

UNIVERSITE DE YAOUNDE I

FACULTE DES SCIENCES

CENTRE DE RECHERCHE ET
DE FORMATION DOCTORALE
EN SCIENCES DE LA VIE,
SANTE ET ENVIRONNEMENT

UNITE DE RECHERCHE ET DE
FORMATION DOCTORALE EN
SCIENCES DE LA VIE



UNIVERSITY OF YAOUNDE I

FACULTY OF SCIENCES

CENTRE FOR RESEARCH AND
TRAINING IN GRADUATE STUDIES
IN LIFES, HEALTH AND
ENVIRONMENTAL SCIENCES

RESEARCH AND DOCTORATE
TRAINING UNIT IN LIFE SCIENCES

DEPARTEMENT DE BIOCHIMIE
DEPARTMENT OF BIOCHEMISTRY

LABORATOIRE DE SECURITE SANITAIRE DES ALIMENTS
LABORATORY OF FOOD SAFETY

RECHERCHE DES POINTS CRITIQUES DE CONTAMINATION DES PRODUITS MARAICHERS PAR LES PESTICIDES ET SUGGESTIONS D'AMELIORATION AU CAMEROUN

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master professionnel

Option : Sécurité Sanitaire des Aliments (SSA)

Rédigé par :

MADGAN Roland Eric

Matricule : 08T0272



Sous la Direction de

SADO Sylvain

Professeur

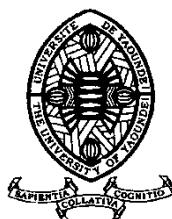
Année Académique : 2024-2025

UNIVERSITE DE YAOUNDE I

FACULTE DES SCIENCES

CENTRE DE RECHERCHE ET DE
FORMATION DOCTORALE EN
SCIENCES DE LA VIE, SANTE ET
ENVIRONNEMENT

UNITE DE RECHERCHE ET DE
FORMATION DOCTORALE EN
SCIENCES DE LA VIE



UNIVERSITY OF YAOUNDE I

FACULTY OF SCIENCES

CENTRE FOR RESEARCH AND
TRAINING IN GRADUATE STUDIES IN
LIFES, HEALTH AND ENVIRONMENTAL
SCIENCES

RESEARCH AND DOCTORATE
TRAINING UNIT IN LIFE SCIENCES

DEPARTEMENT DE BIOCHIMIE

DEPARTMENT OF BIOCHEMISTRY

LABORATOIRE DE SECURITE SANITAIRE DES ALIMENTS

LABORATORY OF FOOD SAFETY

**RECHERCHE DES POINTS CRITIQUES DE
CONTAMINATION DES PRODUITS MARAICHERS
PAR LES PESTICIDES ET SUGGESTIONS
D'AMELIORATION AU CAMEROUN**

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master professionnel

Option : Sécurité Sanitaire des Aliments (SSA)

Rédigé par :

MADGAN Roland Eric

Matricule : 08T0272

Sous la Direction de:

SADO Sylvain

Professeur

Année académique : 2024-2025

DEDICACES

Je dédie ce travail à :

Mon épouse NKWAJU YANOU Rachel

REMERCIEMENTS

Je rends grâce à Dieu Tout-Puissant qui dans sa miséricorde et sa bonté infinie, a bien voulu m’orienter dans la Sécurité Sanitaire des Aliments. Également pour sa protection assurée pendant toutes ces deux années de formation. Ainsi donc, arrivé au terme de notre formation, je tiens à adresser mes sincères remerciements:

❖ Au Professeur **SADO Sylvain**, mon Directeur de mémoire, pour l’accueil chaleureux qu’il m’a réservé au sein du Laboratoire de Sécurité Sanitaire des Aliments, ainsi que pour l’intérêt constant qu’il a porté à ce travail en acceptant de diriger cette étude, pour sa disponibilité, ses orientations et ses remarques fructueuses. Son sens de l’engagement et sa rigueur sont pour moi une source d’inspiration et de motivation. Qu’il trouve ici ma profonde gratitude ;

❖ Au Chef de Département de Biochimie, le **Professeur MOUNDIPA**, pour avoir veillé à ce que nous recevions une formation de qualité ;

❖ Au Dr **ABIA** : Merci d’avoir inspiré ce travail par tes conseils précieux, pour m’avoir accordé une grande confiance, ta bonne humeur et ton soutien me donne des ailes pour avancer dans la vie ;

❖ A tout le corps enseignant de Sécurité Sanitaire des Aliments pour leurs enseignements, leur encadrement et leurs conseils à mon égard, recevez ici l’expression de ma profonde gratitude ;

❖ Une pensée particulière à mon défunt Papa M. **ZOA Norbert**, à qui je dis ici Grand merci pour tout l’amour, encadrement, ses encouragements et bénédictions sans faille qu’il a toujours portés à mon égard ;

❖ A ma Maman Mme **DJOM Anastasie** pour l’amour et le soutien de tous les jours. En souvenir des sacrifices inoubliables qu’elle a consentis à mon égard, puisse ce travail être le symbole de mon éternelle reconnaissance ;

❖ Un merci spécial à mes enfants **Eunice, Sérah et Noémie** pour leur affection et encouragements sans faille de chaque jour ;

❖ A mes frères et sœurs : **DJOM Joseph, ZOA NVONDO Basil, NYEM Elisabeth Nadège, NNANGA OKOUMOU Stéphanie, MBOG DJOM Armand**, pour leur affection, leurs conseils et leur soutien constant ;

❖ Un merci particulier à **M. NYA Edouard** pour ses encouragements, son soutien scientifique et humain qu’il m’a accordé tout au long de ce travail ;

❖ Un grand merci à tout le personnel du Laboratoire National d’Analyse Diagnostique des Produits et Intrants Agricole et particulièrement à Mme **MINKOMA Armande** pour l’appui technique et vos conseils, je tiens vivement à vous remercier ;

❖ A tous mes camarades de Sécurité Sanitaire des Aliments, pour tous les moments de joies et pour tous les temps de crise ; le souvenir de notre promotion est une tâche d'huile dans ma vie.

Table des matières

DEDICACES	i
REMERCIEMENTS.....	ii
LISTE DES TABLEAUX	vi
LISTE DES FIGURES.....	vii
LISTE DES ABBRÉVIATIONS.....	viii
RESUME.....	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	2
I.1. Généralité sur les pesticides	5
I.1.1. Définition	5
I.1.2. Composition des pesticides	6
I.1.3. Classification des pesticides	6
I.1.4. Voie de contamination des pesticides	7
I.1.5. Dose Journalière Admissible (DJA).....	7
I.2. Effets des pesticides sur la santé humaine	8
I.2.1. Toxicité aiguë	8
I.2.2. Toxicité chronique.....	8
I.3. Législation et réglementation pour l'utilisation des pesticides au Cameroun	9
I.3.1. Procédure d'homologation des pesticides	10
I.3.2. Normes de Codex Alimentarius	11
I.3.3. Accords sur l'application des Mesures Sanitaires et Phytosanitaires (SPS)	12
I.4. Généralité sur le maraîchage au Cameroun	12
I.5. Itinéraire techniques et protection phytosanitaire des spéculations étudiées.....	12
I.5.1. Fiche d'entretien et protection phytosanitaire de la tomate (54).....	12
I.5.2. Fiche d'entretien et protection phytosanitaire de la carotte (55).....	13
I.5.3. Fiche d'entretien et protection phytosanitaire du poivron (56).....	13
I.5.4. Fiche d'entretien et protection phytosanitaire de la morelle noire	14
CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES	5
II.1. MATERIELS.....	16
II.1.1. Matériel de prélèvement.....	16
II.1.2. Matériel de laboratoire	16
II.1.3. Réactifs.....	16
II.2. Méthode	17
II.2.1 Conception de l'étude	17
II.2.2 Zones d'étude.....	17

II.2.3	Echantillonnage	17
II.2.4	Critère d'inclusion.....	18
II.2.5	Critères d'exclusion.....	18
II.2.6	Technique d'échantillonnage et taille d'échantillon	19
II.2.7	Méthode de prétraitement des échantillons	19
II.3.	Limites de notre étude	21
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION		16
III.1.	RESULTATS.....	23
III.1.1.	Evaluation de la contamination des pesticides dans les cultures maraichères	23
III.1.2.	Evaluation de la conformité des pesticides dans les cultures maraichères.....	25
III.1.3.	Recensement des pesticides détecté dans les cultures maraichères en fonction des saisons.....	31
III.1.4.	Enquête sur les pratiques de gestion des pesticides.....	33
III.1.5.	Identification des points critiques de contamination	36
III.2.	DISCUSSION	37
III.2.1.	Détection des pesticides sur les échantillons de produits maraichers.....	37
III.2.2.	Enquête sur les pratiques de gestion des pesticides Identification des points critiques de contrôle de la contamination des produits maraichers.	39
III.2.3.	Identification des points critiques de contrôle de la Contamination des produits maraichers et suggestion des mesures correctives.....	41
Conclusion.....		42
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....		43
ANNEXE		48

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Classification toxicologique des pesticides selon l'OMS (27).....	7
Tableau II : Symptômes généraux pouvant indiquer une intoxication par des pesticides (41).9	
Tableau III : Récapitulatif des échantillons prélevés.....	19
Tableau IV : Evolution du programme programme MS Inad-LNAD GEN SCREENING METHOD 2022 13 MIN.M	20
Tableau V : Equations des différentes droites d'étalonnage.....	21
Tableau VI : concentration moyenne des matières actives de pesticides dans les carottes	25
Tableau VII : Teneurs en résidus de pesticides dans la morelle noire.....	26
Tableau VIII : Teneurs en résidus de pesticides dans le poivron	28
Tableau IX: Teneurs en résidus de pesticides dans la tomate	29
Tableau X : Types de pesticides utilisés	33
Tableau XI : Fréquence d'application par cycle de culture.....	33
Tableau XII : Moyens d'approvisionnement des pesticides	34
Tableau XIII : Connaissance des réglementations	34
Tableau XIV : Formation reçue	35
Tableau XV : Mesures pour éviter la contamination	35
Tableau XVI : risques phytosanitaires et mesures correctives pour les cultures de tomate, poivron, carotte et morelle noire	36
Tableau XVII : points critiques des pesticides détectés	49

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Les voies d'entrées des pesticides dans l'organisme (30)	7
Figure 2 : Processus d'homologation des pesticides au Cameroun (45)	11
Figure 3 : Echantillon de tomate	12
Figure 4 : Echantillon de Carotte	13
Figure 5 : Echantillon de poivron.....	14
Figure 6 : Echantillon de Morelle noire	14
Figure 7 : Taux de pesticides détectés dans toutes les spéculations.....	23
Figure 8 : Concentration moyenne des pesticides présents dans les cultures selon les zones de production.....	24
Figure 9 : Concentration des pesticides dans la carotte par zone de production.....	25
Figure 10 : Concentration des pesticides dans la morelle noire par zone de production	27
Figure 11 : Concentration des pesticides dans le poivron par zone de production	28
Figure 12 : Concentration des pesticides dans la tomate par zone de production.....	30
Figure 13 : présence des pesticides dans les spéculations en fonction des saisons.....	31
Figure 14 : Présence cumulative des pesticide et taux des échantillons contaminés en saison pluvieuse.....	31
Figure 15 : Présence cumulative des pesticides et taux des échantillons contaminés en saison sèche	32
Figure 16 : courbe d'étalonnage du Chlorpyriphos.....	48
Figure 17 : courbe d'étalonnage du Diméthomorphe.....	48
Figure 18 : courbe d'étalonnage de l'Imidaclopride	49
Figure 19 : courbe d'étalonnage du Méthalexyl-M.....	49

LISTE DES ABBRÉVIATIONS

BPA : Bonnes Pratiques Agricoles

CPG : Chromatographie en Phase Gazeuse

DAR : Délais de Traitement avant Récolte

DJA : Dose Journalière Admissible

DL₅₀ : Dose létale médiane

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

INSERM : Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale français

LMR : Limites Maximales de Résidus

LNAD : Laboratoire National d'Analyse Diagnostique des Produits et des Intrants Agricoles

MgSO₄ : Sulfate de Magnesium

MINADER : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural

OMS : L'Organisation Mondiale de la Santé

PIB : Produit Inter brut

PSA : Primary Secondary Amine

PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement

RASFF : Système d'Alerte Rapide pour les Produits Alimentaires et pour les Aliments pour Animaux

Rpm: Revolution per minute

UE: Union Européenne

WHO: World Health Organisation

RESUME

L'agriculture, et en particulier la culture maraîchère, est cruciale pour l'économie et la sécurité alimentaire du Cameroun, où la pression démographique intensifie les besoins de production. Toutefois, l'utilisation excessive de pesticides dans la production maraîchère pour lutter contre les maladies et ravageurs entraîne des risques majeurs pour la santé et l'environnement. Notamment la présence de résidus dépassant les limites autorisées, exposant ainsi la population à des problèmes de santé tels que des cancers et des troubles respiratoires.

L'étude présente vise à évaluer la contamination de 120 échantillons de produits maraîchers (tomate, carotte, morelle noire, poivron) prélevés dans quatre régions du Cameroun, traité à l'aide de la méthode Quick Easy Cheap Effective Rugged and Safe (QuEChERS) et analysés par Chromatographie en Phase Gazeuse (CPG). Elle identifie les points critiques de contamination et propose des mesures correctives pour promouvoir des pratiques agricoles durables, tout en incluant des entretiens avec des acteurs de la chaîne de production.

L'analyse a révélé la présence de quatre principaux pesticides dans les cultures, dont le chlorpyrifos (interdit par l'UE et le Cameroun) à 28,33%, le Méthalexyl-M à 11,67%, l'Imidaclopride à 10%, et le Diméthomorphe à 8,33%. Cependant, 41,67% des produits ne contenaient pas de pesticides. Un faible pourcentage d'agriculteurs (27%) et de distributeurs (25%) a reçu une formation sur l'usage des pesticides, mettant en évidence un manque de connaissances. De plus, une forte dépendance à l'approvisionnement informel (67% des agriculteurs et 62% des distributeurs) et la mauvaise compréhension des réglementations augmentent les risques. Les tomates et les morelles noires sont particulièrement contaminées à 100%, avec des résidus dépassant les normes du Codex Alimentarius et de l'Union Européenne pour tous les pesticides détectés.

L'enquête a montré que 80 % des agriculteurs et 75 % des distributeurs privilégient les pesticides chimiques, augmentant les risques de contamination des produits maraîchers, notamment à cause d'une application excessive et de pratiques agricoles inadéquates. L'approvisionnement informel en pesticides non homologués, combiné à une méconnaissance des réglementations et à un manque de formation, accentue les dangers pour la santé publique.

L'identification des points critiques met en lumière des pratiques de traitement excessives, un stockage et une manipulation inappropriés. Ainsi, Les mesures correctives proposées incluent l'utilisation de bio-pesticides, le respect des dosages, la rotation des cultures et la formation des producteurs aux bonnes pratiques agricoles, afin de réduire les risques de contamination et assurer la sécurité alimentaire.

Mots clés : Pesticides, Produits maraîchers, tomate, carotte, morelle noire, poivron Cameroun.

ABSTRACT

Agriculture, particularly vegetable farming, is crucial for the economy and food security of Cameroon, where demographic pressure increases production needs. However, the excessive use of pesticides in vegetable production to combat diseases and pests poses major risks to health and the environment. This includes the presence of pesticide residues exceeding the authorized limits, exposing the population to health issues such as cancer and respiratory disorders.

The present study aims to assess the contamination of 120 samples of market garden products (tomatoes, carrots, black nightshade, and peppers) collected from four regions of Cameroon. The samples were treated using the Quick Easy Cheap Effective Rugged and Safe (QuEChERS) method and analyzed by Gas Chromatography (GC). It identifies critical contamination points and proposes corrective measures to promote sustainable agricultural practices, including interviews with actors in the production chain.

The analysis revealed the presence of four main pesticides in the crops, including chlorpyrifos (28.33%), which is banned by the EU and Cameroon, methalaxyl-M (11.67%), imidacloprid (10%), and dimethomorph (8.33%). However, 41.67% of the products contained no pesticides. A small percentage of farmers (27%) and distributors (25%) have received training on pesticide use, highlighting a lack of knowledge. Additionally, a strong reliance on informal pesticide supply (67% of farmers and 62% of distributors) and poor understanding of regulations increase the risks. Tomatoes and black nightshades are particularly contaminated, with 100% of samples exceeding both Codex Alimentarius and EU standards for all detected pesticides.

The survey shows that 80% of farmers and 75% of distributors favor chemical pesticides, increasing the risk of contamination of vegetable products, particularly due to excessive application and inadequate agricultural practices. The informal supply of unapproved pesticides, combined with ignorance of regulations and a lack of training, exacerbates the dangers to public health.

The identification of critical points highlights excessive treatment practices, improper storage, and handling. Proposed corrective measures include the use of bio-pesticides, adhering to dosage guidelines, crop rotation, and training producers on good agricultural practices to reduce contamination risks and ensure food safety.

Keywords: Pesticides, Market garden products, Tomatoes, Carrots, Black nightshade, Peppers, Cameroon.

INTRODUCTION GENERALE

L'agriculture revêt d'une importance capitale pour l'économie et la sécurité alimentaire du Cameroun, où les produits maraîchers occupent une place prépondérante dans l'alimentation quotidienne. De plus, la croissance démographique a intensifié la pression sur l'activité maraîchère dans le pays (1). Toutefois, ces cultures sont le plus souvent vulnérables aux maladies et ravageurs, qui sont à l'origine de perte de rendement liés à une baisse de la qualité et de la quantité de la production, exposant ainsi le producteur à l'insécurité et à la précarité (2). Dans certaines régions du monde, notamment l'Afrique, l'Amérique du Sud ou l'Asie, les pertes peuvent représenter jusqu'à 48 % des récoltes (3). Afin de remédier à ce problème, les maraîchers font recours à des produits chimiques parmi lesquels les pesticides, dont l'utilisation est souvent abusive, pour protéger les cultures (4). Néanmoins, bien que les produits phytosanitaires permettent de limiter le développement d'organismes susceptibles d'affecter les récoltes (5), ils demeurent également toxiques et l'ensemble de la population mondiale y est finalement exposé à des degrés de toxicité variés (6).

