



AGENCE
UNIVERSITAIRE
DE LA FRANCOPHONIE



**Unité de Formation et de Recherche
en Sciences de la Vie et de la Terre**

**Institut de Recherche Agricole
pour le Développement**

**Département de Biologie et
Physiologie Animale**

**PRATIQUES PHYTOSANITAIRES CHEZ LES PRODUCTEURS DE LA
TOMATE ET IMPACT DE CELLES-CI SUR LA QUALITE PHYSICO-
CHIMIQUE DE L'EAU, DANS LA LOCALITE D'OKOK II (CAMEROUN)**

**MEMOIRE PRESENTE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE
LICENCE PROFESSIONNELLE**

Option : « Gestion du Risque Phytosanitaire »

Présenté par

TOUKAM Ulrich Arsène

Sous l'encadrement de :

Professeur Luc DIBOG

Docteur Adama OUEDA

**Maitre de recherche à
l'IRAD**

**Maître-assistant à
l'Université de Ouagadougou**

Année académique 2014-2015



Je dédie ce travail à :

- **Arnaude Phalone KOAGNE MAMBOU;**
- **Paule Katy SIKOMBE MAMBOU;**
- **Louis Moress NOUMBA MAMBOU ;**
- **Erine Kevine MAFONGUIENG MAMBOU.**

REMERCIEMENTS

Je rends grâce au **Dieu tout puissant**, qui tout au long de cette formation, a été mon guide, mon consolateur, m'a soutenu et m'a réconforté dans les moments difficiles.

Je remercie l'Agence Universitaire de la Francophonie, dont le cadre agréable et le soutien financier qu'elle m'a offert, a permis le suivi de cette formation avec succès.

Ce mémoire a été réalisé au laboratoire d'entomologie de l'IRAD Nkolbisson, sous la supervision et l'encadrement du Professeur Luc DIBOG. Je lui exprime ici ma gratitude et mon admiration pour sa patience, sa disponibilité, sa compréhension, ses instructions et son esprit critique qui m'ont permis d'aller au bout de cette étude. Cette période de stage passée sous sa direction a représenté un grand honneur pour moi.

J'exprime ma profonde gratitude au docteur Adama OUEDA pour ses conseils, ses orientations qui m'ont permis de réaliser ce travail.

J'exprime mes remerciements au Docteur Serge Hubert ZEBAZE TOGOUET par qui j'ai acquis les bases et les fondements de la recherche scientifique.

Je remercie l'équipe de recherche du laboratoire d'entomologie et les différents membres des équipes de terrain, je pense particulièrement à Boris NSOGA ETAM, Samuel ONAMBELE, Emilienne et Stella pour leur soutien moral, matériel et financier.

Je remercie profondément Monsieur FOTIO Daniel, du Comité des Pesticides en Afrique Centrale (CPAC), pour sa disponibilité, ses conseils et sa collaboration au cours de ce travail.

Je voudrais aussi exprimer mes remerciements aux membres du jury qui ont accepté de juger ce travail.

Je tiens également à remercier tout le corps enseignant de la Formation en Gestion du Risque Phytosanitaire de l'Université de OUAGADOUGOU, pour leurs enseignements, dont la rigueur scientifique m'a guidée dans mon travail. Il s'agit de : Aboubacar KADRI, Adama OUEDA, Adjima THIOMBIANO, Antoine SANON, Athanase BADOLO, Djibril YONLI,

Irénée SOMDA, Mahamadou SAWADOGO, Malick BA, Marina KENFACK, Olivier GNANKINE, Oumarou OUEDRAOGO, Zakaria ILBOUDO.

Un remerciement particulier va à l'endroit de mes camarades de promotion : Ali ZOUNGRANA, Aliou KONATE, Bedeme BAYOULOU, Ibonye DIENI, Karim KABRE, Kouah Noé DJIGBE, Lucien KIENTEGA, Nalla MAME, Nicolas MANSALY, Zakaria ZOMBRA, pour leur chaleur et leur suis très reconnaissante pour l'accueil et l'atmosphère agréable qu'ils ont créé autour de moi durant les Tchats et lors de notre regroupement académique à OUAGADOUGOU.

Je suis profondément reconnaissante envers mes parents Monsieur et Madame MAMBOU SIKOMBE, pour leurs prières, leurs paroles encourageantes, leur amour et leur tendresse. Plus particulièrement à ma mère, dont le stress permanent à mon sujet, a été pour moi une motivation supplémentaire. Ils ont ainsi contribué à leur façon à la réalisation de ce mémoire.

Merci à la grande Famille SIKOMBE MAMBOU pour leur l'accompagnement tout au long de cette formation : Christelle MAFOTIE, Marie Noel NGUEMBOU, papa André KAYO.

Merci au couple KITANTOU-NZABI qui m'a accueilli au Burkina Faso et a créé, autour de moi, une atmosphère chaleureuse.

Je remercie la famille TCHUANGWA pour leurs encouragements et leur affection. Merci maman Nicole.

Une pensée très chaleureuse accompagne tous les membres du Centre d'Adoration Vie Abondante-Yaoundé, pour leurs encouragements, leurs conseils, leur soutien, et leur amour. Je pense principalement à Cyrille, Dora, Esaie, Fabrice, Gaston, Malika, Nathalie et Simplicie, ainsi qu'aux couples EYANGO, MVONDO, TCHONGA. Merci pour tout.

Une reconnaissance spéciale est adressée à Monsieur NYOBIA Gavin pour son soutien, son accompagnement et sa rage de réussir qu'il m'a communiqué, aux derniers moments de cette formation. Merci pour la Pression.

Merci enfin à tous ceux que je n'ai pu citer et qui ont eux aussi contribué à la réalisation de ce travail.

ABBREVIATIONS ET ACRONYMES

APHA : America Public Health Agency ;

CEMAC : Communauté Economique et Monétaire de l'Afrique Centrale ;

CILSS : Comité permanent Inter-états de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel ;

CIPV : Convention Internationale sur la Protection des Végétaux ;

CPAC : Comité des Pesticides en Afrique Centrale ;

CPI : Conseil Phytosanitaire Interafricain ;

D.D.A.S.S : Direction Départementale d'Action Sanitaire et Sociale ;

D.R.A.S.S : Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales ;

DRCQ : Direction de la Réglementation et du Contrôle de la Qualité des intrants et des produits agricoles ;

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations;

IRAD: Institut de Recherche Agricole pour le Développement ;

MINADER : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural ;

PIC : Procédure de Consentement Préalable en Connaissance de Cause Applicable à certains produits chimiques et Pesticides Dangereux, qui font l'objet d'un Commerce International ;

PNDP : Programme National de Développement Participatif ;

POP : Polluants Organiques Persistants ;

SRP : Service de la Réglementation des Pesticides ;

UA : Union Africaine ;

LISTE DES ANNEXES

| | |
|---|----|
| Annexe 1 : Différentes matières actives utilisées dans les exploitations de la zone d'étude (Sources : notre travail)..... | 44 |
| Annexe 2 : Grille simplifiée d'évaluation de la qualité des eaux de surface et eaux d'irrigation..... | 45 |
| Annexe 3 : Questionnaire d'enquête..... | 45 |
| Annexe 4 : Eléments associés aux différentes matières actives recensées..... | 50 |
| Annexe 5 : Arrêté ministériel..... | 50 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|---|
| Tableau 1 : Classification des produits phytosanitaires | 5 |
| Tableau 2. Dangereusité des pesticides suivant leur formulation chimique..... | 6 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Mécanisme de Transfert et de Transformation des Pesticides dans les milieux (d'après figure du CORPEN 1996)..... | 11 |
| Figure 2 : Localisation de la zone d'étude | 17 |
| Figure 3 : Vue générale de différentes stations de prélèvements investiguées..... | 20 |
| Figure 4 : Pourcentage des modalités de l'enquête : a) Age, b) Ancienneté dans la production | 24 |
| Figure 5 : Pourcentage des modalités de l'enquête : a) Ravageurs, b) Identification..... | 25 |
| Figure 6 : Pourcentage des modalités de l'enquête : a) Matériel de traitement, b) Propriétaires..... | 25 |
| Figure 7 : Pourcentage des modalités de l'enquête : a) Moment, b) Fréquence de traitement | 26 |
| Figure 8 : Pourcentage des modalités de l'enquête :a) oses de traitement, b) Suivi d'un calendrier..... | 26 |
| Figure 9 : Pourcentage des modalités de l'enquête : a) Protection lors des traitements, b) Nettoyage corporel..... | 27 |
| Figure 10 : Pourcentage des modalités de l'enquête : a) Préparation restante, b) Emballages vides..... | 27 |
| Figure 11 : Pourcentage des modalités de l'enquête : les pesticides utilisés : a) Fongicides, b) Insecticides..... | 28 |
| Figure 12 : Pourcentage des modalités de l'enquête : Cas sanitaires..... | 29 |

Figure 13 : Histogramme des teneurs des différentes variables au niveau des stations d'eau.....30

Figure 14 : Histogramme des valeurs des différents métaux lourds au niveau des stations d'eau31

RESUME

Les pratiques agricoles contribuent, lorsqu'elles ne sont pas appliquées selon certaines normes, à la dégradation de l'environnement et principalement de la qualité de l'eau. Une étude a été réalisée dans le département de la Lékié (Cameroun), auprès d'une population de producteurs de tomates. Le présent travail avait pour but d'apprécier les pratiques phytosanitaires dans le dit département et l'impact de ces pratiques sur la qualité physico-chimique de l'eau, au voisinage des exploitations.

Une recherche bibliographique a été effectuée sur la réglementation en matière de gestion des pesticides, les Bonnes pratiques Phytosanitaires et les hydrosystèmes. Sur le terrain, une enquête a été menée auprès de ces producteurs, des observations de terrain suivies des prélèvements d'eau et l'analyse des paramètres physico-chimiques de l'eau ont été effectués.

Les résultats ont révélé que 27% de la population ne maîtrise pas les fréquences de traitement des cultures, 33 % ne se protègent pas lors des traitements et les emballages vides sont principalement enfouis en terre, brûlés ou abandonnés en champs aux pourcentages respectifs de 37%, 32% et 21%. Concernant la qualité de l'eau, les faibles valeurs de la Conductivité Electrique (85,80 μ S/cm) et des Solides Totaux Dissous (41 mg/l) témoignent d'une faible minéralisation des eaux. Les métaux lourds y sont présents aussi. Toutefois, les valeurs des paramètres analysés sont en général inférieures aux valeurs limites préconisées par la FAO pour les eaux d'irrigation.

Les producteurs ont des pratiques phytosanitaires qui sont dans l'ensemble, non conformes à la norme en matière de pratiques phytosanitaires. En fait, ils privilégient leur production au détriment de leur propre santé et de la protection de l'environnement. Il ressort aussi des points à améliorer, nécessitant certaines mesures correctives pour encore diminuer les risques d'intoxication de l'homme et de pollution de l'environnement par les produits phytosanitaires.

Mots-clés : Tomate, pratiques phytosanitaires, qualité de l'eau, Lékié.

ABSTRACT

Agricultural practices contribute, when they are not applied according to good standards, in to the degradation of the environment and mainly, the water's quality. A study has been carried out in the Lekie Division (Cameroon), among tomato producers. The aim of the present work was to appreciate the phytosanitary practices of the producers and the impact of these practices on the physical and chemical quality of water, in the neighborhood of plantations.

A bibliographical research was made on the regulations regarding pesticides management, good phytosanitary practices and the hydrosystemes. On the field, a survey was performed with the producers; fields observations followed by water sampling and analysis of the water's physical and chemical parameters were also made.

The result revealed that 27% of the population of producers does not master the frequencies of treatment, 33% don't protect themselves during treatment and the empty packaging are mainly buried in the ground, burned or abandoned in fields in the respective percentage of 37%, 32% and 21%. About the water quality, the low values of the Electric Conductivity ($85,80\mu\text{S}/\text{cm}$) and Total Dissolved Solid ($41\text{mg}/\text{l}$) testify of the low mineralization of water. Heavy metals are also presents. However, the values of the analyzed parameters are generally lower than the limit value recommended by the FAO for water irrigation.

The phytosanitary practices applied by tomato producers are, all together, not corresponding to the standard, regarding phytosanitary practices. In fact, the producers favor their tomato production instead of their health conditions and the environmental pollution. There are also points to be improved that emerge, requiring some corrective actions to decrease the risks of man's poisoning and the environmental pollution by the phytosanitary products.

KeyWords : Tomato, phytosanitarian practices, Water quality, Lekie.



