

# *Situation De La Sécurité Sanitaire Des Denrées Alimentaires A Madagascar*

Joely Nirina Rakotovao-Ravahatra<sup>1</sup>, Zafindrasoa Domoina Rakotovao-Ravahatra<sup>2</sup>, Jean Roger Emile Rasoarahona<sup>3</sup>, Béatrice Raonizafinimanana<sup>4</sup>, Andriamiadana Luc Rakotovao<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Ingénieur Agroalimentaire

École Doctorale « Génie des Procédés et des Systèmes Industriels, Agricoles et Alimentaires », École Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo

Antananarivo, Madagascar

rjoelynirina@yahoo.fr

<sup>2</sup>Médecin Biologiste

Département de biologie médicale, Faculté de Médecine, Université d'Antananarivo

Antananarivo, Madagascar

ravahatradomoina@yahoo.fr

<sup>3</sup>Professeur titulaire

École Doctorale « Génie des Procédés et des Systèmes Industriels, Agricoles et Alimentaires », École Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo

Antananarivo, Madagascar

jeanras@moov.mg

<sup>4</sup>Professeur titulaire

École Doctorale « Génie des Procédés et des Systèmes Industriels, Agricoles et Alimentaires », École Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo

Antananarivo, Madagascar

beatrice.raonizafinimanana@gmail.com

<sup>5</sup>Professeur agrégé en Hématologie Biologique

Département de biologie médicale, Faculté de Médecine, Université d'Antananarivo

Antananarivo, Madagascar

lucdina007@yahoo.fr



**Résumé**— La présente étude sur l'analyse de la situation sanitaire des denrées alimentaires à Madagascar, entre 2016 et la fin du mois de septembre 2020, révèle l'augmentation des cas de TIA, de 398 cas à 908 cas, avec un pic remarquable de 1159 cas en 2019. Cette croissance des cas de TIA dérive de la croissance des TIAC de 1056 cas en 2019, touchant onze régions, après consommation d'aliments à base de sauce mayonnaise et d'autres aliments, contaminés par la salmonella d'une part, et d'autre part, de celle des ICAM de 322 cas en 2020, concernant trois régions, après ingestion de tortues de mer (50,93%), des poissons de mer non définis (38,51%), des requins (8,07%) et des oursins de mer (2,48%), respectivement contaminés par les biotoxines marines provoquant le chélonitoxisme, le ciguatoxisme et le carchatoxisme, et par la palytoxine. La présente étude a également montré que l'insuffisance de la sécurité sanitaire des denrées alimentaires découle des faiblesses et des menaces liées aux facteurs étiologiques, institutionnels, environnementaux, et inhérents aux exploitants alimentaires. Ainsi, des recommandations sont apportées afin de réduire les menaces et faiblesses liées à ces différents facteurs. Par conséquent, elles contribuent fortement à assurer la sécurité alimentaire, améliorer la sécurité nutritionnelle,

**promouvoir l'agriculture durable, garantir le bien être de tous à tous âges, et atteindre les objectifs de développement durable à l'horizon 2030.**

**Mots-clés—analyses; denrées alimentaires ; gouvernance ; management; sécurité sanitaire.**

**Abstract— This study on the analysis of the food safety situation in Madagascar, between 2016 and the end of September 2020, reveals an increase in foodborne disease cases, from 398 cases to 908 cases, with a remarkable peak of 1159 cases in 2019. This growth in foodborne illnesses cases is derived from the growth in collective food-borne illnesses cases of 1056 cases in 2019, affecting eleven regions, following the consumption of food containing mayonnaise sauce and other food, contaminated with salmonella, on the one hand, and on the other hand, from the growth in intoxications through the consumption of marine animals of 322 cases in 2020, involving three regions, after ingestion of sea turtles (50.93%), undefined sea fish (38.51%), sharks (8.07%) and sea urchins (2.48%), respectively contaminated by marine biotoxins causing chelonitoxism, ciguatoxism and carchatoxism, and by palytoxin. This study also confirmed that the inadequacy of food safety in Madagascar stems from weaknesses and threats related to etiological, institutional, environmental, and farmer-related factors. To this end, recommendations are made, in order to reduce to an acceptable level the threats and weaknesses related to these different factors. As a result, they make an important contribution to ensuring food security, improving nutritional security, promoting sustainable agriculture, ensuring the well-being of all people at all ages, and achieving the Sustainable Development Goals by 2030.**

**Keywords—food safety;foodstuffs;analyzes;governance;management.**

## I. INTRODUCTION

La situation de la sécurité alimentaire et nutritionnelle diverge d'un pays à un autre ou d'une région à une autre en fonction de leur situation socio-économique, culturelle, administrative, politique, écologique, technologique. Parallèlement à l'existence de ces réalités alimentaires et nutritionnelles distinctes et inégales, les besoins croissants et les exigences, en matière d'hygiène et de qualité, des consommateurs au niveau de la chaîne de valeur alimentaire, constituent une préoccupation majeure non seulement du secteur privé et de l'État, mais également de la communauté internationale, en vue d'assurer la satisfaction de la population, l'accès au marché des exploitants alimentaires et la sécurité sanitaire des denrées alimentaires. En effet, sans la sécurité sanitaire des denrées alimentaires, aucune sécurité alimentaire et nutritionnelle ne pourrait être délivrée à la population mondiale. L'insuffisance de la disponibilité de nourritures saines, sûres et consommables, apportant les ressources nécessaires à la vie, au développement et à l'épanouissement de la population, restreindrait l'obtention de la sécurité alimentaire et nutritionnelle, et se présente comme un problème de santé publique. De ces faits, l'apparition des maladies d'origine alimentaires et les caractéristiques des maladies alimentaires résultent de l'insuffisance de la sécurité sanitaire des denrées alimentaires et évoluent en fonction du degré de développement.

