



CAFI | ICPA
CANADIAN AGRI-FOOD
FORESIGHT INSTITUTE | INSTITUT CANADIEN DE
PROSPECTIVE AGROALIMENTAIRE

Étude comparative des systèmes canadiens et internationaux de salubrité alimentaire et des moyens d'améliorer l'accès des Canadiens à des aliments sûrs

Octobre 2020

Table des matières

Résumé	3
Équipe de projet	4
Introduction	5
1. Commerce alimentaire, distribution, traçabilité et chaînes d’approvisionnement.....	9
1.1 Normes réglementaires (nationales et internationales), surveillance, conformité, systèmes de gestion de la salubrité alimentaire	9
1.1.1 <i>Fraude alimentaire, conformité et traçabilité dans les systèmes de gestion de la salubrité alimentaire</i>	9
1.1.2 <i>Études de cas : Le système HACCP (système d’analyse des risques aux points critiques) et l’identification des dangers potentiels dans les chaînes d’approvisionnement alimentaire</i>	11
1.2 Nouvelles applications technologiques (chaînes du froid, chaîne de blocs, code-barres ADN, TrustTracker ^{MD})	11
1.3 Exemples de problèmes liés au commerce et à la chaîne d’approvisionnement dans les sous-secteurs.....	13
1.3.1 <i>Commerce international des produits laitiers (UE, fromage au lait cru, conformité)</i>	13
1.3.2 <i>Bœuf, céréales, marchés fermiers</i>	14
1.4 Résumé et observations clés - Section 1 – Thèmes principaux	15
2. Inspection	16
2.1 Inspection gouvernementale et systèmes d’inspection par des tiers	17
2.1.1 <i>Différence et harmonisation : Gouvernement et inspection par des tiers</i>	17
2.2 Nouvelles technologies : nanotechnologie, systèmes d’alerte, spectroscopie dans le proche infrarouge	19
2.3 Capacité des petites entreprises en matière d’inspection des aliments	19
2.4 Résumé et observations clés : Section 2 – Thèmes principaux	21
3. Numérisation, science des données et analytique prédictive.....	22
3.1 Approches bayésiennes, apprentissage profond et modélisation dans le proche infrarouge ...	22
3.1.1 <i>Limite des applications d’apprentissage profond et de séquençage de nouvelle génération</i> ...	24
3.2 Spectroscopie dans le proche infrarouge, apprentissage machine, exploration de données et statistiques multivariées.....	25

3.2.1	<i>Spectroscopie dans le proche infrarouge, acquisition de connaissances et contrôle des aliments</i>	25
3.3	Analyse, collecte et qualité des données sur le sentiment social.....	26
3.4	Résumé et observations clés - Section 3 – Thèmes principaux	27
4.	Étiquetage et emballage	28
4.1	Emballage actif-réactif	28
4.1.1	<i>Emballage alimentaire actif ou réactif – Progrès et technologie</i>	28
4.1.2	<i>Emballage alimentaire - Bilan et tendances futures</i>	29
4.2	Étiquetage : information des consommateurs et conformité	30
4.3	Résumé et observations clés - Section 4 – Thèmes principaux	32
5.	Gestion des risques et des contrôles préventifs	33
5.1	Formation, salubrité alimentaire, culture organisationnelle et changement	33
5.1.1	<i>Formation et éducation</i>	33
5.1.2	<i>Culture organisationnelle et système de gestion de la salubrité alimentaire</i>	36
5.2	Changement de réglementation concernant les lignes directrices sur la réduction des risques et le contrôle préventif	38
5.3	Nouvelles technologies, nouveaux outils et nouvelles applications	40
5.4	Communication des risques.....	41
5.4	Résumé et observations clés - Section 5 – Thèmes principaux	43
	Conclusion	45
	Références	49

Résumé

En janvier 2019, la Loi sur la salubrité des aliments au Canada / le Règlement sur la salubrité des aliments au Canada (appelé RSAC) entrainé en vigueur au Canada et depuis permet de rationaliser les pratiques de salubrité alimentaire au Canada. Les processus de commerce et de production alimentaires ont évolué rapidement au cours des dernières décennies, car le Canada importe et exporte des produits alimentaires. Par conséquent, il est extrêmement important d'être au fait des dernières avancées répondant à un éventail de défis et de possibilités dans la chaîne de valeur de la salubrité alimentaire. En examinant l'optique du récent cadre du RSAC, ce rapport met en lumière les principales recherches et pratiques nationales et internationales.

En faisant la lumière sur les nouvelles recherches, nous attirons également l'attention sur les développements internationaux qui méritent d'être signalés et les plaçons dans leur contexte quant à la manière de faire progresser les nouvelles politiques et réglementations canadiennes en matière de salubrité alimentaire. Le rapport mesurera le Canada à l'aide d'une étude comparative des meilleures pratiques en matière de salubrité alimentaire en juxtaposant ; i. les attentes énoncées avec ii. les performances réelles au sein des principales juridictions de l'OCDE. En comparant les normes et les lois et règlements en vigueur dans les différentes juridictions (par exemple, les processus organisationnels, les contrôles de gestion, l'éducation, les technologies et la coordination), au niveau supranational, comme l'Initiative mondiale de salubrité des aliments, avec les niveaux de performance réels et actuels, nous obtenons un aperçu des considérations essentielles pour les pratiques de salubrité alimentaire au Canada qui guideront la prochaine décennie de pratique.

Les recommandations à la fin du présent rapport de l'Institut canadien de prospective agroalimentaire (ICPA) soulignent les améliorations bénéfiques à la vitalité de l'industrie alimentaire canadienne et à la santé publique. Pour ce qui est de la salubrité alimentaire, cinq sous-sections principales ont été identifiées :

1. Distribution alimentaire, traçabilité et chaînes d'approvisionnement ;
2. Inspection ;
3. Numérisation, commerce électronique, science des données et analytique prédictive ;
4. Étiquetage et emballage ; et
5. Gestion des risques et des contrôles préventifs.

L'accent porté sur ces cinq domaines définit le contexte de l'évolution du RSAC au Canada dans le cadre de l'approche fondée sur les résultats de la Loi et du Règlement. Le but est d'établir une perspective solide avec laquelle le Canada sera en mesure d'examiner et d'être prêt pour l'avenir pour l'évolution du commerce, de la technologie et des pratiques commerciales liées à la salubrité des aliments.

ICPA aimerait reconnaître le rôle de l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) à titre d'un des partenaires de confiance pour ce projet.

Équipe de projet

L'Institut canadien de prospective agroalimentaire (ICPA) a pour but d'accroître et d'approfondir les connaissances de tous les aspects rattachés à l'agroalimentaire. Il s'agit du premier institut au Canada qui se dévoue entièrement à cibler les problèmes agroalimentaires canadiens dans l'entièreté du continuum agricole et alimentaire en recueillant, surveillant et extrayant des données de façon continue, et ce, dans les deux langues officielles.

Nos études se basent sur des outils analytiques reconnus pour mener à la découverte, l'interprétation et la communication de tendances significatives trouvées dans les données amassées. L'Institut s'attarde principalement au marché canadien, tout en donnant leur place respective aux forces perturbantes provenant de l'extérieur. Le paysage du secteur alimentaire change rapidement, autant nationalement qu'internationalement, et il est essentiel de mieux comprendre le futur de savoir comment relier l'agriculture aux communautés touchées. Grâce à l'ICPA, vous avez accès aux meilleures connaissances à jour en agroalimentaire et à l'expertise qui vous permet de transformer la compréhension et l'innovation des tendances alimentaires mondiales en actions pertinentes. Notre objectif est de mieux comprendre le futur de l'agroalimentaire et de savoir comment relier l'agriculture aux communautés touchées.

Chef de projet :

Dr Sylvain Charlebois

Professeur, Distribution et politiques alimentaires, Faculté de gestion

Professeur, Faculté d'agriculture

Directeur principal, Laboratoire des sciences analytiques en agroalimentaire
Université Dalhousie

Assistant à la recherche :

Mark Juhasz, Harvest Strategic Insight

Coordonnateur de projet :

Janèle Vézeau

Institut canadien de prospective agroalimentaire

Éditeur : Susan Tremills

Traduction : Traduction Manuscrit Et cetera

Introduction

Objectivement, comment le RSAC est-il concerné par les développements internationaux en matière de réglementation, de pratiques, de méthodologies et de systèmes de gestion de la salubrité des aliments ? Il existe de nombreux points de référence comparables tant au niveau national qu'international, y compris le système de normes ISO 22000 pour la communication interactive, la gestion du système et les programmes préalables, tels que le HACCP, le Codex Alimentarius et l'Initiative mondiale de salubrité des aliments. Comment les bonnes pratiques de fabrication de l'UE s'appliquent-elles aux réglementations en matière de salubrité alimentaire et au commerce aujourd'hui ?

Un sentiment extrêmement important, en particulier dans le climat actuel de la pandémie mondiale de la COVID-19, repose sur le fait que les régulateurs de la salubrité alimentaire veulent savoir si leurs politiques et réglementations nationales actuelles sont adéquates pour soutenir les efforts de renseignement sur les risques liés à la salubrité alimentaire (Charlebois et Le Vallée, 2014). Le présent rapport donne une vue d'ensemble actualisée des pratiques internationales de pointe afin d'évaluer le plus récent cadre du Canada pour continuer à fournir des informations sur la conception, l'adaptation et la mise en œuvre du système de salubrité des aliments compte tenu des nouvelles réalités sociales, technologiques et managériales.

De nombreux exemples significatifs présentés dans ce rapport proviennent des principales juridictions européennes et de leurs développements en matière de salubrité alimentaire. Le Parlement européen crée une législation sous forme de directives et de règlements, dont beaucoup sont devenus obligatoires pour les États membres, et ces directives et règlements sont intégrés dans la législation nationale de chaque pays. Le Parlement européen, informé par l'Autorité européenne de salubrité des aliments (EFSA), doit également faire face aux réalités de la législation des États membres et des contrôles préventifs, si le commerce n'est pas affecté entre les pays de l'UE. Par exemple, au Royaume-Uni, la Food Standards Agency est un service gouvernemental indépendant responsable de la salubrité et de l'hygiène des aliments et collabore avec les entreprises et les autorités locales sur la sensibilisation et l'application des normes. Le gouvernement britannique ou tout autre gouvernement doit équilibrer les demandes, la dynamique et les conditions des entreprises et des consommateurs dans leur propre pays, avec les engagements pris dans les accords commerciaux internationaux, comme avec les États-Unis.

Aux États-Unis, la *Food Safety Modernization Act* (FSMA), établie en 2011, est un cadre national relativement nouveau et implique un changement majeur de la réponse et du confinement vers le nouveau leitmotiv de la prévention, de l'évaluation des risques et de la gestion proactive. La loi donne à l'USFDA (Administration américaine des denrées alimentaires et des médicaments) le pouvoir de réglementer les aliments cultivés, transformés et récoltés. À leur tour, les entreprises du secteur alimentaire adoptent des systèmes de gestion de la salubrité alimentaire et toute la coordination, la formation et la mise en pratique que cela implique.

Au centre de ces développements internationaux, le RSAC 2019 du Canada peut être vu dans une meilleure perspective pour le présent rapport. Comment l'Agence d'inspection des aliments au Canada se compare-t-elle aux meilleures pratiques internationales ? Quels protocoles sont générés par la réglementation gouvernementale et/ou les réponses et innovations du secteur privé ? Comment les contrôles de prévention régionaux sont-ils abordés, encouragés et surveillés pour leur efficacité au niveau provincial ou municipal ?

Une publication du gouvernement du Canada sur la salubrité des aliments (2018) reconnaît que la confiance des consommateurs et la salubrité des aliments sont très importantes pour le succès des entreprises du secteur alimentaire et que la responsabilité de la production, de la transformation, de l'importation, de l'exportation, du traitement, de la conservation, du classement, de l'emballage, et de l'étiquetage des aliments ne peut être compromise. Les chefs de file de l'industrie alimentaire canadienne se rendent également compte que la complexité du système alimentaire mondial, avec de nombreux produits alimentaires traversant les frontières et des aliments transformés contenant de nombreux ingrédients, nécessite une gamme de méthodes et de moyens permettant d'assurer la plus grande surveillance adaptative possible. L'ACIA joue un rôle central à cet égard en tant qu'organisme de réglementation fédéral réactif, alerte et innovateur (GdC, 2018: 1). Le RSAC a consolidé 14 séries de réglementations alimentaires antérieures afin d'améliorer la cohérence entre tous les types d'aliments et entre les entreprises du secteur alimentaire. Le RSAC s'intéresse également aux normes internationalement reconnues (comme le Codex Alimentarius). Le RSAC s'appuie sur l'esprit de la gestion du risque, la pédagogie, la formation proactive et de la mesure précise. Dans toute la complexité des chaînes d'approvisionnement alimentaire au Canada, le RSAC réglemente également les exigences d'octroi de licences pour les entreprises du secteur alimentaire. En ce qui concerne la prévention, un plan de contrôle préventif (PCP) explique la manière dont les risques pour les aliments sont identifiés et contrôlés. Le RSAC comprend des mesures de traçabilité, basées en partie sur le Codex Alimentarius, pour le commerce des denrées alimentaires tout au long de la chaîne d'approvisionnement, des clients immédiats aux fournisseurs initiaux. Des exigences sur les produits déterminés existent pour des sous-secteurs tels que les produits laitiers, les viandes ou les produits agricoles.

Compte tenu de cet aperçu du RSAC dans le contexte canadien, le présent rapport met en lumière des exemples de recherches récentes sur la salubrité des aliments appliquées à l'échelle internationale à partir de recherches scientifiques de pointe. Les tendances macro et locales émergentes identifieront plus clairement les thèmes récurrents et la manière dont les réalités plus étendues de l'industrie alimentaire, telle que la reconnaissance croissante des pressions de la durabilité sur les ressources pour la production alimentaire (par exemple, le changement climatique, la pression de l'habitat sur la biodiversité, les conditions météorologiques, la pandémie de la COVID-19 actuelle) affecteront à leur tour la façon dont la réglementation en matière de salubrité alimentaire et l'industrie réagiront.

MÉTHODOLOGIE

Une analyse de l'environnement de base de la Loi sur la salubrité des aliments au Canada / du Règlement sur la salubrité des aliments au Canada a été réalisée pour comprendre les changements apportés à l'inspection et à la salubrité des aliments au Canada. En outre, une analyse de l'environnement de base a également été menée sur les développements et innovations récents en matière de salubrité alimentaire aux États-Unis, y compris l'introduction récente de la Food Safety Modernization Act (FSMA) ; de l'Autorité européenne de sécurité des aliments de l'Union européenne (EFSA) et de l'Initiative mondiale de sécurité alimentaire, les normes ISO et le HACCP. Cette combinaison de normes locales et internationales a servi de base à la revue de la littérature des principales revues scientifiques évaluées par des pairs dans le domaine de la salubrité alimentaire, notamment : i. Journal of Food Policy; ii. Journal of Food Protection; iii. Journal of Food Safety; iv. Journal of Food Control; et v. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. Les articles publiés dans ces revues au cours des quatre dernières années ont été analysés sur la base des cinq sous-sections de ce rapport, qui sont :

1. Distribution alimentaire, traçabilité et chaînes d'approvisionnement ;
2. Inspection ;
3. Numérisation, commerce électronique, science des données et analytique prédictive ;
4. Étiquetage et emballage ;
5. Gestion du risque et des contrôles préventifs.

Outre la référence aux principales normes internationales de salubrité alimentaire, telles que l'Initiative mondiale de salubrité des aliments, le HACCP, les normes ISO et la référence aux innovations en matière de salubrité alimentaire aux États-Unis et dans l'Union européenne, la méthodologie s'appuie également sur des exemples et des études de cas tirés de la revue de la littérature de différentes parties du monde, y compris l'Amérique latine et l'Asie, mais principalement à titre d'exemple illustratif d'innovation en matière de salubrité alimentaire.

Tableaux sectionnels des thèmes porteurs

Dans chacune des cinq sections de ce rapport, un tableau des thèmes porteurs a été créé. Sur la base de l'analyse de l'environnement et de la revue de la littérature dans chaque section respective, trois facteurs ont été utilisés pour construire le tableau ; i. la détermination du thème principal (ou des thèmes) ; ii. les principales juridictions où le thème est mis en œuvre, et ; iii. Complexité d'utilisation / transfert au Canada.

En ce qui concerne i. le thème principal, il y a un certain degré d'agrégation par rapport à la portée limitée de la revue de la littérature au cours des quatre dernières années d'articles. Certains thèmes ont été regroupés. En ce qui concerne ii. les principales juridictions où le thème est mis

en œuvre, ceci est basé sur l'analyse de base de la littérature et la recherche générale acquise par l'équipe du projet.

