

Introduction

Thierry BÉNÉZECH^{1,2} et Christine FAILLE^{1,2}

¹ INRAE, Villeneuve d'Ascq, France

² UMET, Université de Lille, Lille, France

Une bonne connaissance des stratégies de contrôle et des moyens mis en place le long de la chaîne alimentaire après l'étape de production primaire visant à atténuer les risques microbiologiques est une condition préalable à toute amélioration ultérieure, mais elle n'est pas suffisante. En effet, pour mieux éviter et donc contrôler ces risques, il est indispensable d'étudier à la fois le phénomène de contamination des surfaces et ceux associés à l'élimination de cette contamination par les opérations de nettoyage et de désinfection. Grâce à ces nouvelles observations, de nombreuses innovations peuvent déjà être proposées (nouvelles surfaces, matériaux et procédures de nettoyage et de désinfection, etc.) pour un développement futur à l'échelle industrielle ou domestique. Pour couvrir en partie ce vaste sujet, 14 chapitres ont été définis.

Les trois premiers chapitres fournissent une large gamme d'informations sur les risques liés à la contamination bactérienne des surfaces dans l'industrie alimentaire, les approches HACCP (analyse des risques et maîtrise des points critiques) pour le contrôle de cette contamination et les méthodes de détection associées :

– le chapitre 1 examine le phénomène de la contamination croisée des aliments et ses conséquences possibles en matière de risques pour la santé humaine. La contamination croisée est définie comme le transfert direct ou indirect de bactéries ou d'autres micro-organismes d'une surface contaminée à un produit non contaminé et peut survenir à n'importe quelle étape de la production alimentaire, ainsi que lors de la distribution et même dans les lieux de restauration ou encore chez le consommateur ;

- le chapitre 2 concerne la mise en place de l’approche HACCP pour assurer l’hygiène de toutes les surfaces sujettes à ces contaminations microbiennes indésirables. Cette démarche est entièrement détaillée conformément aux normes et réglementations ;

- le chapitre 3 détaille les méthodes commerciales disponibles pour la détection des contaminations microbiennes des surfaces dans l’industrie agroalimentaire. Ce contrôle consiste en la détection et/ou l’énumération des micro-organismes pathogènes et non pathogènes prélevés dans l’environnement des usines de transformation des aliments.

Les cinq chapitres suivants fournissent des détails sur les paramètres qui peuvent exercer une influence sur le développement de ces contaminations et proposent des solutions pour limiter leur impact. Ils traitent notamment les propriétés des matériaux (chapitres 4 et 5), la conception de l’usine (chapitre 6) et l’équipement ainsi que les lignes de traitement (chapitres 7 et 8) :

- le chapitre 4 présente les performances des matériaux métalliques couramment utilisés dans l’industrie alimentaire, notamment en ce qui concerne leurs propriétés chimiques, thermiques et mécaniques. Le choix de ces matériaux est discuté en fonction du contact direct ou indirect avec les aliments, le tout dans le contexte des législations nationales ou internationales en vigueur ;

- le chapitre 5 se concentre spécifiquement sur l’interaction complexe entre la physicochimie, la chimie et la topographie des surfaces qui influencent les interactions entre les bactéries et les matériaux. Ce chapitre décrit aussi les solutions pour remédier à ces problèmes ;

- le chapitre 6 est axé sur la conception hygiénique des usines alimentaires permettant d’assurer à l’usine une protection contre les risques externes et internes, y compris la protection de la marque ; une gestion optimale des flux internes de personnes, des ingrédients, des produits, des emballages, d’air et de déchets pour prévenir la contamination croisée ; le maintien de conditions hygiéniques grâce à la rigidité structurelle et à la durabilité des matériaux ;