SOMMAIRE

| | |
|---|-------------|
| DEDICACE | i |
| REMERCIEMENTS | ii |
| ABBREVIATIONS ET ACRONYMES | iv |
| LISTE DES ANNEXES | v |
| LISTE DES TABLEAUX | v |
| LISTE DES FIGURES | vi |
| RESUME | viii |
| ABSTRACT | ix |
| SOMMAIRE | x |
| INTRODUCTION | 1 |
| CHAPITRE I : REVUE DE LA LITTÉRATURE | 3 |
| I-1- CONTEXTE JURIDIQUE ET INSTITUTIONNEL POUR LA GESTION DES PESTICIDES | 3 |
| I-2- GENERALITES SUR LES PESTICIDES | 4 |
| I-2-1- Classification selon la famille chimique | 5 |
| I-2-2- Classification selon le mode et le spectre d'action | 5 |
| I-2-3- Classification selon l'organisme nuisible cible | 5 |
| I-2-4- Classification selon la formulation chimique | 6 |
| I-3- BONNES PRATIQUES PHYTOSANITAIRES | 6 |
| I-3-1- Acquisition des pesticides | 7 |
| I-3-2- Formulation et reconditionnement | 7 |
| I-3-3- Transport des pesticides | 7 |
| I-3-4- Stockage des pesticides | 7 |
| I-3-5- Distribution des pesticides | 8 |
| I-3-6- Manipulation des pesticides | 8 |
| I-3-7- Gestion des contenants vides | 10 |
| I-4- PESTICIDES ET HYDROSYSTEMES | 11 |

| | |
|--|----|
| I-4-1- Arrivée des pesticides dans l'environnement aquatique | 11 |
| I-4-2- Impact et devenir des pesticides sur l'environnement aquatique | 12 |
| I-4-3- Caractérisation physico-chimiques d'une eau..... | 12 |
| I-5- GENERALITES SUR LA TOMATE..... | 14 |
| I-5-1- Historique de la tomate | 14 |
| 1-5-2- Ecologie de la tomate..... | 15 |
| 1-5-3- Pathologies de la tomate | 15 |
| CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES | 17 |
| II-1- SITE D'ETUDE..... | 17 |
| II-1-1- Situation géographique d'Okok II..... | 17 |
| II-1-2- Climat de la zone d'étude..... | 17 |
| II-1-3- Géologie et végétation de la zone d'étude | 18 |
| II-1-4- Agriculture dans la zone d'étude | 18 |
| II-2- PERIODE D'ETUDE ET METHODOLOGIE D'ENQUETE..... | 19 |
| II-2- 1- Période d'étude..... | 19 |
| II-2- 3- Méthodologie..... | 19 |
| II-2- 4- Analyse des données..... | 23 |
| CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION | 24 |
| III-1- RESULTATS ET INTERPRETATION | 24 |
| III-1-1. Caractérisation des pratiques phytosanitaires des producteurs de tomate d'Okok II | 24 |
| III-1-2. Analyse de la qualité physico-chimique de l'eau..... | 29 |
| III-2- DISCUSSION..... | 32 |
| III-2-1. Analyse des pratiques phytosanitaires des producteurs de tomate d'Okok II | 32 |
| III-2-2. Analyse de la qualité physico-chimique de l'eau..... | 34 |
| CONCLUSION, RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES | 36 |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES | 38 |
| ANNEXES | 44 |



INTRODUCTION

INTRODUCTION

La tomate est un produit de grande consommation à usage variée. Sa culture est sujette à la déprédation de nombreux ravageurs et maladies. Plusieurs moyens de lutte contre ces bio-agresseurs sont employés parmi lesquels la lutte chimique, qui reste la méthode la plus utilisée du faite de sa facilité de mise en œuvre. Elle consiste à traiter le sol et les plantes cultivées avec des produits chimiques. Si l'utilisation de ces produits est souvent nécessaire pour que les producteurs atteignent leurs objectifs de production, il demeure important de rappeler que les produits phytosanitaires sont toxiques et leur usage ne saurait être admis ou encourager qu'à condition de maîtriser parfaitement les modes d'usage ainsi que les risques pour la santé humaine et les milieux naturels susceptibles d'être affectés (DeVillers *et al.*, 2005). Ces produits malheureusement présentent de sérieux inconvénients dont leur impact sur l'eau de surface et celle souterraine. Cette eau est la première source d'alimentation de la population camerounaise, aussi bien en zone urbaine qu'en zone rurale. Sa qualité est une priorité pour tous les résidents dans les milieux ruraux. Cette eau est aussi utilisée pour l'abreuvement du bétail, l'irrigation et autres usages. Cette utilisation présente un danger pour la santé, car plusieurs études dans le monde révèlent des signes de contamination plus ou moins persistants des produits phytosanitaires dans la nappe phréatique, du fait de l'usage des pesticides chimiques (Kanda *et al.*, 2006). Depuis les années 1980, la hausse continue des teneurs en nitrates mesurées dans les eaux de surface et les eaux souterraines, a alimenté un débat politique d'intensité croissante sur la gestion des pollutions diffuses d'origine agricole (Rinaudo *et al.*, 2006).


En fait, les mauvaises pratiques phytosanitaires accentuent les risques de toxicité pour l'homme, de pollution de son environnement et même des eaux souterraines et riveraines par des pesticides entre autres. Ces pratiques et les perceptions des producteurs face aux problèmes environnementaux sont très importants dans l'élaboration des solutions aux problèmes de gestion de l'environnement.

Ceci justifie la présente étude, qui a pour objectif principal de mettre en évidence une potentielle pollution des eaux, liée aux pratiques phytosanitaires des producteurs de tomate dans la zone d'étude.

Plus spécifiquement, il s'agira de :

- Effectuer une recherche bibliographique et recenser les textes réglementaires en matière de pratiques phytosanitaires au Cameroun ;
- Caractériser des pratiques phytosanitaires des producteurs de tomate de la localité retenue ;
- Caractériser l'eau sur le plan physico-chimique à certains points retenus dans quelques exploitations visitées.

Le travail présenté dans ce mémoire est divisée en 03 principaux chapitres ; il débute par une introduction, suivie du premier chapitre, qui est une revue de la littérature ; le deuxième chapitre décrit le matériel et les méthodes utilisés, le troisième présente les résultats obtenus, les discute et présente leur intérêt. Cette présentation se termine par une conclusion, des recommandations et des perspectives.



*CHAPITRE I: REVUE DE LA
LITTÉRATURE*

CHAPITRE I : REVUE DE LA LITTÉRATURE

I-1- CONTEXTE JURIDIQUE ET INSTITUTIONNEL POUR LA GESTION DES PESTICIDES

Des outils législatifs et des textes réglementaires ont été élaborés puis adoptés au Cameroun, qui a fait du développement durable et de la préservation des écosystèmes l'une de ses priorités. Certains textes juridiques relatifs à la gestion des pesticides existent au niveau national :

- La loi n° 2003/003 du 21 avril 2003 portant protection phytosanitaire ;
- Le décret n° 2005/0772/PM du 06 avril 2005 fixant les modalités d'homologation et de contrôle des produits phytosanitaires ;
- Le décret n° 2005/0771/PM du 06 avril 2005 fixant les modalités d'exécution des opérations de quarantaine végétale.

Au niveau international, le Cameroun a signé la convention internationale sur la Protection des Végétaux (CIPV) en 1951. Il est également membre du Conseil Phytosanitaire Interafricain (CPI) créée en 1954 par la FAO, sous la tutelle de l'Union Africaine (UA).

En septembre 2006 à Douala, la Réglementation commune sur l'homologation des pesticides pour les pays du CILSS, dont l'organe est le Comité Sahélien des Pesticides a été signée et ratifiée. Il a également signé et ratifié les conventions de Rotterdam sur la Procédure de Consentement Préalable en Connaissance de Cause Applicable à certains produits chimiques et Pesticides Dangereux, qui font l'objet d'un Commerce International (PIC), de Stockholm sur les polluants organiques persistants (POP), de Bâle sur le commerce des toxiques, de Bamako sur les mouvements transfrontaliers des déchets chimiques.

Au Cameroun, l'organe national chargé de la mise en œuvre de la politique nationale en matière de protection des végétaux est la Direction de la Réglementation et du Contrôle de la Qualité des intrants et des produits agricoles (DRCQ) du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MINADER). Le suivi de la réglementation des pesticides est assuré par le Service de la Réglementation des Pesticides (SRP).

Dans le décret n° 2005/118 du 15 avril 2005 portant organisation du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural et en son article 55, les missions du SRP sont clairement définies. Il est chargé de:

- l'élaboration de la réglementation et des normes relatives aux produits phytosanitaires ;

- l'instruction des dossiers d'agrément et d'autorisation des opérateurs privés de la filière ;
- l'instruction des dossiers d'homologation des pesticides ;
- l'expérimentation et des tests d'efficacité de nouvelles formulations en vue de leur homologation ;
- l'évaluation des impacts des pesticides ;
- la mise en œuvre des conventions internationales relatives aux pesticides ;
- l'harmonisation et la mise en œuvre des procédures et normes de contrôle de qualité des pesticides ;
- suivi du respect des procédures et normes de contrôle de la qualité des pesticides sur l'ensemble du territoire camerounais ;

I-2- GENERALITES SUR LES PESTICIDES

Selon le code de conduite de la FAO sur la distribution et l'utilisation des pesticides, « un pesticide est une substance ou association de substances qui est destinée à repousser, détruire ou combattre les maladies et ravageurs, y compris les vecteurs de maladies humaines et animales, et les espèces indésirables de champignons, de plantes ou d'animaux » (FAO, 2002).

Selon la Réglementation commune sur l'Homologation des pesticides en Afrique Centrale, un pesticide est toute substance ou association de substances destinée à 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 autrement 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 (CEMAC/CPI, 2006).

Les pesticides sont constitués d'une ou du mélange de plusieurs matières actives avec d'autres composés inertes qui n'ont aucune activité biologique.

Pour une meilleure gestion, ils sont classés en plusieurs catégories, mais il existe plusieurs types de classification faites suivant des critères précis.

I-2-1- Classification selon la famille chimique

Les pesticides peuvent être regroupés en familles dû au fait qu'ils possèdent des propriétés chimiques similaires, ou au fait qu'ils agissent de la même façon sur les organismes cibles. Un pesticide peut être constitué de matières actives provenant de plus d'une famille chimique. Ainsi nous avons les carbamates, les organophosphorés, les organochlorés les pyréthrinoïdes de synthèse et les néonicotinoïdes.

I-2-2- Classification selon le mode et le spectre d'action

Les pesticides agissent sur les organismes selon deux modes d'action : de contact et systémique. Le pesticide de contact nécessite que le nuisible soit en contact direct avec lui, tandis que le pesticides systémique pénètre dans le système vasculaire de l'organisme pour atteindre les organes ou cellules cibles.

On distingue des pesticides sélectifs qui agissent uniquement contre un type de nuisible et les non sélectifs qui affectent tous les nuisibles présents. A côté de ce critère, nous avons les pesticides à large spectre qui agissent contre une grande variété de nuisibles et ceux ayant un spectre restreint qui agissent seulement contre certains nuisibles spécifiques.

I-2-3- Classification selon l'organisme nuisible cible

Cette classification est la plus courante. Les principales cibles des produits phytosanitaires en agriculture sont des organismes vivants diversifiés (tableau 1).

Tableau 1 : Classification des produits phytosanitaires (Selon la CILSS)

| Types de pesticides | Espèces nuisibles |
|----------------------------|-----------------------------------|
| Fongicides | Champignons phytopathogènes |
| Insecticides | Insectes nuisibles |
| Herbicides | Mauvaises herbes ou adventices |
| Acaricides | Acariens |
| Rodenticides | Rongeurs |
| Molluscicides | Mollusques (limaces et escargots) |
| Taupicides | Taupes |
| Nématicides | Vers du groupe des Nématodes |
| Corvicides et corvifuges | Corbeaux et autres oiseaux |

Source : Garon-Boucher, 2003

I-2-4- Classification selon la formulation chimique

Cette classification dépend de la préparation commerciale (tableau 2). Elle est très importante du fait qu'elle est l'une des principales variables de modulation de leurs toxicités (Samuel *et al.*, 2007).

Tableau 2. Dangérosité des pesticides suivant leur formulation chimique

| Formulation a risque d'exposition faible | Formulation a risque d'exposition élevé |
|---|--|
| Comprimé (TA) | Concentré émulsifiable ou émulsion (EC) |
| Générateur à décharge lente (SR) | Liquide (LI) |
| Granulés mouillables (WG) | Poudre (DU) |
| Granulés (GR) | Poudre mouillable (WP) |
| Granulés solubles (SG) | Poudre soluble (SP) |
| Organisme vivant (LO) | Produit sous pression (PP) |
| Particules (PT) | Solution (SN) |
| Pastille (PE) | |
| Pâte (PA) | |
| Pâte granulée (DF) | |
| Solide (SO) | |
| Suspension en microcapsules (MS) | |
| Tissu imprégné (IF) | |

Source : Samuel *et al.* 2007

I-3- BONNES PRATIQUES PHYTOSANITAIRES

Il est important d'appliquer les bonnes pratiques phytosanitaires en agriculture pour préserver la santé du producteur, du consommateur ainsi que celle de l'environnement, mais aussi pour mieux gérer les coûts de production.

Après diagnostic de l'état des lieux, qui peut se faire par simple observation visuelle sur le terrain, il est nécessaire d'envisager, avant d'opter pour les méthodes chimiques, dans un premier temps d'appliquer les méthodes culturales, les méthodes techniques et autres méthodes. Tout recours aux produits chimiques doit s'accompagner d'un plan d'utilisation des pesticides (F.R.E.D.D.E.C, Nord-Pas-de-Calais, 2004). En effet, l'échec des traitements se répercute sur le revenu des producteurs du fait de la chute de production de la culture, de la

surconsommation de pesticides ou encore de l'utilisation de nouvelles matières actives à coût élevé (Roberts, 1987 ; Dülmer, 1993 ; Mamadou *et al.*, 2001).

I-3-1- Acquisition des pesticides

En fait, les BPP ne concernent pas uniquement les producteurs, mais elles débutent avec les fournisseurs lors de l'acquisition des pesticides. Cette acquisition doit tenir compte de la législation nationale (liste des produits homologués par le ministère en charge de l'agriculture au Cameroun), (PNDP, 2015).

I-3-2- Formulation et reconditionnement

Les opérations de formulation et de reconditionnement devraient être évitées lors de la livraison des pesticides autant que cela se peut. Dans le cas contraire, le fournisseur agréé, possédant un certificat d'aptitude et faisant l'objet d'une réglementation, devra conduire ces opérations avec du matériel adéquat, (PNDP, 2015).

I-3-3- Transport des pesticides

Lors du transport des produits, les cas de détérioration de ceux-ci, sont souvent rencontrés. Pour éviter ceci, un certain nombre de règles sont à respecter :

- La conservation de l'étiquetage d'origine ;
- L'utilisation des récipients appropriés ;
- La prévention des déversements ou débordements accidentels ;
- Les spécifications relatives aux locaux ;
- La séparation des produits ;
- La protection contre l'humidité et la contamination par d'autres produits.