A cet effet, la gestion des pesticides avant, pendant et après leur utilisation constitue une problématique environnementale et sanitaire (7). Au-delà de leur toxicité aiguë et chronique, les pesticides peuvent être à l'origine de divers troubles de santé et même de décès (8). Cette situation dénote de la gestion non sécurisante des pesticides avec comme corollaire des risques importants pour les utilisateurs et les consommateurs (9). Ainsi, en raison de leur usage excessif et inapproprié dans les cultures maraîchères par des populations rurales peu expérimentées, des résidus de pesticides se retrouvent à des concentrations dépassant les limites maximales autorisées dans les aliments destinés à la consommation humaine. Dans ce contexte, une étude toxicologique menée par des experts de l'INSERM (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale français) en 2021 a établi des liens entre l'exposition aux pesticides et certaines pathologies ou événements de santé, avec une présomption modérée. C'est le cas notamment pour la maladie d'Alzheimer, des troubles dépressifs, divers cancers (leucémies, cancers du système nerveux central, de la vessie, du rein, sarcomes des tissus mous), l'asthme, les sifflements respiratoires, ainsi que des troubles thyroïdiens (10). Cela inclut des problèmes respiratoires, des retards de développement neurologique chez les jeunes enfants, ainsi que des affections neurologiques telles que la maladie de Parkinson (11). Les pesticides exercent également des effets délétères sur les capacités de reproduction masculine, se traduisant par une diminution des hormones sexuelles et du nombre de spermatozoïdes, ainsi que sur les fonctions hépatiques et rénales (12). Bien que l'Afrique utilise le moins de pesticides en volume, en raison notamment de la pauvreté, elle est l'un des continents où ces produits toxiques causent le plus

de dommages aux populations et à l'environnement, en particulier dans les zones rurales (13). Dès lors, la contamination des produits maraîchers par les pesticides est devenue une préoccupation mondiale croissante, suscitant des inquiétudes tant pour la santé humaine que pour l'environnement.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) évalue qu'à l'échelle planétaire, trois millions de cas d'intoxication sévère liés aux pesticides se produisent chaque année, entraînant la perte d'au moins 300 000 personnes (14). Par ailleurs, une dépêche conjointe de la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture) et du PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement), datée du 22 septembre 2004 à Rome et Genève, indique qu'il pourrait y avoir entre un et cinq millions de cas d'empoisonnements par pesticides chaque année dans le monde, causant la mort de plusieurs milliers de travailleurs agricoles. La majorité de ces intoxications se manifeste dans les pays en développement, où les normes sanitaires sont souvent insuffisantes, voire totalement absentes. Bien que ces nations n'utilisent que 25 % de la production mondiale de pesticides, elles représentent 99 % des décès qui leur sont attribués(15). L'Asie du Sud enregistre le plus grand nombre de cas, suivie par l'Asie du Sud-Est et l'Afrique de l'Est en ce qui concerne les empoisonnements aigus non intentionnels par les pesticides (16). De surcroît, l'abus de pesticides par les utilisateurs, combiné à l'absence ou à l'insuffisance de plans nationaux de contrôle, exacerbe les effets néfastes dans ces régions (17).

Cependant, au Cameroun, les données relatives aux intoxications liées à la consommation de produits maraîchers contaminés par les pesticides ne sont pas toujours systématiquement enregistrées. Même quand certaines données existent, leur accessibilité reste souvent limitée. Cela complique l'établissement d'une corrélation précise entre certaines pathologies et l'exposition ou l'ingestion de pesticides au sein de nos établissements de santé. De surcroît, bien que des textes législatifs et réglementaires concernant les pesticides soient en vigueur au Cameroun, notre système de surveillance et de contrôle des résidus de pesticides présente encore des lacunes. Par conséquent, les producteurs maraîchers et d'autres utilisateurs se procurent parfois, sur le marché local, des pesticides dont ils ont une connaissance limitée en matière de toxicité et d'utilisation (18). A cet égard, une enquête réalisée en 2021 dans le nord du pays a révélé que certains agriculteurs et producteurs de coton détournent une partie de leur dotation en pesticides pour une utilisation personnelle ou pour les revendre à des maraîchers, bien que leur toxicité rende cette pratique inappropriée en culture maraîcher (15). En outre, cette même enquête indique qu'en saison sèche, la plupart des légumes sur le marché sont gravement contaminés par ces pesticides, sans qu'aucune intervention de notre système de contrôle ne soit observée à ce niveau.

Face aux risques significatifs que l'usage intensif des pesticides engendre pour la santé humaine et l'environnement, dans le cadre de l'amélioration des rendements agricoles, la majorité des pays dans le monde ont renforcé leur dispositif de surveillance alimentaire. En conséquence, de nombreux États ont adopté des réglementations fixant des Limites Maximales de Résidus (LMR) pour les produits agricoles (19). Malheureusement, le Cameroun ne dispose pas encore de textes réglementaires fixant ces LMR au niveau national, bien qu'il ait mis en place certains règlements concernant la gestion des pesticides. Parmi ceux-ci figurent la loi n° 2003/003 du 21 avril 2003 relative à la protection phytosanitaire et le décret n° 2005/0772/PM du 6 avril 2005, qui précise les modalités d'homologation et de contrôle des produits phytosanitaires au Cameroun.

Au regard des éléments précédemment exposés et de l'augmentation constatée du nombre de producteurs maraîchers à l'échelle nationale, la détermination du niveau de contamination de nos produits maraîchers par les résidus de pesticides à diverses échelles géographiques, devient une urgence. Ceci nous permettra de mieux appréhender les tendances, les risques potentiels, ainsi que les stratégies de gestion appropriées.

Question de recherche

Les résidus de pesticides présents dans les produits maraîchers cultivés au Cameroun sont-ils conformes aux normes internationales ?

Hypothèse de recherche

Les produits maraîchers cultivés au Cameroun sont contaminés par une teneur élevée en résidus de pesticides ne respectant pas les normes.

Objectif général

Déterminer la conformité aux normes des résidus de pesticides et les points critiques de contamination des produits maraîchers au Cameroun, puis de proposer des approches d'amélioration.

Objectifs spécifiques

- ✓ Evaluer la conformité des résidus de pesticides détectés sur quelques produits maraîchers (tomate, morelle noire, carotte et poivron);
- ✓ Enquêter sur les pratiques de gestion des pesticides ;
- ✓ Proposer les mesures correctives sur les points critiques de contrôles des contaminations Identifiés.

CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Généralité sur les pesticides

I.1.1. Définition

Le mot « pesticide » est un terme générique dérivé des termes latins « *caedere* » (tuer) et « *pestis* » (fléau). Il recouvre des définitions diverses selon les contextes d'utilisation et les réglementations (20).

Ainsi, un pesticide est toute substance ou association de substances destinée à prévenir, repousser, détruire ou combattre les ravageurs, les vecteurs de maladies et les espèces indésirables de plantes ou d'animaux causant des dommages ou se montrant nuisibles durant la production, la transformation, le stockage, le transport ou la commercialisation des produits alimentaires, des produits agricoles, du bois et des produits forestiers non ligneux (20)

Les pesticides à usage agricole peuvent également être appelés produits phytopharmaceutiques /phytosanitaires. Ainsi selon l'article 3 du règlement (CE) n°1107/2009 du parlement européen et du conseil, nous pouvons appliquer les définitions suivantes :

❖ Produit Phytopharmaceutiques / phytosanitaires

C'est tout produit destiné à protéger les végétaux ou les produits végétaux contre les organismes nuisibles, exercer une action sur les processus vitaux des végétaux (autre que les substances nutritives), assurer la conservation des produits végétaux, freiner, prévenir la croissance ou détruire les végétaux ou les parties de végétaux indésirables, à l'exception des algues à moins que les produits ne soient appliqués sur le sol ou l'eau pour protéger les végétaux (21).

❖ Résidus de pesticides:

On entend par résidus de pesticides toute substance présente dans les aliments, les produits agricoles ou les aliments pour animaux par suite de l'utilisation d'un pesticide. Ce terme englobe tous les dérivés du pesticide comme les métabolites, les produits de dégradation, les impuretés possédant des propriétés toxicologiques avérées (22).

❖ Limite maximale de résidu (LMR) :

Une « limite maximale applicable aux résidus » s'entend comme une concentration maximale du résidu d'une substance dans ou sur des denrées alimentaires. Ces LMR sont fixées conformément à des règlements européens par domaine, ainsi que pour un couple denrée/substance. L'article 3 du Règlement (CE) n°396/2005 définit la LMR, sur la base des BPA et de l'exposition la plus faible possible permettant de protéger tous les consommateurs vulnérables (23) .

Chaque produit végétal traité par une substance active autorisée fait l'objet d'une LMR spécifique exprimée en mg/kg qui correspond à « la concentration maximale de résidus, consécutive à l'utilisation d'un produit phytosanitaire, légalement admise dans ou sur la denrée ». Ces limites maximales sont généralement établies sur les denrées alimentaires brutes (produit entier et frais) tels qu'ils sont récoltés ou entreposés et ne concernent pas les produits transformés (sauf notamment pour les vins, les huiles, et pour les aliments destinés aux nourrissons et aux enfants en bas âge pour lesquels des LMR spécifiques ont été fixées)(24).

I.1.2. Composition des pesticides

Un pesticide est généralement composé de plusieurs substances :

- ❖ Une (ou plusieurs) matière active. C'est la matière active qui donne au pesticide un effet toxique. Les propriétés d'un pesticide découlent pour l'essentiel de sa matière active. À l'exemple du Chlorpyrifos-éthyl.
- ❖ Un diluant est une matière liquide (solvant) incorporée à une préparation et destinée à abaisser la concentration en matière active. Ce sont le plus souvent des huiles végétales.
- ❖ Des adjuvants qui sont des substances dépourvues d'activité biologique, mais susceptibles de faciliter l'utilisation de la matière active (25)

I.1.3. Classification des pesticides

Il existe une large gamme de pesticides que l'on peut classer suivant différents critères. Ainsi, selon l'index l'Index Phytosanitaire du Cameroun 2022, les pesticides sont classés en suivant :

- Les organismes nuisibles ciblés;
- Le mode d'action ;
- La famille chimique ;
- La toxicité.

Nous nous concentrerons ici sur la classification toxicologique des pesticides. En effet, selon le risque sanitaire associé et le comportement toxique de ces substances, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a établi une classification en quatre catégories. À cette fin, l'OMS a réalisé des études sur des rats et d'autres animaux de laboratoire, leur administrant des doses de pesticides par voie orale et cutanée. Elle a ainsi déterminé la dose létale médiane (DL₅₀ exprimée en mg/kg de substance active par kg de poids corporel), c'est-à-dire la quantité qui provoque la mort de 50 % des animaux exposés (26). Cette classification, allant de la toxicité la plus faible à la plus élevée, est répartie en quatre classes numérotées de I à U, représentant respectivement la toxicité extrême, très toxique, modérément toxique et faiblement toxique tel que présenté dans le tableau ci-dessous.

Tableau I : Classification toxicologique des pesticides selon l’OMS (27)

		DL50 pour le rat (mg/kg de poids corporel)	
		Voie orale	Voie dermique
Classe	description		
Ia	Extrême dangereux	< 5	< 50
Ib	Très dangereux	5 à 50	50 à 200
II	Modérément dangereux	50 à 2000	200 à 2000
III	Légèrement dangereux	> 2000	> de 2000
u	Peu susceptible de présenter un danger	5000 ou plus	

I.1.4. Voie de contamination des pesticides

Les pesticides peuvent s’introduire aisément dans notre organisme par toutes les voies de pénétration : cutanée, respiratoire, oculaire et digestive (28). Le toxique est généralement ingéré sous forme de résidus présents dans les aliments, mais il peut également être absorbé par l'eau potable, l'air inhalé ou par contact cutané avec le produit. Les agriculteurs et les ouvriers impliqués dans la préparation des mélanges et l'application des traitements sont particulièrement exposés à ces risques par voie cutanée ou par inhalation (29).

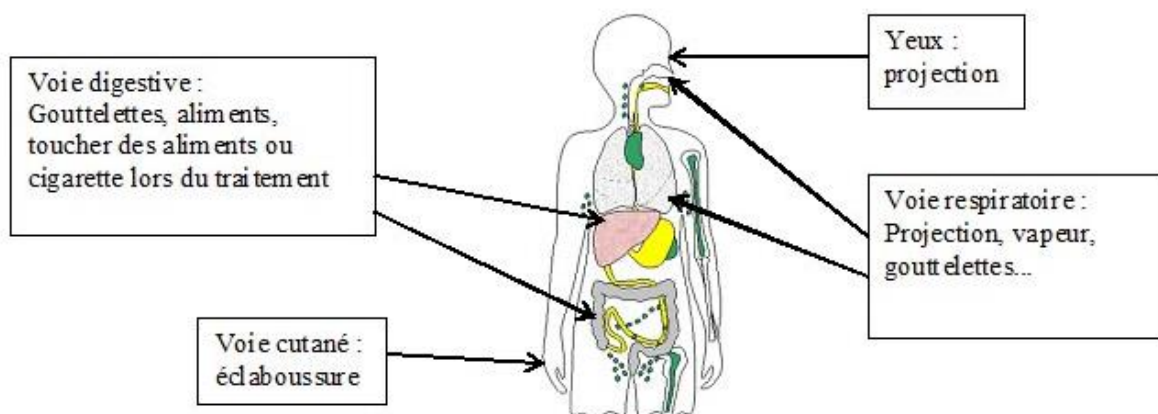


Figure 1 : Les voies d’entrées des pesticides dans l’organisme (30)

I.1.5. Dose Journalière Admissible (DJA)

C'est une estimation de la dose de substance active présente dans les aliments ou l'eau de boisson, exprimée en fonction du poids corporel, qui peut être ingérée tous les jours pendant la vie entière, sans risque appréciable pour la santé. Elle est exprimée en milligrammes de produit chimique par kilogramme de poids corporel (31). Les doses journalières admissibles pour chaque pesticide sont établies par la Réunion conjointe d'experts FAO/OMS sur les résidus de pesticides (JMPR), et sur la base d'un examen complet de l'ensemble des données (biochimiques, métaboliques, pharmacologiques, toxicologiques, etc.) fournies par toute une

série d'études expérimentales effectuées sur l'animal ainsi que par un certain nombre d'observation chez l'homme (32).

I.2. Effets des pesticides sur la santé humaine

Les effets néfastes des pesticides peuvent se manifester immédiatement ou à court terme après l'exposition ou à la suite de l'absorption répétée, sur une longue période, de faibles doses de pesticides. Dans le premier cas, on parlera d'intoxication aiguë alors que dans le second, on fait référence à une intoxication chronique (33). Cependant, si la DL_{50} permet de mesurer la toxicité aiguë, cet indicateur ne montre pas la dangerosité d'une exposition chronique ou sub-chronique à des faibles ou très faibles doses, parfois très largement en dessous d'un seuil qui ne produit aucun effet apparent après une exposition unique ou accidentelle (34). En effet Si les effets des intoxications aiguës sont assez bien connus, les conséquences à long terme, suite à des expositions chroniques, le sont beaucoup moins (35).

I.2.1. Toxicité aiguë

L'intoxication aiguë se manifeste généralement immédiatement ou peu de temps (quelques minutes, heures ou jours) après une exposition unique ou de courte durée à un pesticide. Elle résulte d'une mauvaise utilisation, d'un usage accidentel des pesticides (accidents domestiques) ou d'une intoxication volontaire souvent gravissime (28). Elle est évaluée par l'étude de la toxicité cutanée, inhalée et orale chez les animaux de laboratoire, ainsi que par l'examen de l'irritation oculaire et cutanée. La dérive des pesticides des champs, l'exposition durant leur application et les cas d'empoisonnement, qu'ils soient intentionnels ou accidentels, peuvent entraîner des maladies aiguës chez l'homme. Les symptômes incluent maux de tête, douleurs corporelles, éruptions cutanées, troubles de la concentration, nausées, vertiges, troubles visuels, crampes, crises de panique, et dans les cas les plus graves, coma et décès (36).

I.2.2. Toxicité chronique

Outre les risques aigus, des effets à long terme liés à l'exposition aux pesticides suscitent également des préoccupations. En effet, le délai avant l'apparition des symptômes ou des maladies peut être très prolongé, rendant parfois difficile l'établissement d'un lien entre l'exposition et les manifestations cliniques de l'intoxication (33). Les données de l'impact des pesticides sur la santé humaine chez l'adulte demeurent controversées, à l'exception des lymphomes. En revanche, des associations significatives sont souvent observées dans les cancers pédiatriques, tels que les tumeurs cérébrales, les leucémies et les néphroblastomes. Certaines études cas-témoins ont également établi un lien étroit entre les tumeurs germinales

du testicule chez les jeunes hommes (15 à 45 ans) et l'exposition précoce ou tardive aux pesticides (37). L'exposition chronique à ces substances peut affecter divers organes, tels que les poumons, les reins et le foie, ainsi que le système nerveux et sanguin, entraînant des troubles de la reproduction (38).

Parmi les conséquences néfastes pour la reproduction, on note l'infertilité, la mort fœtale, la prématurité, l'hypotrophie, le retard de croissance intra-utérin (RCIU) et les malformations congénitales, notamment orofaciales (39). De plus, des études analytiques se penchent sur le lien entre les expositions professionnelles aux pesticides et divers effets neurologiques chroniques, tels que des troubles neurocomportementaux, des maladies neurodégénératives (comme la maladie de Parkinson, la maladie d'Alzheimer et la sclérose latérale amyotrophique) ainsi que des troubles de l'humeur (40). Le tableau ci-dessous présente quelques symptômes indicateur une intoxication par des pesticides.