Enfin, en ce qui concerne iii. Complexité d'utilisation / transfert au Canada, une échelle de 1 à 5 a été définie en tenant compte de l'applicabilité de ce thème / nouvelle application-innovation au contexte canadien, particulièrement à la lumière de la nouvelle Loi sur la salubrité des aliments au Canada /du nouveau Règlement sur la salubrité des aliments au Canada. À partir d'une analyse de l'environnement de base de l'industrie alimentaire canadienne et de la salubrité des aliments, y compris la prise en compte des partenaires commerciaux du Canada, de la capacité technologique, de l'avancement de l'application à l'échelle internationale et de la compatibilité avec nos cadres réglementaires existants, un 1 (sur 5) est donné, si l'utilisation de l'application peut être considérée comme très simple. Alternativement, à l'autre bout de l'échelle, un 5 (sur 5) est attribué si la complexité, la faisabilité et le transfert de l'utilisation au Canada sont susceptibles d'être complexes, difficiles et exigeants. Il est important de mentionner et de noter que ce tableau est conçu comme une heuristique approximative et un outil pour une considération générale à partir d'une revue limitée de la littérature, et non comme une norme définitive.

1. Commerce alimentaire, distribution, traçabilité et chaînes d'approvisionnement

L'objectif de cette section, surtout depuis que les produits alimentaires font l'objet d'un commerce mondial si intensif, est de reconnaître les risques associés au mauvais étiquetage des aliments et les meilleures pratiques à l'échelle internationale pour garantir la salubrité alimentaire. Cette section donne également un aperçu des développements récents quant aux politiques, aux pratiques et aux cadres ayant été mis en œuvre, et des effets du commerce, de la distribution, de la traçabilité et des protocoles de la chaîne d'approvisionnement sur la salubrité alimentaire.

Les entreprises du secteur alimentaire et leurs fournisseurs veulent connaître les pratiques en matière de salubrité alimentaire des partenaires de la chaîne d'approvisionnement en amont et en aval, y compris la façon dont cela est coordonné au sein des principales juridictions et au niveau de la coordination internationale. Dans l'analyse documentaire de cette section, nous examinons une combinaison des points suivants : la réglementation et les politiques spécifiques au niveau national ; la réglementation pour l'importation / l'exportation et la documentation requise sur la traçabilité ; les protocoles d'autorité et de responsabilité ; la réglementation et les mesures volontaires ; le suivi et l'enregistrement des meilleures pratiques ; les normes et les repères internationaux ; les outils de suivi électroniques et numériques et des exemples de gestion de l'information de l'Union européenne, des États-Unis et du Canada.

Les préoccupations importantes pour les chaînes d'approvisionnement alimentaire liées à la salubrité alimentaire, en particulier dans une ère post-pandémique, incluent les mesures de durabilité dans le commerce alimentaire, y compris les émissions de gaz à effet de serre (GES), l'empreinte carbone et la sécurité des chaînes d'approvisionnement au milieu des risques de restrictions d'approvisionnement nationales. Comment les réglementations internationales et nationales vont-elles évoluer par rapport aux protocoles, directives et cadres de salubrité alimentaire, et comment les gouvernements interviendront-ils en matière d'initiatives du secteur privé ?

1.1 Normes réglementaires (nationales et internationales), surveillance, conformité, systèmes de gestion de la salubrité alimentaire

1.1.1 Fraude alimentaire, conformité et traçabilité dans les systèmes de gestion de la salubrité alimentaire

Associé à certains risques des régimes du commerce international de denrées alimentaires, le spectre de la fraude alimentaire existe également. Cadieux, et al. (2019) indiquent que le point

de vue de l'industrie alimentaire diffère de celui du gouvernement du Canada et peut apporter une contribution précieuse, en affirmant avoir une meilleure connaissance des risques de fraude alimentaire rencontrés régulièrement. Les parties prenantes de l'industrie alimentaire devraient être au cœur des stratégies gouvernementales en matière de prévention de la fraude alimentaire. Le gouvernement, le monde universitaire et les chefs de file de l'industrie alimentaire peuvent ensemble créer des méthodes de détection plus efficaces. Selon la *Grocery Manufacturers Association*, la fraude alimentaire coûte à l'industrie jusqu'à 15 milliards de dollars par an (Cadieux, et al. 2019). En fin de compte, la fraude alimentaire est également un facteur de salubrité alimentaire. Les ingrédients non déclarés peuvent se retrouver dans les produits et peuvent être des sources dangereuses d'allergènes et devenir à leur tour un risque plus important pour la santé publique. Les critiques décrivent l'absence actuelle d'une sanction cohérente comme un moyen de dissuasion inefficace, étant donné les gains économiques engendrés par l'utilisation d'alternatives alimentaires frauduleuses pour les contrevenants. Pour cette raison, le RSAC devrait examiner la façon dont les systèmes de surveillance de la fraude alimentaire sont établis au niveau national et en relation avec le commerce international des marchandises.

Les risques de fraude alimentaire sont également traités différemment, selon la taille et l'échelle d'une exploitation alimentaire, que ce soit au Canada ou à l'étranger. Pour les PME, qui sont majoritaires au Canada, la traçabilité, les systèmes de gestion de la salubrité alimentaire, la gestion de la qualité et le suivi sont des exigences importantes pour la confiance des entreprises et le respect de la conformité réglementaire. Dzwolak (2016) a examiné comment la traçabilité constitue un élément crucial dans le contrôle des produits non conformes dans les systèmes de gestion de la salubrité alimentaire et les systèmes de gestion de la qualité pour assurer la sécurité et la santé publique des consommateurs. Il a également associé ces systèmes aux protocoles de certification en tant que cadre global au sein des juridictions, où qu'elles se trouvent. Que les PME, les exploitants du secteur alimentaire de taille moyenne ou grande soient tenus par la réglementation de respecter certains protocoles, la conformité aux principales pratiques de salubrité alimentaire dans les régimes commerciaux internationaux signifie travailler dans les limites définies par des normes commerciales contractuelles, sociales et en évolution rapide. Dans une perspective différente, Manning (2020) décrit comment les systèmes de commerce des aliments basés sur la conformité peuvent à la fois étouffer l'innovation, tout en favorisant positivement des régimes commerciaux pour la salubrité alimentaire et une plus grande confiance, s'ils sont mis en œuvre efficacement. Alternativement, Manning décrit la construction de cultures organisationnelles de commerce alimentaire et de gestion de la sécurité fondées sur l'intégrité, avec des systèmes d'alerte précoce pour identifier les écarts basés sur une chaîne d'approvisionnement éthique solide qui renforce la confiance et la maturité culturelle. Cependant, d'un point de vue critique, ce modèle pourrait être plus efficace au niveau régional dans un avenir immédiat dans le contexte canadien.

1.1.2 Études de cas : Le système HACCP (système d'analyse des risques aux points critiques) et l'identification des dangers potentiels dans les chaînes d'approvisionnement alimentaire

Le système HACCP (Système d'analyse des risques aux points critique) est un système d'analyse mis en œuvre dans les années 1960, introduit par Pillsbury, la NASA et les Laboratoires Natick pour le programme spatial américain. Il a été adopté par la Commission du Codex Alimentarius en 1993 en tant qu'annexe au « Code d'usage international recommandé - Principes généraux d'hygiène alimentaire ». Bien que HACCP puisse être utilisé tout au long de la chaîne d'approvisionnement alimentaire, son application est spécifique au produit. Le HACCP reste un outil important et pertinent pour les produits alimentaires capturés, cultivés, récoltés et commercialisés au niveau international. Par exemple, une étude de Chen, et al. (2018) avait pour but de découvrir si la conformité au HACCP avait un impact sur les importations de fruits de mer vers les États-Unis. Sur la base des résultats, les auteurs n'ont trouvé aucune répercussion de l'outil sur les flux commerciaux vers le pays car le HACCP n'est pas nécessairement une mesure protectionniste et parce que les consommateurs et les détaillants peuvent avoir une réaction minimale quant aux implications de l'utilisation du HACCP pour la salubrité alimentaire.

Une récente étude de Park, et al. (2020) a examiné les préoccupations au sujet de la sécurité des informations sur les aliments dans les canaux de distribution, avec l'utilisation d'ingrédients alimentaires douteux ou frauduleux. Les dangers tels que la contamination microbienne ou la fraude alimentaire doivent être identifiés après la production. L'étude s'appuie sur la reconnaissance du fait que les centres logistiques de post-production ou les points d'entrée (dans ce cas dans les marchés canadiens) doivent être en mesure de tester proactivement l'intégrité des aliments avant de les expédier aux points de vente nationaux.

1.2 Nouvelles applications technologiques (chaînes du froid, chaîne de blocs, code-barres ADN, TrustTracker^{MD})

Les développements technologiques récents dans le suivi et la surveillance des chaînes d'approvisionnement du commerce alimentaire sont vastes. Les chaînes du froid, qui sont essentiellement responsables de la conservation des aliments périssables congelés jusqu'à ce qu'ils atteignent leurs marchés de détail finaux, en sont un exemple. Bien que la réfrigération soit probablement une activité consommatrice d'énergie, la nécessité pour les chaînes d'approvisionnement alimentaire de réduire le gaspillage de produits et d'assurer la salubrité alimentaire sur les marchés finaux est conforme à la salubrité alimentaire mondiale actuelle (Badia-Melis, et al. 2018). Les principales sociétés de logistique de la chaîne d'approvisionnement du froid utilisent des applications telles que les systèmes informatiques de dynamique des fluides qui peuvent corriger les inefficacités aux étapes de pré-refroidissement. La radiofréquence, les capteurs sans fil et les réseaux de neurones d'imagerie thermique complètent les avancées

technologiques pour conserver les aliments congelés, afin d'assurer une plus grande salubrité alimentaire des produits expédiés.

À partir d'un exemple tiré de la chaîne d'approvisionnement des fruits de mer, Shehata, et al. (2018), ont examiné l'utilisation du code-barres ADN pour différencier les filets de poisson à nageoires vendus et consommés au Canada. Les auteurs ont évalué si l'utilisation de cette technologie par l'ACIA comme outil de réglementation est vraiment efficace. Sur un échantillon de 354 produits à base de poisson à nageoires collectés à travers le Canada entre 2013 et 2016, il y avait un taux de réussite global de 93 %, avec un mauvais étiquetage affectant 14 % des produits. Du point de vue de la salubrité alimentaire, certains consommateurs peuvent être allergiques à certains types de poissons à nageoires même si les allergènes ne sont pas déclarés par espèce. Il est généralement conseillé aux personnes allergiques à des espèces spécifiques de poissons d'éviter complètement les poissons. Shehata, H.R. et al ont également noté qu'il n'existait peut-être pas de code-barres ADN pour certains types de poissons et qu'un mauvais étiquetage entraîne une perte de confiance des consommateurs dans la salubrité des produits de la mer, sapant les efforts vers une gestion durable des écosystèmes marins des pêcheries sauvages. Dans ce contexte, la fraude peut être un problème plus important en ce qui concerne l'étiquetage erroné des espèces (les consommateurs paient injustement le prix d'une espèce plus chère).

La chaîne de blocs est un autre développement technologique qui fait son chemin dans les chaînes d'approvisionnement alimentaire et qui peut se prêter à la salubrité alimentaire. La traçabilité des aliments est particulièrement difficile pour les entreprises, les détaillants et les autorités de réglementation gouvernementales en raison des innombrables changements qui peuvent avoir lieu avec des ingrédients, des bactéries ou des virus, entre autres. Bien que la chaîne de blocs soit encore relativement nouvelle en tant qu'application, cette technologie pourrait être intégrée davantage dans les systèmes de suivi des aliments sur lesquels l'ACIA devrait porter son attention. Les algorithmes de la chaîne de blocs ont le potentiel de stocker des données et de permettre un suivi rapide à travers les étapes du processus de nombreuses chaînes d'approvisionnement, donnant aux parties prenantes la possibilité de les surveiller beaucoup plus rapidement. L'une des possibilités, révélée par une étude récente, consiste à utiliser la chaîne de blocs pour détecter les paramètres de salubrité alimentaire, tels que l'infestation ou la contamination microbienne, y compris les moisissures, les toxines, les métaux lourds, les pesticides ou les allergènes. La chaîne de blocs peut également signaler des craintes sur l'origine géographique ou l'identité biologique et chimique des aliments et les méthodes de production (Creydt & Fischer, 2019). La combinaison de la chaîne de blocs avec, par exemple, le suivi des points de données avec un Internet des objets, en particulier dans le commerce alimentaire, serait un cadre puissant pour révolutionner l'industrie alimentaire. En effet, cela fait déjà partie des exigences de certains détaillants qui incitent leurs partenaires de la chaîne d'approvisionnement à faire de même (Creydt & Fischer, 2019).

TrustTracker^{MD} est une autre application technologique utilisée par l'industrie. Cet outil a fait l'objet d'une étude de Macready, et al. (2020) par une enquête en ligne dans cinq pays européens pour examiner la confiance des consommateurs dans les entreprises de la chaîne alimentaire et son impact sur la confiance des consommateurs dans les technologies alimentaires. Le modèle examine la confiance sociale, les croyances dans la fiabilité, la confiance globale dans les acteurs de la chaîne alimentaire et la confiance dans l'approvisionnement en produits alimentaires. Les résultats indiquent que les croyances sur la franchise des fabricants de produits alimentaires sont fortement liées à la confiance des consommateurs, avec des différences de confiance entre les pays. L'étude souligne l'importance du degré de confiance des consommateurs quant aux applications et aux technologies utilisées ou envisagées tout au long des chaînes d'approvisionnement alimentaire et à leur relation avec la salubrité alimentaire et cherche à savoir si les consommateurs achèteront des produits en utilisant une gamme d'applications technologiques.

1.3 Exemples de problèmes liés au commerce et à la chaîne d'approvisionnement dans les sous-secteurs

1.3.1 Commerce international des produits laitiers (UE, fromage au lait cru, conformité)

Parmi les produits internationaux soumis à un examen minutieux, citons les produits laitiers, tout particulièrement avec les nouveaux accords commerciaux entre le Canada et l'UE. Les produits laitiers importés au Canada peuvent présenter des problèmes de chaîne d'approvisionnement et de traçabilité concernant les dangers microbiologiques spécifiques au RSAC. Une étude récente de Van Asselt, et al. (2017) souligne que des réalités telles que le changement climatique et l'évolution des demandes des consommateurs placeront la chaîne d'approvisionnement laitière sous une nouvelle intensification. L'augmentation de la production animale peut entraîner des maladies animales, l'utilisation d'antibiotiques et une pression accrue sur l'alimentation du bétail laitier. Ceux-ci auront également des implications pour la durabilité et le bien-être animal dans l'industrie laitière.

Comme le montre la pandémie de la COVID-19, la zoonose est une préoccupation importante dans la transmission de la maladie de l'animal à l'homme. La brucellose est un exemple de maladie transmise par la communauté suite à la consommation de lait et de produits laitiers non pasteurisés (la brucellose est l'une des zoonoses les plus courantes au monde). Jansen, et al. (2019) se demandent comment le Canada pourrait développer les méthodes scientifiques pour tester cette maladie, étant donné qu'un nombre considérable de cas humains sont encore signalés chaque année.

Par exemple, les fromages artisanaux et à base de lait cru restent une catégorie de niche de premier plan pour les importations. Ces produits sont également soumis à un examen rigoureux

de salubrité alimentaire. Aux États-Unis, la relativement récente FSMA a créé des défis réglementaires sans précédent pour les fromagers (Limoges et Donnelly, 2019).

1.3.2 Bœuf, céréales, marchés fermiers

Les consommateurs peuvent désormais utiliser des codes QR (réponse rapide) pour le suivi des produits. Pour les viandes, la traçabilité est préoccupante. Spence, et al. (2018) remarquent la manière avec laquelle cette procédure de traçabilité a exercé une pression sur les entreprises du secteur alimentaire pour qu'elles puissent démontrer la sécurité de leur traçabilité. Les codes QR, imprimés sur l'emballage du produit, aident les consommateurs à accéder aux renseignements depuis leur téléphone. L'environnement après-COVID, (basé sur l'expérience de la grippe porcine africaine en Chine, la consommation de viandes, importées ou commercialisées à distance), exigera une vigilance accrue des régulateurs et des consommateurs,

Contrairement au bœuf, les céréales ont attiré l'attention sur les résidus de glyphosate. Les scientifiques ont étudié les risques potentiels associés au glyphosate, un ingrédient actif des herbicides utilisés pour lutter contre les mauvaises herbes et pour sécher les céréales et les cultures céréalières. Alors qu'une étude de Xu, et al. (2019) révèle que les résidus globaux de glyphosate sont inférieurs aux limites maximales actuelles de résidus, d'autres études sont nécessaires pour mieux saisir toutes les craintes en matière de santé liées à l'exposition, la consommation et l'impact sur la salubrité alimentaire.