D'après un rapport de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), publié en 2021, la sécurité sanitaire des aliments constitue à la fois une priorité de santé publique et socioéconomique. Les maladies d'origine alimentaire forme un problème santé publique. Les aliments, contenant en quantités nocives des bactéries, des virus, des parasites, des substances chimiques ou physiques, provoquent des maladies aiguës ou chroniques. Plus de 200 maladies [1], allant de la diarrhée aux cancers, entraînent une invalidité permanente ou la mort. Six cent millions de personnes, correspondant à une personne sur 10 dans le monde, tombent malade chaque année après avoir consommé des aliments impropres à la consommation, et 420.000 en meurent [2]. Une estimation de 110 milliards de dollars des États-Unis (USD) en pertes de productivité et en dépenses médicales est exprimée en raison de l'insuffisance de la sécurité sanitaire des aliments. Les pays à revenu faible ou intermédiaire sont touchés dans la majorité des cas [3]. En fonction du degré de développement, et du mode et du statut d'alimentation, les maladies d'origine alimentaires varient des maladies dégénératives, comme les cancers et les maladies cardio-vasculaires, aux toxi-infections alimentaires.

À Madagascar, de 2016 à 2018, l'incidence des toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) et intoxications par consommation d'animaux marins (ICAM) sont respectivement de 1,54/100.000 habitants, 1,80/100.000 habitants, 1,06/100.000 habitants [4]. D'une manière générale, cette crise sanitaire alimentaire montre l'insuffisance de la sécurité sanitaire des denrées alimentaires, qui constitue la problématique principale du présent article. Plusieurs facteurs déterminent les causes dégradant la situation sanitaire des denrées alimentaires à Madagascar. Ainsi, l'objectif général de cette étude consiste à déterminer les facteurs entraînant la dégradation de la situation sanitaire des denrées alimentaires à Madagascar au cours des années 2019 et 2020, en vue

de contribuer à garantir la sécurité alimentaire et nutritionnelle, l'agriculture durable, la santé pour tous et à tous âges, et les objectifs de développement durable à l'horizon 2030. En outre, en 2019, l'étude a conduit également à l'élaboration et la validation du plan stratégique national sur la sécurité sanitaire des denrées alimentaires de 2020 à 2024 (PSNSSDA) [4].

### II. MATERIELS ET METHODES

La présente étude s'est déroulée à Madagascar, situé dans l'Océan Indien à l'Est du canal de Mozambique, s'étendant sur une superficie de 587.000 km<sup>2</sup> et possède plus de 5.000 kilomètres de côtes. Le présent travail de recherche se base sur l'étude quantitative descriptive et qualitative de l'évolution des personnes infectées par les TIA, qui sont subdivisées en TIAC et ICAM, d'une part et d'autre part, des origines des TIA, nécessaires à l'analyse des facteurs déterminants l'insuffisance de la sécurité sanitaire des denrées alimentaires, au cours des années 2019 pour les TIAC et 2020 pour les ICAM, au niveau des régions Analamanga, Itasy, Boeny, Betsiboka, Anosy, Sava, Vakinankaratra, Diana, Sofia, Androy, Amoronimania, Atsimo andrefana, Analanjirofo, étant donné que les cas de TIAC et d'ICAM y ont connu une hausse importante.

Ce type d'étude permet de constituer des bases d'analyse approfondie des facteurs liés à la recrudescence des cas de TIA à Madagascar et à l'insuffisance de la sécurité sanitaire des denrées alimentaires. La période d'étude des personnes constituant les cas de TIA à Madagascar s'étale de l'année 2016 à l'année 2020.

Concernant la population d'étude, elle comprend les personnes infectées par les cas de TIA de 2016 à 2020, réparties dans toutes les régions de Madagascar. Elle se compose également des établissements alimentaires, à savoir des gargotes, des maisons pour les événements familiaux, des espaces, des domiciles, du domaine privé pour les manifestations pour l'évènement communal et l'évènement scolaire, du restaurant, de la cantine et de vendeur ambulant, suspectés comme sources des contaminations au niveau des 11 régions ou zones à risque.

Les enquêtes épidémiologiques inhérentes aux cas de TIA de 2016 à fin septembre 2020 et les enquêtes sanitaires de 2019 à fin septembre 2020, ont permis de déterminer l'évolution et les origines des cas de TIA, de TIAC et d'ICAM à Madagascar. En outre, l'expérience professionnelle, les observations directes, la participation à différentes réunions, à divers ateliers et à plusieurs événements, intégrant les différentes parties prenantes concernées par la santé, l'agriculture et l'alimentation, les entretiens et enquêtes lors des interventions de sensibilisations et d'inspections des établissements alimentaires, de 2016 à septembre 2020, constituent des instruments primordiaux, visant à enrichir la qualité de l'étude et à acquérir plusieurs éléments de réponses et de connaissances relatifs aux facteurs favorisant l'insuffisance de la sécurité sanitaire des denrées alimentaires à Madagascar au cours des années 2019 et 2020.

Par ailleurs, l'élaboration et la validation du PSNSSDA sont entreprises à travers une approche méthodologique basée sur une approche multisectorielle et multidisciplinaire, dans le cadre d'un processus scientifique, inclusif, concerté, résilient et consensuel. La mise en œuvre de la conception de ces stratégies a conduit à identifier et à caractériser les différents facteurs déterminant l'insuffisance de la sécurité sanitaire des denrées alimentaires à Madagascar de 2016 à 2018, à en faire une analyse approfondie, et à proposer des plans d'action stratégiques et opérationnels, pour promouvoir la sécurité sanitaire des denrées alimentaires, la santé pour tous et à tous les âges, la sécurité alimentaire et nutritionnelle, et le développement durable de 2020 à 2024 à Madagascar.