Tableau II : Symptômes généraux pouvant indiquer une intoxication par des pesticides (41).

	Intoxication aiguë	Intoxication chronique
Symptômes ou signes	✓ Maux de tête; ✓ Nausées; ✓ Vomissements; ✓ Etourdissements ; ✓ Fatigue; ✓ Perte d'appétit; ✓ irritation des yeux ou de la peau à l'endroit du contact avec le produit	✓ Fatigue; ✓ Maux de tête fréquents; ✓ Manque d'appétit; ✓ Perte de poids.

I.3. Législation et réglementation pour l'utilisation des pesticides au Cameroun

La réglementation de l'utilisation des pesticides est complexe et en constante évolution. Au Cameroun, elle s'inscrit dans le cadre d'efforts pour protéger à la fois la santé humaine et l'environnement tout en permettant l'amélioration de la production agricole. Elle est encadrée par plusieurs textes de lois et de règlements qui visent à contrôler et réguler l'usage de pesticides. Ceci dans le but de protéger la santé publique et l'environnement. A cet effet, le gouvernement a promulgué plusieurs lois avec des décrets d'application entre autres:

- La loi n° 2003/003 du 21 avril 2003 portant protection phytosanitaire ;
- Le Décret n° 2005 /0772/PM du 06 avril 2005 fixant les conditions d'homologation et de contrôle des produits phytosanitaire ;
- Le Décret n° 2005 /0769/PM du 06 avril 2005 portant organisation du Conseil National Phytosanitaire ;

- Le Décret n° 2011 /2581/PM du 23 Aout 2011 portant réglementation des substances chimiques nocives et/ou dangereuses.

I.3.1. Procédure d'homologation des pesticides

C'est le processus par lequel les autorités nationales ou régionales compétentes approuvent la vente et l'utilisation d'un pesticide après examen de données scientifiques complètes démontrant que le produit contribue efficacement aux objectifs fixés et qu'il ne présente pas de risques inacceptables pour la santé humaine et animale ou pour l'environnement (42).

La procédure d'homologation implique souvent un processus aux nombreuses étapes et mesures, aussi bien pour le demandeur de l'homologation que pour l'autorité d'homologation. Il se compose d'un certain nombre d'étapes qui se font généralement en quatre phases: pré-homologation, homologation, post-homologation et examen des homologations existantes (43).

Les procédures administratives permettant l'homologation des pesticides sont le point essentiel de toute législation concernant ces produits. C'est donc au sens strict l'agrément accordé à un produit spécifique de la part de l'autorité administrative compétente désignée par la loi (44). Ce processus peut cependant différer d'un pays à un autre. Au Cameroun, l'homologation des pesticides est encadrée par le décret n°2005/0772/PM du 06 avril 2005 fixant les conditions d'homologation et de contrôle des produits phytosanitaires.

Un pesticide homologué est donc un produit dont la vente et l'utilisation ont été approuvées par les autorités nationales ou régionales compétentes après examen de données scientifiques complètes montrant que le produit contribue efficacement aux objectifs fixés et ne présente pas de risques inacceptables pour la santé humaine et animale ou pour l'environnement (25).

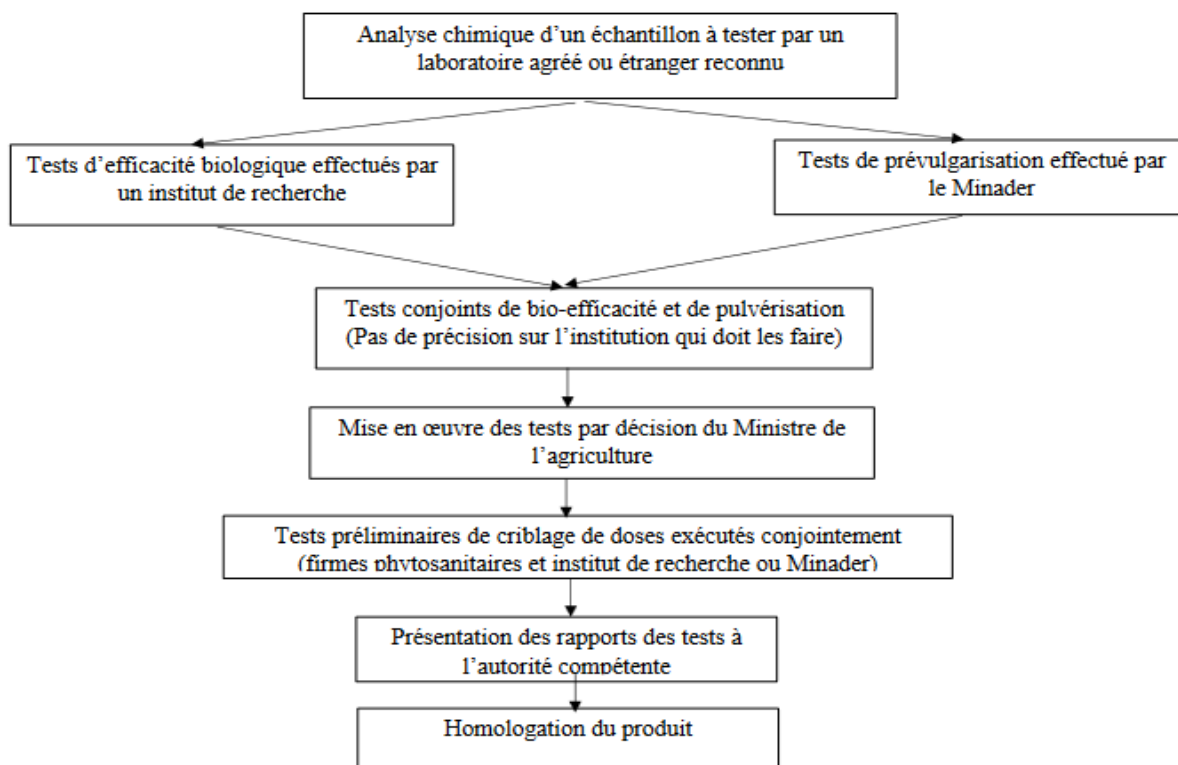


Figure 2 : Processus d’homologation des pesticides au Cameroun (45) .

I.3.2. Normes de Codex Alimentarius

La Commission du Codex Alimentarius (Codex) a été créée en 1963 par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Elle a été instituée pour élaborer des normes alimentaires, des codes d'usages, des lignes directrices et des recommandations. Ces normes concernent habituellement les caractéristiques des produits et peuvent porter sur toutes les caractéristiques réglementées par les gouvernements, ou uniquement sur une d'entre elles (46).

Elles fixent des seuils de résidus de pesticides (exprimées en mg.kg-1) dans les denrées alimentaires, au-delà desquels les denrées contaminées sont officiellement interdites à la consommation humaine et animale. Il s'agit de limites maximales de résidus de pesticides (LMR) pour les pesticides homologués et de limites maximales de résidus de pesticides d'origine étrangère (LMRE) pour les pesticides non homologués et les pesticides polluants organiques persistants (47). En matière d'hygiène alimentaire, le Codex introduit l'usage du système de gestion de la sécurité sanitaire des produits alimentaires par l'analyse des risques et la maîtrise des points critiques (HACCP). Les valeurs réglementaires sont définies au niveau international par la FAO et l'OMS (Codex Alimentarius) et au niveau national par certains pays (48).

I.3.3. Accords sur l'application des Mesures Sanitaires et Phytosanitaires (SPS)

L'accord sur l'application des mesures sanitaires et phytosanitaires est entré en vigueur au moment de la création de l'OMC, le 1^{er} janvier 1995. Il a trait à l'application des réglementations concernant l'innocuité des produits alimentaires, ainsi que la protection de la santé des animaux et la préservation des végétaux (48). Par ailleurs, il reconnaît aux Membres de l'OMC le droit de prendre des mesures sanitaires et phytosanitaires pour protéger la vie et la santé, tout en évitant les obstacles non nécessaires au commerce (46). Cet accord permet donc aux Gouvernements de maintenir une protection sanitaire et phytosanitaire appropriée, tout en évitant l'adoption de décisions arbitraires et en encourageant la prise de décisions cohérentes. L'application de mesures sanitaires et phytosanitaires ne doit pas avoir d'autre but que d'assurer la sécurité sanitaire des produits alimentaires, la santé des animaux, la préservation des végétaux ou la protection du territoire national contre les parasites (49).

I.4. Généralité sur le maraîchage au Cameroun

La culture maraîchère offre un emploi durable et stable à une large portion de la population en Afrique subsaharienne, tout en contribuant de manière significative au PIB des pays de cette région. De plus, cette agriculture joue un rôle essentiel dans la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations urbaines africaines (50). L'activité de maraîchage, définie comme la culture de plantes destinées à l'alimentation (légumes, certains fruits, fines herbes, fleurs), est aujourd'hui largement intégrée dans les pratiques agricoles au Cameroun et revêt une importance économique majeure pour les agriculteurs (51). C'est d'ailleurs le cas dans la région du Nord, où elle contribue au total pour près de 30 millions de francs CFA par jour, aux revenus des différents acteurs au Nord Cameroun. Soit environ plus de 6 milliards de FCFA par an (52). Elle est, en général, une culture de contre-saison qui exploite les nappes d'eau souterraines pendant la saison sèche, pour la production de légumes destinés à la vente. Elle est limitée dans l'espace et nécessite une technicité élaborée pour assurer l'exhaure et la maîtrise de l'irrigation (53).

I.5. Itinéraire techniques et protection phytosanitaire des spéculations étudiées

I.5.1. Fiche d'entretien et protection phytosanitaire de la tomate (54)



Figure 3 : Echantillon de tomate

Désherbage : le 1^{er} sarclage intervient 15 jours après repiquage et le 2^{ème} à 35 jours après repiquage. Les autres se font au besoin en cas d'enherbement.

Principaux ravageurs/maladies : Araignée rouge, mouche blanche, noctuelle de la tomate, Tuta absoluta, nématodes, orobanche, flétrissement bactérien.

Mesures d'atténuation à entreprendre : Hygiène des parcelles ; Traitements préventifs avec des biopesticides ; Rotation culturale ; Traitements avec des produits adaptés et de qualité.

Pesticide homologué au Cameroun : Manèbe 800g/kg (Classe toxicologie III, fongicide de contact) et methaldehyde 50g/kg (Classe toxicologie : III, mollucide de contact/ingestion), Abamectine 18g/l (Classe toxicologie : III, insecticide de contact/ingestion).

I.5.2. Fiche d'entretien et protection phytosanitaire de la carotte (55)



Figure 4 : Echantillon de Carotte

Désherbage : nettoyer régulièrement le champ pour empêcher la compétition entre les mauvaises herbes et la culture

Principaux ravageurs/maladies : nématodes, des escargots, la mouche de la carotte, champignon, Jaunissement, puis flétrissement du feuillage, Présence de galles sur les racines faisant disparaître les poils absorbants...

Mesures d'atténuation à entreprendre : Traitements préventifs avec des biopesticides ; Rotation culturale ; Traitements avec des produits adaptés et de qualité ; Prophylaxie sanitaire: rotation, solarisation et vide sanitaire, Bonnes pratiques culturales: association des cultures, utilisation massive de la matière organique et les variétés résistantes, Utilisation des tourteaux de neem, éviter la rotation avec des espèces de la même famille.

Pesticide homologué au Cameroun : Manèbe 800g/kg (Classe toxicologie III, fongicide de contact) et methaldehyde 50g/kg (Classe toxicologie : III, mollucide de contact/ingestion), Abamectine 18g/l (Classe toxicologie : III, insecticide de contact/ingestion).

I.5.3. Fiche d'entretien et protection phytosanitaire du poivron (56)



Figure 5 : Echantillon de poivron

Désherbage Durant le cycle de culture, il est conseillé d'entretenir l'état d'enherbement de la parcelle par le désherbage manuel, notamment par la réalisation du sarclage, binage ou griffage lorsque les adventices commencent à se développer sur les planches en culture.

Principaux ravageurs/maladies : Acariens et en particulier le Tarsonème, Thrips, Pucerons, mouches blanches, Cercosporiose, Charançon du poivron, Noctuelles, Mouches des Fruits.

Mesures d'atténuation à entreprendre : Détruire les fruits piqués ; Pièges à phéromones ou appâts empoisonnés, Protéger les fruits avec des sacs en papier spéciaux, utiliser les Insecticides biologiques à base d'huile de neem ou de spinosad, Retirer et détruire les fruits tombés au sol et attaqués pour limiter leur prolifération, détruire les résidus de culture.

Pesticide homologué au Cameroun (cof tomate)

I.5.4. Fiche d'entretien et protection phytosanitaire de la morelle noire



Figure 6 : Echantillon de Morelle noire

Désherbage : effectuer un sarclage manuel permanent pour éviter la compétition avec les mauvaises herbes

Principaux ravageurs/maladies : pucerons noirs de la fève, le mildiou de la pomme de terre, Cercospora nigrescens qui fait apparaître un feutrage duveteux et des tâches ocellées sur les feuilles, l'alternarios, le virus de la mosaïque.

Mesures d'atténuation à entreprendre : traitements phytosanitaire en utilisant des pesticides homologués.

Pesticides homologués au Cameroun (cof Tomate)

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

La méthodologie adoptée est la suivante :

II.1.MATERIEL

II.1.1. Matériel de prélèvement

- Papier aluminium ;
- Crayons ;
- Gomme ;
- Sacs plastiques ;
- Marqueur ;
- Glacière .

II.1.2. Matériel de laboratoire

- Une balance de précision SARTORIUS® Max 320g , d=0.1g ;
- Centrifugeuse TG-18 18000rpm ;
- Broyeur GRINDOMIX GM 200 ;
- Agitateur Vortex iSwix VT – NEUATION®.
- Béchers ;
- Fioles jaugées ;
- Tubes à centrifuger de 15 et 50ml ;
- Erlenmeyers ;
- Micropipettes de 1 à 15 ml ;
- Etuve,
- Blouse
- Gants PROLATEX®

II.1.3. Réactifs

- Acétonitrile grade HPLC
- Acide Acétique Glacial 99%;
- Sulfate de magnésium ;
- Sels en sachets contenant 6 g de MgSO_4 anhydre et 1,5 g d'acétate de sodium
- Tube à centrifuger contenant 150mg de MgSO_4 anhydre et 50 mg PSA ;
- Carbone (C_{18}) Agilent technologie ;
- Chlorpyrifos méthyl PESTANAL®, Analytical Standard. Pureté 98%
- Imidaclopride®, analytical standard. Pureté 94,4%
- Diméthomorphe, PESTANAL® analytical standard
- Méthalexyl-M, PESTANAL® analytical standard ;

II.2. Méthode

II.2.1 Conception de l'étude

Cette étude adopte une approche mixte, alliant les méthodes descriptives et analytiques. Elle inclut une évaluation quantitative des résidus de pesticides présents dans les produits maraîchers, ainsi qu'une enquête qualitative menée par le biais d'entretiens semi-directifs auprès des différents acteurs de la chaîne de production, tels que les agriculteurs, les distributeurs, les commerçants et les experts. L'étude s'est étendue sur une période de neuf mois, du 1^{er} octobre 2023 au 30 juillet 2024.

II.2.2 Zones d'étude

La recherche s'est concentrée sur quatre régions du Cameroun réputées pour leur production maraîchère, à savoir : le Nord-Ouest (Santa, Bamenda), l'Adamaoua (Ngaoundéré), le Centre (Yaoundé, Obala) et l'Ouest (Bafoussam, Foumbot.). Ces régions ont été sélectionnées en raison de leur diversité agricole et des différentes pratiques de culture, notamment en ce qui concerne l'utilisation des pesticides. Cette diversité de cultures maraîchères représente un potentiel économique significatif pour les agriculteurs locaux et contribue à la sécurité alimentaire du pays.

II.2.3 Echantillonnage

Cela a consisté à :

- ❖ La collecte de quatre types de produits maraîchers (tomate, morelle noire, carotte et poivron) dans les régions de l'Adamaoua, du Centre, Nord-Ouest et de l'Ouest.. Au total, 120 échantillons ont été collectés directement dans 30 différents champs maraîchers et de façon aléatoire à raison d'1kg par échantillon.

- ❖ Un recensement d'information issues d'un entretien semi-direct entre 30 acteurs de la chaîne de valeurs (15 maraîchers, 8 distributeurs de produits phytosanitaires, 5 commerçants et deux experts en sécurité alimentaire)

II.2.3.a Description de la collecte des échantillons

La collecte d'échantillon s'est déroulée pendant trois (03) mois. En effet, du 1^{er} octobre 2023 au 30 Janvier 2024 , nous nous sommes rendus en région pour le prélèvement des échantillons. Dans chaque région, nous avons collectés 30 échantillons aléatoirement des différentes spéculations auprès des producteurs maraîchers aussi bien en saison pluvieuse qu'en saison sèche. Ceci en se faisant passer pour des simples petits commerçants et en renseignant simultanément et de manière discrète notre questionnaire de prélèvement (en annexe) conçue

spécialement pour ce travail. De plus nous avons développés une certaine fidélité et une approche discrète auprès de nos interlocuteurs pour garantir la confidentialité et la sincérité des réponses. Les entretiens se sont déroulés dans des lieux informels à savoir les marchés, à proximité des lieux de production et lors d'événements communautaires.

Ladite méthode nous a été conseillée par le Laboratoire National d'Analyse Diagnostique des Produits et des Intrants Agricoles (LNAD) du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MINADER). Car cette méthode est celle employée par ce dernier dans le cadre des missions de monitoring des résidus de pesticides dans les produits agricoles. De plus il nous a été donné de constater qu'au vue de la délicatesse que présente actuellement l'usage détourné des pesticides au Cameroun, une approche plus directe ne nous aurait pas permise d'obtenir d'informations crédibles sur l'utilisation et l'application des substances chimiques sur les produits agricoles aussi bien par les agriculteurs que par les distributeurs de produits phytosanitaire.