- le chapitre 7, comportant d’importantes informations pour les fabricants d’équipement, les transformateurs alimentaires ou encore les inspecteurs/auditeurs, est dédié à la conception hygiénique des chaînes de transformation. Avec des exemples typiques de conceptions peu hygiéniques, il fournit les consignes techniques et pratiques requises pour identifier et contrôler les risques sanitaires alimentaires liés aux équipements de transformation alimentaire. Certains principes de la conception hygiénique sont de nature générale, tandis que les composants individuels des équipements (tuyauterie, pompes, valves, réservoirs, etc.) ont leurs propres exigences spécifiques. Les auteurs démontrent ainsi que, bien que plus coûteux à l’achat, les équipements conçus de manière hygiénique sont également plus durables et rentables à long terme ;

- le chapitre 8, traitant également de la conception hygiénique de l’équipement, vise à présenter les conséquences potentielles d’une bonne et d’une mauvaise conception sur la

contamination des surfaces et l'efficacité du nettoyage, sur la base d'une bonne connaissance des mécanismes sous-jacents.

Pendant que le chapitre 8 établit les bases des considérations relatives aux opérations d'hygiène, c'est-à-dire celles liées aux opérations de nettoyage et de désinfection, les quatre chapitres suivants détaillent les pratiques actuelles, les nouvelles avancées technologiques et méthodologiques, et les nouvelles approches étudiées aujourd'hui en laboratoire :

- le chapitre 9 traite de l'état de la pratique des opérations d'hygiène dans les usines alimentaires. Cela inclut aussi les technologies dites intelligentes et les autres technologies émergentes utilisées à travers l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement alimentaire, afin de visualiser la valeur ajoutée que la technologie peut apporter au secteur. De plus, les évolutions vers l'adoption du paradigme de l'Internet des objets (IdO) sont également présentées ;

- le chapitre 10 va plus loin en décrivant la valeur potentielle de diverses méthodes innovantes de nettoyage. Ce chapitre passe en revue et analyse des stratégies mécaniques et chimiques prometteuses pour l'élimination de la biomasse encrassante ;

- le chapitre 11 présente l'état des pratiques de désinfection dans les environnements de transformation alimentaire. Les auteurs démontrent que le contrôle des biofilms (destruction et élimination des surfaces) est actuellement assuré par l'application de stratégies combinées de nettoyage et de désinfection ;

- le chapitre 12 traite des nouvelles approches visant à améliorer l'efficacité de la désinfection, telles que les nouveaux désinfectants, les nouvelles stratégies d'application des désinfectants, les nanotechnologies et les surfaces autodésinfectantes, afin de pallier l'échec des produits chimiques et des méthodes conventionnelles. Parmi les nouvelles approches qui ont émergé, il y a la recherche non seulement de nouvelles molécules antimicrobiennes et antibiofilms, ce qui est tout à fait conventionnel, mais aussi de méthodes pour empêcher l'augmentation de la résistance aux antimicrobiens tout en offrant une alternative de désinfection durable.

Les deux derniers chapitres examinent la chaîne d'approvisionnement et le lieu de consommation, deux éléments de l'ensemble de la chaîne alimentaire qui ont un impact significatif sur la sécurité des aliments :

- le chapitre 13 traite des problèmes de sécurité des aliments lors du transport, dus à des contaminations physiques et chimiques, et de la croissance de micro-organismes nuisibles dans les denrées alimentaires périssables. Sans un nettoyage approprié entre les chargements et une conception hygiénique des conteneurs, le risque de contamination croisée est considérablement accru ;

- le chapitre 14 présente le rôle crucial des consommateurs dans l'atténuation des risques liés à la sécurité des aliments. En effet, bien que les produits alimentaires soient de

plus en plus sûrs grâce à des réglementations strictes et à des technologies en développement, les risques liés à la sécurité des aliments ne peuvent être totalement maîtrisés que si les consommateurs suivent également de bonnes pratiques d'hygiène.

En conclusion, cet ouvrage propose un examen approfondi de la gestion des risques microbiens tout au long de la chaîne alimentaire après l'étape de la production primaire, mais il ne prétend pas être exhaustif. Le lecteur intéressé pourra approfondir ses connaissances grâce aux nombreuses références mentionnées dans chaque chapitre.