(PNDP, 2015).

I-3-4- Stockage des pesticides

Pour l'emmagasiner des pesticides, les mesures suivantes, entre autres, doivent être respectées :

- Le local doit être suffisamment éclairé, suffisamment ventilé et doit rester sec ;
- Le local doit toujours être fermé et inaccessible au public (les enfants en particulier) et être pourvu de pictogrammes visibles (tête de mort, entrée interdite, interdiction de fumer, etc.) ;

- Ne pas laisser traîner de la nourriture ;
- Garder un espace disponible pour ranger les emballages vides ;
- Prévoir un lavabo muni de savon et d'un essuie, à l'extérieur du local ;
- Prévoir une armoire pour ranger les équipements de protection ;
- Prévoir un extincteur (6 kg ABC, à contrôler chaque année) ;
- Prévoir des bacs de rangement pour les produits salissants ou pouvant s'échapper de leur emballage et du matériel absorbant pour nettoyer les produits salissants ou ayant fuit de leur conditionnement ;
- Prévoir une table propre et solide pour ranger les matériels de dosage (balance, gobelets, seaux) ;
- Séparer de préférence les fongicides et les insecticides, des herbicides;
- Entre autres.

En ce qui concerne les producteurs, en zone rurale, il est conseillé d'acheter de faibles quantités et de renouveler le stock au fur et à mesure, (PNDP, 2015).

I-3-5- Distribution des pesticides

Les produits doivent être distribués par un personnel qualifié, expérimenté et respectant les règles de protection. De plus, le reconditionnement doit s'effectuer à l'aide d'un emballage approprié, tout en conservant l'emballage original et ses spécifications pour les références. En effet, les risques d'empoisonnement et de contamination sont évités lorsque sur l'emballage sont mentionnés, ce que contient le contenant, les dangers que représentent les produits, les consignes pour utiliser le produit de façon optimal, (PNDP, 2015).

I-3-6- Manipulation des pesticides

En général des compétences professionnelles sont nécessaires pour l'application des pesticides, néanmoins, il est nécessaire, le cas échéant, durant cette opération de s'inspirer des grandes lignes directives suivantes :

- Recommander le port des vêtements et d'autres dispositions de protection pour réduire au minimum le risque d'exposition ;
- Le matériel d'épandage devra faire l'objet d'un entretien régulier et convenable ;
- Un épandage sélectif et ciblé est requis ;
- Noter avec précision les lieux, les quantités, les doses d'emploi et les conditions d'exposition des opérateurs ;

- Que toute pollution de l'environnement soit évitée lors de l'utilisation qui se conformera aux instructions figurant sur les étiquettes et que tout cas d'intoxication soit déclaré ;
- S'assurer de disposer d'une bonne réserve de pesticides;
- Diminuer la quantité de pesticides utilisée par l'utilisation effective d'alternatives;

De même dans l'optique de l'amélioration du respect de l'environnement, il faudra veiller à :

a- Avant le traitement

- Contrôler le bon fonctionnement du matériel de pulvérisation ;
- Rincer les emballages trois fois et vider les eaux de rinçage dans la cuve ;
- Etre présent et attentif lors du remplissage du pulvérisateur ;
- Eviter tout débordement.

b- Pendant le traitement

- Eviter la dérive en traitant par temps calme;
- Adapter les buses et la pression de pulvérisation ;
- Traiter uniquement la culture (pas le fossé, ni les parcelles voisines).

c- Après le traitement

- Diluer systématiquement le fond de cuve avec de l'eau claire et pulvériser les eaux de rinçage dans le champ traité ;
- Rassembler les emballages ouverts dans les sacs spécifiques au ramassage.

Entre autres mesures à respecter, il faut respecter les règles basiques d'hygiène, dont éviter de manger, boire, fumer pendant la manipulation des pesticides et sans s'être lavé les mains, le visage et le corps tout entier (PNNDP, 2015).

Dans tous les cas, et quelque soit la zone, les traitements se font généralement avec des pulvérisateurs à dos, des atomiseurs ou des arrosoirs qui doivent systématiquement être nettoyés avec de l'eau propre et rangés après usages. Ils doivent s'appliquer en tenant compte des conditions météorologiques et à des moments précis de la journée (tôt le matin ou en soirée). Lors de l'application des pesticides, l'utilisateur doit porter un équipement de protection adéquat : une combinaison, des gants, des bottes, un cache-nez et des lunettes, ceci en fonction de la nature du produit à manipuler. Après la manipulation, il doit retirer délicatement son équipement, les gants se retirant en dernier lieu. Ces derniers doivent être

lavés à grande eau et avec du savon, puis séchés et conservés dans un endroit adéquat pour usage ultérieur.

I-3-7- Gestion des contenants vides

Il est de coutume, par les producteurs, d'utiliser certains récipients jugés trop utiles pour être purement et simplement jetés. En effet, réutiliser ces contenants vides présente des risques et il est déconseillé de le faire (PNDP, 2015). Toutefois, il est important de noter quelques prescriptions et impératifs concernant cet usage.

Il ne faut en aucun cas utiliser les récipients contenant les pesticides classés comme très dangereux ou extrêmement dangereux, et ceux faits en matériaux comme le polyéthylène.

Ces emballages vides devraient être traités soit par décontamination, soit par élimination.

a- Décontamination

Elle se fait en trois étapes :

- Le contenant devra être totalement vidé et devra être égoutté pendant le temps prévu par le fournisseur ou au moins 30 secondes ;
- Le contenant devra être rincé au moins trois fois avec un volume d'eau qui ne doit pas être inférieur à 10% du volume total du récipient ;
- Les eaux de rinçage devront être versées dans un pulvérisateur, dans une fosse (imprégnation).

b- L'élimination

Cette opération consiste à rendre inutilisable à d'autre fins les emballages vides. Faire des trous avec un outil pointu, casser les contenants en verre dans un sac, brûler les contenants combustibles et aplatir le contenant lorsque cela est possible. Toutefois, chaque opération devra se faire suivant une mesure de sécurité particulière.

Les emballages peuvent aussi être renvoyés au fournisseur, vendus à des entreprises (fûts et grands contenants), enfouis ou transférés vers une décharge.

En zone rural, on peut utiliser les fosses pour éliminer les emballages. La fosse de 1 à 1,5 m de profondeur utilisée à des fins d'enfouissement sera remplie jusqu'à 50 cm de la surface du sol et recouvert ensuite de terre. Le site sera éloigné des habitations et des points d'eau (puits, mares, cours d'eau).

Il doit être non cultivé et ne sera pas en zone inondable ; la nappe aquifère doit se trouver à au moins 3 m de la surface du sol, la terre doit y être imperméable (argileuse ou franche). Le site sera clôturé et identifié (PNDP, 2015).

I-4- PESTICIDES ET HYDROSYSTEMES

I-4-1- Arrivée des pesticides dans l'environnement aquatique

Les pesticides appliqués sur les cultures en milieu agricole pour la lutte contre les ravageurs contaminent tôt ou tard les eaux superficielles et souterraines de nombreuses façons.

Ils se retrouvent dans le milieu aquatique, entraînés par le ruissellement pluvial, par drainage artificiel ou naturel, et par infiltration. Certaines pluies ont été analysées avec des concentrations en pesticides très importantes, parfois plus importantes que la norme admise pour l'eau potable (France Nature Environnement, 2012).

Ce transfert vers l'environnement aquatique dépend d'un ensemble de phénomènes biogéochimiques, qui influencent leur rémanence et leur mobilisation : dégradation, volatilisation, percolation, adsorption sur les sols.

Aussi, la pulvérisation qui forme des nuages de gouttelettes microscopiques, favorise l'émission des pesticides dans l'air et sous l'action du vent leur dispersion jusqu'aux hydrosystèmes (figure 1).

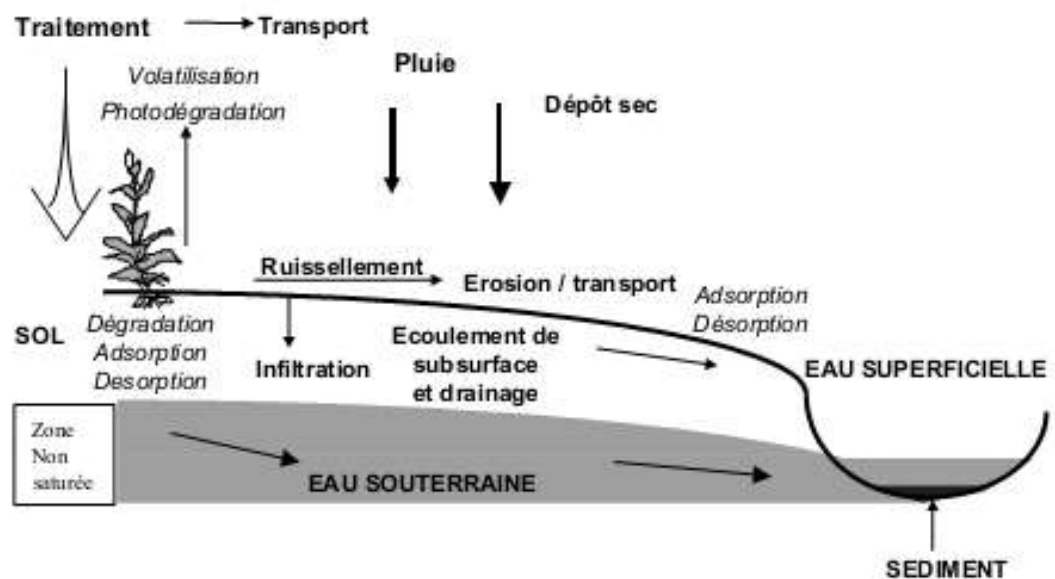


Figure 1 : Mécanisme de Transfert et de Transformation des Pesticides dans les milieux (d'après figure du CORPEN, 1996)

I-4-2- Impact et devenir des pesticides sur l'environnement aquatique

Une fois dans le milieu naturel, les pesticides dégradent la qualité de l'eau lorsque celle-ci reçoit des gouttelettes de pesticide ou de l'eau contaminée qui ruisselle ou s'infiltré dans le sol et qui n'a subit aucune épuration naturelle (figure 1).

Ils vont aussi affecter la flore et la faune aquatique. On assiste au phénomène de bioaccumulation et de bioamplification dans la chaîne alimentaire, ce qui pourrait par la suite affecter l'Homme. Ils peuvent avoir des effets toxiques aigus sur les organismes directement exposés. Ils peuvent aussi avoir des effets chroniques, en provoquant des changements dans l'habitat et la chaîne alimentaire, par exemple suite à la consommation d'un autre organisme pollué ou d'une eau polluée. Les produits chimiques d'origine anthropiques réduisent la biodiversité des écosystèmes. En fait, les espèces les plus sensibles aussi bien végétales qu'animales sont les premières à disparaître.

La toxicité d'une substance est influencée par des facteurs tels que la concentration, la durée d'exposition, et les facteurs physico-chimiques (température, sels minéraux, CO₂ dissous) entre autres.

I-4-3- Caractérisation physico-chimiques d'une eau

Les variables physico-chimiques d'une eau renseignent sur sa qualité physique et chimique. Généralement pour les études hydrobiologiques, certains paramètres de base sont mesurés.

❖ La Température

La température de l'eau est un facteur important dans l'environnement aquatique du fait qu'elle régit la presque totalité des réactions physiques, chimiques et Biologiques (Chapman et Kimstach, 1996). En fait, elle influence la vitesse des réactions chimiques et biochimiques, intervient dans la solubilité des gaz et des sels et par conséquent influence la conductivité électrique et le pH (Hutchinson, 1967). L'intervalle de température pour une croissance optimale varie entre 25 et 35°C selon les espèces (Biedermann et Yon, 2005) et toute modification brusque du régime thermique des eaux entraîne ainsi d'importantes répercussions écologiques (Peres *et al.*, 1979).

❖ **La Conductivité Electrique (CE) et Les Solides Totaux Dissous (TDS)**

Le total de solides dissous est la mesure de la quantité totale de matières dissoutes dans l'eau, par exemple le sulfate, le sodium, le calcium, le magnésium, les chlorures. Les TDS sont ainsi liés à la Conductivité Electrique, car celle-ci est une variable chimique qui donne une idée globale sur les ions présents dans le milieu donc sur son degré de minéralisation. Elle désigne la capacité d'une eau à conduire le courant électrique. La conductivité est donc un paramètre intéressant pour l'auto-surveillance des eaux résiduaires. Elle varie dans le même sens que la dureté totale de l'eau et augmente avec le degré de minéralisation (Verneaux, 1973). Plus la conductivité est élevée, plus le pH est bas et plus le milieu s'appauvrit en organismes vivants (Mutume *et al.*, 2003).

❖ **Le Potentiel d'Hydrogène (pH) et Le Gaz Carbonique Dissous (CO₂ dissous)**

Le potentiel hydrogène (pH) indique la basicité ou l'acidité d'une eau. Selon Zébazé Togouet (2000), le pH dépend de la nature des terrains traversés mais reste dans la région de Yaoundé généralement proche de la neutralité dans les eaux douces. Le système tampon carbonate – bicarbonate, qui est fonction de la concentration en CO₂ du milieu, stabilise le pH (Angelier, 2000). Présent dans l'eau, le gaz carbonique abaisse le pH par ses formes acides. En fait, l'augmentation du pH au-delà de 9 rend le milieu toxique pour divers organismes, notamment les consommateurs d'algues (Dabbadié, 1992) et affecte la solubilité des phosphates car ces derniers tendent à précipiter en milieu très basique (Biedermann et Yon, 2005).