II.2.3.b Instrument de collecte des données

Comme instrument de collecte de donnée nous avons :

✓ **Une fiche de prélèvement**

Elle a été spécialement conçues par le LNAD pour nous aider à recueillir des informations telles que la nature, la provenance des produits ainsi que la saison.

✓ **Un guide d'entretien semi-direct**

Ce guide avec des questions ouvertes et fermées, a permis d'explorer les pratiques des acteurs de la chaîne de valeur. Les questions portaient sur : Les types de pesticides utilisés, La fréquence d'application, les sources d'approvisionnement, la connaissance des réglementations et les mesures de prévention

II.2.4 Critère d'inclusion

Nous avons inclus dans notre étude :

- ❖ Les petits producteurs maraichers des régions (moins d'un hectare de superficie);
- ❖ Les acteurs de la chaîne de valeur (agriculteurs, distributeurs, commerçants, experts)

et de leur localisation dans les régions de l'Ouest, du Nord-Ouest, de l'Adamaoua , du Centre qui ont bien voulu s'entretenir avec nous.

II.2.5 Critères d'exclusion

Nous avons exclu de notre étude :

- ❖ Tous les maraichers et commerçants ayant refusé de partager leurs expériences dans le maraîchage ;
- ❖ Les producteurs de produits vivriers ;

- ❖ Les acteurs de la chaîne de valeurs qui ont refusé de s'entretenir avec nous.

II.2.6 Technique d'échantillonnage et taille d'échantillon

Celle utilisée est la méthode probabiliste ou aléatoire simple. Le choix des spéculations a été volontairement porté sur quatre produits maraîchers les plus sujets au traitement phytosanitaire, et un légume-tubercule moins sujet aux contaminations par les pesticides. Les prélèvements ont été effectués sur la tomate (*Solanum lycopersicum*), le poivron (*Capsicum annuum*) ; la morelle noire (*Solanum nigrum*), et la carotte (*Daucus carota*), dont l'essentiel de la production est destiné à l'approvisionnement des marchés. De ces cultures maraîchères ci-dessus identifiées, 120 échantillons au total ont été prélevés tels que représentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau III : Récapitulatif des échantillons prélevés

Spéculation	tomate	poivron	morelle noire	carotte	total
nombre d'échantillons	36	24	36	24	120

Dans chaque région, 30 échantillons des différentes spéculations ont été collectés de manière aléatoire auprès des producteurs maraîchers. Chaque échantillon a été soigneusement emballé dans un sac plastique propre, étiqueté, puis conservé dans des conditions appropriées pour éviter toute contamination. Les échantillons ont ensuite été transportés en toute sécurité au laboratoire pour leur traitement et analyse.

II.2.7 Méthode de prétraitement des échantillons

Les échantillons ont été traités par la méthode d'extraction multirésidus QuEChERS AOAC 2007.01 ci-dessous :

- **Extraction des échantillons**

Prélevez 0,5 kg de chaque échantillon et broyez-le complètement. Ensuite, 15 g de l'échantillon broyé ont été introduits dans un tube à centrifuger de 50 mL avec 15 mL d'un mélange d'acétonitrile et d'acide acétique à 1%. Puis, le contenu d'un sachet de 6 g de MgSO₄ anhydre + de 1,5 g d'acétate de sodium a été ajouté dans chaque tube. Chaque tube a été ensuite mélangé au vortex pendant une minute, puis centrifugé à 4000 rpm pendant une minute.

- **Purification des extraits**

Prélevez ensuite 6 mL de surnageant de chaque échantillon et transférez-le dans des tubes à centrifuger de 15 mL contenant le mélange de 150 mg de MgSO₄ anhydre et de 50 mg

de PSA. Chaque tube a été de nouveau passé au vortex pendant une minute, puis centrifugé à 4000 rpm pendant une minute. Enfin, 1 mL du surnageant de séparation a été prélevé et transféré dans des tubes Vial pour l'analyse en GC.

- **Injection pour Analyse qualitative et quantitative**

Les extraits ont été analysés à l'aide d'une chaîne CPG Agilent 7890A couplée à la spectrométrie de Masse MS: Agilent 5975C TAD VL MSD au sein du Laboratoire National d'Analyse Diagnostique des Produits et des Intrants Agricoles du MINADER.

Dans une première phase le screening d'un microlitre de chaque échantillon a été fait afin d'obtenir les résultats qualitatifs à l'aide du programme MS Inad-LNAD GEN SCREENING METHOD 2022 13 MIN.M dans les conditions chromatographiques suivantes :

- ✓ Ionisation mode : électronique impact (EI)
- ✓ Colonne : HP-MS (30m*0.25mm*0.25µm)
- ✓ Column flow rate : 0.8ml/min
- ✓ Injection volume : 1µL
- ✓ Injection system : splitless mode
- ✓ Gaz vecteur : hélium
- ✓ Heater :300°C
- ✓ Pressure :11 psi
- ✓ Setum purge flow :3ml/min

Tableau IV: Evolution du programme MS Inad-LNAD GEN SCREENING METHOD 2022 13 MIN.M

	Rate (°C/min)	value (°C)	Hold time min	Run time min
initial		150	1	1
Ramp 1	45	260	0	3,4444
Ramp 2	20	280	9	13,444

La température initiale du chromatogramme a été maintenue à 150 °C pendant une minute, à la vitesse de 45 °C/min. Puis, elle est passée de 260 °C à 280 °C à une vitesse de 20 °C/min en neuf minutes, et la machine a été laissée stable pendant environ trois minutes. La durée totale d'exécution du programme a été d'environ 13,444 minutes.

Après l'identification des matières actives, la quantification a été réalisée en utilisant des courbes d'étalonnage tracées à partir des solutions étalons (0,01 ; 0,1 ; 0,5 ; 1 ; 5 ; 10 et 25 ppm) préparées à partir d'une solution mère de concentration 100 ppm de standard pur pour

chaque pesticide. En fonction de la concentration de la solution étalon souhaitée, le volume V_i de la solution mère prélevé a été calculé selon la formule de dilution suivante :

$$V_i = C_f \times V_f / C_i$$

Tableau V : Equations des différentes droites d'étalonnage

pesticides trouvés	équation de droite	coefficient de corrélation
chlorpyrifos	$y = 844560x$	$R^2 = 0,9974$
Méthalexyl-M	$y = 28452x$	$R^2 = 0,9906$
Imidaclopride	$y = 7735,4x$	$R^2 = 0,9765$
diméthomorphe	$y = 981866x$	$R^2 = 0,9734$

Avec y = aire du chromatogramme et x = concentration du pesticide

II.3. Limites de notre étude

Les difficultés rencontrées au cours de notre étude portent principalement sur les aspects financiers qui auraient pu permettre d'augmenter la taille d'échantillon et socio-comportementaux.

Pour ce qui est de l'aspect socio-comportemental, nous avons dû faire face à l'hostilité de quelques personnes rencontrées sur le terrain aussi bien dans les lieux de production que dans les services publics. Mais, il est important de noter que nous n'avons pas connu d'incident majeurs durant toute la période de notre enquête.

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. RESULTATS

A l'issue de l'analyse des différentes cultures maraichères prélevée dans la région de l'Adamaoua, du Centre, du Nord-Ouest, et de l'Ouest, les résultats ci-dessous ont été obtenus.

III.1.1. Evaluation de la contamination des pesticides dans les cultures maraichères

III.1.1.1. Les pesticides détectés

Le diagramme ci-dessous illustre la fréquence de pesticides détectés dans l'ensemble des cultures maraichères examinées dans les régions étudiées.

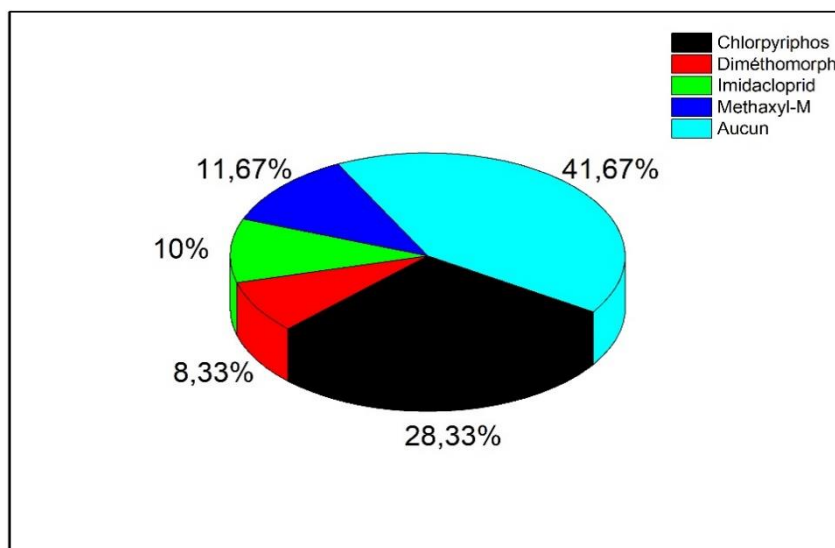


Figure 7 : fréquence de pesticides détectés dans toutes les spéculations

Ce diagramme révèle que sur les 120 échantillons analysés, quatre pesticides ont été identifiés : le Chlorpyrifos, le Diméthomorphe, l'Imidaclopride et le Méthaxyl-M. Plus précisément, 28,33 % des cultures sont contaminées par le Chlorpyrifos, 11,67 % par le Méthaxyl-M, 10 % par l'Imidaclopride et 8,33 % par le Diméthomorphe. Il convient de souligner que 41,67 % des produits analysés ne présentaient aucune trace de pesticides.

III.1.1.2. Distribution des pesticides par région

La Figure ci-dessous illustre des variations notables dans les niveaux de contamination, accompagnées d'écarts types prononcés dans presque toutes les régions, ce qui met en évidence l'hétérogénéité des pratiques agricoles.

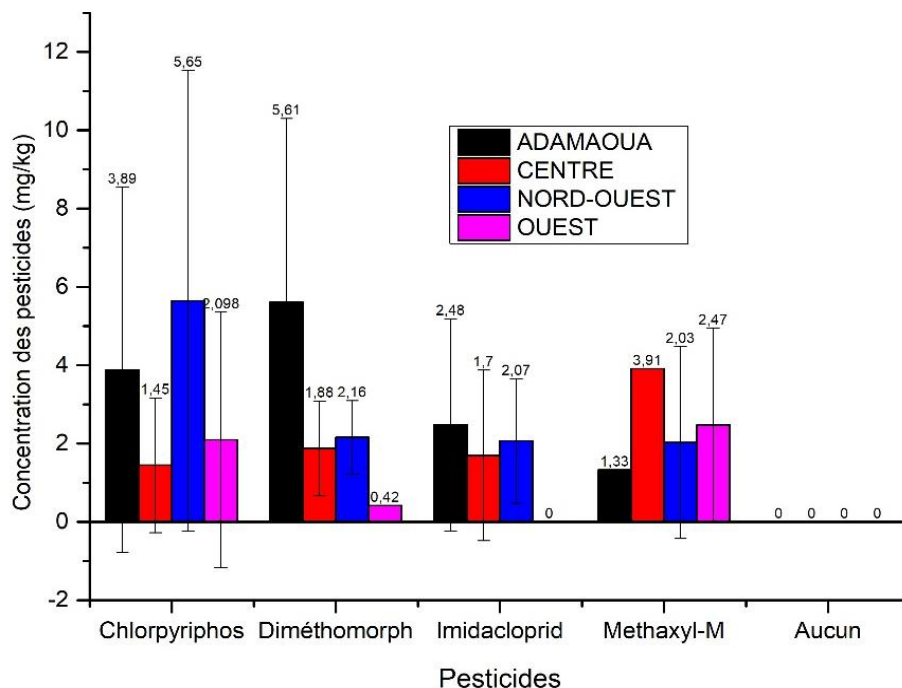


Figure 8 : Concentration moyenne des pesticides présents dans les cultures selon les zones de production

En effet elle révèle que, des différentes cultures maraîchères analysées, le Chlorpyrifos est plus concentré dans la région du Nord-Ouest (5.65 mg/kg), de l'Adamaoua (3.89 mg/kg), de l'Ouest (2.09mg/kg) et moins concentré dans la région du Centre (1.45mg/kg). Pour ce qui est de la présence du Diméthomorph dans les différentes cultures, il est très concentré dans l'Adamaoua (5.61 mg/kg), le Nord-Ouest (2.16mg/kg), le Centre (1.88mg/kg) et moins concentré dans la région de l'Ouest (0.42mg/kg).

Toutefois, l'Imidaclopride est un pesticide visible dans les cultures maraîchères analysées dans les régions de l'Adamaoua (avec une concentration moyenne de 2.48mg/kg), du Nord-Ouest (avec une concentration moyenne de 2.07mg/kg), du Centre (avec une concentration moyenne de 1.7mg/kg). Par contre ce dernier pesticide n'est pas présent dans des cultures analysées dans la région de l'Ouest. Par ailleurs, le Méthaxyl-M se retrouve concentré dans les régions du Centre (3.91mg/kg), de l'Ouest (2.47mg/kg), du Nord-Ouest (2.03mg/kg) et de l'Adamaoua (1.33mg/kg).

III.1.2. Evaluation de la conformité des pesticides dans les cultures maraichères.

III.1.2.1. Dans la carotte

Le tableau ci-dessus montre les résultats révélateurs des quatre pesticides présents dans les carottes en provenance des zones d'étude.

Tableau VI : concentration moyenne des matières actives de pesticides dans les carottes

pesticides	Con (mg/kg)	LMR Codex (mg/kg)	LMR (UE) (mg/kg)	Conclusion (Codex)	Conclusion (EU)
chlorpyriphos	0,88	0,1	0.01	non conforme	non conforme
Diméthomorphe	3,25		0.01		non conforme
Imidaclopride	0,39	0,5	0.01	conforme	non conforme
Méthaxyl-M	1,41	0,05	0.1	non conforme	non conforme

L'évaluation des résidus de pesticides dans les carottes montre une conformité très faible aux normes de l'UE, avec un pourcentage de 0 % de conformité. Même selon le Codex, la situation est préoccupante, avec une conformité de seulement 25 %. Quant aux concentrations de pesticides dans la carotte en fonction des régions, elles sont présentées dans l'histogramme ci-dessous.

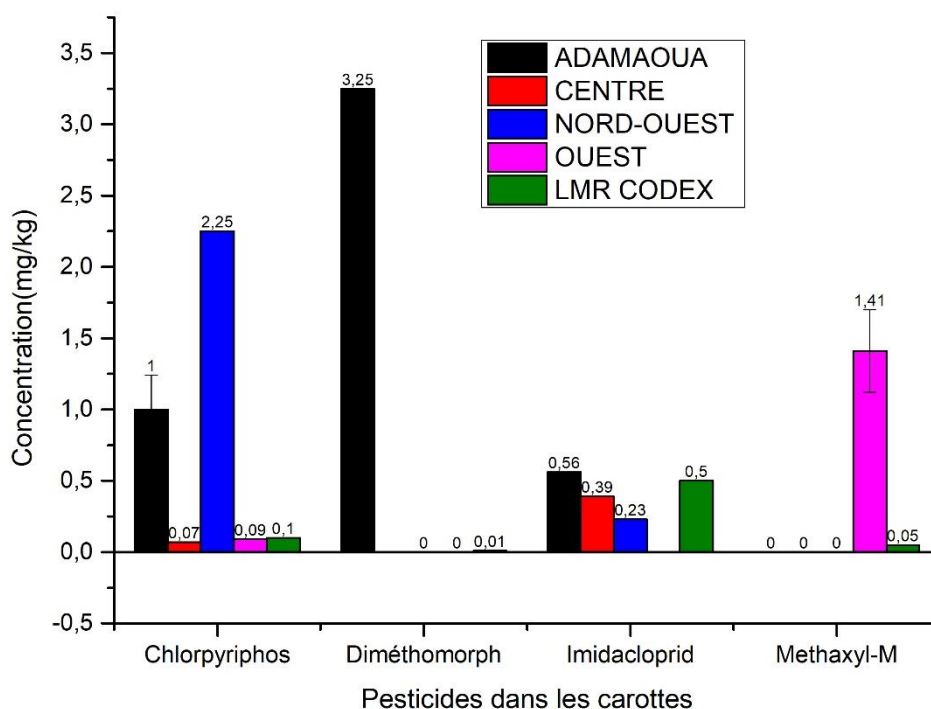


Figure 9 : Concentration des pesticides dans la carotte par zone de production

Il ressort de l'histogramme ci-dessus que le Chlorpyriphos est très concentré dans les carottes des régions du Nord-Ouest et de l'Adamaoua respectivement avec des concentrations moyennes de 2.25mg/kg et 1mg/kg largement supérieur à la LMR CODEX qui est de 0.1mg/kg. Toutefois, dans les régions du Centre et de l'Ouest, le Chlorpyriphos a des concentrations

moyennes respectivement de 0.07mg/kg et 0.09mg/kg inférieure à la concentration de LMR CODEX (0.1mg/kg). Pour ce qui est du Diméthomorphe, la figure révèle qu'il n'est présent que dans la région de l'Adamaoua à une concentration moyenne très élevée de 3.25mg/kg largement supérieur à la concentration LMR CODEX qui est de 0.01mg/kg.

La présence de l'Imidaclopride dans les carottes prélevés montre des concentrations basses dans les régions de l'Adamaoua (0.56mg/kg), du centre (0.39mg/kg), du Nord-Ouest (0.23mg/kg) comparé à la concentration de LMR CODEX qui est de 0.5mg/kg. Notons que ce pesticide n'est pas présent dans les carottes prélevées dans la région de l'Ouest. Néanmoins, le Méthalexyl-M est détecté uniquement dans les carottes prélevées dans la région de l'Ouest à une concentration moyenne de 1.41mg/kg supérieur à la concentration de LMR CODEX qui est de 0.05mg/kg.