Enfin, bien qu'elles ne soient pas de nature internationale, les considérations de traçabilité doivent être replacées dans le contexte des marchés fermiers, qui ont gagné en popularité au cours de la dernière décennie, en particulier au Canada, et la salubrité alimentaire doit faire partie de leur développement futur. En Ontario, par exemple, les marchés fermiers ont établi un manuel détaillé sur la salubrité alimentaire pour les gestionnaires de marché et les fournisseurs, même si aucune formation ni certification en matière de salubrité alimentaire n'est requise. Young, et al. (2020), décrivent comment les futurs efforts de sensibilisation pour améliorer le comportement devraient cibler à la fois les fournisseurs et les gestionnaires de marché.

1.4 Résumé et observations clés - Section 1 – Thèmes principaux

Thèmes principaux	Principales juridictions	Complexité de l'utilisation / transfert au Canada – 1 (la plus simple) à 5 (la plus complexe et la plus difficile)
Commerce alimentaire basé sur la conformité (HACCP, GFSI, autres) (Manning, 2020 ; Chen et al, 2018)	International	3 , basé sur l'esquisse de normes internationales spécifiques que les entreprises alimentaires canadiennes, en coordination avec l'ACIA, peuvent suivre. La transférabilité dépend probablement de la taille de l'entreprise alimentaire.
Systèmes de traçabilité (Code-barres ADN ; chaîne de blocs ; codes QR) (Shehata et al, 2018 ; auteurs variés)	National à international	4 , dépend de la nouveauté du système de traçabilité. Le code-barres ADN est plus spécifique à des sous-secteurs particuliers, tels que la pêche. La chaîne de blocs est encore relativement nouvelle avec des défis logistiques et de coordination, mais un avantage éventuel en termes de coût et de temps.
Chaînes du froid (auteurs variés)	International à national	3 , selon les routes commerciales des entreprises alimentaires canadiennes et les endroits où l'entreposage frigorifique est crucial pour assurer la salubrité des aliments et éviter leur périssabilité.
Zoonose (auteurs variés, différents types de maladies, comme la brucellose)	International	5 , plus important maintenant que jamais à la lumière de la pandémie de la COVID-19. Préoccupations des réglementations et des consommateurs concernant les risques et la transmission des maladies de l'animal à l'homme.

Au moment de la rédaction de ce rapport final, la majeure partie du monde, y compris le Canada, est soumise à d'importantes restrictions de voyage ; cependant, les produits alimentaires

traversent encore largement les frontières. Bien qu'il soit spéculatif d'imaginer ce que seront les implications à moyen et à long terme pour le commerce alimentaire, la plupart des principales publications scientifiques des dernières années sur le commerce, les chaînes d'approvisionnement et la salubrité alimentaire ont tenté sous une forme ou une autre d'être capable de gérer et d'accepter la complexité et la variété des réglementations, des cadres et des risques associés à une chaîne d'approvisionnement internationale complexe.

De nombreux exploitants du secteur alimentaire ont une première réaction aux cas de fraude et de falsification dans leurs chaînes d'approvisionnement ou prennent connaissance des ingrédients de substitution. La fraude alimentaire est un phénomène international qui représente plusieurs milliards de dollars, et les contrevenants, malheureusement, sont motivés par les perspectives de profits importants non détectés. La recherche indique que la lutte contre la fraude alimentaire et ses implications connexes en matière de salubrité alimentaire nécessitera une coordination dépassant tout cadre national unique, tel que le RSAC, la FSMA des États-Unis, l'EFSA de l'UE ou l'IMSA. Le secteur privé, la communauté scientifique et les régulateurs publics devront coordonner rapidement les informations et les solutions. Nous apprenons également que dans les économies où les PME agroalimentaires dominent, comme au Canada, le coût de la conformité pour répondre aux opportunités du commerce international peut être prohibitif, et ces coûts doivent être continuellement examinés par toutes les parties prenantes. Heureusement, nous voyons le développement rapide d'outils tels que la surveillance avancée des chaînes d'approvisionnement du froid, le code-barres ADN, la technologie de la chaîne de blocs et le « TrustTracker^{MD} » comme de nouvelles méthodes grâce auxquelles le commerce peut être facilité plus efficacement, tout en garantissant étroitement la salubrité alimentaire. Certains sous-secteurs de l'économie alimentaire, tels que le commerce des produits d'origine animale (par exemple, les produits laitiers et les viandes), peuvent faire l'objet d'un examen encore plus approfondi quant aux risques de maladies zoonoses ou d'infection. Les régulateurs gouvernementaux peuvent être extrêmement vigilants tout en collaborant avec ces sous-secteurs.

2. Inspection

Dans cette section, nous examinons les principales études sur les meilleures pratiques et les tendances émergentes en matière d'inspection des aliments, y compris les facteurs de motivation des inspecteurs, la façon dont les décisions sont prises, la manière dont elles affectent les entreprises du secteur alimentaire et la valeur globale ou les préoccupations liées à ces nouveaux développements.

2.1 Inspection gouvernementale et systèmes d'inspection par des tiers

Une étude récente du Royaume-Uni a démontré la relation entre le degré d'inspection de l'hygiène alimentaire par des inspecteurs formés, le respect de ces lois sur l'hygiène alimentaire, la contamination microbienne et les flambées de maladies d'origine alimentaire. Au Royaume-Uni, un Code de bonnes pratiques pour la législation alimentaire a été établi. L'étude a indiqué que des inspections visuelles régulières, effectuées par des inspecteurs qualifiés, constituent une mesure importante pour réduire les épidémies. L'analyse suggère un lien important entre les avantages d'une surveillance vigilante et une politique gouvernementale plus stricte en matière d'hygiène alimentaire. L'étude britannique va également au-delà du seul point d'inspection et plaide en faveur d'une approche à plusieurs volets pour le partage de données à travers la chaîne d'approvisionnement, de la ferme à la table, attirant l'attention sur l'initiative réussie des campylobactéries. L'étude Fleetwood (2019) met l'accent sur l'idée qu'un plus grand nombre d'observations et d'esprits « sur le pont » contribue à un système de sensibilisation, de conformité et de surveillance plus solide, et réexamine les protocoles fondés sur des preuves et les actions gouvernementales.

2.1.1 Différence et harmonisation : Gouvernement et inspection par des tiers

Une étude de Turku, et al. (2018) a cherché à savoir si les inspections gouvernementales et les vérifications par des tiers dans les établissements alimentaires étaient harmonisées en examinant la perception qu'ont les inspecteurs et les exploitants du secteur alimentaire des fonctionnaires. Les résultats ont démontré que tous ceux ayant été interrogés reconnaissent le non-respect, la non-conformité et la divergence entre les conclusions des fonctionnaires gouvernementaux. La question de l'étude s'est concentrée sur la pondération des avantages des vérificateurs tiers avec les inspections gouvernementales dans un système de gestion de la salubrité alimentaire. L'étude a également mis en lumière des catégories d'autocontrôle, telles que l'entretien des locaux et les retards dans l'assainissement qui peuvent avoir de graves conséquences sur la salubrité alimentaire (Turku, et al. 2018).

Une attention accrue sur les examens effectués par des inspections gouvernementales par rapport aux inspections menées par des tiers a été portée dans le cadre d'une étude réalisée par Shang et Tonsor (2019). Les auteurs remarquent que, compte tenu de la tendance à la hausse de la consommation de plats à emporter, il est très utile d'examiner les données correspondantes et, dans les recherches futures, de comprendre les segments de marché et les rappels à des niveaux moins agrégés que les niveaux nationaux, pour accroître l'impact sur la demande et améliorer les politiques et les décisions de l'industrie. L'hypothèse de départ est que, dans différentes régions, les rappels d'aliments auront des effets différents, que ce soit au Canada ou

aux États-Unis. La réponse des consommateurs à cet effet peut également varier, selon la dynamique de consommation d'une région et si la région est plus urbaine, suburbaine ou rurale.

En ce qui concerne l'inspection gouvernementale, aux États-Unis par exemple, l'immense défi pour le gouvernement fédéral en ce qui concerne la gestion de l'information liée à la contamination de la viande reste une préoccupation majeure. Le Food Safety and Inspection Service (FSIS) du département de l'agriculture des États-Unis (USDA) considère la réduction de la salmonellose humaine d'origine alimentaire comme l'une de ses priorités absolues. Selon l'agence fédérale, il y a environ 360 000 cas par an associés à une gamme de produits alimentaires. La capacité des organismes fédéraux à établir des normes de rendement est une observation critique d'une étude du Comité consultatif national sur les critères microbiologiques pour les aliments (2018). En ce qui a trait à la capacité d'inspection des viandes au niveau gouvernemental, Arzoomand, et al. (2019) reconnaissent que l'expertise en matière d'inspection est essentielle, ainsi que l'importance de bons systèmes en place pour gérer les produits carnés, de la carcasse au marché. Gorton et Stasiewicz (2017) remarquent qu'aux États-Unis, au cours des deux dernières décennies, les rappels de classe 1 (c'est-à-dire ceux qui peuvent causer de graves menaces pour la santé ou même entraîner la mort) ont représenté 71 % de tous les rappels. Les auteurs associent cela à une production animale industrielle à grande échelle et notent que l'USDA Food Safety and Inspection Service a conservé des archives de cas de rappel de produits de viande et de volaille depuis 1994, ce que les organismes régionaux sont plus à même de gérer.

Par ailleurs, Kotsanopoulos et Arvanitoyannis (2017) ont examiné la variété des normes de salubrité et de qualité des aliments qui forment la base des cadres des inspections par des tiers. Les auteurs reconnaissent que les craintes concernant la sécurité des consommateurs et du public en ce qui a trait aux aliments donnent lieu à un large éventail de solutions publiques et privées au sujet des récents scandales alimentaires, mais ils notent également que cette profusion croissante de cadres peut prêter à confusion et que leur efficacité repose sur la compétence, les aptitudes des auditeurs et les points de référence à des normes plus étendues. Une étude connexe basée aux États-Unis examine comment la formation des gérants certifiés de l'alimentation peut aider à garantir de bonnes pratiques de salubrité alimentaire en réduisant les facteurs de risque de maladies d'origine alimentaire. Appling, et al. (2018) ont évalué les résultats de 546 inspections de routine des gérants certifiés de l'alimentation aux États-Unis en 2016 et 2017, et ont constaté que l'efficacité de la gestion en matière de salubrité alimentaire dépend de l'autorité de la personne responsable et de la valeur ajoutée des inspecteurs qui vérifient les politiques et les pratiques en matière de salubrité alimentaire (ces politiques et pratiques sont probablement établies au niveau des États ou au niveau fédéral).

La capacité et les possibilités croissantes d'un accès public ou de la création de systèmes participatifs de notation de la salubrité alimentaire offrent une dimension supplémentaire à la motivation publique-privée pour l'inspection des aliments. La fréquence accrue des commandes de plats à emporter, associée au risque de maladies d'origine alimentaire, suscite une inquiétude

croissante quant à l'hygiène des établissements de restauration. Dans des villes comme Toronto, les services de santé publique locaux ont intensifié la divulgation des résultats des inspections sanitaires des établissements alimentaires, tandis qu'une étude basée dans l'Ohio, aux États-Unis, a révélé qu'un système à code de couleur facile à comprendre a eu un effet sur la performance des établissements alimentaires (Choi et Scharff, 2017).

2.2 Nouvelles technologies : nanotechnologie, systèmes d'alerte, spectroscopie dans le proche infrarouge

Les technologies d'inspection des aliments sont nombreuses et évoluent rapidement. Parmi les outils d'analyse figurent les nano-enzymes, qui sont extrêmement sensibles, spécifiques et reproductibles dans l'inspection des aliments. Les nano-enzymes fonctionnent à l'échelle microscopique pour détecter les caractéristiques de qualité. Bien qu'on en soit toujours aux premières étapes de développement, une inspection des aliments hautement spécifique et reproductibles suscite de l'inquiétude auprès du public. Grâce à une détection approfondie, les nano-enzymes peuvent être un outil de détection de la qualité et de la sécurité même dans le domaine agricole. Cet outil n'inclut pas une compréhension approfondie des principes de la qualité des aliments, ce qui permet de maintenir l'application courante au niveau empirique (Huang, et al. 2019). Pourtant, la collaboration proactive parmi les experts en la matière permet d'orienter les systèmes d'alerte précoce et les progrès des technologies d'inspection des aliments (Allain, et al. 2018), ce qui entraîne souvent l'inspection des produits de viande et de volaille.

En ce qui concerne l'inspection de la viande, Barbin, et al. (2019) ont examiné la spectroscopie dans le proche infrarouge (NIR) comme étant une technique potentielle pour analyser différentes coupes de viande. L'enquête a examiné si la spectroscopie dans le proche infrarouge est un outil pratique pour l'évaluation de la qualité des charcuteries. L'outil peut détecter les composants chimiques dans les échantillons, éliminer l'analyse subjective par les seuls transformateurs d'aliments et construire des données en temps réel sur les produits carnés aux fins de documentation, de traçabilité et d'étiquetage. L'association d'experts humains, complétée par de nouveaux outils technologiques, pourrait conduire à des avancées majeures dans l'efficacité de l'inspection des aliments.

2.3 Capacité des petites entreprises en matière d'inspection des aliments

Parmi les mandats, les cadres, les politiques et les protocoles d'inspection du gouvernement et la capacité des inspecteurs tiers de fournir des yeux supplémentaires sur la chaîne d'approvisionnement alimentaire, la réalité est qu'au Canada, la plupart des entreprises du secteur alimentaire qui sont des PME, doivent disposer de la capacité à se frayer un chemin à travers ces nouvelles avancées dans le domaine de l'inspection des aliments.

Avec le RSAC, les titulaires de permis de l'industrie alimentaire seront tenus d'avoir au moins un système de contrôle préventif en place et, dans la plupart des cas, d'avoir un plan de contrôle préventif par écrit. Certaines petites entreprises ont des clients (comme les chaînes de magasins de détail) qui exigent qu'elles aient un système HACCP ou une sorte de système de contrôle de la qualité en place. Le HACCP est une norme internationale majeure, et bien que les propriétaires de petites entreprises du secteur alimentaire soient tenus de suivre les meilleures pratiques, celles-ci sont souvent volontaires. Torma, et al. (2019) identifient les problèmes avec les systèmes volontaires par rapport aux systèmes obligatoires, en particulier avec les petites entreprises du secteur alimentaire. L'étude a révélé que plusieurs petits exploitants, dans ce cas, à partir d'une étude en Europe du Nord, sont confrontés à des défis persistants pour pouvoir se conformer à plusieurs programmes d'autocontrôle et au HACCP, malgré les instructions émises et la supervision sur place. Les auteurs notent qu'à travers l'UE, et en particulier pour les petites entreprises du secteur alimentaire, les normes d'inspection, spécialement celles dictées par l'auto-évaluation, ont une communication plus simplifiée pour accroître la facilité d'utilisation et la compréhension.

Dans une étude connexe d'Europe du Nord (Finlande), Kaskela, et al. (2019) attirent l'attention sur l'importance des systèmes de divulgation pour démontrer les faiblesses de l'inspection des aliments et le non-respect des règles et réglementations en matière de salubrité alimentaire. Les auteurs constatent que les exploitants du secteur alimentaire (FBO) peuvent avoir une perception du risque qui diffère des normes gouvernementales, car plusieurs exploitants travaillent dans un environnement interentreprises, où une certification par un tiers est requise, et ils peuvent minimiser l'importance de la divulgation des résultats aux fonctionnaires gouvernementaux. Les résultats de la recherche soulignent que, dans le contexte de l'UE, il existe plusieurs niveaux d'interaction liés à l'inspection des aliments, des normes gouvernementales aux pratiques de marché, souvent interentreprises, qui peuvent ne pas être coordonnées avec des politiques de salubrité alimentaire plus larges. Un système de divulgation robuste préconisé par les auteurs augmenterait la correction de la non-conformité. Comment cette combinaison d'inspections par des tiers du secteur privé, de coordination interentreprises et d'harmonisation pourrait-elle fonctionner dans le nouveau paysage de la Loi sur la salubrité alimentaire au Canada / du Règlement sur la salubrité alimentaire au Canada ?

2.4 Résumé et observations clés : Section 2 – Thèmes principaux

Thèmes principaux	Principales juridictions	Complexité de l'utilisation / transfert au Canada – 1 (la plus simple) à 5 (la plus complexe et la plus difficile)
Gestion des données (gouvernement, tiers, PME) (Truku, 2018, autres)	É.-U., UE, International	2 , selon la région du Canada, la coordination entre les autorités fédérales, provinciales et municipales et les exploitants du secteur alimentaire.
Coordination entre les autorités locales, régionales, fédérales et internationales (formation)	É.-U., UE, International	3 , en fonction de l'affectation des ressources à la formation pour l'inspection et de la disponibilité d'inspecteurs tiers.
Nouvelle technologie (le proche infrarouge, nanotechnologie) (Huang, 2018)	É.-U., UE, International	4 , en fonction des nouvelles applications technologiques aux premiers stades de développement, certaines plus spécifiques aux sous-secteurs, tels que la viande et les fruits de mer, où l'inspection est souvent plus rigoureuse.