### III. RESULTATS

#### A. Évolution des toxi-infections alimentaires de 2016 à 2020 à Madagascar

Dans la majorité des cas observés à Madagascar de 2016 à septembre 2020, la croissance du nombre des cas de TIA est liée à l'augmentation du nombre des cas de TIAC. Cette hausse du nombre des cas de TIAC est nettement constatée au cours de l'année 2019 (1056 cas). Paradoxalement, malgré cette élévation prépondérante du nombre des cas de TIAC en 2019, le nombre des cas d'ICAM a remarquablement diminué de 2018 (117 cas) à 2019 (103 cas). Par ailleurs, bien que le nombre des cas de TIAC en 2020 (586 cas) soit inférieur à celui des cas de TIAC en 2019, le nombre des cas d'ICAM en 2020 (322 cas) reste le plus élevé au cours des années d'étude. Aussi, l'augmentation du nombre des cas de TIA en 2020 est également liée en partie à la croissance des cas d'ICAM à Madagascar.

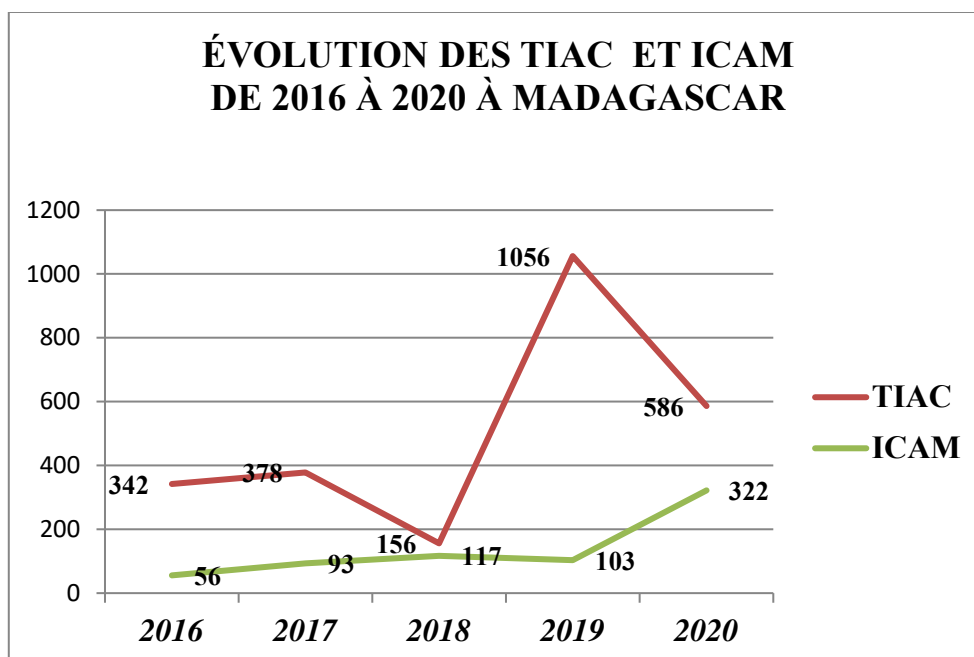


Figure 1 : Evolution des TIAC et ICAM de 2016 à 2020 à Madagascar

#### B. Origine des TIAC en 2019 à Madagascar

##### ❖ Aliments suspectés

L'analyse des diagnostics médicaux et des rapports d'investigation montrent que la majorité des cas de TIAC observés au cours de l'année 2019 proviennent significativement de la consommation des groupes d'aliments contenant de la mayonnaise (739 cas, soit 69,98%), et d'autres aliments contaminés.

Tableau 1 : Aliments provoquant les TIAC en 2019 à Madagascar (1056 cas)

Aliments suspectés	Nombre de cas	Pourcentage
Composé, frites et mayonnaise	185	17,52
Mayonnaise et mortadelle	141	13,35
Légumes, mayonnaise et eau de puits	118	11,17
Mayonnaise produite avec de l'œuf de canne	79	7,48
Composé et mayonnaise	55	5,21
Charcuterie	46	4,36
Mayonnaise	45	4,26
Sandwich, hamburger	34	3,22
Huile, fromage fondu et entrée froide contenant des crevettes	31	2,94
Riz, ranovola, papaye verte et angivy	27	2,56
Patsa fotsy frits	27	2,56
Gâteau mariage	26	2,46

## Situation De La Sécurité Sanitaire Des Denrées Alimentaires A Madagascar

Misao et pain	23	2,18
Composé, misao, pain, mofo anana, soupe, sandwich	21	1,99
Composé	19	1,80
Composé, sandwich, saucisse, soupe, confiture voatsinefy, tsaramaso sy totokena, hen'omby nendasina, poulet de chair et patsa	18	1,70
Entrée (Crêpe, fruit de mer, sauce blanche, salade de tomates); résistance (Riz, viande de boeuf, viande de canard); dessert (gâteau, glace, ananas, chocolat fondu), boisson gazeuse	17	1,61
Pâte et mayonnaise	17	1,61
Crudités, champignon importé, jambon, mayonnaise	17	1,61
Vahimpika	10	0,95
Poisson frit	9	0,85
Poisson volant	9	0,85
Spaghetti, mayonnaise et sardines	8	0,76
Pâté, mayonnaise, sardine, riz, poulet, porc, petit pois, jus (citron, orange, ananas), gâteau	7	0,66
Repas mariage non identifié, sauce béchamel, petit pâte	7	0,66
Chips de pomme de terre	6	0,57
Poisson de mer conservé par du savon en poudre	6	0,57
Viande de porc	5	0,47
Boulette de viande	5	0,47
Yaourt maison et composé	5	0,47
Salpêtre	5	0,47
Abats et haricots	4	0,38
Viande hachée et salpêtre	4	0,38
Fruits de mer, sauce béchamel, crudités, crêpes, mortadelle,	4	0,38
Gâteau au chocolat	4	0,38
Macaroni, sardine, mayonnaise maison, riz, poulet, gâteau et jus	4	0,38
Sandwich	3	0,28
Jus et pizza	3	0,28
Poisson non identifié	2	0,19

### ❖ Sources de contamination

La Région Analamanga, Province d'Antananarivo Capitale de Madagascar, possède le plus grand nombre des cas de TIAC à Madagascar en 2019 (632 cas équivalent à 59,85%). La figure suivante illustre la répartition des cas de TIAC au niveau de toutes les Régions touchées à Madagascar en 2019.