III.1.2.2. Dans la morelle noire

Le tableau ci-contre présente les concentrations moyennes de pesticides dans la morelle.

Tableau VII : Teneurs en résidus de pesticides dans la morelle noire

pesticides	Con (mg/kg)	LMR (Codex) (mg/kg)	LMR (UE) (mg/kg)	Conclusion (Codex)	Conclusion (EU)
Chlorpyriphos	2,11	0,01	0.01	non conforme	non conforme
Diméthomorphe	2,73	0,01	0.01	non conforme	non conforme
Imidaclopride	2,79	0,01	0.01	non conforme	non conforme
Méthalexyl-M	4,19	0,01	0.01	non conforme	non conforme

En effet, ce tableau montre que tous les pesticides détectés (Chlorpyriphos, Diméthomorphe, imidaclopride et Méthalexyl-M) dépassent les limites maximales de résidus (LMR) fixées par le Codex et l'UE. Ainsi, la morelle noire présente des résidus de pesticides non conformes à 100 % selon les normes établies.

Pour ce qui est des concentrations pesticides présentes dans la morelle noire par zone de production, elles sont présentées dans l'histogramme ci-dessous :

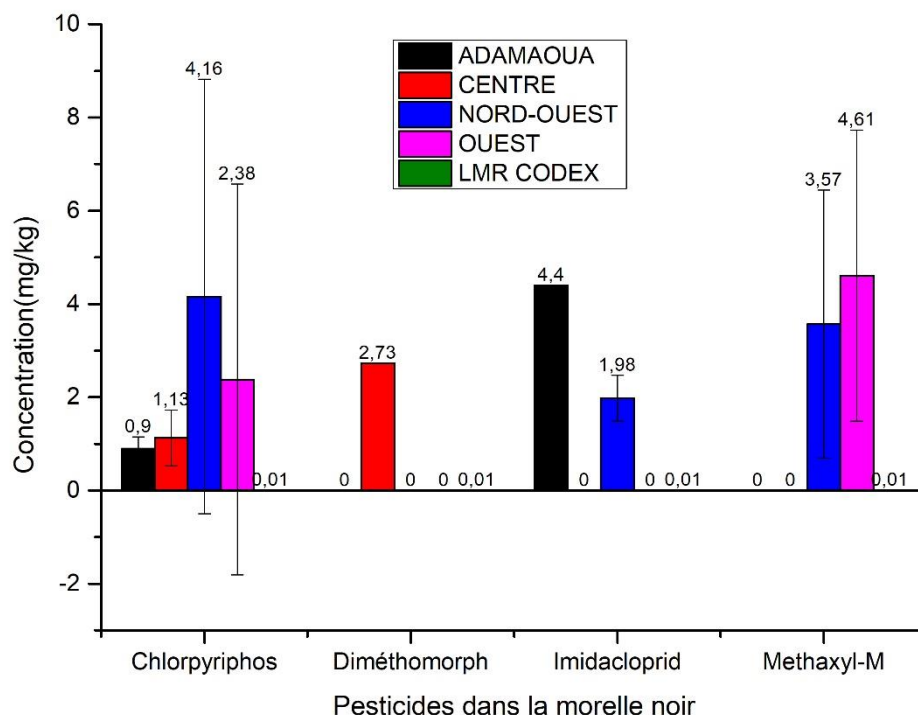


Figure 10 : Concentration des pesticides dans la morelle noire par zone de production

Des échantillons de morelle noire prélevés dans différentes zone et analysés, il en ressort que le Chlorpyrifos est détecté dans toutes les régions d'études avec des concentrations moyennes de 4.16mg/kg dans le Nord-Ouest, de 2.38mg/kg dans l'Ouest, de 1.13mg/kg dans le Centre et de 0.9mg/kg dans l'Adamaoua, toutes supérieures à la concentration LMR CODEX qui est de 0.01mg/kg. Le Diméthomorphe quant à lui se retrouve uniquement dans la morelle noire prélevée dans la région du Centre à une concentration de 2.73mg/kg supérieur à la LMR CODEX qui est de 0.01mg/kg.

Pour ce qui est de l'Imidaclopride, il est détecté dans la morelle noire prélevée uniquement dans les régions de l'Adamaoua (4.4mg/kg) et du nord-ouest (1.98mg/kg) à des concentrations supérieures à la LMR CODEX qui est de 0.01mg/kg. Le Methalaxyl-M se retrouve uniquement dans la morelle noire prélevée dans les régions du Nord-Ouest et de l'Ouest à des concentrations moyenne respectivement de 3.57mg/kg et 4.61mg/kg, toutes supérieures à LMR CODEX qui est de 0.01mg/kg.

III.1.2.3. Dans le poivron

Les teneurs en résidus de pesticides dans le poivron sont illustrées dans le tableau suivant :

Tableau VIII : Teneurs en résidus de pesticides dans le poivron

pesticides	Con (mg/kg) (mg/kg)	LMR (Codex) (mg/kg)	LMR (UE) (mg/kg)	Conclusion (Codex)	Conclusion (EU)
Chlorpyriphos	3,9	1	0.01	non conforme	non conforme
Diméthomorphe	1,71	1,5	1	non conforme	conforme
Imidaclopride	3,07	1	0,9	non conforme	non conforme
Méthalexyl-M	1,67	1	0,5	non conforme	non conforme

Dans l'évaluation des résidus de pesticides dans les poivrons, un total de quatre pesticides a été détecté. Parmi ceux-ci, un pesticide, le Diméthomorphe, a été jugé conforme aux normes de l'Union Européenne (UE), tandis que trois pesticides ont été considérés comme non conformes. Ce qui indiquent un pourcentage de conformité de 25 % selon les critères de l'UE, signifiant qu'un quart des pesticides analysés respecte les limites maximales de résidus. En revanche, selon les normes du Codex, aucun des pesticides analysés ne respecte les seuils de sécurité, entraînant un taux de non-conformité de 75 %.

Quant aux concentrations pesticides présents dans le poivron par zone de production, elles sont présentées dans l'histogramme ci-dessous :

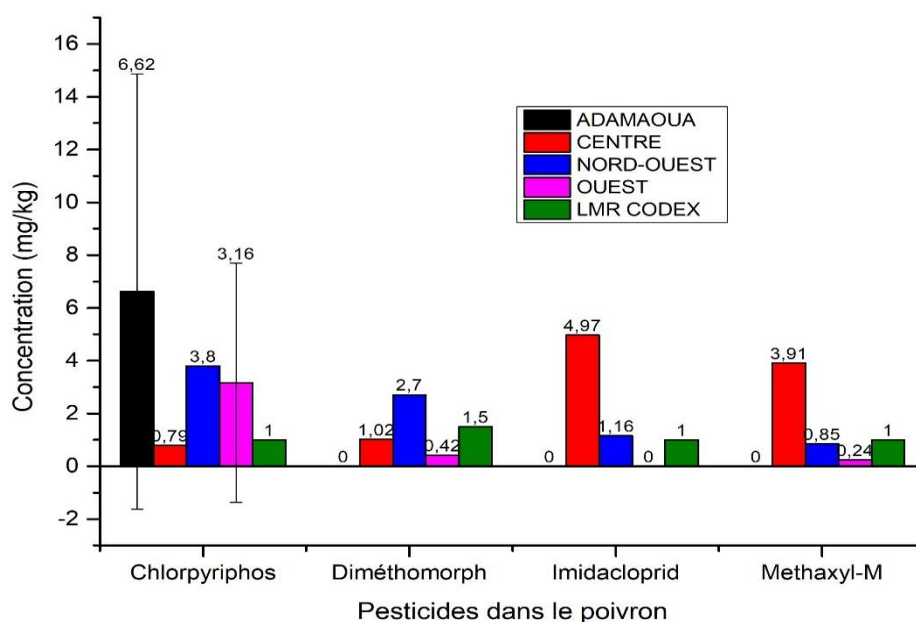


Figure 11 : Concentration des pesticides dans le poivron par zone de production

Les échantillons de poivron prélevés dans différentes zone et analysées, ont montré que le chlorpyriphos est très concentré dans les régions de l'Adamaoua (6.62mg/kg), du Nord-Ouest (3.8mg/kg) et de l'Ouest (3.16mg/kg) qui sont tous supérieures à la concentration LMR CODEX (1mg/kg). Toutefois, dans la région du Centre, sa concentration qui est de 0.79mg/kg est inférieure à la concentration LMR CODEX. Pour ce qui est du Diméthhomorphe, il n'est pas détecté dans les poivrons prélevés dans la région de l'Adamaoua. Néanmoins, il est présent dans la région du Nord-Ouest à une concentration supérieure (2.7mg/kg) à celle LMR CODEX (1.5mg/kg). Par contre, dans les régions du Centre et de l'Ouest, les concentrations détectées sont inférieures à la concentration LMR CODEX (soit 1.02mg/kg et 0.42mg/kg respectivement).

L'Imidacopride n'est pas été détecté dans les régions de l'Adamaoua et de l'Ouest. Par contre, il est présent et concentré dans la région du Centre (4.97mg/kg) et du Nord-Ouest (1.16mg/kg) par rapport à la concentration LMR CODEX (1mg/kg). Pour ce qui est du Methalaxyl-M, il est très concentré dans les poivrons prélevés dans la région du centre (3.91mg/kg) par rapport à la concentration LMR CODEX (1mg/kg) ; moins concentré dans les régions du Nord-Ouest et de l'Ouest (respectivement 0.85mg/kg et 0.24mg/kg) et absent dans la région de l'Adamaoua.

III.1.2.4. Dans la tomate

Le tableau suivant présente les données sur les concentrations des différents pesticides identifiés sur la tomate.

Tableau IX: Teneurs en résidus de pesticides dans la tomate

pesticides	Con (mg/kg)	LMR (Codex)	LMR (UE)	Conclusion (Codex)	Conclusion (EU)
chlorpyriphos	4,52	1	0,01	non conforme	non conforme
Diméthhomorphe	5,07	1,5	1	non conforme	non conforme
Imidaclopride	2,13	0,5	0.3	non conforme	non conforme
Méthalexyl-M	1,07	0,5	0.3	non conforme	non conforme

L'évaluation des résidus de pesticides dans les tomates a révélé des résultats préoccupants. Sur un total de quatre pesticides analysés, aucun n'a été jugé conforme aux normes de sécurité établies. En effet, tous les pesticides ont dépassé les limites maximales de résidus, entraînant un taux de non-conformité de 100 %.

Pour ce qui est des concentrations pesticides présentes dans la tomate par zone de production, elles sont présentées dans la figure ci-dessous

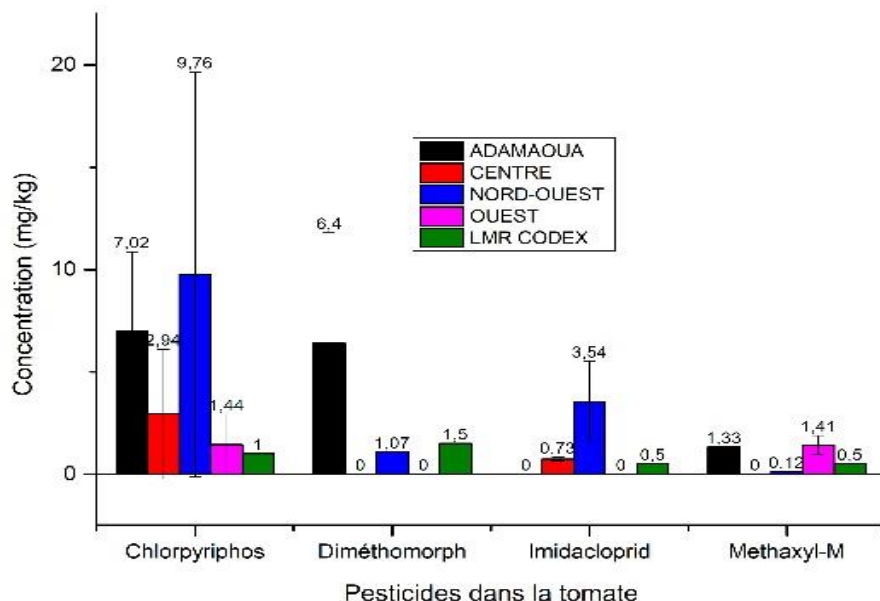


Figure 12 : Concentration des pesticides dans la tomate par zone de production

La figure ci-dessus montre que les tomates prélevés dans les régions d'études contiennent le chlorpyrifos à des concentrations supérieures à la concentration LMR CODEX (1mg/kg) soit 7.02mg/kg dans l'Adamaoua, 2.94mg/kg dans le Centre, 9.76mg/kg dans le Nord-Ouest, et 1.44 mg.kg dans l'Ouest. Pour ce qui est du Diméthomorphe, il est très concentré dans la tomate prélevée dans l'Adamaoua soit 6.4mg/kg contre 1.5mg/kg de la LMR CODEX. Il est par contre moins concentré dans la tomate prélevée dans la région du Nord-Ouest (1.07mg/kg) et absent dans les régions du Centre et de l'Ouest.

L'Imidaclopride se trouve dans les tomates prélevées dans les régions du centre (0.73mg/kg) et du nord-ouest (3.54mg/kg) avec des concentrations supérieures à LMR CODEX (0.5mg/kg). Toutefois il n'a pas été détecté dans les tomates prélevées dans l'Adamaoua et l'ouest. Le Methalaxyl-M quant 'a lui a été détecté dans les tomates provenant de l'Adamaoua et de l'ouest avec des concentrations de 1.33mg/kg et 1.41mg/kg respectivement qui sont supérieur à la concentration LMR CODEX qui est de 0.5mg/kg. Il est moins concentré dans la région du Nord-Ouest (0,12mg/kg) et absent dans les tomates provenant du centre.

III.1.3. Recensement des pesticides détecté dans les cultures maraichères en fonction des saisons

Les pesticides recensés en fonction des saisons sont représentés par le diagramme suivant :

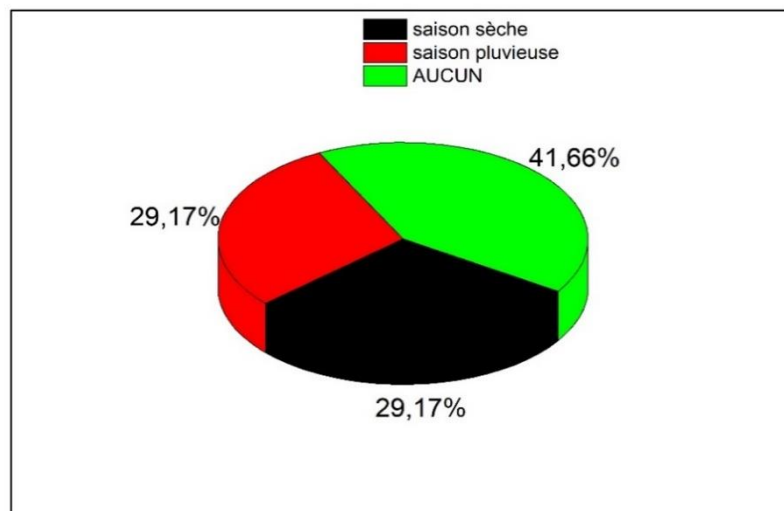


Figure 13 : présence des pesticides dans les spéculations en fonction des saisons

Cette figure montre le taux de pesticides dans les spéculations en fonction des saisons ; il ressort que quel que soit la saison, 29.17% de pesticides sont détectés dans les cultures maraichères et 41,66% ne contiennent pas de pesticides.

La figure 14 ci-dessous présente le taux de pesticides détecté dans les différentes spéculations en saison pluvieuse.

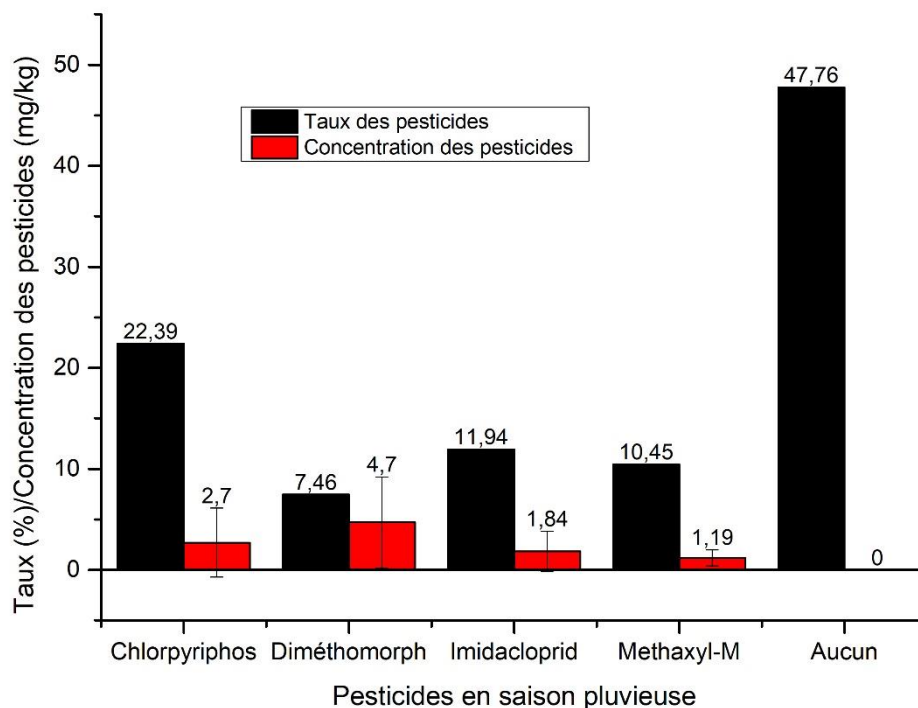


Figure 14 : Présence cumulative des pesticide et taux des échantillons contaminés en saison pluvieuse.

