette toxi-infection est responsable de treize morts et plus de soixante autres personnes affectées. Les enquêtes épidémiologiques ont montré une source unique de contamination à la ferme dans le Colorado mais un impact sans précédent par une distribution de masse dans plus de dix-sept états américains.

Les modes de transformation des produits ont également fortement évolué. Nouveaux procédés, automatisation, sont autant d'évolutions qui imposent des adaptations de nos dispositifs de sécurité. La mise en œuvre de procédés de cuisson haute température de certains aliments tels que les frites, chips de pomme de terre ou céréales pour petit-déjeuner peuvent générer des composés comme l'acrylamide qui est une molécule reconnue par le Centre international de recherche sur le cancer (Circ) comme cancérigène avéré pour l'animal et possible pour l'Homme. En 2013, une surveillance de la contamination de certaines denrées alimentaires par

l'acrylamide a été effectuée en France par la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF). Cette étude a montré que plusieurs types de produits présentaient une teneur en acrylamide supérieure aux valeurs indicatives recommandées. En 2008, la Chine a dû faire face à un scandale de grande ampleur touchant le lait de consommation courante et le lait infantile, contaminés par de la mélamine. Même si cet épisode tenait plus de la fraude que de l'incident, cette pratique de transformation a rendu plus de 94 000 personnes malades. Enfin, l'usage intensif de nettoyant et de désinfectant en industries agro-alimentaires ou la généralisation de la réfrigération dans les procédés alimentaires contribuent à la sélection d'agents microbiologiques plus résistants. Bactéries psychrotrophes, ou au contraire résistantes aux hautes températures, résistantes aux antibiotiques, résistantes aux produits de nettoyage « persistants » sont autant de préoccupations pour les acteurs de l'alimentaire. Depuis dix ans, en France, le laboratoire national de référence (LNR) des *Salmonella* de l'Anses constate une augmentation importante du nombre de *Salmonella Kentucky* multi-résistantes, isolées de la chaîne alimentaire, en particulier aux fluoroquinolones, antibiotiques d'intérêt thérapeutique en médecine humaine.

L'organisation mondiale du commerce ou encore le marché unique européen permettent aujourd'hui la libre circulation des denrées alimentaires. Les importations alimentaires et les exportations de l'UE ont doublé depuis 2005 et les conséquences de la globalisation des échanges de matières premières et de denrées alimentaires pour la sécurité alimentaire sont énormes. La fraude à la viande de cheval de 2013 faisant passer de la viande de cheval pour de la viande de bœuf montre toute la complexité des circuits d'approvisionnement, d'acheminement, de transformation et de commercialisation qui au regard de différences législatives et réglementaires entre les états constituent des facteurs de risques avérés. En 2012, également, l'approvisionnement des cantines d'écoles en Allemagne par des fraises en provenance de Chine a causé l'infection de plus de 11 000 écoliers par des norovirus.

L'évolution rapide des modes de production et de transformation des denrées, la globalisation du commerce ont considérablement modifié les habitudes de consommation des produits alimentaires. Les modifications des habitudes alimentaires concernent aussi bien les procédés de préparation des aliments « prêts à consommer », que le développement de la restauration collective et/ou rapide. Un exemple flagrant est l'apparition et la croissance exponentielle de consommation de produits crus comme les sushis, les carpaccios ou végétaux crus. Ces nouveaux modes de consommation ne sont pas sans risque sanitaire car la cuisson est un moyen de maîtrise pour éliminer les contaminations microbiennes. Cela concerne notamment les poissons crus pour lesquels des prévalences



Point de vue

de contamination en *Anisakis* (parasite spécifique des produits de la pêche) varie de 7 à 75 % en fonction de l'espèce. En 2003, l'Institut de veille sanitaire estimait l'incidence de cas d'anisakiase à huit par an en France (constat basé sur des données de 1985 à 1987). Considérant l'augmentation de la consommation de poisson cru en France, cette parasitose, bien que rare, a une forte probabilité d'augmentation et doit être surveillée.

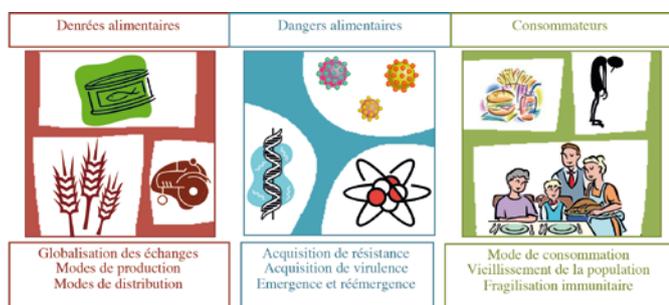


Figure 1 : Typologie de l'évolution des facteurs de risques en sécurité sanitaire des aliments