❖ **La Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 Jours (DBO₅)**

La mesure de la DBO₅ renseigne sur le taux de matières organiques présentes dans le milieu et par conséquent, permet d'apprécier le degré de pollution des eaux. D'après Chapman et Kimstach (1996), la DBO₅ des eaux naturelles est inférieure à 2 mg/l. La variation de la teneur en oxygène du milieu est inversement proportionnelle à celle en matières organiques biodégradables (Zébazé Togouet, 2000). Cependant, une même charge organique peut donner une DBO₅ très différentes suivant la nature des substances en présence qui peuvent être soit rapidement biodégradable, soit lentement biodégradable, et suivant la nature des micro-organismes en présence. Aussi la présence dans la matière organique des substances bactéricides en concentration suffisante inhibe totalement la DBO₅ du fait de l'élimination des bactéries minéralisatrices (Leynaud et Verrel, 1980).

❖ Les Métaux lourds

Dans le milieu aquatique il n'y a pas que les minéraux issus de la dégradation de la matière organique. On peut retrouver des métaux lourds tels que l'aluminium et le manganèse qui proviennent des rejets industriels, de l'érosion, du lessivage des minéraux et du sol, de la contamination par les poussières atmosphériques et des précipitations (D.D.A.S.S-D.R.A.S.S., 2000). Leur solubilité dans l'eau, leur transport et leur partition dépendent du pH et du potentiel redox (IRSN, 2007). Ceci favorise leur entrée dans les milieux aquatiques. Compte tenu de la toxicité des métaux lourds, il importe d'en connaître la source et de savoir ce qu'ils deviennent dans l'environnement. Ils sont bioaccumulables dans les organismes vivants, avec une augmentation continue des concentrations lorsque l'on progresse dans la chaîne alimentaire (Gaillard *et al.*, 1986).

Les éléments Cu, Fe, Zn, Mn, Pb sont pour la plupart des oligoéléments indispensables au déroulement des processus biologiques dans le métabolisme et ne deviennent toxiques qu'au delà d'un certain seuil. Ils se dissolvent très bien dans une eau acide (pH faible). Ils précipitent et s'accumulent dans le sédiment dans les eaux neutres ou basiques. La dureté de l'eau, son taux d'oxygène et sa température influencent la toxicité du Zinc vis-à-vis des végétaux. De même, l'alcalinité, le pH et les matières organiques influencent la toxicité du Cuivre (DeVillers *et al.*, 2005).

I-5- GENERALITES SUR LA TOMATE

I-5-1- Historique de la tomate

Originnaire des Andes en Amérique du Sud, plante annuelle de la famille des Solanacées, la tomate de nom scientifique *Lycopersicon esculentum* est cultivée pour ses fruits que l'on consomme crus, en salades ou cuit en sauce. Elle est aujourd'hui l'une des cultures légumières les plus répandues et les plus importantes économiquement. Elle est cultivée sous presque toutes les latitudes, sur une superficie d'environ 3 millions d'hectares, soit environ un tiers des surfaces mondiales consacrées aux légumes (Laterrot & Philouze, 2003). En Afrique, elle entre dans la composition de plusieurs plats traditionnels. Elle constitue une source alimentaire riche en minéraux et en vitamines, particulièrement en vitamines A et C. Les nombreuses variétés existantes donnent des fruits très différents, de forme ronde, ovoïde ou longue, de couleur jaune à rouge et de taille variant de celle d'une cerise à celle d'un petit melon.

Selon les conditions climatiques et la conduite de la culture, le cycle cultural peut durer de 8 à 10 semaines, de la plantation au début de la récolte. Une culture mal conduite fructifiera plus tôt, alors que dans de bonnes conditions, la croissance végétative dure plus longtemps, mais elle prépare une fructification plus importante et plus étalée.

Au Cameroun, avec une consommation moyenne annuelle de 42 Kg par habitant, la tomate est le légume le plus important en termes de quantité. C'est la culture la plus pratiquée dans le domaine du Maraichage dont 39% provient de la région de l'Ouest Cameroun (Boum Nack *et al*, 2012). La Tomate peut se cultiver toute l'année et partout au Cameroun. C'est une plante qui a une grande capacité d'adaptation, dans le Noun, dans le Ndé. Dans la région du centre, on produit beaucoup de tomate dans le Mbam et la Lékié. Dans l'extrême Nord aussi elle est produite.

1-5-2- Ecologie de la tomate

1-5-2-1- Exigences climatiques

La température optimale pour la germination des graines est de 15-30°C et, pour la croissance, de 15–27°C. On trouve la tomate (*Solanum lycopersicum*) du niveau de la mer jusqu'à plus de 2000 m d'altitude, mais elle ne tolère pas le gel nocturne. La pluviométrie pendant la saison de croissance doit être au moins de 500 mm ; il pousse bien lorsque les précipitations sont plus élevées mais elle devient alors sensible aux maladies foliaires.

1-5-2-2- Exigences édaphiques

La tomate préfère les sols légers, bien drainés, profonds, et riches en matière organique. Les sols les plus favorables sont des limons sableux à argiles meubles avec un pH de 5,5 - 7,1. Elle tolère un peu d'ombrage, mais poussent mieux lorsqu'elle est exposée directement au soleil et abrité du vent du moment qu'elle a accès à de l'eau.

1-5-3- Pathologies de la tomate

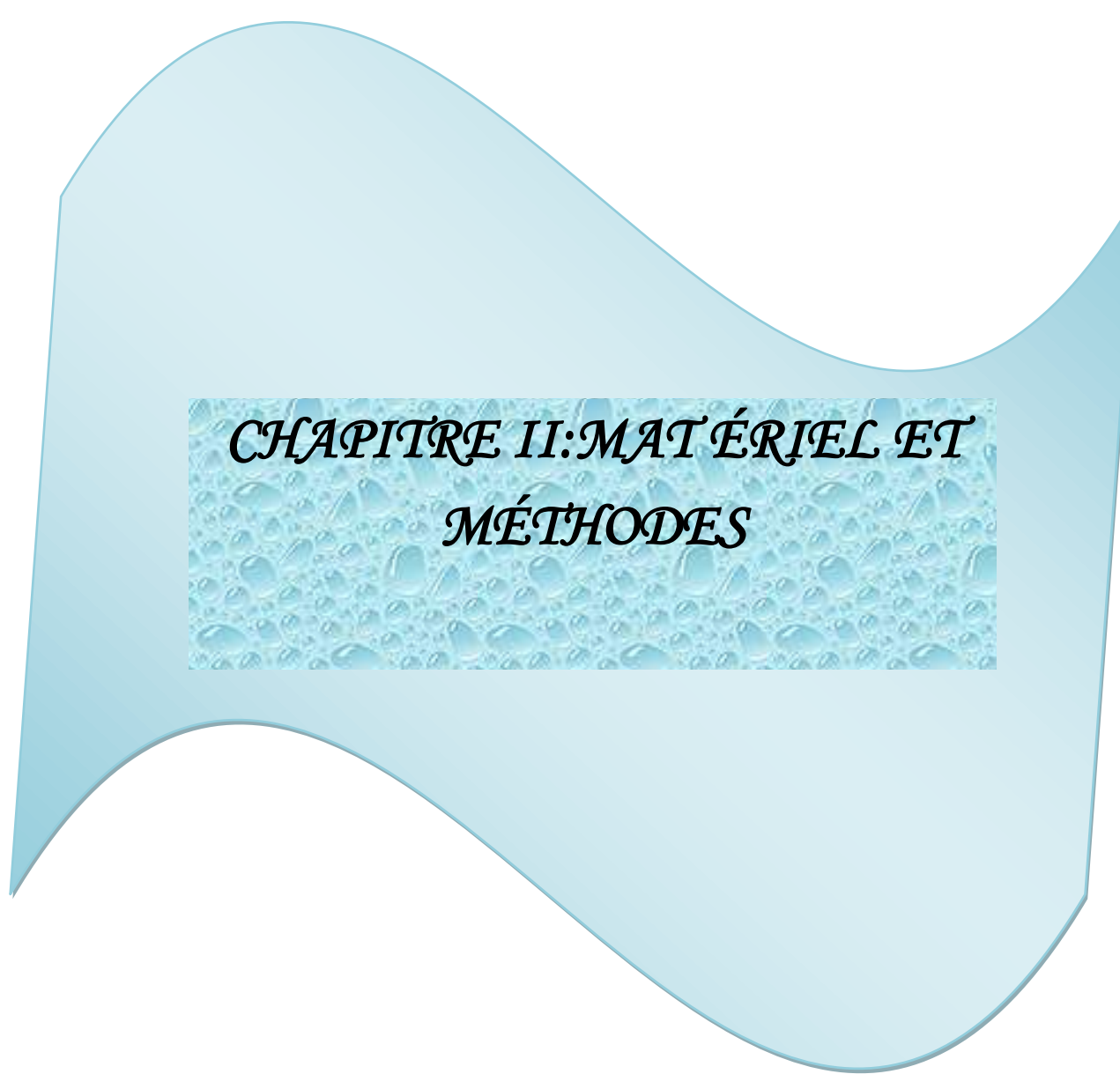
La tomate est une culture particulièrement sujette aux attaques de ravageurs et de maladies (Kennedy, 2003). Le mildiou de la tomate a pour agent causal *Phytophthora infestans*. Ce dernier est responsable du mildiou des solanacées cultivées (pommes de terre, tomate, aubergines, poivron, morelles) et sévit dans les hautes terres fraîches le plus souvent en saison des pluies. Il s'attaque généralement aux parties aériennes (tige, feuille, fruit). Il

existe aussi des maladies fongiques telles que l'alternariose (*Alternaria solani*) dans les basses terres chaudes et humides.

Outre les maladies fongiques, il existe des maladies bactériennes d'origine telluriques telles que le flétrissement bactérien (*Ralstonia solanacearum*), la gale bactérienne (*Xanthomonas campestris* pv. *Vesicatoria*).

D'autres ravageurs comme les aleurodes, les pucerons, les nématodes des racines s'attaquent à la tomate.

Le contrôle de ces bioagresseurs est possible grâce aux différentes techniques culturales et aux différentes molécules phytosanitaires mises au point par les firmes.



*CHAPITRE II: MATÉRIEL ET
MÉTHODES*

CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES

II-1- SITE D'ETUDE

II-1-1- Situation géographique d'Okok II

Situé dans la province du Centre Cameroun, département de la Lékié (figure 2), de coordonnées géographiques 4° 12 N et 11° 24 E en DMS (Degrés Minutes Secondes), la zone d'étude est le village Okok II, situé non loin de l'arrondissement de Monatéfé. Cette région est limitée au Nord par l'arrondissement d'Ebedda ; au Nord-est par l'arrondissement de Sa'a ; au Sud-ouest par l'arrondissement d'Evodoula et le département du Nyong et kelle ; et à l'Ouest par le fleuve Sanaga (CVUC, 2014).

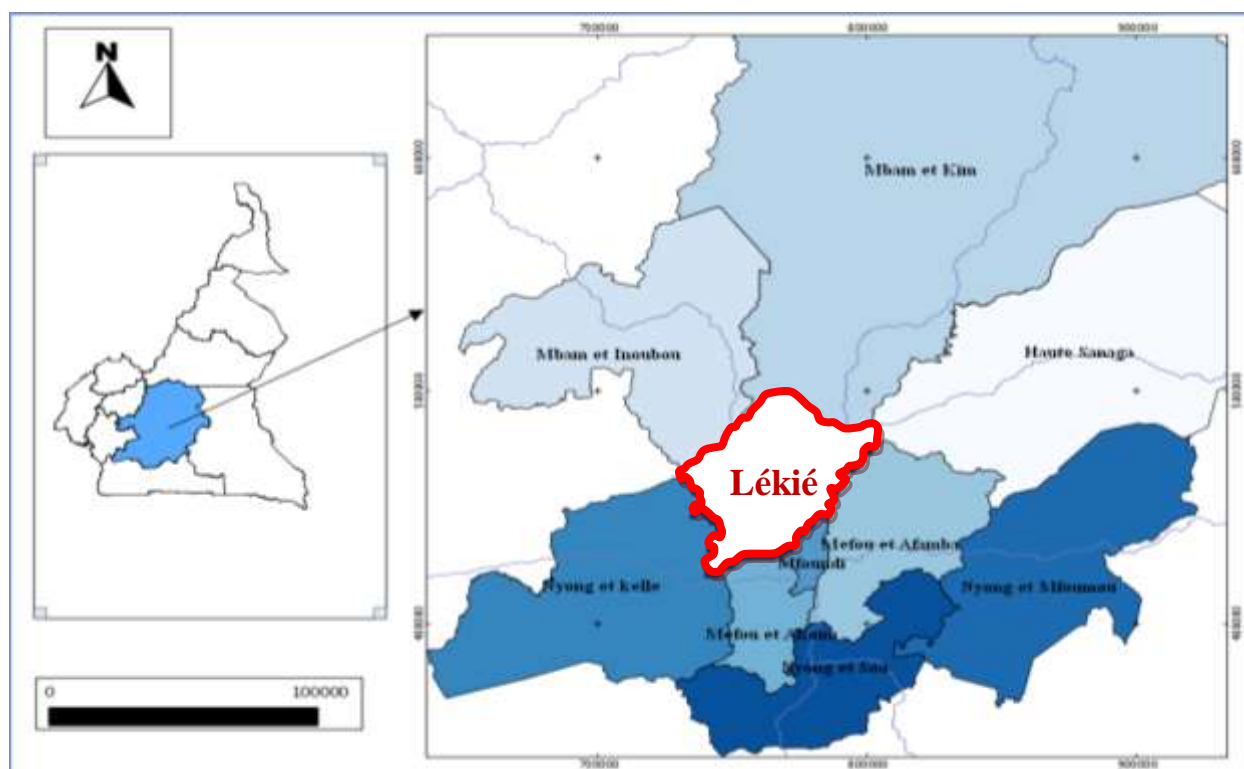


Figure 2 : Localisation de la zone d'étude (Source INC, 2010)

II-1-2- Climat de la zone d'étude

Au plan climatique, cette région appartient à la zone équatoriale humide. Relativement chaude, les températures ici varient entre 22° C et 32° C. La pluviométrie est comprise entre 1300 mm et 1500 mm et on note l'existence de quatre saisons de durées inégales (CVUC, 2014) :

- Une petite saison sèche (de mai à mi-août) ;

- Une grande saison de pluie (mi-août à mi-novembre) ;
- Grande saison sèche (mi-novembre à mi-mars) ;
- Petite saison de pluie (mi-mars à mai) ;

II-1-3- Géologie et végétation de la zone d'étude

Sur le plan pédologique, on note une grande variété des sols fondée sur la structure, la texture et la topographie. Toutefois, on y retrouve des sols ferrallitiques, des sols peu évolués rencontrés sur les reliefs montagneux à fortes pentes.