Elle révèle que le Chlorpyriphos est présent à une concentration de 2.7mg/kg pour un pourcentage de 22.39% ; le Diméthomorphe présente une concentration de 4.7mg/kg pour 7.46% ; l'Imidaclopride est concentré de 1.84mg/kg avec un pourcentage de 11.94% et le Methalaxyl-M montre une concentration de 1.19mg/kg avec un pourcentage de 10.45%. Toutefois, 47.76% ne montre pas la présence d'un pesticide.

Pour ce qui est du taux d'échantillons contaminés en saison sèche, la situation est illustrée à travers le diagramme ci-dessous :

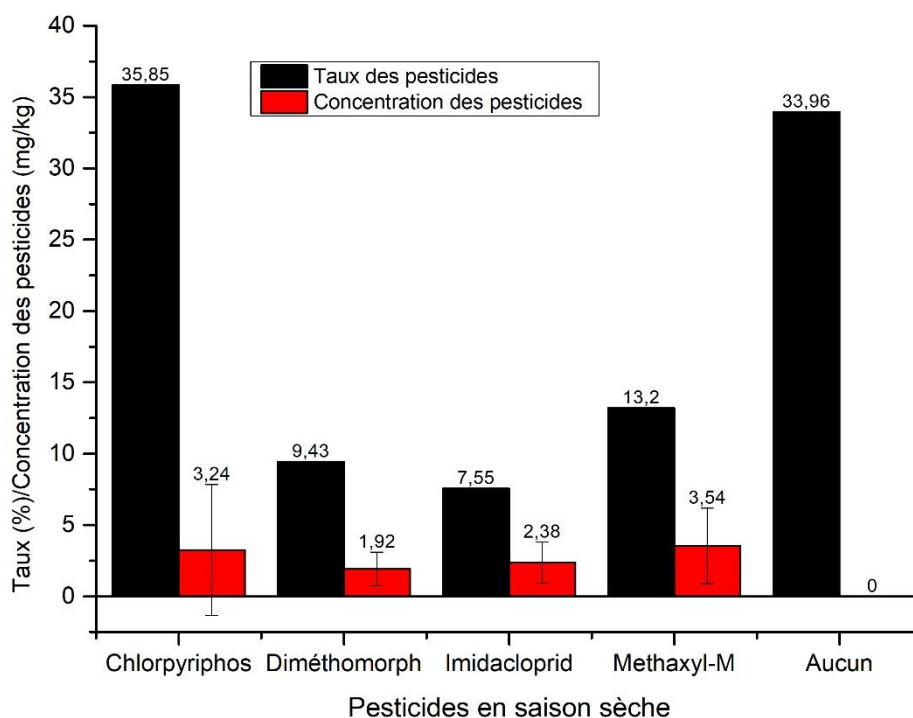


Figure 15 : Présence cumulative des pesticide et taux des échantillons contaminés en saison sèche

En saison sèche, il est a noté que le Chlorpyriphos présent dans les cultures maraîchères à une concentration de 3.24mg/kg avec un taux de 35.85%. Pour ce qui est du Diméthomorphe, il est détecté avec une concentration de 1.92mg/kg et un taux de 9.43%. Quant à l'Imidaclopride, il est concentré à 2.38mg/kg avec un taux de 7.55%. Toutefois, le Methalaxyl-M révèle une concentration de 3.54mg/kg pour un pourcentage de 13.2%. Par ailleurs, 33.96% des cultures maraîchères analysées ne comportent aucun pesticide.

III.1.4.Enquête sur les pratiques de gestion des pesticides

La répartition de l'utilisation des pesticides chez les différents acteurs enquêtés est présentée dans le tableau ci-contre.

Tableau X : Types de pesticides utilisés

Type de pesticides	Agriculteurs (n=15)	Distributeurs (n=8)	commerçants (n=5)	Experts en sécurité alimentaire (n=2)
Pesticides chimiques	12 (80%)	6 (75%)	3 (60%)	1 (50%)
Pesticides biologiques	3 (20%)	2 (25%)	2 (40%)	1 (50%)

Les résultats présentés dans le tableau 10 montrent une prédominance de l'utilisation des pesticides chimiques parmi les agriculteurs, les distributeurs, les commerçants et les experts, bien que la répartition varie légèrement en fonction des groupes. Parmi les agriculteurs, 80 % utilisent des pesticides chimiques, contre 20 % seulement pour les pesticides biologiques. Chez les distributeurs et les commerçants, la proportion de ceux utilisant des pesticides chimiques reste élevée, respectivement à 75 % et 60 %, bien qu'une plus grande part des commerçants (40 %) mentionnent l'utilisation de pesticides biologiques. Enfin, parmi les experts, la moitié utilise des pesticides biologiques, tandis que l'autre moitié utilise des pesticides chimiques.

Pour ce qui est de la fréquence d'application des pesticides, nous l'observons dans le tableau ci-dessous.

Tableau XI : Fréquence d'application par cycle de culture

Fréquence d'application	Agriculteurs (n=15)	Distributeurs (n=8)	commerçants (n=5)	Experts en sécurité alimentaire (n=2)
5-10 fois par cycle	5 (33%)	2 (25%)	1 (20%)	2 (100%)
10-15 fois par cycle	8 (53%)	5 (62.5%)	4 (80%)	0 (0%)
Plus de 15 fois par cycle	2 (13%)	1 (12.5%)	0 (0%)	0 (50%)

Les résultats ci-dessus révèlent des différences importantes dans la fréquence d'application des pesticides selon les catégories de répondants. Chez les agriculteurs, la majorité (53 %) applique des pesticides entre 10 et 15 fois par cycle de culture, tandis qu'une proportion plus faible (33 %) opte pour 5 à 10 applications. Parmi les distributeurs, 62,5 % appliquent des pesticides 10 à 15 fois par cycle, et 12,5 % appliquent plus de 15 fois. Du côté des commerçants, la tendance est similaire, avec 80 % d'entre eux appliquant entre 10 et 15 fois par cycle. Les experts, en revanche, adoptent une approche différente. En effet, 100 % des experts déclarent appliquer des pesticides entre 5 et 10 fois par cycle, et aucun ne dépasse les 10 applications.

Sur les moyens d'approvisionnement des pesticides par les différents acteurs enquêtés, les données sont recensées dans le suivant.

Tableau XII : Moyens d'approvisionnement des pesticides

Moyen d'approvisionnement	Agriculteurs (n=15)	Distributeurs (n=8)	commerçants (n=5)	Experts en sécurité alimentaire (n=2)
Voie informelle	10 (67%)	5 (62.5%)	3 (60%)	0 (0%)
Commerçants spécialisés	5 (33%)	3 (37.5%)	2 (40%)	2 (100%)

Les résultats présentés dans le tableau XII montrent que l'approvisionnement en pesticides est principalement effectué par des canaux informels, notamment chez les agriculteurs, où 67 % d'entre eux recourent à cette voie. Les distributeurs et commerçants suivent une tendance similaire, bien que la proportion d'approvisionnement informel soit légèrement inférieure (62,5 % et 60 % respectivement). Par contre, les experts ne semblent pas utiliser cette voie, privilégiant les commerçants spécialisés (100 %), qui sont également choisis par une proportion significative de distributeurs (37,5 %) et de commerçants (40 %).

En ce qui concerne la connaissance de la réglementation en matière de pesticides, les données sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau XIII : Connaissance des réglementations

Connaissance des réglementations	Agriculteurs (n=15)	Distributeurs (n=8)	commerçants (n=5)	Experts en sécurité alimentaire (n=2)
Oui	6 (40%)	5 (62.5%)	1 (20%)	2 (100%)
Non	9 (60%)	3 (37.5%)	4 (80%)	0 (0%)

Les résultats ci-dessus mettent en lumière des différences significatives dans la connaissance des réglementations liées aux pesticides parmi les différents acteurs. Les experts affichent une connaissance totale des réglementations, avec 100 % d'entre eux affirmant en être informés. En revanche, parmi les agriculteurs, seulement 40 % ont une connaissance des réglementations, tandis que 60 % en sont ignorants. Les distributeurs se situent entre les deux, avec 62,5 % qui connaissent les réglementations, contre 37,5 % qui ne les connaissent pas. Enfin, les commerçants montrent un faible taux de connaissance des réglementations, avec seulement 20 % d'entre eux affirmant être informés, et 80 % n'en ayant pas connaissance.

Pour ce qui est de la formation des différents enquêtés sur l'usage des pesticides, les données sont recensées dans le tableau qui suit.

Tableau XIV : Formation reçue

Formation reçue	Agriculteurs (n=15)	Distributeurs (n=8)	commerçants (n=5)	Experts en sécurité alimentaire (n=2)
Oui	4 (27%)	2 (25%)	1 (20%)	2 (100%)
Non	11 (73%)	6 (75%)	4 (80%)	0 (0%)

Les résultats en lien avec la formation reçue sur l'usage des pesticides montrent des prévalences relativement faibles parmi les différents acteurs. En effet, Seuls 27 % des agriculteurs, 25 % des distributeurs, et 20 % des commerçants ont déclaré avoir reçu une formation spécifique, tandis que 73 %, 75 % et 80 % respectivement n'ont pas bénéficié de cette formation. En revanche, 100 % des experts ont reçu une formation sur l'utilisation des pesticides.

Quant aux mesures de précautions pour éviter la contamination des pesticides, la situation est illustrée dans le ci-contre.

Tableau XV : Mesures pour éviter la contamination

Mesures pour éviter contamination	Agriculteurs (n=15)	Distributeurs (n=8)	commerçants (n=5)	Experts (n=2)
Stockage sécurisé	10 (66,67%)	7 (87.5%)	4 (80%)	2 (100%)
Pratiques de nettoyage	5 (33,33%)	1 (12.5%)	1 (20%)	0 (0%)

Les résultats de ce tableau révèlent des différences importantes dans les mesures prises pour éviter la contamination par les pesticides entre les différents groupes d'acteurs. En termes de stockage sécurisé, la majorité des agriculteurs (66,67 %), des distributeurs (87,5 %) et des commerçants (80 %) indiquent adopter cette mesure. Les experts, quant à eux, appliquent systématiquement cette précaution, avec 100 % d'entre eux qui pratiquent un stockage sécurisé. Cependant, en ce qui concerne les pratiques de nettoyage, Seuls 33,33 % des agriculteurs, 12,5 % des distributeurs et 20 % des commerçants ont affirmé pratiquer un nettoyage adéquat des équipements et espaces en contact avec les pesticides. Les experts en revanche, ont déclaré ne pas adopter cette mesure.

III.1.5. Identification des points critiques de contamination

Les points critiques de contamination, ont été identifiés grâce à l'analyse des données recueillies des résultats de l'entretien semi-direct avec chaque acteur, en se basant sur les questions de la fiche de collecte de données. Cette analyse a permis de mettre en lumière les points présentant un risque élevé de contamination tel que présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau XVI : risques phytosanitaires et mesures correctives pour les cultures de tomate, poivron, carotte et morelle noire

Spéculations	Nombre de traitement phytosanitaire	risques de contamination	point critique	mesures correctives
tomate, poivron et carotte	8-10 traitements par cycle de production	- pulvérisation excessive ou inappropriée des pesticides sur les cultures - non-respect du délai de traitement avant récolte - stockage et manipulation inappropriés des fruits permettant une contamination croisée	Oui	- usage des pesticides à faible rémanence, - respect du dosage lors des traitements - utilisation des pièges à mouche - utilisation des bio-pesticides - effectuer la rotation de culture
morelle noire	2-3 traitements par cycle de production	- entreposage des fruits dans des locaux contaminés par les pesticides		- effectuer régulièrement des analyses de résidus de pesticides, - former les producteurs sur les bonnes pratiques agricoles - respect des densités en fonction des saisons

Ces résultats illustrent les pratiques actuelles des différents acteurs de la chaîne de valeur des produits maraîchers en matière d'utilisation des pesticides, de connaissance des réglementations et de mesures de prévention contre la contamination. L'analyse des données met en évidence des points critiques et des opportunités d'amélioration pour renforcer la sécurité sanitaire des aliments au Cameroun.

III.2. DISCUSSION

Après avoir présenté les résultats, il sera question ici, de procéder à une analyse systématique des données de la recherche. Le canevas méthodologique que nous suivons comportera trois parties :

- ❖ Détection des pesticides sur les échantillons de produits maraîchers ;
- ❖ Enquête sur les pratiques de gestion des pesticides ;
- ❖ Identification des points critiques de contrôle des contaminations et proposition des mesures correctives.

III.2.1. Détection des pesticides sur les échantillons de produits maraîchers

L'analyse des échantillons de produits maraîchers a permis d'identifier quatre pesticides principaux : le Chlorpyrifos, le Diméthomorphe, l'Imidaclopride et le Méthalexyl-M. Parmi ces substances, le Chlorpyrifos a été détecté dans un nombre significatif d'échantillons, avec un taux de contamination de 28,33 %. Bien que cet insecticide soit efficace contre les insectes, il est également connu pour ses effets néfastes sur la santé. Notamment, durant la grossesse de la mère et pendant l'allaitement du nouveau-né, entraînant ainsi l'apparition de plusieurs maladies à l'âge adulte (57). En raison de ses risques pour la santé humaine, le Chlorpyrifos a été interdit par le tribunal de la cour européenne de justice en 2019 à l'échelle de l'UE (58). Par ailleurs, la détection de résidus de Méthalexyl-M (11,67 %), du Diméthomorphe (8,33 %) et d'Imidaclopride (10 %) met en évidence l'étendue du recours aux pesticides par les maraîchers, tout en soulignant les insuffisances de la législation camerounaise sur ce sujet, notamment en comparaison avec les standards internationaux (59).

Les variations dans les niveaux de contamination des pesticides selon les zones de production mettent en lumière des pratiques agricoles hétérogènes à travers le pays. Ce qui s'observe avec une concentration particulièrement élevée en Chlorpyrifos dans les produits originaires des régions du Nord-Ouest (5,65 mg/kg) et l'Adamaoua (3,89 mg/kg), ainsi que des écarts types prononcés dans pratiquement toutes les régions étudiées. Ceci est un indice qui met évidence le problème du manque de formation adéquate des producteurs maraîchers sur la maîtrise et l'utilisation des pesticides au Cameroun.

En effet, les résultats obtenus après enquête auprès des acteurs de la chaîne ont montré que seulement 27 % des agriculteurs et 25 % des distributeurs ont reçu une formation sur l'utilisation des pesticides. En revanche, 100 % des experts affirment avoir reçu une formation, ce qui souligne un fossé important entre les experts et les praticiens. Cette situation pourrait également être à l'origine des différences significatives dans les concentrations des pesticides

présents dans les produits agricoles des différentes régions. Cela va en droite ligne avec les résultats présentés par Georgette Ngweme Ngakiamama et al en 2019 en République Démocratique du Congo qui ont montré que la majorité des maraîchers enquêtés (94,9 %) n'ont pas suivi une formation quelconque sur l'utilisation des produits phytosanitaires et n'ont pas de bonnes connaissances de taux d'application et des fréquences de traitement (60).

La teneur en résidus identifiés révèle que la plupart des cultures analysées présentent un niveau de contamination de pesticide inquiétant, avec des concentrations en résidus largement supérieures aux limites maximales de résidus (LMR) de l'UE et du Codex Alimentarius. En particulier, la tomate et la morelle noire analysées qui à 100 % ont montré des résidus de pesticides dépassant les normes (tableau 7 et 9), aussi bien celle du Codex Alimentarius que celle de l'UE. Cette situation peut découler soit du non-respect de dosage de pesticides pendant les traitements phytosanitaires, soit du non-respect de délais de traitement avant récolte. D'autre part, la non-conformité des produits observée, est pratiquement similaire dans toutes les régions peu importe la spéculation. Par exemple, toutes les morelles noires et tomates analysées étaient non conformes, tandis que certaines carottes et poivrons respectaient partiellement les LMR UE et Codex Alimentarius de 25% chacun dans certaines zones. Cette même tendance observée met en lumière les mauvaises pratiques culturelles similaires en champs chez tous les producteurs maraîchers.

La présence de résidus de pesticides à des niveaux élevés peut avoir des conséquences sérieuses sur la santé des consommateurs, y compris des risques de toxicité aiguë et de maladies chroniques (61). Cela peut également se justifier par le fait que les maraîchers n'ont pas connaissance et ne prennent pas conscience des risques liés à un mauvais usage de pesticides. De plus, les produits camerounais non conformes aux normes de sécurité alimentaire peuvent entraîner des restrictions à l'exportation, nuisant ainsi à l'économie locale et à la réputation du Cameroun sur les marchés internationaux. C'est d'ailleurs le cas avec les notifications RASFF N°2022.1275 du 03 mars 2022 et RASFF N°2023.7064 du 17 octobre 2023, à travers lesquelles l'UE a saisi le Cameroun pour lui signaler la présence respectivement de l'Éthéphon dans l'ananas et de pesticides (Chlorpyrifos, Lambda Cyhalothrine, Pirimiphos-Méthyl) dans le haricot sec, avec des LMR supérieures de celles de l'UE. Ce qui a malheureusement conduit des pays comme la Belgique à placer les exportations des produits agricoles en provenance du Cameroun sous contrôles renforcés (**source MINADER**).

Les données montrent qu'en moyenne, 29,17 % des cultures maraîchères contiennent des résidus de pesticides peu importe la saison, que 41,66 % ne présentent aucune trace de ces substances (figure13). Ce qui peut se justifier par la délicatesse des cultures maraîchers, qui

sont très sujet à la prolifération des ennemis des cultures: insectes, nématodes, bactéries, champignons, virus, mauvaises herbes (62), d'où l'utilisation constante des pesticides peu importe la saison.