L'ensemble des évolutions des facteurs de risques, résumé dans la **Figure 1**, est parfaitement caractérisé par l'une des plus importantes crises sanitaires en Europe de ces dernières années. En 2011, l'Allemagne est touchée par une grave épidémie d'une maladie d'origine alimentaire qui cause l'infection de près de 4000 personnes, dont plus de cinquante décès. Cette crise a eu des impacts sanitaires de grande ampleur mais également économique avec la perte de plus de un milliard d'euros pour la filière des fruits et légumes injustement incriminée dans cette crise. Cette épidémie est principalement due à :

- des graines de fenugrec produites en Égypte, exportées en Europe et commercialisées majoritairement en Allemagne (12 cas ont été identifiés également en France suite à la consommation de ces graines);
- la contamination des graines par une nouvelle souche d'*Escherichia coli* O104: H4 qui était à l'origine une souche non virulente (*E. coli* entéro-adhérent) mais qui a acquis des facteurs de virulence et de résistance (*E. coli* entéro-hémorragique);
- l'apparition d'un nouveau mode de consommation de graines germées crues qui a touché majoritairement les consommateurs adultes, féminins et jeunes, sensibles à ce mode de consommation.

Face à ces évolutions, quelles adaptations de nos outils ?

Comment faire face à l'émergence de dangers de plus en plus virulents et/ou résistants, à l'application en production agricole d'intrants de plus en plus complexes, à une diversité d'origine et de qualité des matières premières pour les denrées alimentaires transformées, à des facteurs d'évolution dans les pratiques de consommation qui viennent perturber nos systèmes de gestion et de maîtrise de la sécurité sanitaire des aliments.

Pour permettre de minimiser l'impact de ces évolutions sur l'efficacité de nos systèmes de prise en compte des facteurs de risques, il faut en particulier faire évoluer nos systèmes de surveillance. Une détection anticipée de signaux d'alerte et une traçabilité efficace sont des objectifs louables mais ces dispositifs doivent dépasser le périmètre des nations pour se conforter dans des systèmes internationaux d'échanges d'informations et de contacts rapides entre les pays. La nature des informations générées et échangées doit également évoluer afin de permettre de mieux décrire les caractéristiques des dangers et les situations épidémiologiques. Ces informations, qu'elles proviennent d'une surveillance des environnements, des animaux, des maladies humaines, des effets indésirables (toxicovigilance, nutrivigilance...), des toxico-infections alimentaires collectives ou des aliments (observatoire de la qualité des aliments, plan de surveillance et de contrôle), doivent être rapprochées entre-elles et « meta »-analysées pour en extraire toute la connaissance au service de la maîtrise du risque sanitaire.

Les technologies analytiques nous offrent des évolutions spectaculaires. Les approches de génomique haut débit ou de spectrométrie haute résolution nous permettent d'obtenir rapidement une grande quantité d'information, précise jusqu'à la molécule ou l'atome, et en biologie cette masse de données enrichit la surveillance de l'évolution des souches pathogènes, de leurs facteurs de virulence ainsi que des molécules chimiques et de leurs pouvoirs toxiques.

Les sciences « omiques », en référence à la génomique, transcriptomique, protéomique, métabolomique (voir encadré) permettent une analyse précise des effets d'une substance xénobiotique (d'origine infectieuse ou toxique) sur l'organisme. Ces techniques permettent notamment l'étude de la réponse du génome à l'exposition d'agents toxiques (toxicogénomique) mais s'avèrent également d'excellents moyens de diagnostic.

La génomique regroupe toutes les analyses de la structure des génomes c'est-à-dire le séquençage et l'identification des gènes.

La transcriptomique et la protéomique s'intéressent au fonctionnement du génome notamment de sa transcription et de la production de protéines.

L'analyse spectrale par des techniques de spectroscopie RMN ou de spectrométrie de masse dites de « haute résolution » permet d'obtenir des informations de plus en plus précises sur la présence d'un composé toxique dans un aliment ou un prélèvement humain. Ces recherches peuvent se faire de manière aussi bien ciblée (la substance xénobiotique est connue) que non ciblée (la substance xénobiotique n'est pas connue). Elles permettent également d'avoir une vision globale du métabolome d'un échantillon biologique et des modifications de celui-ci sous l'action d'un contaminant exogène.



Point de vue

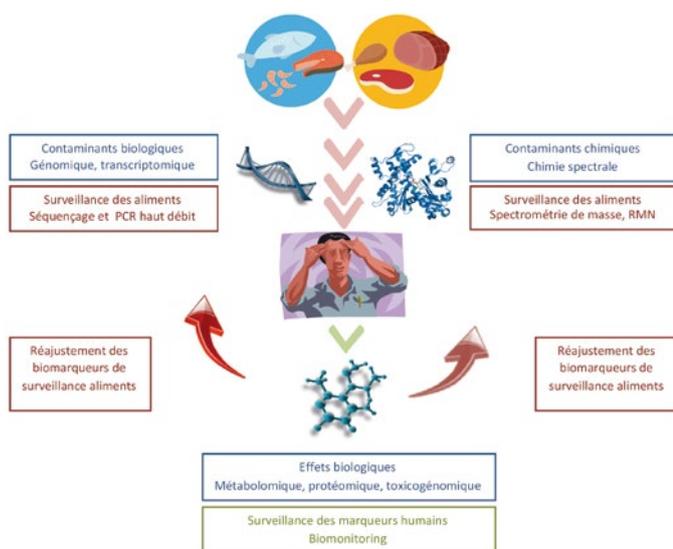


Figure 2: Apports des outils analytiques à la surveillance

L'identification et la quantification précises d'un agent pathogène, d'une substance chimique, des produits de l'expression des gènes d'une cellule ou d'un tissu, des métabolites contribuent à obtenir une véritable « empreinte infectieuse ou toxicologique » d'une denrée alimentaire ou d'un contaminant alimentaire par criblage de bio-marqueurs pertinents.