Le régime hydrographique est dense et permanent. Les principaux cours d'eau sont : Lékié, Ngobo, Mgbaba, entre autres, et appartiennent au bassin de la Sanaga.

La végétation est celle de la forêt équatoriale, dégradée par la surexploitation des sols pour les activités agropastorales et l'exploitation anarchique des essences précieuses due à la forte poussée démographique et au besoin accru de la population en matériaux de construction (CVUC, 2014).

II-1-4- Agriculture dans la zone d'étude

La localité d'Okok II est en fait une zone rurale dans la quelle sont regroupés de nombreux producteurs de cacao et de tomate.

L'agriculture y est encore paysanne, elle L'agriculture n'est pas mécanisée et l'utilisation des produits phytosanitaires et la gestion de la fertilité ne sont pas maîtrisées. Toutefois, les producteurs de cette localité bénéficient, dans leurs travaux, de l'appui du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, pour la mise en place des exploitations et l'acquisition des notions en termes d'amendement et de protection des cultures contre les bio-agresseurs.

L'agriculture est l'activité économique dominante de cette région (CVUC, 2014). Les principales cultures pratiquées sont entre autres:

- Cultures vivrières : maïs, arachide, ignames, macabo, taro, ananas, Banane/ plantain ;
- Cultures maraîchères : Piment, tomate, gombo, poivron, poireau, céleri ;
- Cultures pérennes : cacaoyers, arbres fruitiers.

II-2- PERIODE D'ETUDE ET METHODOLOGIE D'ENQUETE

II-2- 1- Période d'étude

L'étude a été menée en deux phases durant la période allant d'août à octobre 2015. La première phase a consisté en la recherche bibliographique et en la prospection du site de travail. La seconde phase fut celle combinant l'enquête, l'échantillonnage et le traitement des données. Ce travail s'est effectué en compagnie d'une équipe du Service de la Réglementation des Pesticides du MINADER, qui accompagne les producteurs cibles dans leurs activités.

II-2- 3- Méthodologie

Le travail sur le terrain a consisté en une étude des pratiques agricoles des producteurs, ensuite, en une analyse de la qualité physico-chimique de l'eau environnante.

II-2- 3-1- Caractérisation des pratiques phytosanitaires

Une enquête ont été menées auprès des producteurs, par la méthode d'enquête individuelle, pour déterminer leurs pratiques culturales. A cet effet, un guide d'entretien a été élaboré (annexe 3). La totalité des producteurs de tomate de la localité d'Okok II, soit quinze personnes, constituait la population de producteurs interviewée. L'enquête a porté sur : les techniques culturales, les équipements agricoles, l'usage des pesticides et des fertilisants, leur niveau de connaissance sur les risques liés aux pratiques phytosanitaires.

II-2- 3- 2- Evaluation de la qualité physico-chimique de l'eau

De nombreuses substances phytosanitaires sont utilisées dans les plantations. Nous avons pu recueillir auprès des producteurs, les noms commerciaux de ces produits. Certaines informations concernant ces produits ont été obtenues par observations des emballages vides des produits phytosanitaires trouvés sur le sol, dans les vergers cacaoyer, à proximité des plantations de tomate investiguées. Notre travail a consisté, étant donné la distance du site de travail ne permettant pas d'effectuer plusieurs descentes de terrain, à la caractérisation des pratiques phytosanitaires des producteurs enquêtés, ainsi qu'à l'analyse de la qualité physico-chimique des points d'eau retenus pour l'étude.

Dans le but d'évaluer l'influence des pratiques phytosanitaires sur la qualité de l'eau environnant les zones de cultures, six points de prélèvements ont été retenus en fonction de

certaines principaux critères : ils devaient être situés le plus près possible des sites de cultures de la tomate; le site d'exploitation agricole devait avoir une superficie assez importante. Ces deux premiers critères pourraient faciliter l'établissement des liens entre les cultures pour lesquelles l'on utilise des produits phytosanitaires et la contamination de l'eau de surface ou de l'eau souterraine. Il a aussi fallu prendre en compte l'accessibilité et la disponibilité des points d'eau pertinents.

Les champs de tomate sont situés sur des terrains en pente et les points de prélèvements d'eau sont en majorité localisés au niveau des vallées. Ainsi, ces points de prélèvement sont constitués surtout par les eaux de ruissellement. Le prélèvement effectué au niveau du cours d'eau, à fort débit, nous a servi de point de référence.

A- Typologie et description des stations de prélèvements

Les différents points de prélèvement investigués sont regroupés en quatre types et sont représentés par les images suivantes (fig. 3).

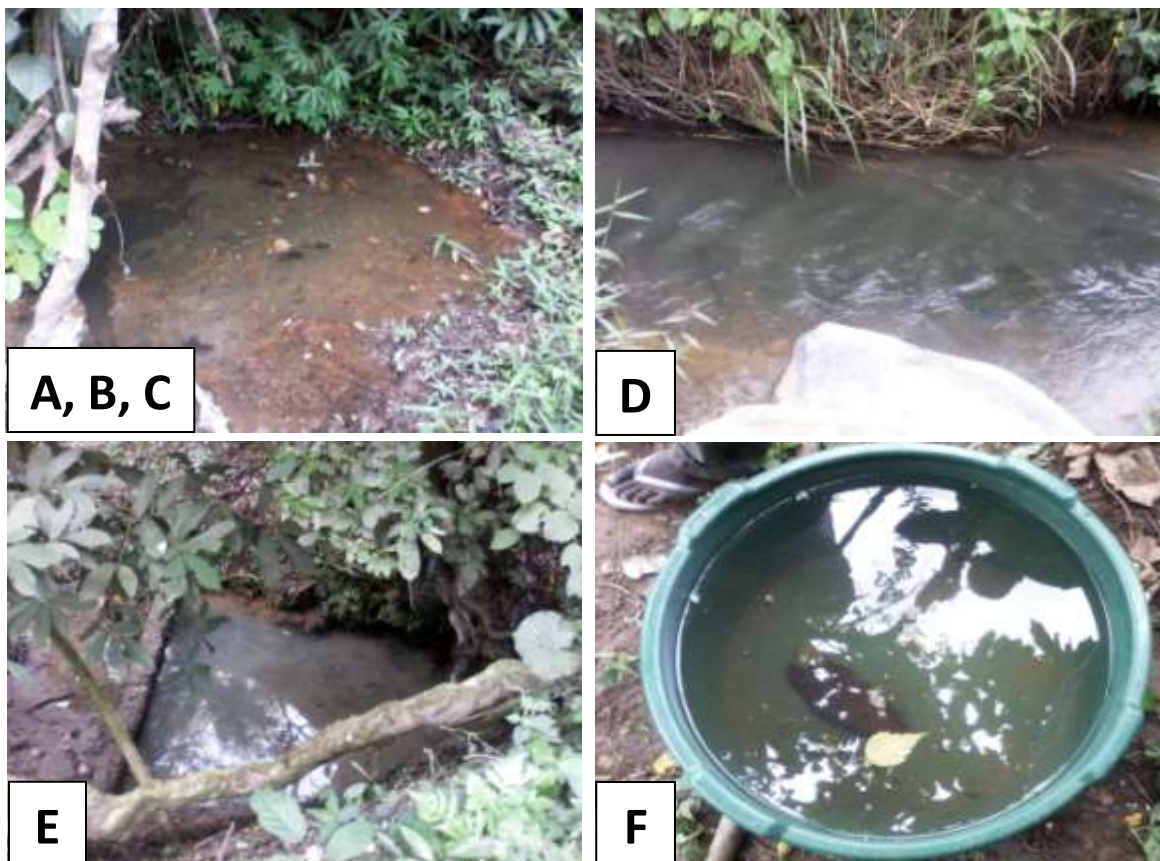


Figure 3 : Vue générale des différentes stations de prélèvements investiguées.

Ainsi, six points de prélèvements, nommés A, B, C, D, E et F ont été retenus et correspondent aux différentes images présentées ci-dessus.

Les stations A, B et C, sont des puits d'irrigation situés à proximité des champs. Ils sont de dimensions et de profondeurs variables et correspondent à la première image de la figure 3. Ce sont des points d'eau emménagés pour l'irrigation des cultures. Ce sont des points qui sont susceptibles de s'assécher en très peu de temps.

La station D est un cours d'eau appartenant au bassin versant qui draine toute la zone d'Okok II. La profondeur ne dépasse pas 1 m et le débit est assez fort. Il est illustré par l'image D de la figure 3.

La station E est un bassin de rétention constituant une source d'approvisionnement en eau de boisson et usage divers. Cette eau provient du sous sol situé en amont. Elle est illustrée par l'image E de la figure 3.

La station F est une bassine contenant de l'eau prélevée de la station E et conservée pour préparation ultérieure de bouillie pour traitement phytosanitaire. Ce prélèvement permet de savoir si l'eau provenant de la station E subit, en conservation, des transformations physico-chimiques avant son usage et de quelle importance.

B- Caractérisation physico-chimique

Les prélèvements ont été effectués de façon ponctuelle et une fois au niveau de chaque point d'eau. Un second prélèvement a été effectué un mois après le premier, à de nouveaux points. Toutefois, en raison du coût élevé des analyses, le nombre de prélèvements a été limité, ainsi que le nombre de variables à analyser.

II-2-3-2-1. Variables physico-chimiques de l'eau

Les analyses physico-chimiques ont été effectuées à la fois sur le terrain (température) et au laboratoire suivant les recommandations de APHA (1985) et Rodier et *al.*, (2011). Pour les analyses à effectuer au laboratoire, les échantillons d'eau ont été prélevés à chaque station à l'aide des flacons en polyéthylène. Environ 1000 ml d'eau ont été collectés au niveau de chaque site, puis conservés et transportés au laboratoire pour les analyses physico-chimiques.

Les paramètres tels que la Température, le CO₂ Dissous, le pH, DBO₅, Conductivité électrique, TDS, le Manganèse, le Fer, le Cuivre, le Zinc et le Plomb ont été évalués. Après examens des différentes matières actives, nous avons analysé les métaux lourds suivants : Manganèse, Zinc, Cuivre, Fer et Plomb.

- **Température de l'eau**

La température de l'eau a été mesurée *in situ*, à l'aide d'un thermomètre à colonne de mercure gradué au 1/10 °C. Les résultats sont donnés en °C.

- **Conductivité électrique et Solides Totaux Dissous**

Les mesures de la conductivité électrique et des Solides Totaux Dissous (TDS) exprimées respectivement en µS/cm et en mg/l ont été faites à l'aide d'un TDS-conductimètre.

- **Potentiel d'Hydrogène**

Les mesures du pH exprimées en Unité Conventionnelle (U.C) ont été faites à l'aide d'un pH-mètre.

- **Gaz Carbonique dissous**

Quant à la teneur en CO₂ dissous, sa mesure s'est faite en deux temps :

- Sur le terrain, le CO₂ a été fixé en introduisant dans une fiole jaugée de 200ml, contenant préalablement 20ml de NaOH N/20 et 2 à 3 gouttes de phénophtaléine, de l'échantillon d'eau brute jusqu'au trait de jauge. Le mélange obtenu, de coloration rose a été conservé dans un flacon en polyéthylène à double bouchage de 250ml;
- Au laboratoire, 50ml de cet échantillon ont été titrés avec du HCl N/10 jusqu'à décoloration complète. La teneur de l'eau en CO₂ exprimée en mg/l a ensuite été déterminée par la formule :

$$[\text{CO}_2](\text{mg/l}) = (\text{descente burette témoin} - \text{descente burette échantillon}) \times 17,6.$$

- **Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours**

La Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours (DBO₅), correspond à la quantité d'oxygène consommé par les germes aérobies pour décomposer la matière organique dissoute, dans des conditions d'incubation. Elle a été mesurée par incubation de 157cc d'échantillon à 20°C dans un incubateur DBO de marque LIEBHERN. Les grains de KOH (Hydroxyde de Potassium) posés sur le double bouchage absorbent le CO₂, et l'oxygène dégagé permet la montée du mercure dans un tube gradué dont on lit les graduations tous les jours, pendant 5 jours. Les valeurs sont exprimées en mg/l d'O₂.

II-2-3-2-2. Métaux Lourds

Tous les métaux lourds ont été mesurés au Spectrophotomètre d'Absorption Atomique (SAA) de marque Buck Scientific Model 210.

Au laboratoire, chaque échantillon est préalablement filtré sur une membrane WATTMAN GF/C de 125 mm de diamètre. A chaque élément correspond une ampoule spécifique qui va être insérée dans l'appareil. Une ampoule est installée dans l'appareil et chauffée pendant 30 minutes. Ensuite, le bruleur du spectrophotomètre est allumé. Celui-ci est alimenté par un mélange combustible/comburant, qui produit une flamme dans laquelle les molécules vont se dissocier en atomes. Par la suite, la longueur d'onde appropriée à chaque élément est activée, ensuite c'est la lecture. Les valeurs s'affichent sur l'écran de l'appareil et sont exprimées en mg/l.