L'une des considérations majeures dans la littérature récente, essentiellement en provenance des principales juridictions de l'OCDE en Amérique du Nord et dans l'UE, est de savoir si l'inspection de la salubrité alimentaire bénéficie davantage des inspecteurs du gouvernement ou de tiers, ou d'une nouvelle combinaison des deux. Au Royaume-Uni, une étude a souligné l'importance de « plus d'observations » sur le pont pour établir des contrôles et des équilibres de collaboration solides vers un régime de salubrité alimentaire aux niveaux national et régional. Plusieurs études récentes ont examiné l'inspection à la lumière de l'évolution des tendances de consommation alimentaire, notamment les plats à emporter et les repas prêts-à-manger qui gagnent en popularité. De nombreuses études conviennent que des systèmes d'inspection efficaces nécessitent une gestion efficace de la part des exploitants du secteur alimentaire et la capacité de travailler avec les inspecteurs pour fournir les informations requises. « L'externalisation ouverte » (ou crowdsourcing) pourrait également trouver une contribution grandissante auprès des inspecteurs, et les critiques de restaurants et les commentaires sur les médias sociaux peuvent signaler aux agences d'inspection des indicateurs de risque croissants dans certains établissements. Les applications technologiques émergentes, telles que la

nanotechnologie et la spectroscopie dans le proche infrarouge, permettront de créer des systèmes d'alerte qui détecteront plus précocement et plus rapidement les risques au niveau microscopique avant que les problèmes ne dégénèrent en une maladie d'origine alimentaire plus importante. Tous ces développements doivent également tenir compte du paysage des entreprises du secteur alimentaire, en particulier les petites et moyennes entreprises agroalimentaires, et comment chacune d'elles peut être la plus apte à satisfaire aux nouvelles réglementations de conformité.

3. Numérisation, science des données et analytique prédictive

La révolution numérique dans le marketing, la gestion de l'information, les mégadonnées, l'analyse et la saisie d'informations a des répercussions profondes sur les chaînes d'approvisionnement et sur la salubrité alimentaire. Les marchés en ligne, des épiciers aux centres logistiques de distribution, en particulier pendant la pandémie de la COVID-19, sont en plein essor et la capacité des entreprises et détaillants du secteur alimentaire à répondre aux besoins des consommateurs en rapide évolution est essentielle. Quelles seront les meilleures pratiques dans cette nouvelle réalité ? Quelle sera la responsabilité de la gestion éthique des données malgré les innovations en matière de salubrité alimentaire ? Comment l'ACIA pourra-t-elle se frayer un chemin dans la modélisation prédictive, les données à externalisation ouverte, les normes de l'industrie et les pratiques partagées au Canada dans le contexte du nouveau RSAC ?

3.1 Approches bayésiennes, apprentissage profond et modélisation dans le proche infrarouge

La complexité des systèmes de gestion des données a considérablement progressé au cours des deux dernières décennies, où des informations détaillées sur l'ensemble des chaînes d'approvisionnement peuvent être suivies avec un ensemble de moniteurs. À l'aide de statistiques bayésiennes, il est possible de modéliser par analytique prédictive et de savoir quels ingrédients et produits présentent un risque de contamination plus élevé. Cette méthodologie a récemment été utilisée dans une étude de cas aux Pays-Bas dans la chaîne d'approvisionnement en herbes et épices. Ces ingrédients se retrouvent souvent dans les produits alimentaires de sources disparates, et si des allergènes peuvent être présents dans un produit fini, l'analyse de détection nécessite une capacité de transformation importante pour en déterminer l'origine, ce que les statistiques bayésiennes sont en mesure de gérer. Dans le cas des herbes et des épices, elles peuvent être potentiellement contaminées par des agents pathogènes comme la salmonella, les mycotoxines, les pesticides et les métaux lourds, ou des contaminants physiques tels que des micro-morceaux de verre. L'étude néerlandaise de Bouzembrak, et al. (2018) met en lumière l'utilisation potentielle de la modélisation bayésienne pour prédire les dangers pour

chaque niveau d'une chaîne d'approvisionnement en épices. Les données incorporées dans le modèle s'appuient également sur l'expertise des bases de données du système de surveillance de l'EFSA et de l'Organisation mondiale de la santé. Les auteurs indiquent également que les modèles bayésiens peuvent être comparés à l'échantillonnage aléatoire et à d'autres techniques de données basées sur les risques.

Dans une autre étude connexe de Bouzembrak et Martin (2019), l'accent porte sur la façon dont les risques pour la salubrité alimentaire sont déterminés par des facteurs tels que le climat, l'économie et le comportement humain. Le suivi de ces facteurs de la chaîne d'approvisionnement dans leur complexité avec une approche holistique pouvant révéler des relations de cause à effet et proposer des mesures d'atténuation est ce que les auteurs proposent dans l'utilisation d'une approche de réseau bayésien (BN). La recherche s'est penchée sur les notifications de salubrité alimentaire des fruits et légumes en Inde, en Turquie et aux Pays-Bas sur une période de 10 ans de 2005 à 2015. Les facteurs climatiques et économiques ont également été étudiés. Le modèle de réseau bayésien a utilisé des algorithmes d'acquisition de connaissances, optimisé les différentes catégories de risques et démontré une précision de prédiction de 95 % pour les dangers liés à la salubrité alimentaire des fruits et légumes (Bouzembrak et Marvin, 2019). L'étude démontre comment les connaissances spécialisées et les systèmes de gestion des données peuvent se combiner au sein d'un modèle pour aider les gestionnaires de risques de salubrité alimentaire à mieux comprendre les facteurs déterminants.

Deux autres études portant sur le secteur alimentaire chinois illustrent davantage l'utilisation de la modélisation bayésienne des données. Lors d'une étude, la modélisation bayésienne a été combinée à une méta-analyse afin d'évaluer la qualité et la salubrité des aliments pour identifier les risques alimentaires dans un marché chinois. Les auteurs Yang, et al. (2019) affirment que la modélisation bayésienne peut être utilisée par les administrateurs publics tels que l'ACIA pour évaluer la qualité et la salubrité, et par les fabricants de produits alimentaires pour évaluer leurs propres produits. Les auteurs mentionnent l'attention particulière portée aux approches de gestion des données qui peuvent traiter d'importants volumes d'informations et de flux commerciaux. À cet égard, une étude de Soon (2020) a utilisé un modèle de réseau bayésien pour prédire les produits de fraude alimentaire en provenance de Chine. Les types de fraudes alimentaires ont été classés en amélioration artificielle, falsification, documentation, commerce illégal et autres activités non autorisées. Le modèle bayésien a prédit les probabilités de fraude dans ces catégories avec une précision de 85 %, et l'auteur remarque l'avantage du réseau bayésien pour les contrôles et inspections aux frontières pour certains produits alimentaires cibles.

3.1.1 Limite des applications d'apprentissage profond et de séquençage de nouvelle génération

Les applications d'apprentissage profond constituent une autre méthodologie importante de gestion des données qui attire l'attention des créateurs de systèmes de gestion de la salubrité alimentaire. Zhou, et al. (2019) ont mené une revue de la littérature sur l'apprentissage profond en tant que format d'analyse de données pour résoudre des problèmes liés aux aliments, y compris l'inspection de la qualité et la contamination des aliments. Les auteurs ont étudié comment l'apprentissage profond pourrait être utilisé comme outil avancé d'exploration de données et soulignent que l'apprentissage profond surpasse d'autres méthodes telles que les extracteurs d'attributs manuels ou les algorithmes d'acquisition de connaissances conventionnels. Les résultats indiquent que les problèmes de classification et de régression de la salubrité alimentaire identifiés avec les applications d'apprentissage profond devraient attirer davantage d'efforts de recherche dans le domaine de la salubrité alimentaire. Zhou, et al. soulignent que l'utilisation des applications d'apprentissage profond dans le système alimentaire est au stade initial, et que pour être efficace, ces applications nécessiteront une coordination étendue avec une gamme de sources de données, y compris l'imagerie, les informations sensorielles et le suivi pour fournir une évaluation complète. L'étude soulève la prise en compte de l'apprentissage profond parmi la gamme d'autres avancées dans le domaine des applications et de la gestion des données.

Outre l'apprentissage profond, une plateforme perfectionnée pour la science des données utilisée dans des applications pour la sécurité et l'authenticité des aliments est celle du séquençage de nouvelle génération. Les plateformes de séquençage de nouvelle génération sont adaptées à différents types d'analyses, telles que le séquençage d'ADN. Le séquençage de nouvelle génération est susceptible de devenir une aide précieuse pour obtenir la conformité réglementaire et assurer la protection de la réputation, en particulier pour les matrices alimentaires complexes. Hayes, et al. (2019) affirment que le séquençage de nouvelle génération est avantageux pour les consommateurs notamment lors des contrôles analytiques de routine pour l'authenticité des aliments ou la contamination dans la chaîne d'approvisionnement alimentaire. Du point de vue de l'ACIA, le séquençage de nouvelle génération peut être un outil des plus utiles pour minimiser les coûts de transaction, traiter la non-conformité et aider les producteurs à effectuer les vérifications de certification, à déclarer les matières et les ingrédients et à différencier l'intégrité de la marque. Hayes ajoute également qu'« une des critiques relatives à l'utilisation des applications de séquençage de nouvelle génération est que ces dernières sont trop gourmandes en données, notamment en ce qui concerne les aliments simples et non transformés ». L'auteur note plutôt la valeur des tests pour déterminer les produits et les points chauds géographiques. Enfin, pour que l'application de séquençage de nouvelle génération contribue efficacement aux tests de salubrité alimentaire « il sera essentiel que les laboratoires d'analyse compétents soient agréés de manière appropriée. » (Hayes, et al. 2019).

3.2 Spectroscopie dans le proche infrarouge, apprentissage machine, exploration de données et statistiques multivariées

3.2.1 Spectroscopie dans le proche infrarouge, acquisition de connaissances et contrôle des aliments

Dans une étude de Richter, et al. (2019), la spectroscopie dans le proche infrarouge a été utilisée pour aider à identifier la provenance des légumes de six pays d'origine. Plus de trois années de récolte ont été analysées puis combinées avec des outils d'acquisition de connaissances. Lorsque la spectroscopie dans le proche infrarouge et l'acquisition de connaissances ont été utilisées avec des classificateurs de machine à vecteurs de support, la précision du pays d'origine était de 89 %. Les résultats ont démontré le potentiel de la spectroscopie dans le proche infrarouge (combiné avec des applications de science des données) comme technique de dépistage de la provenance des légumes. Étant donné l'inquiétude à l'échelle internationale concernant la fraude alimentaire des ingrédients et les appellations d'origine protégées, les normes et les logos de marque, la spectroscopie dans le proche infrarouge peut être l'outil idéal pour valider davantage l'origine d'un produit.

Une gamme de technologies, y compris la spectroscopie dans le proche infrarouge, la spectrométrie de masse et la chromatographie, continue de rivaliser pour attirer l'attention sur la mesure analytique moderne de l'intégrité des aliments. Kemsley, et al. (2019) ont attiré l'attention sur la méthodologie de gestion des données qui peut traiter des masses importantes de données entrantes, lesquelles peuvent arriver sous des formes complexes et peu maniables. Selon l'auteur, il existe un assortiment de méthodes informatiques qui sont particulièrement adaptées pour traiter ce type de données, il s'agit de l'analyse multivariée. Kemsley fait valoir que les statistiques multivariées constituent une méthode supérieure d'évaluation de la salubrité alimentaire car la méthode fonctionne avec d'autres points de convergence et des méthodes telles que la spectroscopie dans le proche infrarouge. L'analyse multivariée ajoute une stratification à la manipulation des données, et cet élément multidimensionnel est de plus en plus inévitable car les aliments frelatés « sont généralement de composition similaire à leurs homologues authentiques » (Kemsley, 2019). En bref, les défis complexes auxquels la salubrité et l'authentification alimentaire doivent faire face nécessitent des systèmes de gestion de données capables de calculer des variables et des éléments au-delà du modèle univarié. Cette méthode est également soutenue par De Lima, et al. (2020), lesquels ont jumelé la spectroscopie dans le proche infrarouge avec une analyse multivariée pour combiner la détection des caractéristiques physiques avec une analyse statistique robuste. L'étude a démontré que la spectroscopie dans le proche infrarouge combinée à une analyse multivariée peut être une méthode rapide et efficace pour identifier la fraude au contenu d'épices et éviter les techniques d'analyse traditionnelles plus coûteuses, plus longues et plus complexes (de Lima, et al. 2020).

Dans une étude connexe, Peromingo, et al. (2020) ont utilisé des techniques d'exploration de données via des arbres de décision pour essayer de détecter la présence d'aflatoxines dans les viandes salaisonées au sein d'un ensemble donné de protocoles HACCP. Les auteurs affirment que l'exploration de données à l'aide d'arbres de décision est un indicateur fiable et précis se traduisant par une atténuation des risques, un suivi et une réponse proactive de l'industrie alimentaire.

3.3 Analyse, collecte et qualité des données sur le sentiment social

Ce ne sont pas seulement les données sur le transport et la salubrité des produits alimentaires et de leurs ingrédients qui doivent être gérées, mais aussi le sentiment social en constante évolution chez les consommateurs. Overbey, et al. (2017) vont au-delà des avancées de la science des données dans la spectroscopie dans le proche infrarouge, les approches du réseau bayésien et les statistiques multivariées pour examiner les données à l'origine du changement de comportement réel et les systèmes d'éducation et de formation requis. Les auteurs remarquent qu'aux États-Unis, 48 millions de personnes tombent malades chaque année à cause de différents types de maladies d'origine alimentaire, et beaucoup sont hospitalisées et meurent. L'argument clé est que les maladies d'origine alimentaire ne peuvent pas être traitées uniquement par les progrès scientifiques, mais par le changement de comportement, car les pratiques dangereuses au niveau individuel jouent un rôle crucial dans la salubrité alimentaire. La formation et l'éducation, qu'elles soient assurées en grande partie au Canada par les agences locales, doivent combiner les plateformes traditionnelles et nouvelles des médias sociaux (et les données recueillies pour améliorer les processus). Overbey écrit que la messagerie via le contenu dans les publications des médias sociaux pour les lecteurs peut encourager l'interaction grâce aux questions et commentaires. L'étude souligne que les meilleures pratiques pour l'utilisation des médias sociaux ne sont pas encore entièrement établies, et des études plus contrôlées sur les effets et avantages dans le domaine de la salubrité alimentaire sont encore nécessaires.

Pour illustrer davantage l'importance du suivi et de la qualité des données, une étude de Gomes-Neves, et al. (2018) a examiné les producteurs d'aliments (agriculteurs en particulier) au Portugal, ayant apparemment des difficultés à fournir des informations spécifiques pour la conformité en matière de salubrité alimentaire. Les auteurs soulignent la nécessité d'avoir de meilleurs formulaires et systèmes ainsi qu'une formation améliorée pour obtenir et intégrer les bonnes données de la ferme à la transformation. Bien que des lois à l'échelle de l'UE puissent exister, elles peuvent ne pas être appliquées avec précision si les données soumises sont inexactes. Gomes-Neves, et al. écrivent que davantage d'efforts devraient être déployés (dans le cadre de l'EFSA) pour former les travailleurs de la chaîne d'approvisionnement alimentaire à fournir des informations pertinentes et précieuses, en soulignant l'importance de la chaîne alimentaire dans la protection de la santé publique. Dans le contexte canadien actuel, en vertu du RSAC, l'ACIA ne dicte pas comment une entreprise doit fournir et suivre ses données. Bien que des modèles de

base soient fournis, il y a une mise en garde selon laquelle les parties réglementées peuvent souhaiter les adapter à leurs activités.

3.4 Résumé et observations clés - Section 3 – Thèmes principaux

Thèmes principaux	Principales juridictions	Complexité de l'utilisation / du transfert au Canada – 1 (la plus simple) à 5 (la plus complexe et la plus difficile)
Systèmes avancés de gestion de données et d'analyse (modèle bayésien et approche réseau ; apprentissage profond ; séquençage de nouvelle génération ; apprentissage machine ; spectroscopie dans le proche infrarouge	Une large gamme d'applications à l'échelle internationale, une analyse avancée de cas, une capacité et une infrastructure de données, et des experts qualifiés sont nécessaires	4 , selon le type spécifique de système de gestion et d'analyse des données. Les systèmes de données utiles au commerce canadien dans nos sous-secteurs alimentaires concurrentiels sont les plus pertinents pour le Canada.
Analyse du sentiment social	UE, É.-U.	3 , large spectre de faisabilité de transfert au Canada, selon l'endroit le plus pertinent, plus facile dans les plateformes de surveillance et d'analyse sociale existantes, à une plus grande complexité pour établir des liens entre le bruit et le signal dans le sentiment social concernant la salubrité des aliments

Plusieurs études récentes portant sur les limites du numérique, du commerce électronique et de l'analyse de la salubrité alimentaire et la science semblent tenter de maîtriser des méthodes, des programmes et des modèles afin de pouvoir traiter les énormes quantités de données auxquelles l'industrie alimentaire est confrontée. De nombreuses études récentes se sont penchées sur les approches du réseau bayésien, et l'une des théories expliquant pourquoi, car cette méthode permet la saisie de nombreuses variables de cause à effet dans la modélisation des prédictions. Les développements rapides dans le domaine de l'analytique prédictive, de l'acquisition de connaissances, de l'apprentissage profond et des logiciels d'intelligence artificielle regroupent essentiellement des programmes visant à tenter de donner un sens aux modèles d'analyses. La gestion des données, lorsqu'elle est combinée à des outils de suivi, tels que la spectroscopie dans le proche infrarouge, les indicateurs de surveillance des aliments, l'analyse du sentiment social

et les dispositifs de suivi de l'Internet des objets peuvent tous potentiellement alimenter des outils de prédiction qui amélioreraient de manière optimale le jugement humain, que ce soit par les autorités gouvernementales de réglementation de la salubrité alimentaire ou les entreprises du secteur alimentaire privé.