Les données s'obtiennent de plus en plus vite, de plus en plus nombreuses, mais elles doivent s'accompagner de la compréhension et de l'interprétation des informations qu'elles apportent pour l'objectif recherché: contrôle des produits, évaluation des risques ou surveillance de risques émergents. Un nouveau défi est lancé à la bio-informatique pour l'analyse simultanée d'un très grand nombre de données, ou « big data », issues de ces différentes approches. L'interprétation de ces nombreuses données nécessite de faire appel à des moyens bioinformatiques puissants qui sont maintenant disponibles et permettent une caractérisation des systèmes biologiques d'une grande profondeur. Des avancés sont encore attendues pour construire des systèmes experts qui permettent d'expliquer les relations entre une empreinte génétique ou moléculaire, un biomarqueurs et une toxicité.

Les technologies de communication, d'échanges et d'analyse de données sont en évolution constante ces dernières années. Le rythme d'évolution de ces technologies peut être qualifié de révolution au regard de celui des facteurs de risque. Cependant, nous constatons que les dispositifs mis en place à l'échelle nationale, européenne ou internationale sont encore très cloisonnés, informatifs et peu interactifs.

Certes, il existe des systèmes d'échanges d'information RASFF (Rapid Alert System for Food and Feed) au niveau européen ou INFOSAN (The International Food Safety Authorities Network) au niveau international, qui permette de diffuser rapidement des informations sur la présence de dangers dans une denrée

alimentaire exportée ou sur l'apparition de nouveaux risques pour le consommateur, mais ils s'appuient majoritairement sur des dangers réglementés, connus et détectables. Dans le cas de notre exemple de crise à *Escherichia coli* O104: H4, ils ne sont pas d'une grande efficacité pour lever les incertitudes sur un danger que l'on n'arrive pas à caractériser.

Des initiatives commencent à prendre forme en Europe pour mieux échanger et mieux analyser les informations nécessaires à la prévention des risques sanitaires alimentaires. Sous l'impulsion de la Commission européenne, l'EFSA (European Food Safety Authority) réfléchit à la mise en place de bases de données de caractérisation génotypique et phénotypique des souches bactériennes issues des aliments en Europe. Les premières bases de données concerneront *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* et *E. coli* enterohémorragique. Ces bases seront en connection avec celles de l'ECDC (European Centre for Disease prevention and Control, afin de mettre en relation les souches cliniques humaines et alimentaires. Espérons que cet outil puisse permettre de prévenir la diffusion de clones bactériens émergents et virulents, de mettre en place les outils de contrôle adaptés et de traiter l'origine de l'agent pathogène le plus rapidement possible.

Une autre initiative est à souligner, celle de l'unité des risques émergents de l'EFSA (EMRISK) qui a mis en place depuis 2010 un réseau d'échange sur les risques émergents avec les organisations partenaires des États membres et des pays tiers. L'EMRISK a pour mandat d'évaluer et de développer des outils pour détecter les risques émergents en alimentation humaine et animale. Elle s'attache à développer un outil informatique de collecte et d'analyse de meta-données disponibles sur le web. Cette approche holistique s'appuie sur des informations relatives à des déclarations de malades et des contaminations d'aliments mais aussi de différents domaines et disciplines comme l'économie, le commerce international, les changements climatiques et les facteurs humains, ou encore des connaissances spécifiques sur les chaînes d'approvisionnement, les zones de distribution, les chaînes de production et les connaissances sur l'élevage et sur les plantes. Les premières analyses réalisées avec cet outil ont montré sa capacité à détecter des signaux très précocement mais des développements doivent être poursuivis pour couvrir plus de médias, de zones géographiques et de bases de données « expert ».

Face aux évolutions des systèmes alimentaires, acteurs publics et privés, gestionnaires et scientifiques disposent d'un arsenal d'outils innovants et puissants. Les sciences « omiques », l'analyse spectrale, la méta-analyse de données de plus en plus nombreuses et précises doivent permettre d'adapter nos outils de surveillance et de faire évoluer nos systèmes de gestion et de maîtrise de la sécurité sanitaire des aliments. Les dispositifs techniques et les compétences associées se mettent en place progressivement mais, à l'image de la globalisation des échanges, l'efficacité des systèmes de surveillance ne sera optimisée que si le partage des informations et des données s'intensifie, ce qui laisse une belle place aux projets collaboratifs du futur.