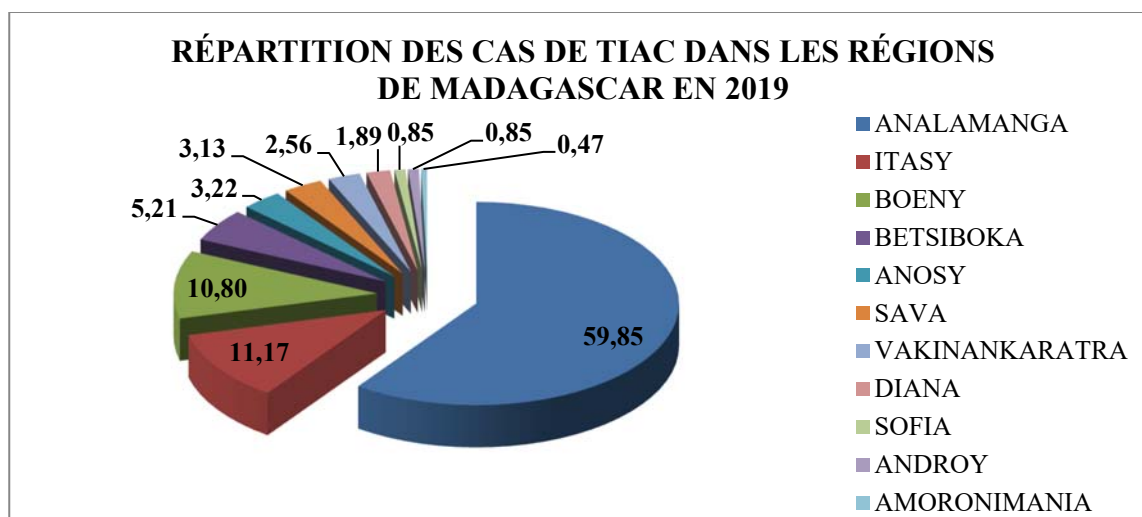


Figure 2 : Répartition du pourcentage des cas de TIAC dans les Régions à Madagascar en 2019

La grande majorité des cas de TIAC en 2019 survient au niveau des gargotes. Pour ce type d'établissement, les cas de TIAC s'élèvent à 548 cas correspondant à 51,89% des cas totaux.

Tableau 2 : Répartition des TIAC suivant les types d'établissement concernés à Madagascar en 2019

TYPES D'ÉTABLISSEMENT	NOMBRE DE CAS	POURCENTAGE
GARGOTES	548	51,89
ÉVÈNEMENT FAMILIAL	181	17,14
ÉVÈNEMENT COMMUNAL	118	11,17
ÉVÈNEMENT SCOLAIRE	79	7,48
ESPACE	69	6,53
DOMICILE	39	3,69
RESTAURANT	14	1,33
CANTINE D'UNE ENTREPRISE	4	0,38
VENDEUR AMBULANT	4	0,38

#### ❖ Symptômes observés

Les enquêtes épidémiologiques apprennent que les signes cliniques les plus fréquentes dans le cadre des cas de TIAC en 2019 se composent d'une manière générale des douleurs abdominales, des nausées, des vomissements, des diarrhées et de l'existence de fièvre. Les personnes infectées ont consommé des aliments contenant du composé et de la mayonnaise, représentant 739 cas, soit 69,98% des cas observés en 2019, et d'autres aliments contaminés. Les manifestations cliniques comprennent particulièrement une diarrhée aigüe fébrile, de 39°C à 40°C, accompagnée de douleurs abdominales, avec une durée d'incubation de 12 à 36 heures. Les signes cliniques durent spontanément 2 à 3 jours avant de disparaître rapidement. Toutes les personnes infectées sont recensées dans le cadre des investigations épidémiologiques. Le calcul du risque relatif donne un résultat significativement supérieur à 1. Ces données statistiques indiquent la prépondérance de la thèse selon laquelle les aliments suspectés contribuent fortement à l'apparition des TIAC.

C. Origine des ICAM en 2019 à Madagascar

❖ Aliments suspectés

La majorité des cas d'ICAM est entraînée d'une façon générale par les tortues de mer. En effet, 164 cas d'ICAM, correspondant à 50,93% des cas, proviennent des tortues de mer. Ainsi, la consommation des tortues de mer contamine de manière prépondérante les personnes infectées par l'ICAM. Les poissons de mer non définis constituent le deuxième réservoir d'ICAM contaminant 38,51% des cas observés. Les requins (8,07%) et les oursins de mer (2,48%) occupent respectivement la troisième et la quatrième place, en matière de contamination par les ICAM.

Tableau 3 : Répartition des ICAM suivant les aliments suspectés à Madagascar en 2020

ALIMENTS SUSPECTÉS	NOMBRE DES CAS	POURCENTAGE
TORTUE DE MER	164	50,93
POISSON DE MER NON DÉFINI	124	38,51
REQUIN	26	8,07
OURSIN DE MER	8	2,48
TOTAL	322	100

❖ Sources de contamination

La grande majorité des cas d'ICAM apparaît dans la Région Atsimo Andrefana (136 cas d'ICAM, équivalent à 42,24% des cas). La consommation des tortues de mer expliquent en partie la propagation des ICAM dans les Régions d'Atsimo Andrefana et d'Analanjirifo. En outre, les intoxications affectant les personnes consommant les chairs de requin sont identifiées dans la Région Analanjirifo, et celles contaminant les personnes mangeant de l'oursin de mer sont relevées dans la Région Atsimo Andrefana. Par ailleurs, les poissons de mer non définis provoquant les ICAM sont rapportés dans la Région Sava, dans la majorité des cas, et Analanjirifo.