II-2- 4- Analyse des données

Les données collectées ont fait l'objet d'un dépouillement manuel. Les données des enquêtes ainsi que celles des analyses physico-chimiques ont été codifiées et les matrices obtenues ont été saisies et traitées à l'aide du logiciel Excel 2007. Ce logiciel nous a permis de faire une analyse statistique et d'exprimer les résultats obtenus sous forme d'histogrammes et de camemberts.



*CHAPITRE III: RÉSULTATS ET
DISCUSSION*

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION

III-1- RESULTATS ET INTERPRETATION

III-1-1. Caractérisation des pratiques phytosanitaires des producteurs de tomate d'Okok II

Les résultats obtenus après interview des producteurs sont présentés dans les camemberts suivants :

III-1-1-1. Ages et ancienneté des producteurs

Une large gamme de la population est impliquée dans les activités de maraichage. En fait, dans cette localité, les producteurs sont repartis en tranches d'âge allant de 20 à 75 ans. Toutefois, la tranche 20-35 ans est la plus représentée à hauteur de 34% (fig.4a). La totalité des producteurs est du genre masculin. Sur l'ensemble des producteurs rencontrés, 53% présentent une ancienneté de moins de 10 ans dans la production de tomate (fig.4b).

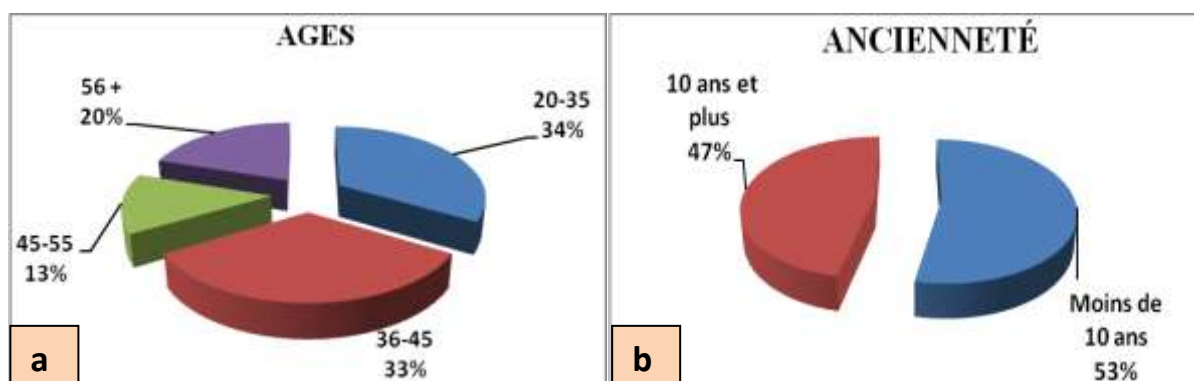


Figure 4 : Pourcentage des modalités de l'enquête : a) Age, b) Ancienneté dans la production.

III-1-1-2. Les ravageurs de la tomate et leur identification

Bien que la plupart des ravageurs soient représentés en champs, les plus à combattre sont les insectes (31%), les nématodes (28%) et les champignons (28%) (fig.5a). Les producteurs les identifient par habitudes le plus souvent, mais certains les connaissent spécifiquement (fig.5b). Ils reconnaissent la présence de ces derniers ainsi que celle des mauvaises herbes (adventices) comme un frein au rendement agricole.

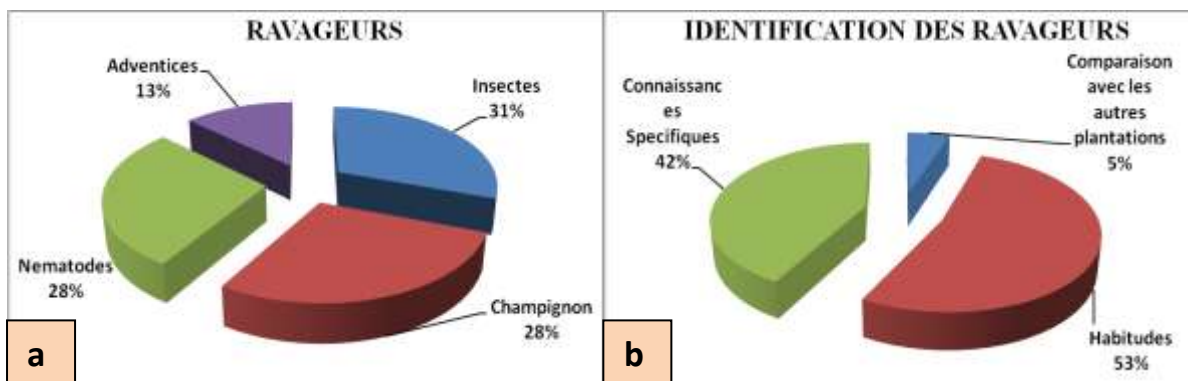


Figure 5 : Pourcentage des modalités de l'enquête : a) Ravageurs, b) Identification

III-1-1-3. Le matériel de traitement et possession du matériel

Les traitements sont effectués à l'aide de pulvérisateurs industriels (52%), mais aussi artisanaux (fabrication locale) et d'arrosoir (fig.6a). Les traitements sont effectués par passage ligne par ligne. La majorité des producteurs sont propriétaires des appareils (93%) et 7% les acquièrent par location (fig.6b).

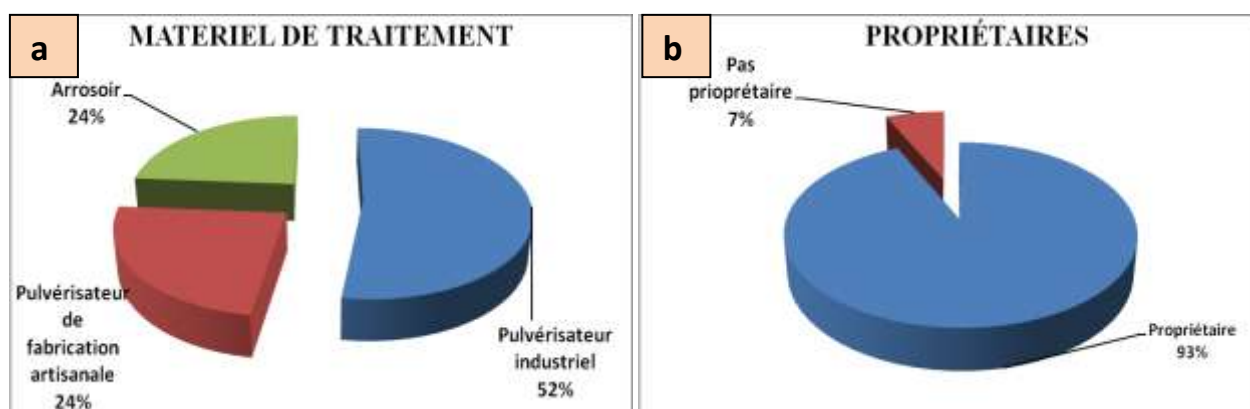


Figure 6 : Pourcentage des modalités de l'enquête : a) Matériel de traitement, b) Propriétaires.

III-1-1-4. Moment et fréquences d'application des pesticides

Les produits sont appliqués à des moments très variables de la journée. Certains producteurs les effectuent à tout moment de la journée. Mais dans tous les cas, ils sont le plus souvent effectués le matin. Des 15 producteurs identifiés, 61% effectuent leurs traitements en matinée (6h – 9h), 26% les effectuent dans l'après midi (13h-16h) et 13% en soirée (16h-18h) (fig.7a).

Certains producteurs (40%) sont dans l'intervalle [0-8 traitements par campagne agricole], 20% effectuent de 16 à 24 traitements, et 13%, de 8 à 16 traitements, 20% tandis que 27% n'ont aucune idée du nombre de traitements appliqués (fig. 7b).

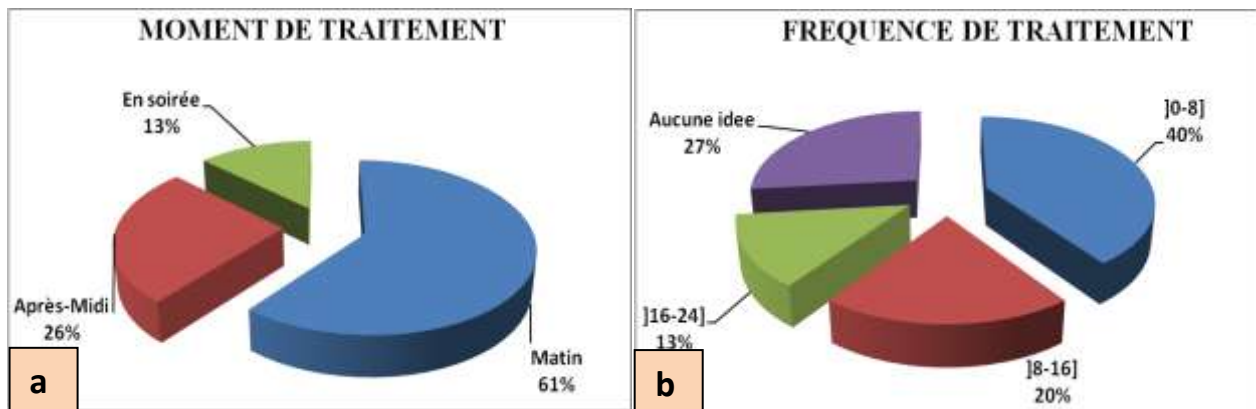


Figure 7 : Pourcentage des modalités de l'enquête : a) Moment, b) Fréquence de traitement.

III-1-1-5. Doses d'application et suivi d'un calendrier de traitement

Sur l'ensemble des producteurs, 80% déclare respecter les dosages prescrits sur les étiquettes des produits (fig. 8a).

Le suivi des traitements est réalisé à l'aide d'un calendrier. L'étude nous révèle que 80% des producteurs tiennent un calendrier mais ne le respectent pas (fig. 8b).

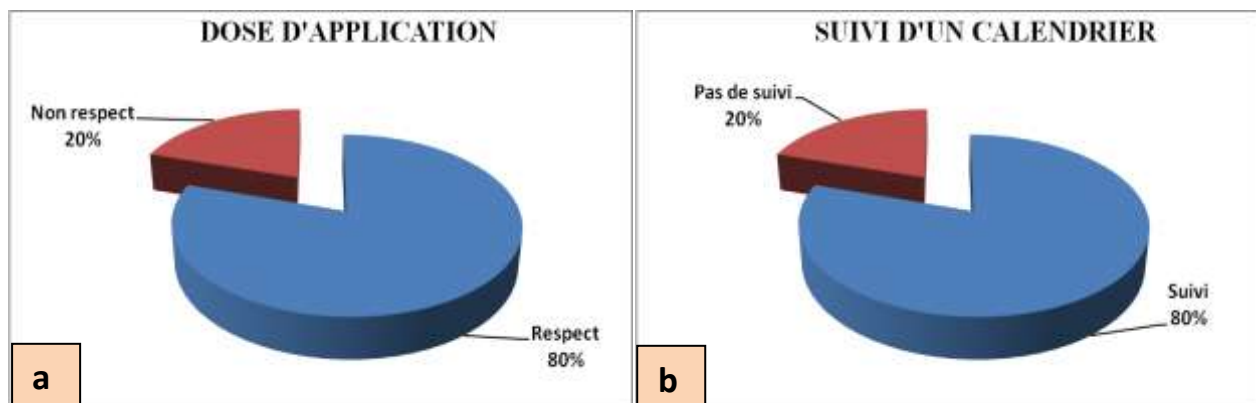


Figure 8: Pourcentage des modalités de l'enquête : a) Doses de traitement, b) Suivi d'un calendrier.

III-1-1-6. Mesures de protection individuelle prises avant et après les traitements et nettoyage Corporel

Soixante sept pourcent de la population utilise le minimum qui leur est disponible, en occurrence des bottes et des protège nez occasionnellement, alors que 33% de la population ne se protège pas (fig. 9a).

Après les traitements, 80% des producteurs font un nettoyage corporel complet, tandis que 20% ne se lave que les mains (fig. 9b).

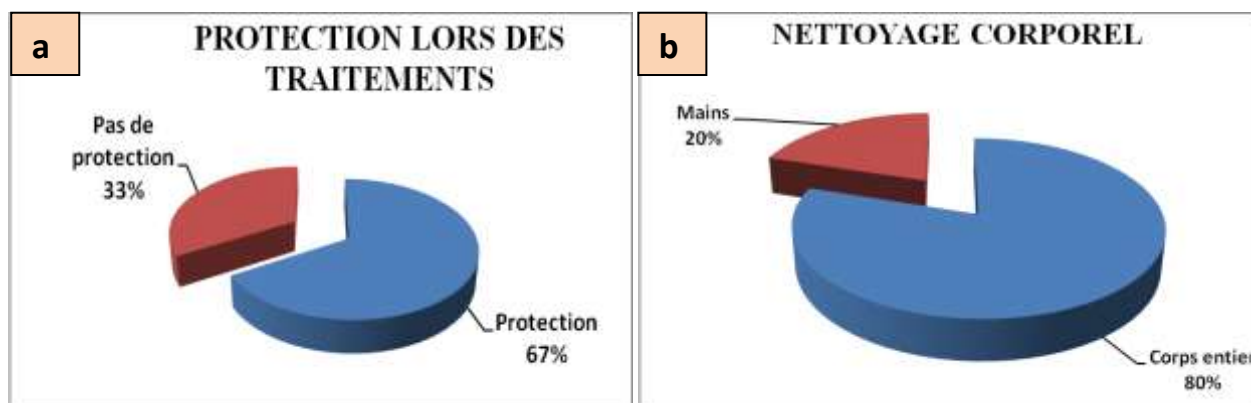


Figure 9 : Pourcentage des modalités de l'enquête : **a)** Protection lors des traitements, **b)** Nettoyage corporel

III-1-1-7. Disposition des préparations restantes et des emballages vides

Il arrive qu'après épandage de la préparation sur la culture, il y'ait reste du produit dans les pulvérisateurs. Certains producteurs (27%) repulvérisent cela aux abords des champs, 13% pulvérisent sur d'autres cultures voisines, 20% le verse dans des trous contenant du sable et des cailloux (fig. 10a).