Néanmoins, les différences observées entre la saison pluvieuse et la saison sèche soulignent l'impact des conditions climatiques sur l'utilisation et la dégradation des pesticides. En saison pluvieuse, la présence de Chlorpyrifos et d'autres pesticides est notable, avec une proportion de 47,76 % des cultures ne montrant pas de résidus (figure14). Cela pourrait indiquer que les pluies aident à diluer ou à lessiver les résidus de pesticides, réduisant ainsi leur concentration dans certaines cultures. En saison pluvieuse, le Chlorpyrifos est détecté à 2,7 mg/kg (22,39 %), mais en saison sèche, sa concentration augmente à 3,24 mg/kg (35,85 %). Cela pourrait suggérer une utilisation plus intensive de ce pesticide en période de sécheresse, possiblement à cause de son efficacité face aux insectes. D'autres pesticides, tels que le Diméthomorph et l'Imidacloprid, montrent également des variations de concentration entre les saisons, ce qui peut être le résultat de différentes stratégies de gestion des cultures et des infestations.

III.2.2.Enquête sur les pratiques de gestion des pesticides.

Les données relatives aussi bien aux types de pesticides utilisés qu'à la fréquence d'application montrent que 80 % des agriculteurs et 75 % des distributeurs privilégient les pesticides chimiques, tandis que l'utilisation de pesticides biologiques reste limitée, notamment chez les agriculteurs (20 %). Cette prédominance des pesticides chimiques peut s'expliquer par leur efficacité rapide, leur coût accessible et leur disponibilité sur le marché contrairement au bio-pesticide. Mais également par leur coût plus accessible et le fait que leur emploi permet encore d'assurer un bon rendement et de réduire les pertes liées aux ravageurs (63). Toutefois, leur usage, professionnel ou domestique, suscite de nombreuses interrogations quant aux conséquences délétères qu'ils pourraient avoir sur la santé (64). Par exemple, l'utilisation excessive de Chlorpyrifos, un pesticide chimique, peut entraîner des résidus dangereux dans les produits, compromettant la santé des consommateurs. Ces observations renforcent la vision de Soulé Adam N. en 2024 qui préconise plutôt la production des bio-pesticides au Cameroun en lieu et place des pesticides chimique (65).

Une majorité d'agriculteurs (53 %) et de distributeurs (62,5 %) applique des pesticides entre 10 et 15 fois par cycle de culture. Par ailleurs, 13 % des agriculteurs appliquent des pesticides plus de 15 fois par saison. Cela témoigne d'une pratique assez intensive, qui augmente le risque de résidus de pesticides dans les produits ainsi que la contamination des

consommateurs. Surtout avec l'usage des pesticides systémiques à l'exemple du Méthalexyl-M et de l'Imidaclopride qui s'introduisent dans les cellules des plantes. Ceci met en exergue les mauvaises pratiques agricoles en champ qui renforcent davantage la concentration des pesticides dans les produits cultivés. En outre, cet usage excessif de pesticides pourrait également provenir de la méconnaissance des bonnes pratiques agronomiques.

Cette application intensive par cycle pourrait également se justifier par le fait que les maraîchers n'appliquent pas le système de rotation de culture, une méthode qui permet de réduire ou d'éliminer certaines maladies fongiques ainsi que les champignons présents dans le sol. Ils préfèrent cultiver la même spéculature sur la même parcelle, ce qui est en marge des bonnes pratiques agricoles. Cette situation peut également être liée aux ressources limitées dont disposent ces agriculteurs, qui ne leur permettent pas d'acquérir de nouvelles terres cultivables. Par contraste, 33% des agriculteurs, 25% des distributeurs et 20% des commerçants appliquent les pesticides 1 à 2 fois par cycle de production. Ce comportement peut refléter une prise de conscience des dangers potentiels liés à l'application excessive des pesticides chimiques. Il serait pertinent d'explorer des alternatives comme la rotation des cultures ou l'utilisation de méthodes de lutte intégrée pour réduire cette fréquence sans compromettre le rendement.

En ce qui concerne les moyens d'approvisionnement, Les résultats indiquent que 67 % des agriculteurs et 62,5 % des distributeurs se fournissent par des voies informelles. Cette dépendance à l'approvisionnement informel peut poser des problèmes de qualité, car ces produits ne sont pas toujours conformes aux normes de sécurité. Ceci pourrait s'expliquer par l'entrée frauduleuse des pesticides au Cameroun, la porosité au niveau des frontières avec les pays voisins, leur coût plus abordable que ceux homologués au Cameroun (45). Les résultats de l'analyse confirment ainsi un usage frauduleux et inapproprié des pesticides dans le pays, illustré par la présence des quatre substances détectées dans les échantillons. En effet, selon l'index phytosanitaire du Cameroun, édition 2022, les pesticides retrouvés dans les cultures analysées à savoir le Diméthomorphe, l'Imidaclopride, le Chlorpyrifos et le Méthalexyl-M ne sont pas homologués pour les cultures maraîchères au Cameroun. En outre, par **Décision N° : 00034/MINADER/CAB du 09 février 2021, le Cameroun a interdit l'importation, l'homologation et l'utilisation de formulation de pesticides à base de chlorpyrifos, chlorpyrifos méthyl et Chlorpyrifos éthyl**. Toutefois, il convient de noter que 100 % des experts interrogés se procurent leurs pesticides auprès de commerçants spécialisés, ce qui souligne néanmoins l'importance d'un approvisionnement fiable et conforme pour garantir la sécurité alimentaire.

La connaissance des réglementations est alarmante : 60 % des agriculteurs et 37,5 % des distributeurs ne sont pas au courant des normes en vigueur. Seules 40 % des agriculteurs affirment connaître les réglementations. Cette lacune en matière de sensibilisation pourrait expliquer l'utilisation de produits non conformes et la surutilisation de certains pesticides. Par exemple, un agriculteur non informé et ignorant des LMR peut continuer à appliquer des pesticides interdits, mettant ainsi en danger la santé publique. Ainsi des programmes de sensibilisation et de formation contribueront à l'amélioration de cette situation.

A cet effet, Seulement 27 % des agriculteurs et 25 % des distributeurs ont reçu une formation sur l'utilisation des pesticides. En revanche, 100 % des experts affirment avoir reçu une formation, ce qui souligne un fossé important entre les experts et les praticiens. Ceci corrobore les résultats d'une enquête menée dans cinq bas-fonds marécageux de la ville de Yaoundé, qui a révélé que 85% des maraîchers enquêtés n'ont aucune formation en agriculture (1). Cette situation peut engendrer une mauvaise utilisation des pesticides, conduisant à une contamination accrue des produits. Par exemple, une formation sur les bonnes pratiques d'application pourrait réduire les résidus de pesticides dans les produits, améliorant ainsi la sécurité alimentaire.

Il est cependant encourageant de noter que 66,67 % des agriculteurs et 87,5 % des distributeurs déclarent adopter des pratiques de stockage sécurisé. Cependant, seulement 33,33 % des agriculteurs appliquent des pratiques de nettoyage appropriées. Cela révèle une opportunité d'amélioration: renforcer les pratiques de nettoyage pourrait réduire la contamination croisée et garantir que les résidus de pesticides soient minimisés lors de la manipulation des produits. Par exemple, la mise en œuvre de protocoles de nettoyage stricts pourrait être intégrée dans les formations proposées.

III.2.3. Identification des points critiques de contrôle de la Contamination des produits maraîchers et suggestion des mesures correctives

Les résultats obtenus mettent en évidence plusieurs points critiques liés à la contamination des produits maraîchers par les résidus de pesticides. Principalement les pratiques de traitement, de stockage et de manipulation des spéculations. Les traitements phytosanitaires sont fréquents, notamment pour les tomates, poivrons et carottes (8 à 10 traitements par cycle). Ce qui augmente le risque de contamination, surtout en cas de pulvérisation excessive ou de non-respect des délais de traitement avant récolte. Bien que la morelle noire subisse moins de traitements (2 à 3), les risques demeurent similaires en raison de mauvaises pratiques d'application observées.

Conclusion

Dans le cadre de ce travail, l'objectif était de déterminer la conformité aux normes des résidus de pesticides et les points critiques de contamination des produits maraichers au Cameroun, puis de proposer des approches d'amélioration. Il en ressort que :

Les 120 spéculations analysées, sont largement contaminés par quatre pesticides (le Chlorpyrifos, le Diméthomorphe, l'Imidaclopride et le Méthaxyl-M). De plus, les concentrations de ces résidus dépassent fréquemment les limites maximales de résidus (LMR) fixées par l'Union Européenne et le Codex Alimentarius.

L'enquête sur les pratiques de gestion a permis de révéler que les pesticides chimiques sont les plus utilisés dans les cultures maraichers et l'approvisionnement informel est celui le plus utilisé. D'autre part elle a mis en lumière la méconnaissance prononcée des acteurs de la chaîne pour ce qui est des réglementations en vigueur, mais également de leur faible niveau de formation sur l'utilisation des pesticides.

L'analyse des pratiques agricoles met en évidence plusieurs points critiques de contamination des produits maraichers, principalement liés aux traitements phytosanitaires excessifs, au non-respect des délais de traitement avant récolte, au stockage inapproprié et à la manipulation des cultures.

Pour remédier à ces problèmes, des mesures correctives sont proposées, telles que l'utilisation de pesticides à faible rémanence, la rotation des cultures, et la formation des producteurs aux bonnes pratiques agricole. Mais également l'élaboration des politiques strictes de surveillance sur l'utilisation et la commercialisation des pesticides au Cameroun. Ces actions visent à améliorer la sécurité des produits maraichers et à réduire les risques pour la santé des consommateurs.

En perspective, nous envisageons dans les travaux futurs de mener une étude sur le développement des méthodes de lutte intégrée contre les ravageurs et les maladies des cultures afin de réduire l'utilisation des pesticides et améliorer la sécurité alimentaire au Cameroun.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Fangue-Yapseu GY, Ntapnze-Mouliom MA, Mouafo-Tchinda RA.** Pratiques d'utilisation des pesticides en agriculture maraîchère de bas-fonds dans la ville de Yaoundé. *Vertigo*. 5 janv 2023 ; Disponible sur: <http://journals.openedition.org/vertigo/37501>.
2. **Huignard J, Glitho I, Monge JP, Régnault-Roger C.** Insectes ravageurs des graines de légumineuses. Éditions Quae; 2011. <https://www.quae-open.com/produit/62/9782759217281/insectes-ravageurs-des-graines-de-legumineuses>
3. **Abdou M, Ahmed M.** Évaluation des effets des pesticides utilisés en lutte chimique contre le Criquet pèlerin sur les fourmis au Niger. *J App Bioscience*. 28 mai 2015;88(1):8144.
4. **Ngameni N, Brice D, Kenko Nkontcheu DB, Djomo Nana E.** Évaluation des facteurs de risques environnementaux liés à la mauvaise utilisation des pesticides par les maraîchers au Cameroun: le cas de Balessing à l'Ouest Cameroun. *Afrique Science*. 1 janv 2017;13:91-100.
5. **Leroux P.** Modes d'action des produits phytosanitaires sur les organismes pathogènes des plantes. *Comptes Rendus Biologies*. 1 janv 2003;326(1):9-21.
6. **Jestin-Guyon N, Raherison-Semjen C.** Exposition aux pesticides et maladies respiratoires chroniques. *Revue des Maladies Respiratoires*. 1 mai 2024;41(5):343-71.
7. **El Ghazi I, Egah J, Imane B, Menouni A, Amane M, Kestemont MP, et al.** Utilisation et Gestion des Pesticides dans les Zones Agricoles Urbaines, Périurbaines et Rurales de la Préfecture de Meknès, Maroc. *ESJ Natural/Life/Medical Sciences*. 30 sept 2021;17(34). <https://eujournal.org/index.php/esj/article/view/14721>
8. **Nshimiyimana F, A. E, B. B, Mohamed F, Soulaymani A.** Méthode d'analyse des résidus de pesticides dans les matrices biologiques par chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse. Conference Paper.1avril 2012.
9. **Romba R, Drabo S, Kabore BZ, Salamata S, Gnankine O.** Evaluation des risques liés aux pratiques phytosanitaires des producteurs maraîchers et mise en évidence de la résistance aux pesticides chez l'aleurode Bemisia tabaci (Hemiptera : Aleyrodidae) au Burkina Faso, Afrique de l'Ouest. *Rev Ramres*. déc 2020; 8:1-10.
10. **Baldi I.** Expertise Collective INSERM. 2021;
11. **Al-Nasir FM, Jiries AG, Al-Rabadi GJ, Alu'datt MH, Alrabadi N, Madanat OY, et al.** Détermination des résidus de pesticides dans certains agrumes et légumes cultivés dans la vallée du Jourdain. *LWT - Food Science and Technology*. Avril 2020; 123:1-5
12. **F. Pascal MT, Moundipa P, Déchaud H, Tchana A, Nantia Akono E, Zobot MT, et al.** Effect of agropesticides use on male reproductive function: A study on farmers in Djutitsa (Cameroon). *Environmental toxicology*. 1 juill 2012;27:423-432.
13. **Le Bars M, Sissako A, De Montgolfier A, Sidibe Y, Diarra A, Sagara A, et al.** Usage des pesticides et impacts sur la santé des applicateurs en zone cotonnière du Mali. *Cahier Agriculture*. 2022;31:24.
14. **Konradsen F.** Acute pesticide poisoning – a global public health problem. *Dan Med Bull*. 1février 2007; 54:9-58

15. **Tourneux H.** Pictogrammes et utilisation des pesticides en Afrique. La Communication technique en langues africaines. 2010; 1-12
16. **Boedeker W, Watts M, Clausing P, Marquez E.** The global distribution of acute unintentional pesticide poisoning: estimations based on a systematic review. *BMC Public Health*. Décembre 2020;20(1):1875.
17. **Mansour SA.** Pesticide exposure--Egyptian scene. *Toxicology*. 1 mai 2004;198(1-3):91-115.
18. **Ahouangninou C, Fayomi BE, Martin T.** Assessing health and environmental risks as regards pesticide practices of vegetable growers in the rural city of Tori-Bossito in southern Benin. *Cahiers Agricultures*. Mai 2011;20(3):216-222.
19. **Drogué S, Demaria F.** Des pommes, des poires et des pesticides. L'impact de l'hétérogénéité réglementaire en matière de résidus de pesticides sur le commerce international. *NRA Sciences Sociales*. 1 janvier 2013; 1-5
20. Code international de conduite pour la distribution et l'utilisation des pesticides. Mai 2012. 36p
21. Règlement (CE) no 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil du 21 octobre 2009 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques et abrogeant les directives 79/117/CEE et 91/414/CEE du Conseil.
22. **Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires.** Codex Alimentarius: Résidus de pesticides dans les denrées alimentaires. *Food & Agriculture Org.* 1994; (2): 488 p.
23. **Maisons-Alfort.** Note d'appui scientifique et technique de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relative à la faisabilité de l'établissement d'une limite maximale globale de pesticides dans les aliments visant à protéger le consommateur de l'effet cumulé de ces substances. 22 novembre 2017; 1-13.
24. **Narbonne JF.** Risque, Expertise Résidus phytosanitaires, PCB, dioxines dans les aliments : nouvelles approches pour la maîtrise du risque. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*. Mars 2002;9(2): 1-12.
25. **Réseau National des Chambres d'Agriculture du Niger.** Fiche conseil pour la matière active : Chlorpyrifos-éthyl (insecticide). 22septembre2013;1-4
26. **S. ABDENNOUR.** Evaluation De La Toxicité Aigue. <https://facmed.univ-constantine3.dz/wp-content/uploads/>. 2022;1-4.
27. Classification OMS recommandée des pesticides en fonction des dangers qu'ils présentent et lignes directrices pour la classification. <https://www.who.int/fr/publications/i/item/9789240005662>. 2019;104p.
28. **Cherin P, Voronska E, Fraoucene N, de Jaeger C.** Toxicité aiguë des pesticides chez l'homme. *Médecine & Longévité*. 1 juin 2012;4(2):68-74.
29. **van Der Werf HMG.** Evaluer l'impact des pesticides sur l'environnement. *Le Courrier de l'environnement de l'INRA*. Août 1997;31(31):5-22.

30. Les impacts d'une pollution aux produits phytosanitaires. <https://www.symcea.fr/les-impacts-dune-pollution-aux-produits-phytosanitaires.2012>
31. **Even I, Berta JL, Volatier JL.** Evaluation de l'exposition théorique des nourrissons et des enfants en bas âge aux résidus de pesticides apportés par les aliments courants et infantiles. L'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments. Janvier 2002. 116p
32. **UNEP, FAO, Weltgesundheits organisation, éditeurs.** Guide pour le calcul prévisionnel des quantités de résidus de pesticides apportées par l'alimentation. Genève: Organisation Mondiale de la Santé; 1989. 28 p.
33. **Samuel O.** Votre santé vous préoccupe? Attention aux pesticides! Colloque sur la sericulture.2005. 1-12.
34. Classeur Veille Ecologique Frapna - Fiche Agriculture - Alternatives Aux Pesticides. F2 • Toxicité des pesticides et réglementation. Réseau Agriculture Régional de la FRAPNA. 2013. 1-2.
35. **L. Multigner.** Effets retardés des pesticides sur la santé humaine. *Environnement, Risques & Santé* Vol. 4, mai-juin 2005. 187-194.
36. **Yadav IC, Devi NL.** Pesticides Classification and Its Impact on Human and Environment. *Environ. Sci. & Engg.* February 2017. Vol. 6:141-158.
37. **Béranger R, Blain J, Baudinet C, Faure É, Fléchon A, Boyle H, et al.** Tumeurs germinales du testicule et expositions précoces aux pesticides: étude pilote TESTEPERA. *Bulletin du Cancer.* 1 mars 2014;101(3):225-235.
38. **Gingras B.** Cliniques sur la prévention liée à l'utilisation des pesticides en agriculture. Conférence des Régies Régionales de la Santé et des Services Sociaux du QUÉBEC. 9 février 1996. 96p
39. **Jaeger C, Voronska E, Fraoucene N, Cherin P.** Exposition chronique aux pesticides, santé et longévité. Rôle de notre alimentation. *Médecine & Longévité.* 1 juin 2012;4(2):75-92.
40. **Blanc-Lapierre A, Bouvier G, Garrigou A, Canal-Raffin M, Raherison C, Brochard P, et al.** Effets chroniques des pesticides sur le système nerveux central : état des connaissances épidémiologiques. *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique.* 1 oct 2012;60(5):389-400.
41. Pesticides et risques pour la santé. <https://www.quebec.ca/sante/conseils-et-prevention/sante-et-environnement/pesticides>. 14 novembre 2023.
42. **FAO.** Code International de Conduite pour la Distribution et l'Utilisation des Pesticides. Mai 2012. 36 p.
43. Processus d'homologation | Boîte à outils pour l'homologation des pesticides | Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. <https://www.fao.org/pesticide-registration-toolkit/registration-tools/registration-process/fr/>
44. **Barberis G.** Législation sur l'homologation des pesticides. *Food & Agriculture Org.;* 1994. 108 p.