4. Étiquetage et emballage

Cette section se concentre sur les nouveaux développements dans le domaine des technologies d'étiquetage et d'emballage qui peuvent aider à renforcer la salubrité alimentaire. On y présente des exemples de nouveaux emballages plus durables qui permettent de réduire les déchets plastiques, tout en répondant aux normes d'émissions de carbone et en fournissant des indicateurs de périssabilité des aliments. Les chercheurs examinent les informations sur les étiquettes d'emballage destinées aux consommateurs pour leur sécurité. Certains ont démontré l'impact des nouvelles directives de l'UE sur les déchets plastiques pour les protocoles de normes de salubrité alimentaire. Les détails figurent ci-dessous.

4.1 Emballage actif-réactif

4.1.1 *Emballage alimentaire actif ou réactif – Progrès et technologie*

L'industrie alimentaire est de plus en plus confrontée à un large éventail de mesures visant à réduire les déchets d'emballages, principalement sous forme de plastique. Cependant, parallèlement, la commodité du plastique est indéniable et, en outre, la salubrité alimentaire devra être assurée avec l'arrivée de toute nouvelle réglementation en matière de développement durable en cours d'élaboration.

Yildirim, et al. (2018) ont examiné l'utilisation du terme « emballage actif » dans l'industrie alimentaire. Les auteurs mettent en évidence les efforts des consommateurs pour obtenir des aliments plus sûrs, plus sains et de meilleure qualité, avec une durée de conservation, une commodité et une transparence plus longues. Selon l'étude, « l'emballage actif » est une approche innovante du confinement des produits alimentaires. Le règlement de l'UE définit le terme comme des systèmes qui interagissent avec les aliments de manière à incorporer des composants qui libèrent ou absorbent des substances. Les systèmes d'emballage actif peuvent « absorber » ou « émettre », en ajoutant ou en éliminant des composés, tels que le dioxyde de carbone, l'oxygène, l'éthylène ou les odeurs. L'utilisation d'emballages actifs va également de pair avec la tendance à réduire la falsification des aliments eux-mêmes grâce aux additifs et aux conservateurs.

Par ailleurs, dans une étude récente de Brockgreitens et Abbas (2016), les auteurs ont passé en revue les différentes définitions et catégories de technologies d'emballage alimentaire et ont

identifié les « emballages alimentaires réactifs » comme émergents dans le domaine, et contrairement aux emballages actifs, ils peuvent répondre aux stimuli dans les aliments ou l'environnement pour permettre la surveillance et/ou la correction en temps réel de la qualité et de la salubrité des aliments. Les auteurs se penchent sur les développements des matériaux sensibles aux stimuli, ainsi que les défis et l'orientation future pour transposer la recherche en produits commercialement viables. Selon l'étude, un emballage réactif pourra à la fois réduire la détérioration, le gaspillage alimentaire, les rappels et les épidémies. D'un point de vue stratégique, il est important de se demander si cette innovation sera dirigée par les consommateurs, les marques de produits alimentaires ou les organismes de réglementation comme l'ACIA.

4.1.2 Emballage alimentaire - Bilan et tendances futures

L'emballage alimentaire doit faire face aux nombreuses exigences d'un marché de consommation moderne. L'oxydation, la détérioration d'origine microbienne et le métabolisme sont quelques-unes des principales causes de détérioration des aliments pendant leur production, leur transport, leur transformation, leur stockage et leur commercialisation. Ces processus sont liés à la perte de qualité des aliments (y compris la salubrité) et influencent les décisions d'achat des détaillants et des consommateurs de même que la santé publique. Les auteurs Han, et al. (2018) reconnaissent que l'emballage alimentaire doit continuer d'évoluer rapidement pour répondre aux multiples pressions d'un public de consommateurs exigeants.

Une catégorie populaire et en pleine croissance est celle des aliments prêts-à-manger (PAM), que l'on trouve dans les épiceries et dans les magasins d'alimentation. Les produits PAM, ainsi que les plats cuits-servis, cuits-refroidis et cuits-congelés ont gagné en popularité. Les technologies d'emballage dans lesquelles les aliments sont cuits, refroidis, réfrigérés pour le stockage et réchauffés avant d'être servis sont de première importance. Le matériau d'emballage influe sur les vitesses de refroidissement et une mauvaise manipulation peut également contaminer les aliments avec des agents pathogènes d'origine alimentaire. Dans une étude de Coorey, et al. (2018), les auteurs attirent l'attention sur la croissance phénoménale des aliments prêts-à-manger et prêts-à-cuisiner, et sur le fait que bon nombre de ces aliments ont récemment coûté des milliards de dollars aux États en maladies. L'accent est mis sur la vitesse de refroidissement en tant que point de contrôle critique dans tout plan guidé par le HACCP pendant le développement de l'emballage du produit. De plus, les aliments doivent être scellés dans des matériaux et des formats appropriés pour minimiser la contamination après traitement. L'étude se termine par une mise en garde concernant les recherches limitées sur les taux de refroidissement liés aux risques des agents pathogènes d'origine alimentaire, et encore moins sur les taux de refroidissement des matériaux d'emballage alimentaire, un élément à considérer pour le Règlement sur la salubrité des aliments au Canada / la Loi sur la salubrité des aliments au Canada et l'ACIA.

Une étude réalisée en 2019 par Lemos-Junior, et al. attire l'attention sur la popularité croissante des emballages en PET (polyéthylène téréphtalate), qui ont remplacé les emballages en verre pour les boissons gazeuses sur une période relativement courte. Cependant, les auteurs

s'appuient sur la reconnaissance croissante de la réaction défavorable des consommateurs et de la société contre les déchets de bouteilles en plastique et sur la pression exercée par l'industrie pour qu'elle réutilise les bouteilles en plastique. Mettant en lumière l'utilisation des principes de l'HACCP comme cadre directeur, Lemos-Junior, et al., soulignent qu'un programme du HACCP au sein d'une entreprise d'embouteillage peut donner lieu à d'importantes améliorations en matière de sécurité et de qualité du recyclage et de la réutilisation des bouteilles en plastique. Chaque pays (États-Unis, Canada) et chaque région (UE, Asie) seront confrontés à la pression immédiate de leurs propres consommateurs et de la société en ce qui concerne l'emballage, la durée de conservation et les méthodes utilisées pour garantir la salubrité alimentaire (Chen, et al. 2020).

Un dernier exemple d'innovation dans l'emballage est celui de l'emballage sous atmosphère modifiée (EAM), une variante de l'emballage actif, couramment utilisé pour les produits alimentaires périssables tels que les fruits de mer pour inhiber ou retarder la croissance microbienne et prolonger la durée de conservation. Kuuliala, et al. (2018) font le lien avec l'utilisation de l'analyse des données pour aider à choisir le bon emballage parmi une gamme de produits de stockage et d'emballage appliqués à la problématique du transport des fruits de mer. L'EAM permet d'identifier les composés organiques volatils (COV) liés à la détérioration. Combiné à des statistiques multivariées, l'EAM fournit des méthodes analytiques pour la caractérisation et la sélection d'indicateurs de détérioration pertinents.

4.2 Étiquetage : information des consommateurs et conformité

Une étude réalisée en 2019 par Tinacci, et al. a examiné la conformité aux réglementations actuelles de l'UE en matière d'étiquetage et les produits identifiés comme présentant des incidents de substitution, dans ce cas, en particulier, le hareng transformé sur le marché italien. Plus de 120 échantillons de hareng ont été examinés et leur étiquetage a été revu. Les résultats de l'étude étaient positifs, dans la mesure où une conformité substantielle à l'étiquetage et l'absence d'incidents d'étiquetage erroné ont confirmé un niveau élevé des systèmes de formation et de contrôle des exploitants du secteur alimentaire pour protéger les consommateurs et leur permettre de faire des choix éclairés (Tinacci, et al. 2019). L'étude émane du contexte des incidents précédents car la nature des produits de la mer rend souvent la reconnaissance des espèces difficile, voire impossible, à identifier dans certains cas. Dans ce contexte, la traçabilité des fruits de mer et un étiquetage approprié sont des aspects clés pour protéger la santé des consommateurs et assurer la salubrité des aliments. Les auteurs vont plus loin en mettant l'accent sur les lois et les règlements de l'UE décrivant les exigences pour l'intégrité de la chaîne d'approvisionnement des fruits de mer.

Travaillant eux aussi sur l'étude des réglementations sur l'étiquetage des aliments, Neill et Holcomb (2019) examinent la Food Safety Modernization Act (FSMA) des États-Unis, introduite en 2011, qui met l'accent sur la salubrité alimentaire axée sur la prévention plutôt que sur la réponse à la contamination. Ceci est reconnu comme étant également conforme à l'Initiative mondiale de salubrité des aliments. Les nouveaux résultats en matière de salubrité alimentaire

créés dans le cadre de la FSMA confèrent à l'USDA une surveillance directe de 80 % de la chaîne d'approvisionnement alimentaire américaine. Aux États-Unis, les auteurs attirent l'attention sur les produits agricoles des petites fermes, souvent vendus directement sur les marchés fermiers. La FSMA a une règle de sécurité des produits qui introduit en outre de nouvelles exigences à la ferme pour réduire les risques de bactéries, virus et parasites pathogènes dans les produits frais. La demande en fruits et légumes ne cesse de croître aux États-Unis et au Canada, et il existe un besoin de protocoles de salubrité alimentaire connexes et avancés pour faire face à cette réalité. La valeur sous-jacente de cette étude est de démontrer tout au long de la chaîne d'approvisionnement, aux agriculteurs, aux marchés fermiers, aux détaillants et aux consommateurs, la force de l'étiquetage réglementaire pour accroître la sensibilisation, l'éducation et la confiance (Neill et Holcomb, 2019).

4.3 Résumé et observations clés - Section 4 – Thèmes principaux

Thèmes principaux	Principales juridictions	Complexité de l'utilisation / transfert au Canada – 1 (la plus simple) à 5 (la plus complexe et la plus difficile)
Innovation d'emballage (emballage actif, Yildirim, 2018 ; emballage réactif, Brockgreitens et Abbas, 2016 ; emballage sous atmosphère modifiée, Kuuliala, 2018)	UE, É.-U., International	3 , avec un large spectre de faisabilité et de demande de transfert, en fonction de l'innovation d'emballage spécifique. Certaines existent déjà au Canada, d'autres applications, comme les emballages sous atmosphère modifiée, peuvent être dirigées par des sous-secteurs et par des marques particulières pour des produits particuliers.
Emballage d'aliments prêts à consommer (Coorey, 2018)	UE, É.-U., Canada, International	3 , probablement motivée par des préoccupations spécifiques de la réglementation et des consommateurs concernant la salubrité des aliments prêts à consommer. Les normes HACCP peuvent fournir de l'expertise aux exploitants du secteur alimentaire.
Étude de cas des É.-U. / UE : fruits de mer ; FSMA, étiquetage des règles de sécurité sur les produits (Neill and Holcomb, 2019)	UE, É.-U.	4 , motivé en grande partie par la pertinence de chaque cas pour les entreprises alimentaires canadiennes et leurs besoins et préférences en matière d'étiquetage, comme les fruits de mer ou les fruits et légumes canadiens, et les risques de fraude connexes.

Les emballages alimentaires sont de plus en plus surveillés et pas nécessairement pour des raisons de salubrité alimentaire uniquement, car de nombreux consommateurs et plusieurs entreprises du secteur alimentaire exercent une pression internationale pour réduire la quantité considérable de déchets plastiques qui vont de pair avec la commodité de contenants

alimentaires facilement transportables et légers. Les principales études sur l'emballage attirent l'attention sur les emballages actifs et réactifs, car les contenants peuvent être sensibles à l'évolution de la chimie des aliments, à leur périssabilité et à leur indication en cas de détérioration. Parallèlement à la demande croissante des consommateurs pour des emballages plus durables et réutilisables, il existe une tendance équivalente vers moins de falsification et moins d'utilisation d'additifs et de conservateurs, ce qui crée un mélange complexe de défis pour une entreprise moderne de transformation d'aliments. L'étiquetage joue un rôle important à son tour pour transmettre au détaillant et au consommateur de produits alimentaires les informations pertinentes quant aux risques associés à un produit. L'éducation des consommateurs sur l'étiquetage et ses avantages pour une plus grande sensibilisation aux risques liés à la salubrité alimentaire a également été examinée dans la documentation existante.

5. Gestion des risques et des contrôles préventifs

Cette dernière section traite de l'examen approfondi de l'évaluation des risques et de la gestion des contrôles préventifs.

5.1 Formation, salubrité alimentaire, culture organisationnelle et changement

5.1.1 Formation et éducation

Dans le contexte de la salubrité alimentaire, la prévention s'est imposée comme une évidence par rapport à la gestion de crise. L'attention internationale s'est portée sur la formation, la coordination organisationnelle et la culture qui vont de pair avec les meilleures pratiques de salubrité alimentaire. Les réglementations internationales ont également cherché à coordonner les efforts. Dans une étude récente de Crandall, et al. (2017), l'auteur attire l'attention sur l'Initiative mondiale de salubrité des aliments créée lors du Forum des biens de consommation en 2000, pour accroître la salubrité alimentaire à l'échelle mondiale et tenter d'harmoniser les réglementations. En 2013, plus de 15 000 producteurs d'aliments certifiés IMSA ont fourni des informations qui permettaient de savoir si l'initiative avait répondu aux attentes. Les résultats étaient surprenants, car 74 % des fabricants de produits alimentaires passeraient par le processus de certification de l'Initiative mondiale de salubrité des aliments, même si cela n'est pas exigé par les détaillants, car le processus a réduit le nombre d'audits par des tiers et amélioré les programmes internes des fabricants. L'étude a principalement été menée en Amérique du Nord, de sorte que certaines restrictions sont reconnues, mais l'un des principaux points à retenir de la part des gens sondés était celui des économies de coûts inhérentes à leur expérience avec l'Initiative mondiale de salubrité des aliments, en particulier pour les petites entreprises du secteur alimentaire.

Aux États-Unis, un autre programme de formation en éducation des adultes axé sur le changement de comportement en matière de salubrité alimentaire faisait l'objet d'un examen par Zan, et al. (2019), utilisant une analyse de coûts-avantages du EFNEP (Programme élargi d'éducation alimentaire et nutritionnelle) dans l'Ohio. L'étude remet en question le degré de certitude dans la façon dont les gens sont informés par le biais du programme, la durée pendant laquelle la formation est efficace et le niveau de réduction des risques liés aux changements de comportement. Les auteurs reconnaissent la valeur de la prévention des maladies et des économies de coûts, des éléments importants pour les décideurs qui doivent respecter des budgets fixes, mais ils notent également qu'il existe des limites inhérentes aux données servant à quantifier des données de modélisation critiques concernant les résidents touchés, la fidélisation éducative et l'efficacité des interventions. L'étude apporte une contribution importante à la littérature relative à la formation sur la salubrité alimentaire et aux variables à considérer.

Young, et al. (2019) rajoutent d'autres informations dans la littérature portant sur la formation sur la salubrité alimentaire avec un examen des interventions de manipulation des aliments dans le commerce de détail et la restauration. Comme dans l'étude de Zan, et al. cette étude reconnaît également l'importance des attitudes, des connaissances et de la réactivité des comportements dans les populations témoins. Ce qui est mis en évidence dans l'étude est que la formation et les interventions éducatives ne sont efficaces que si les connaissances des manipulateurs d'aliments se traduisent par une amélioration du comportement réel. Une étude de cas du Brésil fournit un exemple plus structuré de la façon dont cela peut être fait. Selon De Lima (2019), la salubrité alimentaire a augmenté dans les pratiques des camions de cuisine de rue au Brésil lorsque des experts en alimentation étaient sur place pour éduquer les propriétaires de camions de cuisine de rue et continuaient à effectuer des visites fréquentes, à mener des évaluations impartiales, à fixer des objectifs, à motiver et à apprendre aux propriétaires de camions de cuisine de rue à rester motivés et à les former selon des normes et protocoles autorisés. « Le respect des pratiques d'hygiène a considérablement augmenté lorsque des consultants en salubrité alimentaire ont participé au programme au Brésil » (De Lima, 2019).