Tableau 4 : Répartition des ICAM suivant les zones de contamination à Madagascar en 2020

LIEUX DE CONTAMINATION	NOMBRE DES CAS	POURCENTAGE
ATSIMO ANDREFANA	136	42,24
ANALANJIROFO	105	32,61
SAVA	81	25,16
NOMBRE TOTAL DES CAS	322	100,00

La grande majorité des cas d'ICAM est apparue aux marchés. Les 17 cas à domicile concernent la consommation d'oursins de mer et de poissons de mer non définis.

Tableau 5 : Répartition des ICAM suivant lieux de contamination à Madagascar en 2020

LIEUX DE CONTAMINATION	NOMBRE DES CAS	POURCENTAGE
Marchés	305	94,7
Domicile	17	5,3
NOMBRE TOTAL DES CAS	322	100,00

❖ Symptômes observés

Les signes cliniques observés dans le cadre des enquêtes épidémiologiques s'apparentent aux symptômes inhérents aux ICAM. Pour les 164 cas enregistrés, ayant consommés des tortues de mer, les manifestations cliniques présentent, après plusieurs heures ou plusieurs jours après un repas, des vomissements, une diarrhée, des douleurs abdominales, une déshydratation, une hypotension artérielle, des ulcérations de la cavité buccale et de la langue, de la somnolence, des dysphagies, de l'asthénie, des vertiges, de stomatite, de glossite, d'hypersalivation, de sensation de brûlure des lèvres, de céphalées et d'arthralgies. Les syndromes associés à ces ICAM apparaissent entre 12 heures à 24 heures, voire même à plus de 24 heures, pour un certain nombre de cas.

Concernant les personnes infectées par la consommation de poisson de mer non défini, représentant 124 cas, les symptômes diagnostiqués, montrent des nausées, des douleurs abdominales, des vomissements, de la diarrhée, de l'asthénie, des céphalées, des douleurs articulaires et musculaires, des paresthésies ou du prurit, des fourmillements, des picotements, de l'engourdissement des extrémités, de l'asthénie musculaire, des vertiges, de l'ataxie, de la bradycardie et de l'hypotension, au cours desquels, les signes digestifs et cardiovasculaires apparaissent entre 2 et 12 heures, jusqu'à 18 heures, et les signes neurologiques et systémiques sont relevés à partir de 12 heures et peuvent persister quelques semaines.

Par ailleurs, les 26 cas détectés, ayant consommé des requins, exposent des manifestations cliniques s'apparentant à des troubles cardiaques plus sévères comme la bradycardie, les troubles du rythme cardiaque et le collapsus, et les troubles de dépression respiratoire. Ces symptômes s'accompagnent des troubles neurologiques, neurosensitifs et neuromoteurs, et des signes digestifs (vomissements, douleurs épigastriques, diarrhée).

Quant aux 8 personnes intoxiquées après consommation d'oursins de mer, le rapport d'investigation met en exergue la présence des symptômes caractérisés par l'apparition d'une cyanose, d'une myalgie, un rythme cardiaque lent, des vomissements, de la diarrhée, d'un goût amer, des crampes abdominales, des nausées, d'une altération de la sensation, des spasmes musculaires, des tremblements, des picotements.

Tous les malades sont recensés au moment de l'étude épidémiologique. Le risque relatif se situe à un niveau largement supérieur à 1. Cet indicateur statistique justifie que les aliments consommés sont significativement suspectés d'être les origines des ICAM.

*D.* Élaboration des stratégies nationales sur la sécurité sanitaire des denrées alimentaires

Trois stratégies sont validées dans le cadre de l'élaboration du PSNSSDA 2020-2024. Elles s'orientent vers l'amélioration de l'accès de la population à des denrées alimentaires saines, sûres et nutritionnelles, le renforcement du système national de contrôle officiel des denrées alimentaires et l'optimisation des interventions multisectorielles coordonnées et harmonisées en faveur de la sécurité sanitaire des denrées alimentaires.



#### IV. DISCUSSION

##### E. Facteurs étiologiques

À Madagascar, cette croissance des cas de TIA au niveau des zones incriminées dérive de la croissance des TIAC de 1056 cas en 2019, après consommation d'aliments à base de sauce mayonnaise et d'autres aliments, contaminés par la Salmonella. Les œufs constituent le vecteur de contamination et de multiplication de ces agents pathogènes. Ces résultats présentent des similitudes avec les travaux de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail [5], en France de 2006 à 2015, selon lesquels les aliments incriminés se composent des viandes, des œufs et des préparations à base d'œufs (crus ou peu cuits), et des produits de la pêche, dans 70% des cas de TIAC. Les salmonelles représentent plus de la moitié des cas de TIAC liées aux viandes et la quasi-totalité des cas de celles associées aux œufs et préparations à base d'œufs. Les plats composites (plats cuisinés à base d'ingrédients multiples) touchent 21% des cas de TIAC [5].

En 2016, 4.795 cas sont enregistrés avec 9 cas de décès, en Algérie, dont les œufs intègrent les aliments suspectés à l'origine de ces cas de TIAC [6]. Cette situation montre une ressemblance avec celle observée à Madagascar, du fait que la mayonnaise, fabriquée à base d'œufs, constitue l'aliment incriminé d'après les résultats de la présente étude.