45. **Bayiha G, Brunelle T, Jas N, Tata Ngome P, Ludovic T.** Caractérisation Macro-Institutionnelle des Verrous et Leviers à la Réduction d'usage des Pesticides au Cameroun Initiative PRETAG. Technical Report. 12 février 2024. 100p. DOI: 10.13140/RG.2.2.10261.54241
46. **João Magalhães.** Stratégies et Cadres Régionaux pour les Questions Sanitaires et Phytosanitaires en Afrique. Rapport à l'intention du Fonds pour l'application des normes et le développement du commerce. Juillet 2010. 53p
47. **Pesticides | Codex Alimentarius FAO-WHO.** Nomes Alimentaires Internationales. 2024. <https://www.fao.org/fao-who/codexalimentarius/themes/pesticides/fr/>
48. **OMC.** Comprendre l'Accord de l'OMC sur les mesures sanitaires et phytosanitaires. Mai 1998 https://www.wto.org/french/tratop_f/sps_f/sps_f.htm.
49. **OMC.** Accord sur l'application des mesures sanitaires et phytosanitaires (Accord SPS). 15 avril 1994. https://www.wto.org/french/tratop_f/sps_f/spsagr_f.htm#Article7.
50. **Tchamadeu NN, Nkontcheu DBK.** Évaluation des facteurs de risques environnementaux liés à la mauvaise utilisation des pesticides par les maraîchers au Cameroun : le cas de Balessing à l'Ouest Cameroun. *Afrique Science*. 2017.13(1):91-100. <http://www.afriquescience.info>
51. **Lakeu I, Mveng P, Nsangou Njankouo A, Kuete Fogang M, Azebaze Kenfack FP, Chimi Nkombo L.** Dynamiques territoriales de la production maraîchère dans les Hauts Plateaux de l'Ouest Cameroun : cas du département de la Menoua. *Revue Espace Géographique et Société Marocaine* n° 49. 9 octobre 2021. 59-84
52. **Denis Pompidou FOLEFACK, Darman Roger DJOULDE.** Les stratégies de commercialisation des produits maraîchers sur le marché de Maroua au Cameroun. *Innovations Environnement Développement en Afrique*. Consulté le 17 avril 2024. <http://www.iedafrique.org/Les-strategies-de.html>.
53. **Iyébi-Mandjek O.** Cultures maraîchères. In: Seignobos C, éditeur. Atlas de la province Extrême-Nord Cameroun. Marseille: IRD Éditions; 2005. p. 102-106.
54. **Kaou Mamadou, Djibo M. Issiakou, Madou A. Ali, Sidi I, et al.** Fiche technico-économique pour la culture de la tomate. Chambre Régionale d'Agriculture d'Agadez. Mars 2020. 4p.
55. **Legba E, Aglinglo L, Francisco R, Houdégbé C, Fassinou Hotegni VN, Achigan-Dako E.** Fiche technique synthétique pour la production de la carotte (*Daucus carotta* L.). Rapport Technique. Novembre 2020. 5p. DOI:10.13140/RG.2.2.32623.66729
56. **Legba E, Aglinglo L, Francisco R, Houdégbé C, Fassinou Hotegni VN, Achigan-Dako E** Fiche technique synthétique pour la production du poivron (*Capsicum annum* L.). Rapport Technique. Novembre 2020. 6p. DOI:10.13140/RG.2.2.17104.74246
57. **Abderrahim K.** Détermination de l'effet des pesticides (Chlorpyrifos-Ethyl) sur le métabolisme et la balance oxydant /antioxydant chez la rate gestante et sa progéniture. Thèse de doctorat, Université Abou Bekr Belkaïd-Tlemcen. Mai 2022. <http://dspace.univtlemcen.dz/handle/112/20063>

58. **Générations Futures.** Victoire pour la santé : le Tribunal européen confirme l'interdiction du chlorpyrifos-méthyl. 4 octobre 2023. <https://www.generations-futures.fr/actualites/victoire-chlorpyrifos-methyl/>
59. **Oberson N, Agwanda C, Bateman M, Dougoud J, Wood A.** Étude sur la protection des cultures dans les pays où le programme 'Centres d'innovations vertes pour le secteur agro-alimentaire' est actif. Mai 2018. 128p
60. **Ngakiama, Georgette Ngweme, Mbela, Guillaume Kiyombo, Pole, Celine Sikulisimwa, et al.** Analyse des connaissances, attitudes et pratiques des maraîchers de la Ville de Kinshasa en rapport avec l'utilisation des pesticides et l'impact sur la santé humaine et sur l'environnement. *International Journal of Innovation and Applied Studies*. Mai 2019. Vol. 26: 345-356.
61. **Inserm.** Pesticides et effets sur la santé : Nouvelles données. Collection Expertise collective. Montrouge : EDP Sciences, 2021. 164p. <http://www.inserm.fr/thematiques/sante-publique/expertises-collectives>.
62. **FAO.** Gestion intégrée de la Production et des Déprédateurs des cultures maraîchères. Guide du facilitateur pour les Champs Ecoles des Producteurs. 2013. 103p. https://www.ipcinfo.org/fileadmin/user_upload/radhort.
63. **Sougnabe SP, Yandia A, Acheleke J, Brevault T, Vaissayre M, Ngartoubam LT.** Pratiques phytosanitaires paysannes dans les savanes d'Afrique centrale. Colloque savanes africaines en développement : innover pour durer. Avril 2009. 13p
64. **Multigner L.** Effets retardés des pesticides sur la santé humaine. *Environnement, Risques & Santé*. 1 mai 2005;4(3):187-194.
65. **Soulé Adam N.** Gouvernance des mécanismes fonctionnels d'une innovation agroécologique : cas de la production de biopesticides au Cameroun. *Cahier Agriculture*. 2024;33(5):11p. <https://doi.org/10.1051/cagri/2023025>.

ANNEXE

Annexe A

A.1 courbes d'étalonnage :

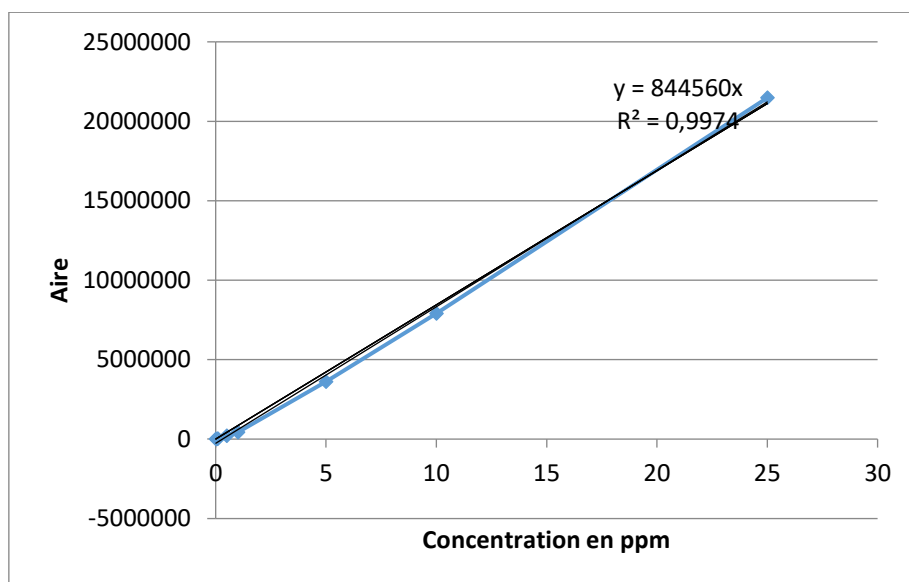


Figure 16 : courbe d'étalonnage du Chlorpyriphos

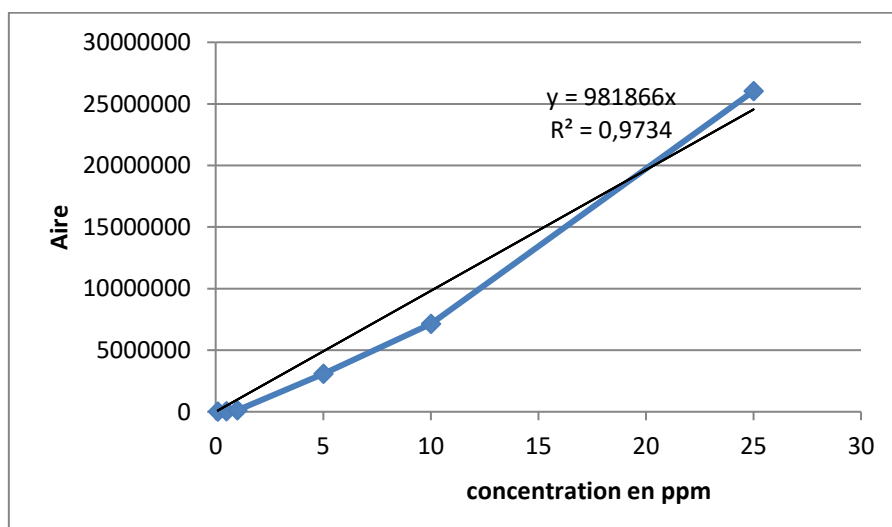


Figure 17 : courbe d'étalonnage du Diméthomorphe

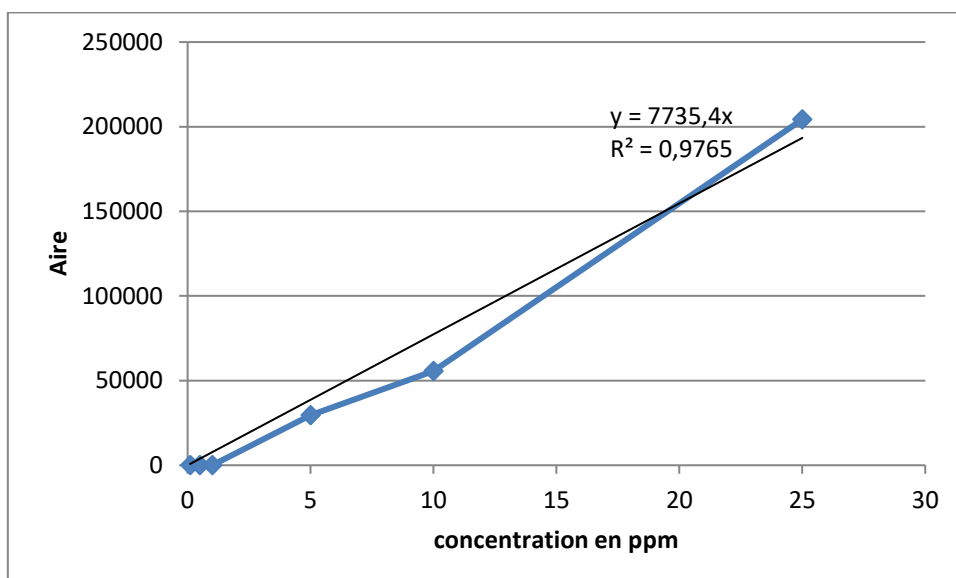


Figure 18 : courbe d'étalonnage de l'Imidaclopride

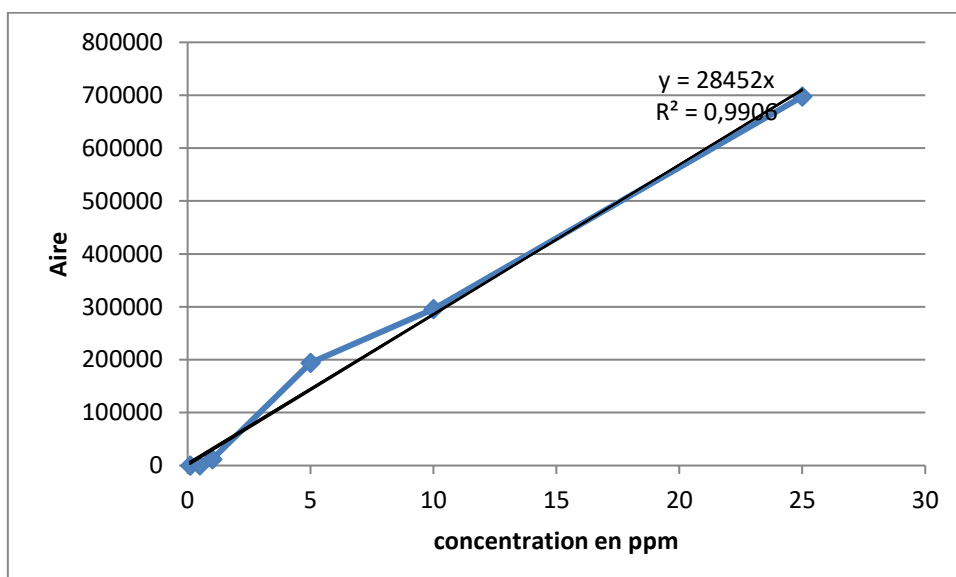


Figure 19 : courbe d'étalonnage du Méthalexyl-M

A.2 Points critique des pesticides détectés

Tableau XVII : points critiques des pesticides détectés

Matières Actives	formule chimique brute	DJA(mg/kg p.c./j)	Le Délai Avant Récolte (DAR)	classe toxicologique
le Chlorpyriphos-éthyl ou Chlorpyriphos	$C_9H_{11}Cl_3NO_3PS$	0,01	21 jours	II
Imidaclopride	$C_9H_{10}ClN_5O_2$	0,06	15 jours	II
Méthalexyl-M	$C_{15}H_{21}NO_4$	0,08	15 jours	II
Le Diméthomorphe	$C_{21}H_{22}ClNO_4$	0,1	7 et 14 jours	IV

Annexe B : fiche de collecte de données

Guide d'Entretien : Les types de pesticides utilisés, La fréquence d'application, les sources d'approvisionnement, la connaissance des réglementations et les mesures de prévention et d'utilisation des Pesticides. Relative : « **ETUDE DES POINTS CRITIQUES DE CONTAMINATION DES PRODUITS MARAICHERS PAR LES PESTICIDES ET SUGGESTIONS D'AMELIORATION AU CAMEROUN** »

Questions Préparées

1. Types de Pesticides Utilisés :

- Quels types de pesticides utilisez-vous dans vos pratiques agricoles ?

.....

- Quelles sont les raisons qui motivent le choix de ces pesticides ?

.....

2. Fréquence d'Application :

À quelle fréquence appliquez-vous ces pesticides ?

[]

3. Sources d'Approvisionnement :

- D'où vous procurez-vous vos pesticides ? (Fournisseurs locaux, grandes surfaces, importés, etc.)

.....

4. Connaissance des Réglementations :

- Êtes-vous informé des réglementations en vigueur concernant l'utilisation des pesticides ?

[]

5. Mesures de Prévention :

- Quelles mesures de prévention mettez-vous en place pour minimiser les risques liés à l'utilisation des pesticides ?

.....

- Avez-vous suivi des formations ou des ateliers sur la sécurité lors de l'utilisation de pesticides ?

[.....]

- Observations pertinentes sur l'attitude de l'interviewé

REPUBLIQUE DU CAMEROUN
Paix – Travail – Patrie

.....
MINISTRE DE L'AGRICULTURE
ET DU DEVELOPPEMENT RURAL

.....
SECRETARIAT GENERAL

.....
DIRECTION DE LA REGLEMENTATION
ET DU CONTROLE DE QUALITE DES INTRANTS
ET DES PRODUITS AGRICOLES

.....
LABORATOIRE NATIONAL D'ANALYSE
DIAGNOSTIQUE DES PRODUITS ET INTRANTS
AGRICOLES

.....
SERVICE DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES



REPUBLIC OF CAMEROON
Peace – Work – Fatherland

.....
MINISTRY OF AGRICULTURE
AND RURAL DEVELOPMENT

.....
GENERAL SECRETARIAT

.....
DEPARTMENT OF REGULATION AND
QUALITY CONTROL OF AGRICULTURAL
PRODUCTS AND INPUTS

.....
NATIONAL LABORATORY FOR
DIAGNOSIS AND ANALYSIS OF
AGRICULTURAL PRODUCTS AND INPUTS

.....
SERVICE FOR PHYTOSANITARY PRODUCTS

FICHE DE COLLECTE D'ECHANTILLON DES PRODUITS AGRICOLES

N°	Région	Lieu de prélèvement	spéculation	Nom de la structure	contact

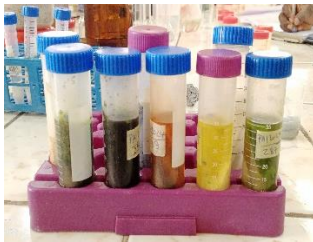
Annexe C : quelques images de laboratoire



a) Chromatographie à phase gazeuse



b) sels d'extraction de QuEChers



c) échantillons en cours d'extraction



d) Echantillons prêts à l'injection