Lors de leur collaboration à l'étude sur la culture de la salubrité alimentaire et de la formation du personnel, Reynolds et Dolasinski (2019) ont observé que la plupart des études en question ont signalé une augmentation des connaissances après intervention (programmes de salubrité alimentaire), mais peu d'études ont signalé un changement de comportement réel. Les services de restauration sont en première ligne des maladies d'origine alimentaire. Les aliments PAM ont gagné en popularité. L'OMS a fait de la prévention des maladies d'origine alimentaire une priorité, et les travailleurs en restauration jouent un rôle majeur dans la prévention. Les auteurs soutiennent que « l'augmentation du nombre de programmes de formation sur la salubrité alimentaire et les exigences gouvernementales n'ont pas encore réussi à réduire de façon considérable le nombre d'incidents liés aux maladies d'origine alimentaire » (Reynolds et Dolasinski, 2019). L'étude identifie les facteurs de risque les plus courants liés aux aliments

achetés auprès de sources insalubres, à une mauvaise hygiène personnelle, à un nettoyage et à une désinfection inappropriés, aux défauts thermiques et à une contamination croisée.

Une étude récente de Barnett, et al. (2020) attire l'attention sur la communication entre les clients des restaurants, les préoccupations en matière de salubrité alimentaire, les exploitants du secteur alimentaire ouverts à la formation du personnel, à la réceptivité aux améliorations, aux allergènes et à l'adaptation. « Les discussions sur les risques [alimentaires] cherchent à établir des interactions dignes de confiance comme base sur laquelle la sécurité peut être maximisée [...] comprendre les moteurs et les contraintes de l'initiation de conversations sur les risques ainsi que les qualités de communication qui inspirent la confiance en mangeant au restaurant a des implications pratiques importantes pour l'industrie alimentaire » (Barnett, et al. 2020). Pour avoir une idée du problème en question, en 2018, la US-FDA a conseillé aux consommateurs américains de demander des informations sur les allergènes lorsqu'ils mangent au restaurant, mais seuls quelques États ont des lois obligeant les établissements alimentaires à afficher des allergènes alimentaires ou à fournir une formation au personnel.

Chen, et al. (2020) ont comparé l'éducation et la formation en matière de salubrité alimentaire dans trois pays sur trois continents, la Chine, les États-Unis et le Pérou. Le principe de l'étude était que les professionnels de la santé ne fournissent pas suffisamment d'informations sur la salubrité alimentaire à leurs clients, et le problème de l'étude portait sur le manque de patients intéressés par le sujet et le manque de temps pour que les professions fournissent la formation. Vraisemblablement, les professionnels de la santé ne sont peut-être pas les meilleurs candidats pour offrir l'éducation sur la salubrité alimentaire. Les consommateurs américains ont déclaré que les professionnels de la santé (médecins, pharmaciens, diététistes et infirmières) étaient les sources les plus fiables d'informations sur la salubrité alimentaire, en particulier pour les personnes âgées, mais moins de 40 % des diététistes et des infirmières ont déclaré donner cette éducation aux consommateurs à haut risque, incluant les femmes enceintes et les personnes âgées. Environ 45 % des médecins ont déclaré ne pas avoir confiance dans les connaissances générales liées aux maladies d'origine alimentaire. Au total, 90 % des personnes interrogées ont jugé leurs connaissances en matière de salubrité alimentaire de passables à médiocres (Scheule, 2004). La perception du risque en matière de salubrité des aliments parmi les professionnels de la santé, les consommateurs et les exploitants du secteur alimentaire est un paysage en constante évolution à la fois en ce qui a trait à la perception, au manque de connaissances et de sensibilisation. Nardi, et al. (2020) ont élaboré une ligne directrice et établi des règles pour façonner une meilleure compréhension de la chaîne d'approvisionnement afin d'améliorer la salubrité alimentaire dans toute l'industrie alimentaire, y compris pour les experts de la santé qui interagissent avec les individus pour la santé publique.

5.1.2 Culture organisationnelle et système de gestion de la salubrité alimentaire

Les cadres de développement, de certification et de vérification des systèmes de gestion de la salubrité alimentaire sont bien établis dans les régimes de salubrité alimentaire ; ce qui demeure souvent c'est comment les exploitants du secteur alimentaire mettent en œuvre le fonctionnement et l'efficacité d'un système de gestion de salubrité alimentaire et forment leur personnel. Selon une étude de Manning, et al. (2019), les systèmes de gestion de la salubrité alimentaire existent depuis les années 1950. L'argument des auteurs est que ces systèmes sont bien compris du point de vue de la validation et de la mise en œuvre, mais l'élément manquant réside dans la manière dont la culture organisationnelle encadre le fonctionnement et l'efficacité. Manning fait référence au HACCP, qui est basé sur la Commission du Codex Alimentarius, et à son tour à l'UE ; l'utilisation d'un système de gestion de salubrité alimentaire basé sur le HACCP exige que « les aliments ne causent pas de préjudice au consommateur lorsqu'ils sont préparés et/ou consommés conformément à l'usage auquel ils sont destinés », et que « Par conséquent, le système de gestion de salubrité alimentaire doit être développé, validé, puis appliqué de manière appropriée pour garantir son efficacité à toutes les étapes de la chaîne d'approvisionnement alimentaire, depuis l'origine de la production primaire jusqu'au consommateur final » (Manning, et al. 2019). Le rappel récurrent de l'étude est que, bien que les cadres de réglementation et de conformité soient assez répandus et que les exploitants du secteur alimentaire soient en conformité, l'accent porte davantage sur la maturité transformationnelle et culturelle de l'organisation pour passer des systèmes techniques autonomes au cadrage culturel et comportemental au sein d'une opération. Manning utilise le terme « systèmes socio-techniques » pour décrire l'interaction des systèmes de gestion de salubrité alimentaire sur plusieurs niveaux d'approches réglementaires, sociales, techniques et comportementales.

Dans une perspective belge, De Boeck, et al. (2018) ont examiné l'impact du comportement humain sur le contexte de salubrité alimentaire au sein des entreprises du secteur alimentaire. L'étude a utilisé une enquête en ligne et une analyse factorielle auprès de 136 entreprises du secteur alimentaire en Belgique, pour déterminer le nombre de séances de formation offertes au personnel par an. L'étude révèle que le leadership de l'entreprise, les ressources, la communication et la sensibilisation aux risques fournissent le degré de culture de la salubrité alimentaire dans une organisation. D'autres facteurs tels que la taille de l'entreprise, le secteur, les services de contrôle de la qualité, la certification et la budgétisation disponible n'avaient pas de lien significatif avec le contexte de la salubrité alimentaire.

Le rapport de De Boeck sur la salubrité alimentaire se révèle important dans une perspective canadienne, car tout comme en Belgique, les PME sont courantes au Canada. Plus de 83 % des 4 400 entreprises du secteur alimentaire belge comptent moins de 20 employés. L'étude indique que la mise en œuvre d'un système de gestion de salubrité alimentaire est beaucoup plus difficile pour les PME de l'agroalimentaire. Les obstacles souvent mentionnés comprennent le manque

de ressources (temps, main-d'œuvre et finances) et d'expertise. La salubrité alimentaire doit être assurée régulièrement dans les organisations et les employés doivent sentir qu'il s'agit d'un enjeu important pour leurs dirigeants. La certification par une tierce partie est tout aussi importante et peut avoir une influence sur la conception et la mise en œuvre du système de gestion de salubrité alimentaire, mais pas sur le climat de salubrité alimentaire associé.

Dans le prolongement de l'étude de 2018, De Boeck, et al. (2020) ont mené une étude sur la manière dont le groupe scientifique sur les risques biologiques de l'EFSA a publié un nouveau cadre de gestion de la salubrité alimentaire adapté aux petites entreprises de détail tels que les épiciers, les bouchers, les poissonniers et les marchands de glaces, le tout avec l'objectif d'un système de gestion de salubrité alimentaire plus pratique basé sur des programmes préalables et une analyse des risques des points de contrôle critiques. Ce cadre est également une première tentative d'harmonisation entre les États membres de l'UE. L'étude s'est penchée en particulier sur les bouchers en Belgique et au Royaume-Uni et sur la proposition d'effectuer des tests microbiologiques mensuels. La proposition a été rejetée par presque toutes les personnes interrogées, déclarant qu'elle alourdirait leurs tâches (De Boeck, et al. 2020). Ceci nous rappelle que les politiques et programmes de salubrité alimentaire peuvent largement bénéficier d'une conception centrée sur l'homme. À cet effet, Jespersion, et al. (2019) proposent de développer un modèle dynamique de culture de salubrité alimentaire par étapes. Ces exigences concernent : i. l'efficacité organisationnelle ; ii. les normes de culture organisationnelle ; iii. le comportement et la capacité d'apprentissage des groupes de travail et leur aptitude à évaluer des hypothèses et iv. les intentions et comportements individuels, le tout orienté vers une norme culturelle proactive en matière de salubrité alimentaire dans les organisations du secteur alimentaire.

Une étude récente de Gruenfeldova, et al. (2019) illustre l'écart entre la législation de l'UE et la pratique réelle. Les connaissances, les pratiques et la formation en matière de salubrité alimentaire ont été examinées sur près de 700 travailleurs de l'alimentation en Irlande. Des données sur des variables telles que le poste, les années d'expérience et le niveau de formation acquise en matière de salubrité alimentaire ont été collectées. Le sondage révèle que 28 % des gens interrogés ont déclaré n'avoir jamais reçu de formation. Les auteurs mettent en contexte les résultats en ajoutant que les feuillets d'information sur la salubrité alimentaire publiés récemment par l'Organisation mondiale de la santé continuent de promouvoir les « Cinq clefs pour des aliments plus sûrs » comme base des programmes éducatifs. La formation des travailleurs de l'alimentation dans les pratiques de manipulation des aliments en toute sécurité, en Irlande ou au Canada, est l'une des interventions les plus cruciales dans la prévention des maladies d'origine alimentaire (Gruenfeldova, et al. 2019).

5.2 Changement de réglementation concernant les lignes directrices sur la réduction des risques et le contrôle préventif

L'évolution de la réglementation gouvernementale vers la réduction des risques met de plus en plus l'accent sur la réduction des risques et les contrôles préventifs plutôt que sur le traitement des crises après coup. Alvarez-Ordóñez, et al. (2018) examinent l'importance des pratiques de gestion et la formation du personnel par la gestion interne ou des experts externes pour réduire les flambées de listériose dans les aliments prêts à consommer. Les producteurs d'aliments PAM doivent s'assurer que tous les aliments produits sont exempts de bactéries après la cuisson, conformément aux réglementations de l'UE.

Dans une étude de Guntzburger, et al. (2020) effectuée dans le contexte canadien, près de 400 exploitants du secteur alimentaire ont été interrogés sur leur perception des risques liés aux aliments falsifiés dans le système alimentaire canadien selon le plan du programme d'Initiative mondiale de salubrité des aliments. Les résultats ont été analysés de manière à constituer un échantillon représentatif de producteurs, d'entreprises de transformation d'aliments et de distributeurs. Les résultats de l'étude ont démontré que les entreprises de transformation d'aliments sont celles qui s'inquiètent le plus des risques de falsification des ingrédients, et ce sous-groupe est le plus enclin à installer des mesures de contrôle préventif et le plus disposé à investir dans la prévention.

Aux États-Unis, à un stade différent de la chaîne d'approvisionnement alimentaire, les petits et moyens producteurs sont de plus en plus confrontés aux contrôles préventifs requis conformément à la règle de sécurité des produits de la Food Safety Modernization Act (FSMA) des États-Unis. Les critiques affirment que les coûts de mise en conformité sont prohibitifs. Adjala et Lichtenburg (2018) examinent la variation des dépenses de mise en œuvre et de communication de la règle de production dans les fermes de différentes tailles. Les auteurs notent que les différentes pratiques agricoles (conventionnelles vs durables) dépensent différemment pour les pratiques de salubrité alimentaire, et que la politique devrait être modifiée pour atteindre le seuil de coût de la conformité en fonction de la taille des fermes. L'étude est particulièrement pertinente parmi la demande croissante des consommateurs pour les produits frais, en particulier dans les petites entreprises (souvent des agriculteurs), orientées vers le marché. Ghostlaw, et al. (2020) ont examiné les implications de la règle de sécurité des produits de la FSMA du point de vue de l'atténuation préventive via des systèmes de lavage pour les produits et la contamination par l'E. coli. Tongyu-Wu, et al. (2020) s'appuient sur des contrôles préventifs en hygiène des produits avec une étude sur le nettoyage des environnements de travail. Les auteurs ajoutent que « les bons résultats obtenus à l'aide des systèmes de gestion de salubrité alimentaire réussis ne sont pas mesurés selon le temps pris pour nettoyer et désinfecter, car le temps prolongé peut indiquer des difficultés dans la pratique et l'infrastructure, mais plutôt considérés conjointement, la direction peut favoriser des

environnements où les employés sont motivés à identifier [proactivement] le problème pour soutenir un programme de salubrité alimentaire » (Tongyu-Wu, et al. 2020).

L'adoption de la FSMA en 2011 aux États-Unis pour réglementer la culture, la récolte, l'emballage et la conservation des produits frais est une évolution positive des contrôles préventifs. Toutefois, aujourd'hui, l'analyse des lacunes dans cette étude peut aborder l'aspect prohibitif des coûts liés à la conformité et travailler à la modification des cadres politiques.

Mylona, et al. (2018) soulèvent l'importance de considérer que toutes les réglementations préventives en matière de salubrité alimentaire et leur mise en œuvre par les exploitants du secteur alimentaire nécessiteront une prise de conscience des implications nutritionnelles et durables quant aux coûts de conformité (par exemple l'empreinte carbone, la conception des emballages et l'utilisation des matériaux). Pourtant, les nouvelles politiques de surveillance en matière de salubrité alimentaire ne manquent pas, comme le montre la directive de l'UE sur les résidus microbiens examinée par Alban, et al. (2018). Une certaine période de méthodologie de modélisation représente également une structure organisationnelle importante pour l'évaluation des risques et la gestion du contrôle préventif. L'étude de Racicot et al. (2018) examine exactement cela, ici même dans le contexte canadien. Les auteurs soulignent les efforts entrepris lors de la dernière décennie de travail dans la catégorisation des risques en matière de salubrité alimentaire, la modélisation, les arbres de décision et les systèmes de classification des priorités pour donner la priorité de l'inspection des endroits les plus à risque pour les consommateurs. L'étude met en évidence un manque de modèles d'évaluation quantitative des risques qui utilisent une approche scientifique cohérente pour l'analyse des tendances en matière de salubrité alimentaire.

Des systèmes préventifs et proactifs sont en voie de développement par les régulateurs à l'échelle internationale. Zhang (2018) examine la création du Centre national chinois pour l'évaluation des risques en matière de salubrité alimentaire (CFSA), le principal contributeur national d'établissement de normes de salubrité alimentaire. En Chine, le cadre des normes nationales de salubrité alimentaire (NFSS) a été établi sur la base des orientations du Codex Alimentarius pour fournir une orientation claire vers l'établissement de normes de salubrité alimentaire sur les principes de l'analyse des risques. L'auteur concentre l'étude pour indiquer que la Chine devra « suivre une approche de cycle de vie pour les normes alimentaires, afin de soutenir le système NFSS pour répondre aux prochains enjeux dans le but d'offrir aux consommateurs une protection optimale et de gagner la confiance, tant au niveau national qu'international » (Zhang, 2018).

5.3 Nouvelles technologies, nouveaux outils et nouvelles applications

Outre la reconnaissance de la culture organisationnelle, de la formation, de l'éducation, et des cadres réglementaires pour favoriser de meilleurs contrôles préventifs en matière de gestion de la salubrité alimentaire, il existe un éventail croissant de technologies appliquées, d'outils et d'applications pour soutenir cet objectif.