D'après les résultats médicaux, en l'occurrence les signes cliniques de toutes les personnes infectées par la Salmonella, exposés dans le cadre des résultats de l'étude, les caractéristiques des syndromes observés présentent des ressemblances, dans la majorité des cas à des intoxications par des salmonelles, qui sont développées par les travaux des Collèges des enseignants en nutrition en France [7]. Par ailleurs, l'étude épidémiologique affirme pour chaque aliment un risque relatif largement supérieur à 1. À cet effet, la Salmonella non typhique, qui a contaminé les aliments à base de sauce mayonnaise et les autres aliments par contamination croisée, dont l'œuf forme le vecteur de contamination, constitue les origines des TIAC.

En outre, la recrudescence des TIA résulte de l'augmentation des personnes infectées par les ICAM en 2020 (322 cas), après ingestion de tortues de mer (50,93%), des poissons de mer non définis (38,51%), des requins (8,07%) et des oursins de mer (2,48%), respectivement contaminés par les biotoxines marines provoquant le chélonitoxisme, le ciguatoxisme et le carchatoxisme, et par la palytoxine. Les manifestations cliniques et les origines de ces biotoxines marines montrent des analogies avec les recherches effectuées par quelques auteurs [8-14]. L'étude épidémiologique confirme pour chaque aliment un risque relatif largement supérieur à 1, justifiant le lien entre la consommation de ces différents produits de la mer et la contamination par ces dangers biologiques des personnes affectées par les ICAM.

##### F. Facteurs inhérents aux exploitants alimentaires

Pour les facteurs relatifs aux entreprises alimentaires, le non-respect des normes, textes règlementaires et lois sur la sécurité sanitaire des denrées alimentaires, en l'occurrence la loi n° 2015 – 053 du 03 Février 2016 portant Code de la pêche et de l'aquaculture et la loi n°2017 – 048 régissant la sécurité sanitaire des denrées alimentaires et de l'alimentation animale 08 Février 2018, l'inexistence d'un management orienté vers la sécurité des denrées alimentaires et des déclarations officielles des activités, l'insuffisance des mesures d'hygiène sur le milieu, les matières premières, les matériels, le personnel, les méthodes et des programmes prérequis, et l'absence de la démarche HACCP, convergent vers la carence de la sécurité sanitaire des denrées alimentaires et l'épidémie des TIA au niveau des zones suspectées. Des études réalisées au Bénin et au Sénégal, respectivement par Ahoyo et al. [15] et Yougbare [16], expliquent que l'apparition des TIA est principalement influencée par l'insuffisance des mesures d'hygiène, des modes et conditions de conservation inappropriées et des méthodes de préparation ou cuisson. En Suisse, les lieux d'infection par les agents bactériens touchent les lieux de restauration collective, en particulier les restaurants, les hôtels et les cantines. Pour les Ménages et les entreprises du secteur alimentaire, les maladies proviennent des produits du commerce, à cause de l'insuffisance d'hygiène. Les petites ou moyennes entreprises sont responsables de ces cas de TIA [17]. Les TIAC à Madagascar sont identifiés dans les gargotes, considérées comme des petites entreprises, et au niveau des événements collectifs rassemblant plusieurs personnes, et montrent des analogies remarquables avec les lieux d'apparition des cas de TIAC en Suisse.

Concernant les ICAM plus particulièrement, à Madagascar au niveau des zones à risque, le processus d'approvisionnement des produits de la mer est basé sur la perception observationnelle habituelle des caractéristiques visuelles, et après pesage. Or, cette pratique d'appréciation visuelle de la qualité et de la fraîcheur des poissons approvisionnés constitue un danger potentiel majeur dans la mesure où, les toxines marines n'affectent ni le goût ni l'odeur des poissons ou les fruits de mer, et par conséquent, rend impossible la détection de la toxicité de ces produits de la mer avant toute consommation [18]. Les oursins de mer peuvent

accumuler de très hautes doses de palytoxine dans leurs tissus, sans dommages apparents, tout en restant très tolérants à sa forme active [12]. Selon Brodin [10], les facteurs favorisant le chélonitoxisme découleraient d'une croissance de la méconnaissance des cultures de pêche par la perte des traditions de pêche, d'une simple erreur d'appréciation d'une espèce jugée comestible, d'une augmentation du taux de toxicité locale de l'animal et de la pêche plus fréquente de la tortue *Eretmochelys imbricata* face à l'insuffisance de *Chelonia mydas*.

D'après l'OMS et l'Organisation des nations unies pour l'agriculture et l'alimentation (FAO) en 1974, l'exposition des produits de la mer sur les marchés de vente contribue fortement à favoriser les contaminations et les infestations par contact direct ou indirect par les animaux nuisibles tels que les rongeurs et les animaux domestiques. De ces faits, l'entreposage frigorifique des poissons issus de la pêche est fortement recommandé. Elles indiquent la nécessité de conserver à 0°C les poissons entiers ou en filet, destinés à être vendus [19].

En 2016, la FAO, à travers le code d'usages pour les poissons et les produits de la mer, met en valeur le contrôle de la température et de la durée, afin de réduire au minimum la détérioration des poissons, la multiplication des microorganismes et des biotoxines marines, au cours des différentes étapes suivies par ces denrées alimentaires. Ainsi, le poisson, les filets de poisson et les autres produits semblables, et les mollusques, se conservent le plus rapidement possible à une température très proche de 0° C [20].

### G. Facteurs institutionnels

Les facteurs institutionnels dégradant la sécurité sanitaire des denrées alimentaires rassemblent l'insuffisance d'alignement, d'appropriation et d'harmonisation à une politique publique, la carence de l'effectivité de la déconcentration et de la décentralisation des actions publiques et de la synergie entre les différents acteurs publics. En outre, ils touchent également l'absence d'un système national de sécurité sanitaire des denrées alimentaires inclusif, transparent, harmonisé et fonctionnel, intégrant les responsabilités et les obligations de toutes les parties prenantes.