Après usage des produits phytosanitaires, 37% de la population enfouissent les emballages vides dans le sol, 32% les brûlent, 21% les abandonnent en champs et 10% les collectionnent pour remettre aux autorités en charge de leur accompagnement communautaire (fig.10b).

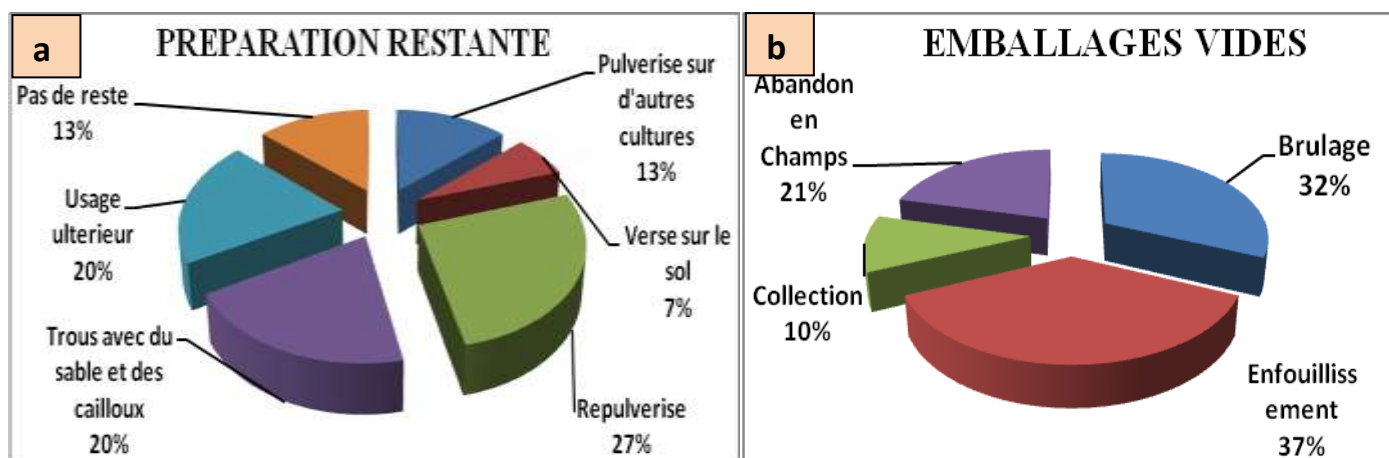


Figure 10 : Pourcentage des modalités de l'enquête : **a)** Préparation restante, **b)** Emballages vides

III-1-1-8. Les pesticides utilisés

Concernant les fongicides, les produits à base de Metalaxyl (31%) et d'oxyde de Cuivre (35%) sont les plus utilisés (fig. 11a). Ces produits sont généralement disponibles en binaire (combinaison de ces deux matières actives). La Cyperméthrine (24%) est plus utilisée en ce qui concerne les insecticides, suivie de la Lambda-cyhalothrine et Imidaclopride (19%) chacun (fig. 11b).

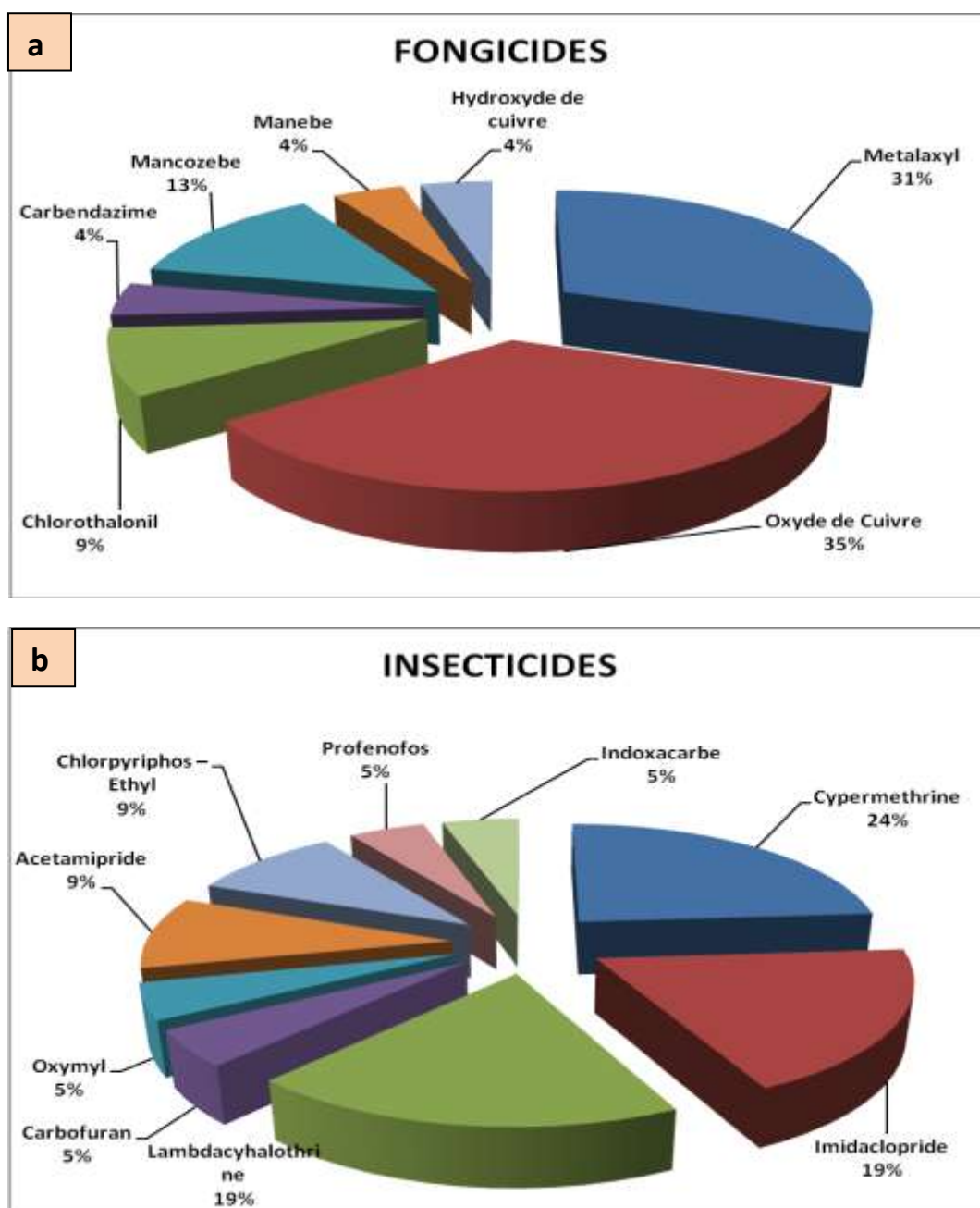


Figure 11 : Pourcentage des modalités de l'enquête : les pesticides utilisés : **a)** Fongicides, **b)** Insecticides

III-1-1-9. Problèmes de Santé

Les producteurs de tomate de la localité d'Okok II sont conscients des risques sanitaires liés à l'usage des pesticides et signalent certains cas de malaises (Fig. 12). Certains sont tout aussi conscients des conséquences à long terme : faiblesse sexuelle, cancers, cécité entre autres.

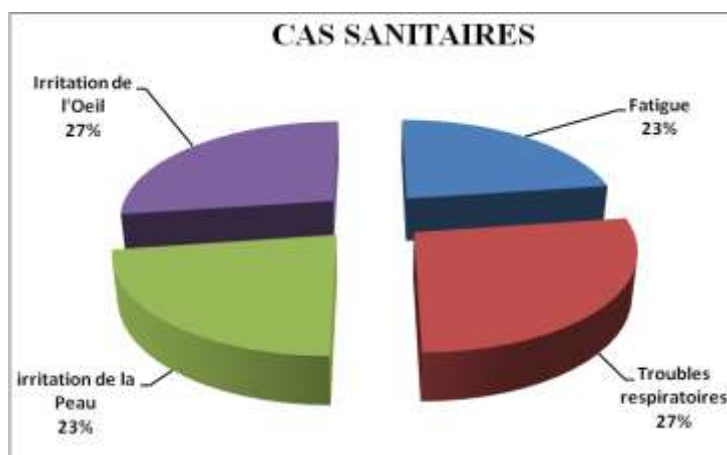


Figure 12 : Pourcentage des modalités de l'enquête : Cas sanitaires

III-1-2. Analyse de la qualité physico-chimique de l'eau

Le mauvais usage des produits phytosanitaires porte atteinte à la qualité de l'environnement (FAO, 1988). Par rapport à l'eau, ceci concerne les variables : Température, Conductivité Electrique, pH, CO₂ dissous, TDS, DBO₅ (Fig.13).

III-1-2-1. Les variables physico-chimiques

Les valeurs enregistrées pour la température ont très peu varié d'une station à une autre. La valeur la plus faible (22°C) a été observée à la station C et la plus élevée (24°C) aux stations A et F avec une moyenne de 23°C (Fig.13a).

Les valeurs du pH fluctuent entre 5,98 U.C (station C) et 6,97 U.C (station A) (Fig.13b). Elles varient très peu d'une station à une autre.

Les valeurs de la DBO₅ varient de 17,5 (station E) à 71,5 mg/L (station D) durant la campagne d'étude. On note un écart entre les différentes stations et le cours d'eau (Fig.13c).

Les valeurs du CO₂ dissous enregistrées aux différentes stations oscillent entre des valeurs nulles (station B) et 57,21 mg/L (station F) (Fig.13d).

Durant toute la période d'étude, nous avons obtenu des valeurs de la conductivité électrique allant de 42,50 µS/cm, enregistrée au niveau de la station B, à 85,80 µS/cm, enregistrée à la station C (Fig.13e).

Les Solides Totaux Dissous présentent des valeurs qui se situent entre 22,5 mg/L (station B) et 41 mg/L (station C) (Fig.13f).

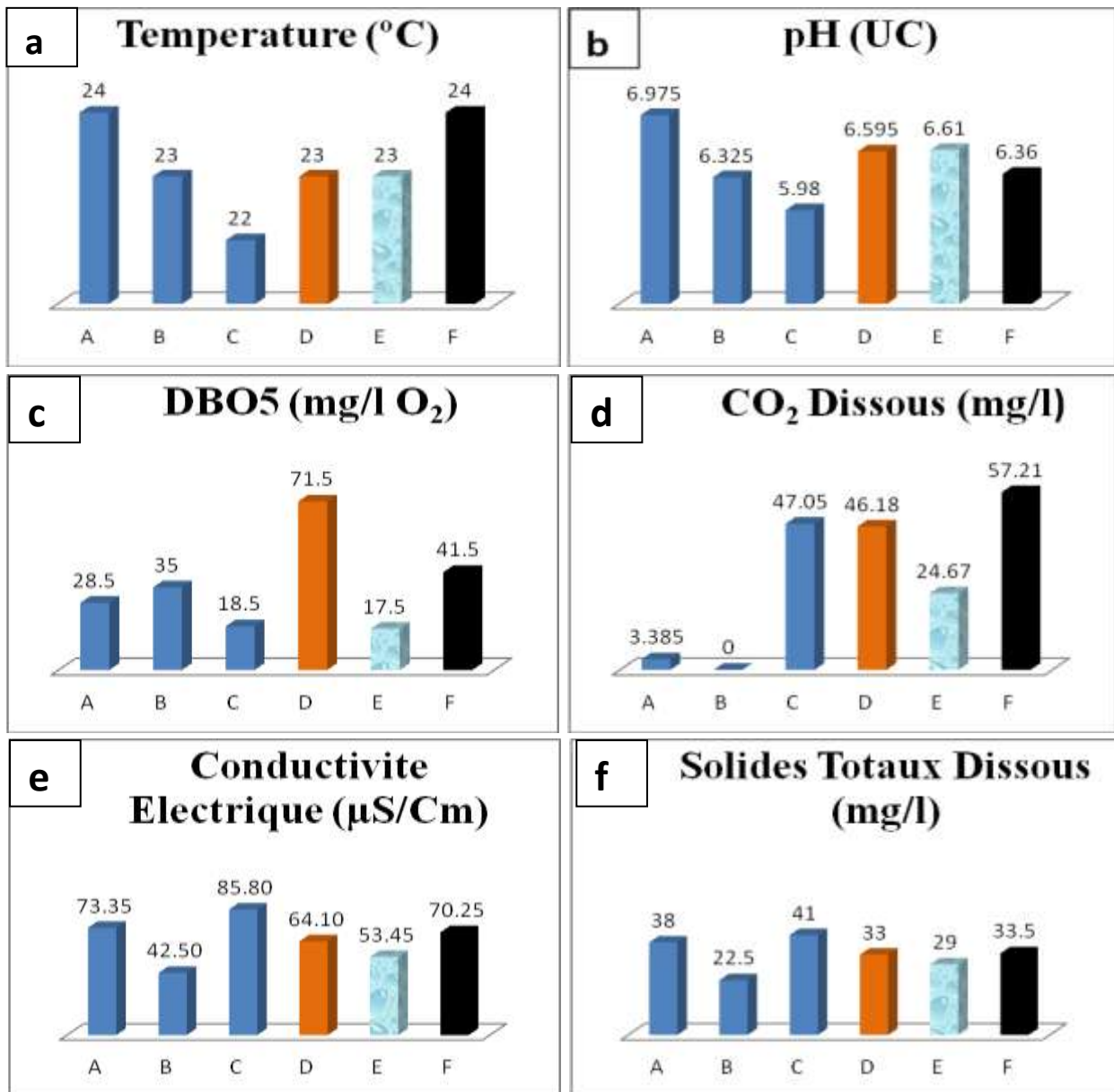


Figure 13 : Histogramme des teneurs des différentes variables au niveau des stations d'eau. **a** : Température, **b** : pH, **c** : DBO5, **d** : Gaz Carbonique Dissous, **e** : Conductivité Electrique, **f**: Solides Totaux Dissous.