Seitzinger, et al. (2019) attirent l'attention sur les défis de la collecte conventionnelle de données sur les antécédents d'exposition alimentaire et les symptômes gastro-intestinaux associés aux maladies d'origine alimentaire en raison du mauvais respect des méthodes de collecte de données. Une alternative à cela pourrait résider dans l'utilisation de la technologie des téléphones intelligents pour l'externalisation ouverte de la collecte des données sur les comportements de consommation. Ethica est une application pour téléphone intelligent qui peut acquérir, stocker et analyser des données sur l'historique de la consommation alimentaire grâce à une combinaison de micro-enquêtes, de descriptions de repas et de journaux photo déclenchés et activés par l'utilisateur. Les auteurs de l'étude ajoutent que « cette capacité accrue de recueillir des informations détaillées auprès des populations sentinelles et cibles à risque pourrait soutenir la surveillance des maladies d'origine alimentaire » (Seitzinger, et al. 2019). En effet, l'esprit de l'externalisation ouverte pour l'apprentissage collectif et la prévention est aussi clairement évident dans l'étude d'Asselt, et al. (2018) concernant un large éventail d'experts (y compris des spécialistes de la salubrité alimentaire, des vétérinaires et des toxicologues) dans l'utilisation de la méthodologie de l'arbre de décision. Pour que l'outil soit efficace, il faut des compétences variées, où différentes parties prenantes utilisent l'arbre de décision afin d'obtenir différentes interprétations de questions et critères de salubrité alimentaire pour classer les plans d'action préventive. L'étude d'Asselt, et al. a examiné spécifiquement, dans le contexte de l'UE, la directive de l'EFSA sur les produits carnés et les risques de contamination chimique, les substances interdites, la contamination et les substances autorisées. Les auteurs recommandent que les exploitants de l'industrie alimentaire établissent des groupes de travail tout au long de la chaîne d'approvisionnement pour utiliser au mieux les méthodes de l'arbre de décision. La prolifération des applications et des méthodologies gérées collectivement, produites de manière participative et planifiées en groupe constitue un développement positif et proactif dans la gestion de la complexité des systèmes de gestion de la salubrité alimentaire, que ce soit dans l'UE ou en Amérique du Nord.

Dans une étude de cas spécifique des États-Unis, Kwon, et al. (2020) se concentrent sur l'industrie de la restauration et des services alimentaires, et sur la manière dont cette industrie peut bénéficier d'une meilleure compréhension des préoccupations des clients concernant les allergènes alimentaires. Les auteurs indiquent où les incidents d'allergie alimentaire se produisent le plus, où les employés n'ont pas été suffisamment formés pour mettre les clients au fait, et où a lieu la communication entre les clients, le personnel et la direction. L'étude a également démontré que les clients prennent diverses mesures préventives avant et pendant les repas au restaurant pour assurer leur propre sécurité. Dans l'étude, les participants étaient

abonnés à AllergyEats.com, un site Web de réseautage social offrant des informations sur les restaurants aux clients souffrant d'allergies alimentaires, de sorte que les résultats peuvent ne pas être généralisés à l'ensemble de la population et peuvent ne pas refléter les attitudes et le comportement des clients en dehors des États-Unis.

Cependant, à la suite d'une recherche contextuelle sur la salubrité alimentaire aux États-Unis, Kavanaugh et Quinlan (2020) ont mené une récente étude sur la façon dont l'industrie alimentaire utilise les étiquettes de date des aliments comme information pour les consommateurs sur les risques de périssabilité associés aux aliments PAM et aux aliments emballés. Les auteurs ajoutent que les consommateurs peuvent confondre les dates d'étiquetage des aliments avec des informations sur la sécurité, alors que dans de nombreux cas, les dates sont fixées pour la qualité et la fraîcheur. Ces étiquettes pourraient également contribuer au gaspillage alimentaire des ménages. Une enquête menée auprès de plus de 1 000 adultes aux États-Unis a révélé que seulement 57 % avaient correctement identifié ce que signifiait « meilleur avant » ou « utiliser avant ». Les résultats indiquent que l'éducation des consommateurs autour de la moins bien comprise étiquette de date des aliments peut aider à réduire le gaspillage alimentaire des consommateurs.

Des outils pour renforcer la capacité de prévention des consommateurs en matière de salubrité alimentaire sont au centre d'une étude de Clark, et al. (2020), où un jeu vidéo a été développé pour promouvoir les habitudes de lavage des mains dans l'industrie des services alimentaires aux États-Unis. Aux États-Unis, les restaurants, les services de traiteur et les salles de banquet étaient responsables de 75 % des flambées de maladies d'origine alimentaire entre 2009 et 2015. Les auteurs indiquent que les futurs développements sur les outils, tels que les jeux vidéo éducatifs, devraient se vouer à l'amélioration de la mécanique des jeux ou à mettre en place des mécanismes alternatifs de récompense pour promouvoir l'habitude du lavage des mains dans les services alimentaires (Clark, et al. 2020). En effet, il existe une prolifération d'outils de mesure, de modèles de données de groupe et de matériel pour la prise de décisions en matière de salubrité alimentaire, comme l'étude du Royaume-Uni de Gkogka, et al. (2020) sur les interventions de réduction des risques utilisées comme fondement pour établir des critères basés sur les risques pour les groupes de produits, aux outils de gestion permettant l'évaluation quantitative des risques microbiologiques (Christidis, et al. 2020), à l'utilisation de la robotique dans l'industrie des fruits de mer pour le nettoyage des usines de transformation du poisson qui peut minimiser de manière mesurable la propagation potentielle de la contamination (Giske, et al. 2019).

5.4 Communication des risques

L'ACIA et le RSAC peuvent également jouer le rôle de communicateurs des risques auprès de différents paliers de gouvernement à travers le Canada (provincial et municipal), ainsi qu'avec les exploitants du secteur alimentaire. Nous identifions ici cinq priorités de communication des risques à prendre en compte :

- I. **Fraude alimentaire** : En particulier au cœur de la pandémie mondiale actuelle, le commerce des produits alimentaires s'est poursuivi. Avec un régime de commerce international, l'ACIA et le RSAC doivent rester à la fois vigilants quant aux risques associés aux allergènes potentiels et aux risques de contamination des aliments associés aux aliments importés, et être en mesure de le communiquer dans tout le pays, ainsi que directement aux distributeurs alimentaires, détaillants et établissements de restauration.
- II. **Incohérence de l'inspection** : Comme indiqué dans la section 2 du présent rapport, le débat progresse sur les mérites de l'inspection par le gouvernement et par des tiers des établissements du secteur alimentaire. En outre, les entreprises du secteur alimentaire elles-mêmes peuvent demander à des organismes de certification de mener leurs propres inspections internes. L'ACIA et le RSAC peuvent diriger la communication des risques associés à une inspection uniforme de la salubrité des aliments et la manière de coordonner à leur tour les normes, réglementations et pratiques locales, régionales, provinciales, nationales et internationales.
- III. **Adoption de nouvelles technologies** : Comme pour la société dans son ensemble, les nouveaux développements technologiques modifient et influencent rapidement la production alimentaire. Les applications appliquées, telles que la spectroscopie dans la proche infrarouge, le code-barres ADN, la science et l'analyse des données, l'apprentissage machine, l'intelligence artificielle, la surveillance des médias sociaux et la chaîne de blocs, ne sont que quelques-uns des principaux exemples. Les risques, pour les consommateurs, les entreprises alimentaires et les gouvernements, liés à l'utilisation des données, à la sécurité et à l'intégrité des données sont particulièrement accrus, d'autant plus qu'ils peuvent être liés à la sécurité alimentaire. L'ACIA et le RSAC peuvent être des communicateurs clairs des risques dans l'utilisation, l'adoption et la gestion des nouvelles technologies.
- IV. **Zoonose, impact environnemental et salubrité alimentaire** : La pandémie de la Covid est un exemple de zoonose affectant le monde, comme dans le cas des récentes flambées de grippe aviaire et porcine. Le sentiment croissant des consommateurs et de la réglementation à l'égard de la réduction de l'impact environnemental, comme celui des plastiques à usage unique, ou des émissions de carbone doit également être équilibré avec un régime de salubrité des aliments solide au Canada. L'ACIA peut contribuer à fournir un leadership et des conseils pour naviguer dans cet environnement stratégique complexe.
- V. **Risque de compréhension et de formation culturelles organisationnelles inefficaces** : Comme le montre la section 5, chaque entreprise alimentaire, selon son emplacement, son thème, son mandat, son échelle, aura des variables dans son fonctionnement qui composeront ses exigences de formation en salubrité des aliments. L'ACIA peut contribuer à sensibiliser et à faciliter la nécessité d'un programme de conception personnalisé et centré sur l'humain pour chaque entreprise alimentaire.

5.4 Résumé et observations clés - Section 5 – Thèmes principaux

Thèmes principaux	Principales juridictions	Complexité de l'utilisation / transfert au Canada – 1 (la plus simple) à 5 (la plus complexe et la plus difficile)
Initiative mondiale de salubrité des aliments (Crandall, 2017 ; auteurs variés)	International	3 , dépend du contexte pour les entreprises alimentaires canadiennes faisant du commerce international.
Systèmes de gestion de salubrité alimentaire (en particulier la formation et l'éducation en matière de salubrité alimentaire pour les PME) (de Boeck, 2018 ; de Lima, 2019)	Royaume-Uni, UE, International	3 , en fonction de la taille de l'entreprise alimentaire, souvent avec des défis de formation plus importants pour les PME.
Applications de conception et de technologie centrées sur l'humain telles que l'externalisation ouverte (Seitzinger, 2019 ; Kwon, 2020 ; auteurs variés)	É.-U. - International	3 , en fonction de la portée de la conception de la formation et des contrôles de prévention, depuis la formation continue simplifiée et l'éducation, aux outils du commerce alimentaire fournis par l'externalisation ouverte sur les produits alimentaires par les consommateurs.
Étude cas des É.-U. : Programme élargi d'éducation alimentaire et nutritionnelle (Zan, 2019) ; FSMA aux É.-U. et l'étiquetage selon le Produce safety rule	É.-U.	3 , contexte propre aux autorités locales et provinciales canadiennes en ce qui concerne la capacité des entreprises alimentaires, y compris la volonté des consommateurs de payer les coûts associés à l'étiquetage selon le Produce safety rule

Depuis les dernières années, bon nombre de documents relatifs à la salubrité alimentaire ont détourné l'attention des réactions aux crises, pour s'intéresser davantage aux mesures proactives et préventives nécessaires afin d'éviter en premier lieu les éclosions et les maladies. De

nombreuses études évaluées ont porté sur la culture organisationnelle qui ne peut se limiter exclusivement à la formation et à l'éducation (qui sont des éléments critiques), mais qui doit aussi se porter vers un changement de comportement réel parmi le personnel des entreprises du secteur alimentaire. Il n'existe pas de réglementation unique, car les différentes entreprises des chaînes d'approvisionnement ont des interactions différentes avec les fournisseurs internationaux ou avec les clients et les consommateurs sur les marchés de détail. Les nouvelles technologies telles que les applications pour téléphones intelligents et l'externalisation ouverte lancent un nouveau défi quant aux possibilités de surveiller, de réagir et de soutenir la prise de conscience sur la salubrité alimentaire parmi le personnel et l'interaction avec les clients.

Conclusion

À titre d'exemple contextuel, le document intitulé « *Food for Thought: Ideas on How to Begin a New Era of Smarter Food Safety* » de la FDA 2019 des États-Unis souligne comment l'initiative américaine se concentre sur la traçabilité basée sur la technologie et la réaction aux épidémies d'origine alimentaire, sur des outils et approches plus perspicaces en matière de prévention, sur de nouveaux modèles d'affaires, sur la modernisation du commerce de détail et sur la culture de la salubrité alimentaire. Dans cette optique, le RSAC, l'examen des meilleures pratiques et la recherche scientifique sont largement harmonisés avec les initiatives aux États-Unis.

L'une des tendances indéniables et évidentes auxquelles les régulateurs de la salubrité alimentaire et les entreprises du secteur alimentaire doivent faire face est la complexité et les possibilités d'une si grande quantité de produits alimentaires, de processus, d'emballages et d'ingrédients dans la chaîne d'approvisionnement alimentaire actuelle. Cela a des implications pour les entreprises de toutes les tailles, pour les règles commerciales, les cadres, les exigences de certification, et des implications importantes sur la demande des consommateurs, leurs attentes et les risques associés. Il existe toujours, au Canada et internationalement, une tension naturelle et créative entre la réglementation gouvernementale, la certification par des tiers et l'expérience directe des entreprises alimentaires dans la surveillance et la réponse aux risques associés à la salubrité alimentaire. Les frontières de la technologie ne peuvent pas être sous-estimées, qu'il s'agisse d'applications en nanotechnologie, de microbiologie, de chimie, de dispositifs de suivi dans l'Internet des objets ou sur les routes d'expédition, les systèmes de surveillance de stockage à froid, les systèmes de gestion de données, d'algorithmes d'acquisition de connaissances et d'analytique prédictive, et de prédiction avancée de l'intelligence artificielle. Tous ces éléments peuvent, s'ils sont gérés en accord avec le jugement humain, apporter des progrès importants en matière de salubrité alimentaire.

Ce qui est également une tendance très évidente et récurrente dans la littérature actuelle est le mouvement vers un esprit collectif, collaboratif, « de mettre l'épaule à la roue ». Aucune organisation, aucune méthodologie de données ni aucune réglementation, aux États-Unis, au Canada ou dans l'UE, ne peut suivre ou répondre à toutes les exigences en matière de salubrité alimentaire. Il y a une tendance remarquable d'esprit de souplesse et d'adaptabilité dans les cultures organisationnelles, pour être ouvert à l'abandon de certaines réglementations, pour appliquer rigoureusement des protocoles et des mesures de sécurité à d'autres moments, et pour permettre à des experts, à des citoyens non professionnels et à des consommateurs de profiter de la contribution par l'externalisation ouverte.

Le RSAC, les forces et faiblesses de la salubrité alimentaire au Canada, lacunes et recommandations

Le RSAC est un règlement innovant conçu dans le but de répondre aux menaces émergentes. Il s'agit d'une force particulièrement importante compte tenu de la situation difficile internationale actuelle de la pandémie de la COVID et de ses implications pour le commerce et la salubrité des aliments. Dans une certaine mesure, la force du RSAC repose sur les approches axées sur les résultats. En raison de la diversité des types d'entreprises alimentaires à travers le Canada, il n'existe pas de formule universelle. Les applications de l'ACIA et du RSAC, comme la procédure d'inspection standard, sont susceptibles de fournir aux inspecteurs, par exemple, la souplesse nécessaire pour s'adapter aux différentes situations qui se présentent. L'exigence du RSAC pour les entreprises du secteur alimentaire de mettre en œuvre un plan de contrôle préventif s'accorde également avec une stratégie proactive visant à éviter les problèmes avant qu'ils ne surviennent, ce qui s'harmonise à nouveau avec les développements internationaux actuels en matière de salubrité alimentaire. Au moyen d'un ensemble de conclusions tirées de ce rapport, voici les cinq principales lacunes à considérer en priorité, et les recommandations associées qui peuvent être prises en compte :

1 a) Lacune et priorité : Zoonose

Plus que jamais, pendant la pandémie mondiale actuelle, le Canada doit améliorer sa capacité de réponse à la salubrité des aliments pour le commerce international en ce qui concerne les zoonoses. Les zoonoses peuvent poser un plus grand risque dans certains sous-secteurs alimentaires, à savoir dans les viandes, les produits animaux et les fruits de mer.

1 b) Recommandation : Zoonos

La recommandation est de poursuivre la recherche sur l'applicabilité des systèmes de suivi des données (tels que le code-barres ADN, la chaîne de blocs, les codes QR, les systèmes de traçabilité IA), en coordination avec nos principaux partenaires commerciaux aux États-Unis, dans l'Union européenne et en Asie sur les risques et la propagation potentielle de zoonoses et leurs répercussions sur la salubrité alimentaire.

2 a) Lacune et priorité : Inspection pour les petites et moyennes entreprises alimentaires

Dans de nombreuses études d'inspection examinées, on retrouve une combinaison d'inspections mandatées par le gouvernement et l'accent est mis sur les inspections autogérées pour les exploitants du secteur alimentaire. Une partie de la littérature a mis en évidence les lacunes d'un bon nombre d'inspections autodirigées, en particulier pour les PME, telles qu'elles sont vécues dans l'UE et reconnues comme un risque par le RSAC.

2 b) Recommandation : Inspection pour les petites et moyennes entreprises alimentaires

Bien que le plan de contrôle préventif soit une bonne initiative proactive, une recommandation est requise afin d'aider l'ACIA à mieux comprendre la relation entre les exploitants du secteur alimentaire, les différents paliers de gouvernement avec lesquels ces exploitants doivent composer et le rôle des inspecteurs tiers et des certificateurs. D'autres recherches et explorations sont nécessaires dans le contexte canadien sur le potentiel de nouvelles applications en soutien de l'inspection pour la salubrité des aliments, comme les nanozymes et la spectroscopie dans le proche infrarouge pour des économies de temps et d'argent.

3 a) Lacune et priorité : Gestion et analyse des données pour la salubrité alimentaire

La gestion des systèmes de données et de l'analyse continue d'être l'un des éléments du commerce et de la salubrité alimentaire qui évolue le plus rapidement. Comme indiqué ci-dessus, des entreprises de pointe, dans des juridictions de premier plan, des États-Unis à l'UE, ont investi dans les frontières d'applications telles que les statistiques bayésiennes, l'apprentissage profond et machine, l'intelligence artificielle, le séquençage de nouvelle génération et la surveillance des médias sociaux.