### H. Facteurs environnementaux

Les situations socio-économiques, écologiques et culturelles défavorables, accentuent l'insuffisance de la sécurité sanitaire des denrées alimentaires. En effet, dans les zones à risque, la faiblesse de l'indice de développement humain et du pouvoir d'achat, l'évolution du système alimentaire et des habitudes alimentaires, la détérioration de l'environnement et des écosystèmes marins, le changement climatique et le développement des échanges alimentaires mondiaux, forment des éléments convergeant vers la dégradation de la situation sanitaire des denrées alimentaires.

La détérioration des écosystèmes marins est traduite par le degré d'insalubrité de la mer, des plages et des zones environnantes, et du changement climatique. Ces effets nuisibles à l'environnement entretiennent des conditions propices au développement des biotoxines marines par la destruction des récifs coralliens et la naissance des algues phytotoxiques. D'après Aubry et Gaüzère [9], ce phénomène dérive des catastrophes naturelles, à titre d'exemple, les cyclones, les interventions anthropiques des activités humaines, telles que l'aménagement du littoral, les rejets, les dragages en vue d'extraction des coraux comme matériaux de construction, le tourisme, les rejets des navires, l'utilisation de méthodes destructives de pêche, et les changements climatiques à travers le réchauffement des eaux. Par conséquent, les coraux perdent leurs algues, les zooxanthelles, octroyant les nutriments indispensables à leur croissance. Cela entraîne le blanchissement des coraux en squelettes de calcaire, et l'apparition des dinoflagellés toxiques, *Gambierdiscus toxicus*, colonisant les coraux morts blanchis. Ces algues sont ingérées par les poissons herbivores, qui sont mangés par des poissons carnivores (caranges, mérus, ...), qui servent de nourriture pour l'homme. Il s'ensuit la propagation des épidémies d'ICAM et la dégradation de la sécurité sanitaire des denrées alimentaires.

D'après les découvertes de la présente étude, les facteurs étiologiques, inhérents aux exploitants alimentaires, institutionnels et environnementaux contribuent à détériorer la sécurité sanitaire des denrées alimentaires, et entraînent l'épidémie des TIA. À cet effet, afin de réduire ces menaces et faiblesses, les suggestions proposées concernent la réforme législative et réglementaire, la réforme institutionnelle, l'amélioration du management de la sécurité sanitaire des denrées alimentaires, l'application systématique des règles d'hygiène alimentaire, le développement des programmes prérequis et la promotion de la démarche HACCP.

Par ailleurs, les recommandations apportées par le présent travail de recherche visent la mise en œuvre du renforcement de la bonne gouvernance, l'institutionnalisation du système de management de la sécurité des denrées alimentaires, la promotion de l'approche multisectorielle, le développement des programmes de sensibilisation et d'éducation en matière de sécurité sanitaire des denrées alimentaires, l'émergence des technologies modernes et des nouvelles technologies de l'information et de la communication, et l'amplification de l'enseignement et des recherches sur sécurité sanitaire des denrées alimentaires, la sécurité alimentaire et nutritionnelle.

### V. CONCLUSION

À Madagascar, entre 2016 et la fin du mois de septembre 2020, l'insuffisance de la sécurité sanitaire des denrées alimentaires se traduit par l'augmentation des cas de TIA, de 398 cas à 908 cas, avec un pic remarquable de 1159 cas en 2019. Cette croissance des cas de TIA dérive de la croissance des TIAC de 1056 cas en 2019 et de celle des ICAM de 322 cas en 2020. Le résultat de cette étude est formé de la disponibilité d'un plan stratégique national sur la sécurité sanitaire des denrées alimentaires de 2020 à 2024, validé et mis en œuvre, à travers un processus scientifique, inclusif, concerté, harmonisé et résilient, intégrant les stratégies, les objectifs, les résultats attendus, les différentes interventions à mettre en œuvre, et la majorité des parties prenantes du secteur alimentaire, en vue d'assurer la sécurité sanitaire et la qualité des aliments. En outre, des suggestions et recommandations sont proposées pour développer la sécurité sanitaire des denrées alimentaires, et contribuer fortement à assurer la sécurité alimentaire, améliorer la sécurité nutritionnelle et promouvoir l'agriculture durable, et garantir le bien-être de tous à tous âges, d'une part, et d'autre part, à atteindre les objectifs de développement durable à l'horizon 2030.

### VI. REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer nos vifs et sincères remerciements à l'École doctorale « Génie des Procédés et des Systèmes Industriels, Agricoles et Alimentaires », de l'École Supérieure des Sciences Agronomiques-Université d'Antananarivo, de nous avoir permis de réaliser ce travail de recherche.

### REFERENCES

- [1] Principaux faits : Sécurité sanitaire des aliments. Genève, Organisation mondiale de la Santé, 2020. Consulté le 5 novembre 2022, disponible sur le site <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
- [2] WHO estimates of the global burden of foodborne diseases: foodborne disease burden epidemiology reference group 2007–2015. Genève, Organisation mondiale de la Santé, 2015. Consulté le 5 novembre 2022, disponible sur le site <https://apps.who.int/iris/handle/10665/199350>
- [3] Jaffee S, Henson S, Unnevehr L, Grace D, Cassou E. The safe food imperative: accelerating progress in low- and middle-income countries. Washington DC: International Bank for Reconstruction and Development and The World Bank; 2019. Consulté le 5 novembre 2022, disponible sur le site <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30568>
- [4] Plan stratégique national sur la sécurité sanitaire des denrées alimentaires (PSNSSDA) 2020-2024 à Madagascar. Consulté le 5 Novembre 2022, disponible sur le site officiel du Ministère de la Santé publique: <http://www.sante.gov.mg/.../08/PSNSSDA-DE-LACSQDA-FINAL.pdf>
- [5] ANSES 2018. Attribution des sources des maladies infectieuses d'origine alimentaire, partie 2 : Analyse des données épidémiologiques. Avis de l'Anses, rapport d'expertise collective, Novembre 2018. Edition scientifique, saisine n°2015-SA-0162. Consulté le 01 Février 2023, disponible sur le site : <https://www.anses.fr>
- [6] Fatma Z, Meriem T. Étude du système HACCP dans la restauration collective universitaire, 2020. Consulté le 11 Juillet 2022, disponible sur : <http://dlibrary.univ-boumerdez.dz>