3 b) Recommandation : Gestion et analyse des données pour la salubrité alimentaire

Il est recommandé que l'ACIA réévalue continuellement l'efficacité de son utilisation des données et de son mandat de suivi en vertu du RSAC pour voir à améliorer la salubrité alimentaire, et si l'application de mesures de données, du moins pour certains indicateurs, devait être envisagée.

4 a) Lacune et priorité : Innovation dans l'emballage en matière de salubrité alimentaire

L'innovation dans l'emballage est l'un des sous-secteurs de l'industrie alimentaire qui évolue le plus rapidement, de l'atmosphère adaptative à l'atmosphère active, réactive et modifiée. Compte tenu de la complexité croissante associée à l'emballage des produits en raison de la pandémie, de plus en plus de Canadiens achètent des aliments prêts à manger et des aliments préparés emballés.

4 b) Recommandation : Innovation dans l'emballage en matière de salubrité alimentaire

La recommandation veut que l'ACIA et les régulateurs affiliés examinent les défis liés au maintien de la salubrité des aliments, tout en abordant le sentiment des réglementations et des consommateurs envers la réduction des plastiques à usage unique et les contraintes environnementales associées à une plus grande quantité de déchets de plastique et d'emballage sur les écosystèmes.

5 a) Lacune et priorité : Culture organisationnelle de salubrité alimentaire, formation et amélioration continue

L'un des thèmes les plus marquants de la littérature examinée est l'importance (et l'enjeu) de la formation, de la sensibilisation et de l'amélioration continue en matière de salubrité alimentaire au niveau de la culture organisationnelle (le plus souvent dans les petites entreprises alimentaires). Les systèmes de gestion de la salubrité alimentaire, dirigés par les exploitants d'entreprises du secteur alimentaire et leur personnel, doivent accomplir une tâche de grande envergure. Il faut souvent connaître et respecter les normes de pratique locales, régionales, nationales et parfois internationales.

5 b) Recommandation : Culture organisationnelle de salubrité alimentaire, formation et amélioration continue

Il est recommandé à l'ACIA et au RSAC de poursuivre leurs recherches sur les principes de la conception centrée sur l'humain dans la formation en salubrité alimentaire, aux exploitants du secteur alimentaire de comprendre la motivation et la communication qui mèneront à un changement durable et à la sensibilisation du personnel. Outre cette recommandation, il importe de poursuivre la recherche sur l'utilisation de nouvelles applications technologiques pouvant faciliter un meilleur apprentissage et la rétention des pratiques de salubrité alimentaire, tout en réduisant le temps et les coûts associés à sa formation.

Références

- Abrokwah, S. et al. 2020. Microbial assessment of plastic bottles reused for packaging food products in Ghana. *Food Control*. 109:106956.
- Adalja, A., E. Lichtenburg. 2018. Produce growers' cost of complying with the Food Safety Modernization Act. *Food Policy*. 74: 23-38.
- Alban, L. et al. 2018. Modernizing the antimicrobial residue monitoring programs for pig meat in Europe – The balance between flexibility and harmonization. *Food Control*. 86: 403-414.
- Allain, V. et al. 2018. Designing an innovative warning system to support risk-based meat inspection in poultry slaughterhouses. *Food Control*. 89: 177-186.
- Alvarez-Ordóñez, A. et al. 2018. Production of safer food by understanding risk factors for *L. monocytogenes* occurrence and persistence in food processing environments. *Journal of Food Safety*. 38: 1-7.
- Appling, X. S., et al. 2018. Understanding the Relation between Establishment Food Safety Management and Risk Factor Violations Cited during Routine Inspections, *Journal of Food Protection*, 81(12): 1936-1940.
- Arzoomand, N. et al. 2019. Flexible distribution of tasks in meat inspection – A pilot study. *Food Control*. 102: 166-172.
- Badia-Melis, R. et al. 2018. New trends in cold chain monitoring applications – a review, *Food Control*, 86: 170-182.
- Barbin, D.F. et al. 2020. Identification of turkey meat and processed products using near infrared spectroscopy. *Food Control*. 107: 106816.
- Barnett, J. et al. 2020. Conversations about food allergy risk with restaurant staff when eating out: A customer perspective, *Food Control*, 108: 1-9.
- Bouzembrak, Y., H.J.P. Marvin. 2019. Impacts of drivers of change, including climatic factors, on the occurrence of chemical food safety hazards in fruits and vegetables: A Bayesian Network approach. *Food Control*. 97: 67-76.
- Bouzembrak, Y. et al. 2018. Effective sampling strategy to detect food and feed contamination: Herbs and spices case. *Food Control*. 83: 28-37.
- Bouzembrak, Y. et al. 2018. Application of Bayesian Networks in the development of herbs and spices sampling monitoring system. *Food Control*. 2018. 83: 38-44.
- Brockgreitens, J., A. Abbas. 2016. Responsive Food Packaging: Recent Progress and Technological Prospects, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol 15: 3-15.
- Cadieux, B. et al. 2019. Gap analysis of the Canadian food fraud regulatory oversight and recommendations for improvement. *Food Control*, 102: 46-55.

- Charlebois, S. & C. Le Vallee. 2014. Food Safety Performance, *Conference Board of Canada*.
- Chen, Y. et al. 2020. Effects of different salt concentrations and vacuum packaging on the shelf-stability of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedti*) stored at 4C. *Food Control*. 109: 106865
- Chen, R. et al 2018. The causal impact of HACCP on seafood imports in the US: An application of difference-in-differences within the gravity model, *Food Policy*, 79, 166-178.
- Chen, H. et al. 2020. Food safety education attitude and practice among health professionals in China, Peru, and the USA. *Food Control*. 109: 106945.
- Christidis, T. et al. 2020. A comparative exposure assessment of foodborne, animal contact and waterborne transmission routes of Salmonella in Canada, *Food Control*. 109: 106899
- Choi, J., R. L. Scharff. 2017. Effect of a Publicly Accessible Disclosure System on Food Safety Inspection Scores in Retail and Food Service Establishments, *Journal of Food Protection*. 80(7): 1188-1192.
- Clark, J. et al. 2020. Perceptions of a video game to promote handwashing habits in foodservice, *Food Control*, 107: 1-6.
- Coorey, R. et al. 2018. The Impact of Cooling Rate on the Safety of Food Products as Affected by Food Containers. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol. 17: 827-840.
- Crandall, P.G. et al. 2017. Impact of the Global Food Safety Initiative on Food Safety Worldwide: Statistical Analysis of a Survey of International Food Processors, *Journal of Food Protection*. Vol 80 (10): 1613-1622.
- Creydt, M., M. Fischer. 2019. Blockchain and more – Algorithm driven food traceability. *Food Control*, 105: 45-51.
- De Boeck, E. et al. 2020. Evaluation of a simplified approach in food safety management systems in the retail sector: A case study of butcheries in Flanders, Belgium and Lancashire, UK. *Food Control*, 108: 1-9.
- De Boeck, E. et al. 2018. Quantitative study of food safety climate in Belgian food processing companies in view of their organizational characteristics. *Food Control*. 88: 15-27.
- De Lima, A. et al. 2020. Fast quantitative detection of black pepper and cumin adulterations by near-infrared spectroscopy and multivariate modeling, *Food Control*, 107:106802.
- De Lima, D., et al, 2019. Implementation of good hygiene practices in food trucks with and without the intervention of a food safety expert, *Journal of Food Safety*, 1-7, 39.
- Dzwolak, W. 2016. Practical Aspects of Traceability in Small Food Businesses with Implemented Food Safety Management Systems (FSMS), *Journal of Food Safety*, 36: 203-213.
- Eygue, M. et al. 2020. Development of a risk-ranking framework to evaluate simultaneously biological and chemical hazards related to food safety: Application to emerging dietary practices in France, *Food Control* 115 (2020) 107279.
- Fleetwood, J. et al. 2019. As clean as they look? Food hygiene inspection scores, microbiological contamination, and foodborne illness, *Food Control*. 96: 76-86

- Giske, L.A.L, et al. 2019. Experimental study of effectiveness of robotic cleaning for fish-processing plants. *Food Control*. 100: 269-277.
- Government of Canada [GoC], 2018. Understanding the Safe Food for Canadians Regulations: A Handbook for Food Businesses, *Canadian Food Inspection Agency*, 2018.
- Ghostlaw, T. et al. 2020. Impact of various postharvest wash water conditions on the performance of peracetic acid against *Escherichia coli* 0157:H7 over time, *Food Control*, 109: 106891.
- Gkogka, E. et al. 2020. Risk assessment of *Clostridium perfringens* in Cornish pasties in the UK, *Food Control*. 108: 1-14.
- Gruenfeldova, J. et al. 2019. A study of food safety knowledge, practice and training among food handlers in Ireland. *Food Control*. 105: 131-140.
- Gomes-Neves, E. et al. 2018. Food Chain Information: Data Quality and Usefulness in Meat Inspection in Portugal. *Journal of Food Protection*. 81 (11): 1890-1896.
- Gorton, A., M. Stasiewicz. 2017. Twenty-Two Years of U.S. Meat and Poultry Product Recalls: Implications for Food Safety and Food Waste, *Journal of Food Protection*, 80(4), 674-684.
- Guntzburger, Y. et al. 2020. Food industry perceptions and actions towards food fraud: Insights from a pan-Canadian study, *Food Control*, 113 (2020) 107182.
- Han, J. et al. 2018. Food Packaging: A Comprehensive Review and Future Trends. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol 17: 860-877.
- Hayes, E. et al. 2019. The future of NGS (Next Generation Sequencing) analysis in testing food authenticity. *Food Control*. 101: 134-143.
- Huang, L. et al. 2019. Development of Nanozymes for Food Quality and Safety Detection: Principles and Recent Applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol. 18: 1496-1513.
- Jansen, W. et al. 2019. Brucella-positive raw milk cheese sold on the inner European market: A public health threat due to illegal import? *Food Control*, 100: 130-137.
- Jespersen, L et al. 2019. The impact of maturing food safety culture and a pathway to economic gain. *Food Control*. 98: 367-379.
- Kaskela, J. et al. 2019. Food business operators' opinions on disclosed food safety inspections and occurrence of disagreements with inspector grading. *Food Control*. 105: 248-255.
- Kavanaugh, M., J. L. Quinlan. 2020. Consumer knowledge and behaviours regarding food date labels and food waste. *Food Control* 115 (2020) 107285
- Kemsley, E. K., et al. 2019. Multivariate statistics: Considerations and confidences in food authenticity problems, *Food Control*. 105: 102-112.

- Kotsanopoulos. K., I. S. Arvanitoyannis. 2017. The Role of Auditing, Food Safety, and Food Quality Standards in the Food Industry: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vo 16: 760-775.
- Kuuliala, L. et al. 2018. Multivariate statistical analysis for the identification of potential seafood spoilage indicators. *Food Control*, 84: 49-60.
- Kwon, J. et al. 2020. Knowledge, attitudes, and behaviours about dining out with food allergies: A cross-sectional survey of restaurant customers in the United States. *Food Control*. 107: 1-11.
- Lemos Junior, W.J.F. et al. 2019. Reuse of refillable PET packaging: Approaches to safety and quality in soft drink processing, *Food Control*. 100: 329-334.
- Limoges, M., C. Donnelly. 2019. FDA's Cheese and Cheese Products Compliance Program guideline criteria for non-toxicogenic *Escherichia coli*: A retrospective analysis of impacts on domestic and imported cheeses, *Food Control*. 106: 1-9.
- Macready, A. L. et al. 2020. Consumer trust in the food value chain and its impact on consumer confidence: A model for assessing consumer trust and evidence from a 5-country study in Europe. *Food Policy* 92 (2020) 101880.
- Manning, L. 2020. Moving from a compliance-based to an integrity-based organizational climate in the food supply chain. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2020: 19:995-1017
- Manning, L. et al, 2019. The Evolution and Cultural Framing of Food Safety Management Systems – Where From and Where Next?, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 18: 1770-1792.
- Mylona, K. et al. 2018. Viewpoint: Future of food safety and nutrition – Seeking win-wins, coping with trade-offs. *Food Policy*. 74: 143-146.
- Nardi, V. A. M. et al. 2020. A meta-analytic review of food safety risk perception. *Food Control*, 112 (2020) 107089.
- National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods. 2019. Response to Questions Posed by the Food Safety and Inspection Service Regarding *Salmonella* Control Strategies in Poultry. *Journal of Food Protection*. 2019. 82(4): 645-668.
- Neill, C. L., R. B. Holcomb. 2019. Does a food safety label matter? Consumer heterogeneity and fresh produce risk perceptions under the Food Safety Modernization Act. *Food Policy*. 85: 7-14.
- Overbey, K.N. et al. 2017. A Systematic Review of the Use of Social Media for Food Safety Risk Communication, *Journal of Food Protection*. Vol 80 (9): 1537-1549.
- Park, J. M. 2020. Introduction of highly effective proactive food safety management programs into food distribution channels: For safe food labelling and safe advertisements, *Journal of Food Safety*. 40 (2020): 12751
- Peromingo, B. et al. 2020. Application of data mining techniques to predict the production of aflatoxin B1 in dry-cured ham. *Food Control*, 108: 106884.

- Racicot, M. et al. 2018. Quantifying the impact of food safety criteria in the Canadian Food Inspection Agency risk assessment model for food establishments through Expert Elicitation. *Food Control*. 92: 450-463.
- Reynolds, J., M.J. Dolasinski. 2019. Systematic review of industry food safety training topics & modalities. *Food Control*. 105: 1-7.
- Richter, B. et al. 2019. Food monitoring: Screening of the geographical origin of white asparagus using FT-NIR and machine learning, *Food Control*. 104: 318-325.
- Seitzinger, P. et al. 2019. Compliance Rates, Advantages, and Drawbacks of a Smartphone-Based Method of Collecting Food History and Foodborne Illness Data. *Journal of Food Protection*, 82(6): 1061-1070.
- Shang, X., G. T. Tonsor, 2019. Food safety recall effects across meat products and regions. *Food Policy*. 69: 145-153.
- Shehata, H. R. et al. 2018. DNA barcoding as a regulatory tool for seafood authentication in Canada. *Food Control*. 92: 147-153.
- Soon, J. M., 2020. Application of Bayesian Network Modelling to Predict Food Fraud Products from China. *Food Control* 114 (2020) – 107232.
- Souza-Martins, W. et al. 2018. Adaptation and Validity Assessment of the Food Safety Climate Self-assessment tool. *Journal of Food Safety*. 38: 1-10.
- Spence, M. et al. 2018. Exploring consumer purchase intentions towards traceable minced beef and beef steak using the theory of planned behaviour. *Food Control*, 91: 138-147.
- Tinacci, L. et al. 2019. Labelling compliance and species identification of herring products sold at large scale retail level within the Italian market. *Food Control*. 106: 106707
- Tomasevic, I. et al. 2020. Comprehensive insight into the food safety climate in Central and Eastern Europe. *Food Control* 114 (2020) – 107238.
- Tongyu-Wu, S. et al. 2020. Infrastructure, sanitation, and management practices impact *Listeria monocytogenes* prevalence in retail grocery produce environments, *Food Control*, 109: 106911.
- Torma, K. et al. 2019. Compliance in own-check systems poses challenges in small-scale slaughterhouses. *Food Control*. 95: 27-33.
- Turku, M. et al. 2018. Differences between official inspections and third-party audits of food establishments. *Food Control*. 85: 459-465.
- van Asselt, E.D. et al. 2018. Risk-based monitoring of chemical substances in food: Prioritization by decision trees. *Food Control*. 93: 112-120.
- van Asselt, E.D. et al. 2017. Overview of Food Safety Hazards in the European Dairy Supply Chain, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol 16, 59-75.
- Xu, J. et al. 2019. Glyphosate contamination in grains and foods: An overview, *Food Control*, 106: 1-8.

- Yang, Y. et al. 2019. Application of Bayesian modelling to assess food quality & safety status and identify risky food in China market. *Food Control*. 100: 111-116.
- Yildirim, S. et al. 2018. Active Packaging Applications for Food, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Vol 17: 165-199.
- Young, I. et al. 2020. Observational assessment of food safety behaviours at farmers' markets in Ontario, Canada: A cross-sectional study. *Food Control*. 108: 1-8.
- Young, I. et al. 2019. Effectiveness of Food Handler Training and Education Interventions: A Systematic Review and Meta-Analysis, *Journal of Food Protection*. 82 (10): 1714-1728.
- Zan, H. et al. 2017. An Economic Evaluation of Food Safety Education Interventions: Estimates and Critical Data Gaps, *Journal of Food Protection*, 80(8): 1355-1363
- Zhang, Zhe. 2018. Transformation of China's food safety standard setting system – Review of 50 years of change, opportunities and challenges ahead. *Food Control*. 93: 106-111.
- Zhou, L. et al. 2019. Application of Deep Learning in Food: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Vol 18: 1793-1811.