- [7] CEN (COLLEGES DES ENSEIGNANTS DE NUTRITION, UNIVERSITE MEDICALE VIRTUELLE FRANCOPHONE) (2010 – 2011). Les toxi-infections alimentaires collectives : aspects cliniques et épidémiologiques, 2010-2011. Consulté le 03 Juillet 2020, disponible sur : <http://campus.cerimes.fr>
- [8] Aubry P, Gaüzère B-A . Intoxications par les animaux marins - Actualités 2014. Mise à jour le 2 Décembre 2015. Centre René Labusquière, Institut de Médecine Tropicale, Université de Bordeaux, 33076 Bordeaux (France). Consulté le 05 Mars 2021, disponible sur le site : <https://www.medecineticale.com>
- [9] Aubry P, Gaüzère B-A. Intoxications par les animaux marins - Actualités 2019. Mise à jour le 11/02/2020. Centre René Labusquière, Institut de Médecine Tropicale, Université de Bordeaux, 33076 Bordeaux (France). Consulté le 05 Mars 2021, disponible sur le site : <https://www.medecineticale.com>
- [10] Brodin S. Intoxication par consommation de tortue marine. Bull. Soc. Harp. Fr. 1992 ; 63: 31-45 pages. Consulté le 08 Février 2021, disponible sur le site : <https://georgehbalazs.com>
- [11] Champetier DR, Ranaivoson, Ravaonindrana, Rakotonjanabelo, Rasolofonirina, Roux, Yasumoto. Un problème de santé réémergent à Madagascar : les intoxications collectives par consommation d'animaux marins. Aspects épidémiologiques, cliniques et toxicologiques des épisodes notifiés de janvier 1993 à janvier 1998. Arch Inst Pasteur Madagascar 1998; 64 (1et 2) : 71-76. Consulté le 20 Février 2021, disponible sur le site : <https://www.pasteur.mg>
- [12] Brissard C. Ovatoxines : Purification à partir d'Ostreopsis cf. ovata en culture et Niveaux d'accumulation dans les produits de la mer. Thèse de doctorat, discipline : chimie analytique, spécialité : toxines d'algues. Université de Nantes, faculté des sciences et des techniques, École doctorale Végétal-Environnement-Nutrition-Agroalimentaire-Mer Venam, 2014 :288 p. Consulté le 10 Février 2023, disponible sur le site : <https://archimer.ifremer.fr>
- [13] Dom I. Analyse non ciblée des biotoxines marines des produits de pêche. Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement (AgroParisTech). École doctorale n°581, Agriculture, alimentation, biologie, environnement et santé (ABIES), 2018 : 216. Consulté le 10 Septembre 2021, disponible sur le site : <https://pastel.archives-ouvertes.fr>
- [14] Rabenjarison F, Ramarolahy ARN, Velomora A, Rahajaniaina MP, Raveloson NE. Intoxication à la ciguatoxine après consommation de requin à Fénériver-Est : profil épidémio-clinique et résultats de laboratoire. Revue d'Anesthésie-Réanimation, Médecine d'Urgence et Toxicologie 2016 ; 8(1) 9-12. Consulté le 05 Février 2021, disponible sur le site : <http://www.rarmu.org/>
- [15] Ahoyo TA, Ahissou H, Kounon F, Aminou T, Dramane K. Etude de la qualité bactériologique des aliments vendus sur le campus de l'Université d'Abomey Calavi au Bénin. International journal of biological and chemical sciences 2010 ; 4(4): 1083-1092. Consulté le 17 Septembre 2020, disponible sur le site : <http://indexmedicus.afro.who.int>
- [16] Yougbare B. Appréciation des risques de contamination microbienne de la viande de petits ruminants dans les abattoirs et dibiteries de Dakar, Sénégal. Mémoire de master en santé publique vétérinaire, spécialité épidémiologie des maladies transmissibles et gestion des risques sanitaires. École inter-Etats des sciences et de médecine vétérinaire de Dakar, année 2014, N°14. Consulté le 15 Septembre 2020, disponible sur le site : <https://cgspace.cgiar.org>
- [17] Schmid H, Baumgartner A. Foyers de toxi-infection alimentaire en Suisse. Office fédéral de la santé publique, 3003 Berne Suisse, Janvier 2013. Consulté le 02 Octobre 2020, disponible sur le site : <https://www.blv.admin.ch>
- [18] Chateau-Degat ML. Les toxines marines : problèmes de santé en émergence. Vertigo – La revue en sciences de l'environnement 2003 ;4(1) : 1-11. Consulté le 03 Septembre 2021, disponible sur le site : <https://vertigo.revues.org>
- [19] OMS et FAO. Hygiène du poisson et des fruits de mer. Rapport d'un comité d'experts de l'OMS réuni en Coopération avec la FAO. OMS, Genève 1974. Consulté le 09 Juin 2020, disponible sur le site : <https://www.doc-developpement-durable.org>
- [20] FAO. Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation. Code d'usages pour les poissons et les Produits de la pêche. CAC/RCP 52-2003, 2016. Consulté le 15 Août 2022, disponible sur le site : <https://www.fao.org>