■ Puits d'irrigation,
 ■ Cours d'eau,
 ■ Source,
 ■ Réservoir artificiel.

III-1-2-2. Les métaux lourds

Concernant les différents métaux lourds analysés, Fe, Mn, Cu, Pb et Zn, les valeurs obtenues sont représentées par les histogrammes de la Figure 14.

Il y ressort que, celles du Fer se situent entre 0,014 mg/L (station B) et 0,617 (station D) (Fig.14a). La valeur moyenne est de 0,158 mg/L de Fer.

Les concentrations du Manganèse oscillent entre 0,004 mg/L (stations A, B, E) et 0,089 mg/L (station C) (Fig.14b). La moyenne étant de 0,020 mg/L est supérieure à presque toutes les valeurs enregistrées aux différentes stations.

Concernant le Cuivre, aucune variation n'est observée. On enregistre la même valeur pour toutes les stations (0,019 mg/L) (Fig.14c).

Le Plomb présente des concentrations qui fluctuent entre 0,013 mg/L (stations A, D, E, F) et 0,089 mg/L (stations B, C) (Fig.14d).

Les valeurs du Zinc sont comprises entre 0,001 mg/L (stations B, C, D) et 0,006 mg/L (stations A, E, F). Elles varient très peu entre les stations (Fig.14e).

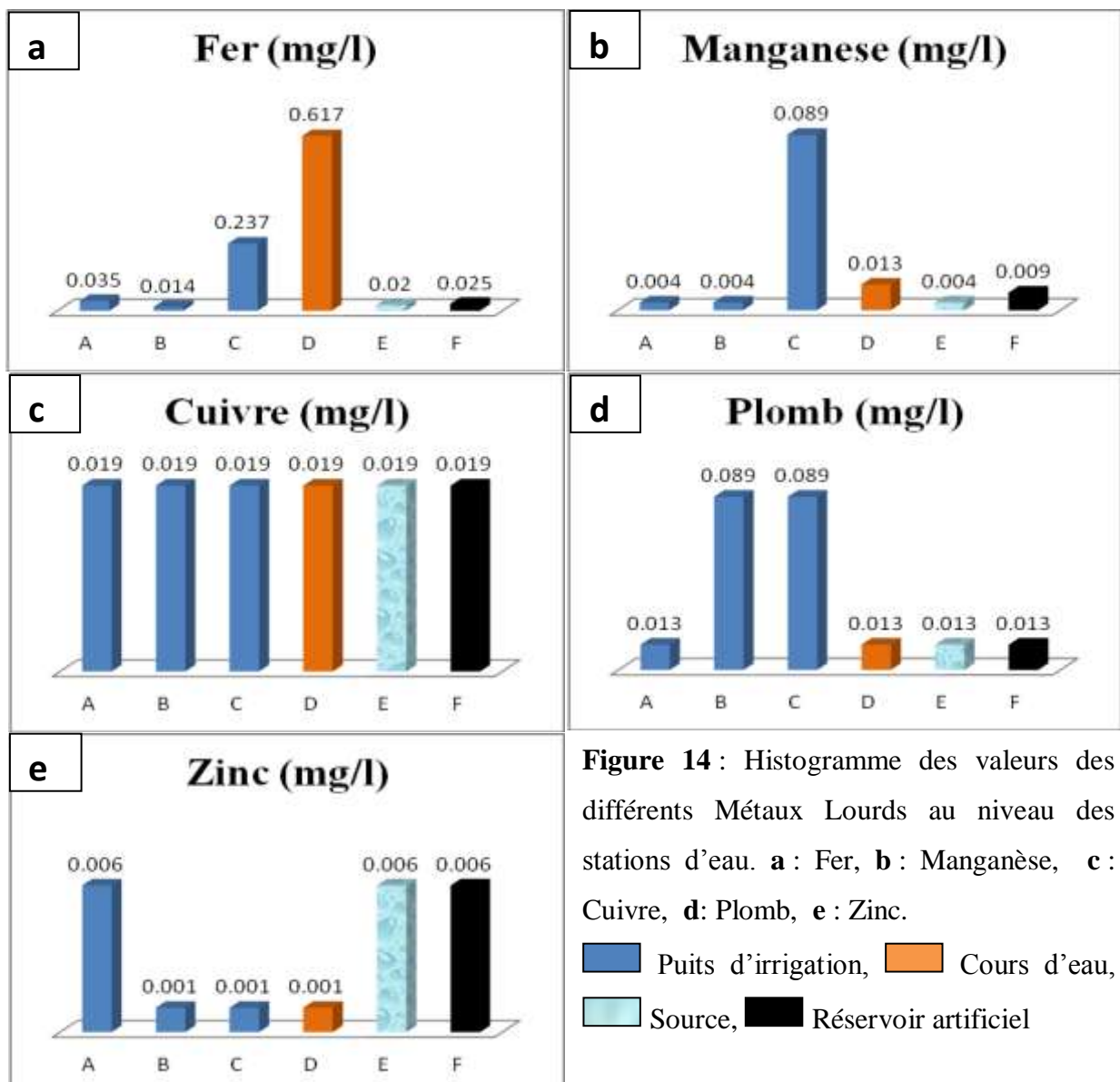


Figure 14 : Histogramme des valeurs des différents Métaux Lourds au niveau des stations d'eau. **a :** Fer, **b :** Manganèse, **c :** Cuivre, **d :** Plomb, **e :** Zinc.

■ Puits d'irrigation, ■ Cours d'eau, ■ Source, ■ Réservoir artificiel

III-2- DISCUSSION

III-2-1. Analyse des pratiques phytosanitaires des producteurs de tomate d'Okok II

L'enquête a révélé que, les producteurs de tomate de la localité d'Okok II sont majoritairement jeunes et du genre masculin. Le pourcentage d'ancienneté pourrait exprimer le fait que cette activité se transmette d'un individu à un autre de sa famille ou par autre affinité. Bien que les producteurs interrogés appartiennent à la même localité et bénéficient du même accompagnement institutionnel (MINADER), les pratiques varient d'un producteur à un autre, mais dans l'ensemble suivent un même canevas.

Les producteurs rencontrent plusieurs types de bioagresseurs mais majoritairement les insectes, et leur reconnaissance s'acquiert à force d'y faire face ou par partage d'expérience entre les producteurs. Ceci justifie donc l'emploi des pesticides qui vise à contrôler les ravageurs et ainsi réduire les pertes agricoles. L'épandage des pesticides s'effectue à l'aide de pulvérisateurs surtout, appartenant aux producteurs. Les moments et fréquences d'application des pesticides varient en fonction des producteurs, bien que la matinée soit le moment préférée pour les traitements. Le suivi d'un calendrier permettrait d'observer des pratiques respectueuses des normes. Les producteurs signalent un suivi de calendrier sur chaque cycle de culture de tomate, mais l'analyse des fréquences de traitements dévoile des traitements arbitraires, qui se feraient, soit en fonction du taux d'infestation des cultures, soit en fonction de la disponibilité des produits de traitement, soit en fonction de l'alerte du risque de bioagresseurs provenant d'une autre exploitation. Ce qui nous permet d'observer un réel non respect des doses du produit prescrites, et un pourcentage non négligeables de producteurs qui n'ont aucune idée du nombre de traitements qu'ils effectuent.

Les maraichers se protègent très peu lors de la manipulation des produits et des traitements, ce qui est corroboré par les travaux de Ahouangninou *et al.*, (2011). A cet effet, Dombia et Kwadjo (2009) signalent que l'utilisation de protection lors des traitements n'est pas un critère de différenciation des maraichers même si beaucoup de producteurs utilisent une protection minimale lors de l'épandage des pesticides. Des producteurs investigués, très peu essaient de se protéger et cette protection se fait par usage de protège- nez pour certains, de bottes pour d'autres, mais jamais de combinaison complète. Certains cependant possèdent des équipements complets, mais les utilisent à d'autres fins ou uniquement lors des travaux en accompagnement institutionnel. Des cas de malaises ont été signalés, et seraient liés au

non-respect des règles d'hygiène (protection et nettoyage corporel) avant, pendant et après les traitements phytosanitaires, ce qui est semblable à ce qui est signalé par Williamson *et al.* (2008) en Ethiopie et Tomenson et Matthews (2009) au Ghana. Le manque de protection lors des traitements expose les producteurs à des risques d'intoxication, car il a été montré que le manque de matériels de protection corporelle accroît les risques d'intoxication qui, mineurs au début, peuvent devenir graves par bioaccumulation (INRS, 2007 ; Gomgnimbou *et al.*, 2009).

Les produits phytosanitaires utilisés par ces producteurs de tomate sont très toxiques (pyrethrinoides de synthèse, carbamates et thiocarbamates...). Cependant, la plupart des producteurs possédant des vergers de cacaoyers utiliseraient des produits destinés aux traitements du cacaoyer sur la tomate et autres cultures. Associées à tout ce qui précède, le sous-dosage, le sur-dosage ou l'utilisation de matières actives inadaptées à la cible sont caractérisées de pratiques favorables au développement de résistances. Des cas de résistances ont été signalés par Beyo *et al.*, 2002, Brévault *et al.*, 2003, au Nord-Cameroun en 2002 chez la noctuelle *H. armigera* des cas de résistance. Nous avons recensé 16 matières actives dont 9 pour les insecticides et 7 pour les fongicides. Notons cependant, la présence d'une matière active interdite d'utilisation sur le territoire camerounais : le Carbofuran (MINADER, 2014) (annexe 5). Selon Sougnabe *et al.*, (2010), ceci fait il ressort que les circuits officiels de la distribution des pesticides ne sont pas maîtrisés, d'où la prolifération du secteur informel dans ce domaine. Ainsi, les produits seraient distribués et vendus par des personnes n'ayant pas d'agrément du MINADER ou alors les distributeurs des produits phytosanitaires possédant des agréments, ne contrôlent pas la conformité des produits qu'ils vendent. Il signale de ce fait que certains des pesticides utilisés en Afrique Centrale, sont interdits dans les pays en développement (Schilter, 1991).

Les préparations restant dans les pulvérisateurs sont le plus souvent déversées dans les cours d'eau, pulvérisés sur d'autres cultures ou tout simplement versés sur le sol. Les emballages vides qui devraient être détruits ou collectés par les institutions sont généralement soit enterrés, soit réutilisés par les producteurs, ce qui, du fait de la non maîtrise des procédures de décontamination de ces derniers, crée un risque de contamination du sol, de la ressource en eau et constitue un risque pour la santé humaine. L'usage anarchique de ces produits et de ses dérivés entraînerait un flux entrant non contrôlé et élevé de résidus phytosanitaires dans l'environnement, ce qui conduirait à la dégradation du milieu environnemental par une forte pollution.

III-2-2. Analyse de la qualité physico-chimique de l'eau

Les valeurs enregistrées pour la température ont très peu varié. Elles dépendent fortement de la température ambiante (Liechti *et al.*, 2004), mais aussi, dépendent du volume du point d'eau. En effet, pour ce qui est des eaux de surface, elles sont de bonne qualité selon Mamounia (2010) et elles sont inférieures à 35°C qui est la valeur limite pour les eaux destinées à l'irrigation des cultures (CNS, 1994).

Les valeurs du pH révèlent que les eaux sont légèrement acides à neutres. Elles sont donc très peu agressives pour les cultures. La neutralité relative des eaux correspond à un pH des eaux naturelles généralement comprises entre 6,6 UC et 7,8 UC (Nisbet et Verneaux, 1970). Ainsi la faible acidité observée serait due au CO₂ dissous provenant de l'atmosphère ou des réactions métaboliques des organismes vivants, ou encore des faibles apports exogènes en matières organiques (Klein, 1973). Ceci est corroboré par les valeurs faibles de la conductivité électrique comprises entre 42,50 µS/Cm et 85,80 µS/Cm, qui indiquent que ces eaux sont très faiblement minéralisées. Les teneurs enregistrées se rapprochent de celles obtenues par Endamana *et al* (2003) à Yaoundé (Cameroun). De plus les faibles valeurs de TDS confirment une absence d'apports exogènes intense car les eaux de ruissellement auraient constitué une source d'approvisionnement en éléments dissouts dans les points d'eau. Les valeurs restent inférieures à 450 mg/l, qui est la valeur limite de qualité des eaux destinées à l'irrigation (FAO, 2013) (figure 7).

La DBO₅ présente des valeurs qui sont comprises entre 17,5 et 71,5mg/l. Selon Keddal et Yao, (2007), ces eaux superficielles sont de mauvaise qualité, due sûrement à la possible présence de certaines bactéries minéralisatrices dans la colonne d'eau. La valeur moyenne est supérieure à 30 mg/l, limite adoptée par le Maroc pour les eaux d'irrigation. Les bactéries présentes dans ces eaux pourraient présenter une source de bioagression pour les cultures.

La teneur du Fer est élevée dans le cours d'eau par rapport aux autres stations de prélèvement. Ceci serait dû à la nature ferrugineuse du sol de ce bassin versant qui draine les eaux sur de longues distances. Toutefois, elle reste dans la limite acceptable pour les eaux naturelles et pour l'irrigation.

Les valeurs enregistrées pour le Pb sont, dans l'ensemble des points, inférieures à 5 mg/l, valeur maximale autorisée par la FAO (2003) pour une utilisation à long terme des eaux

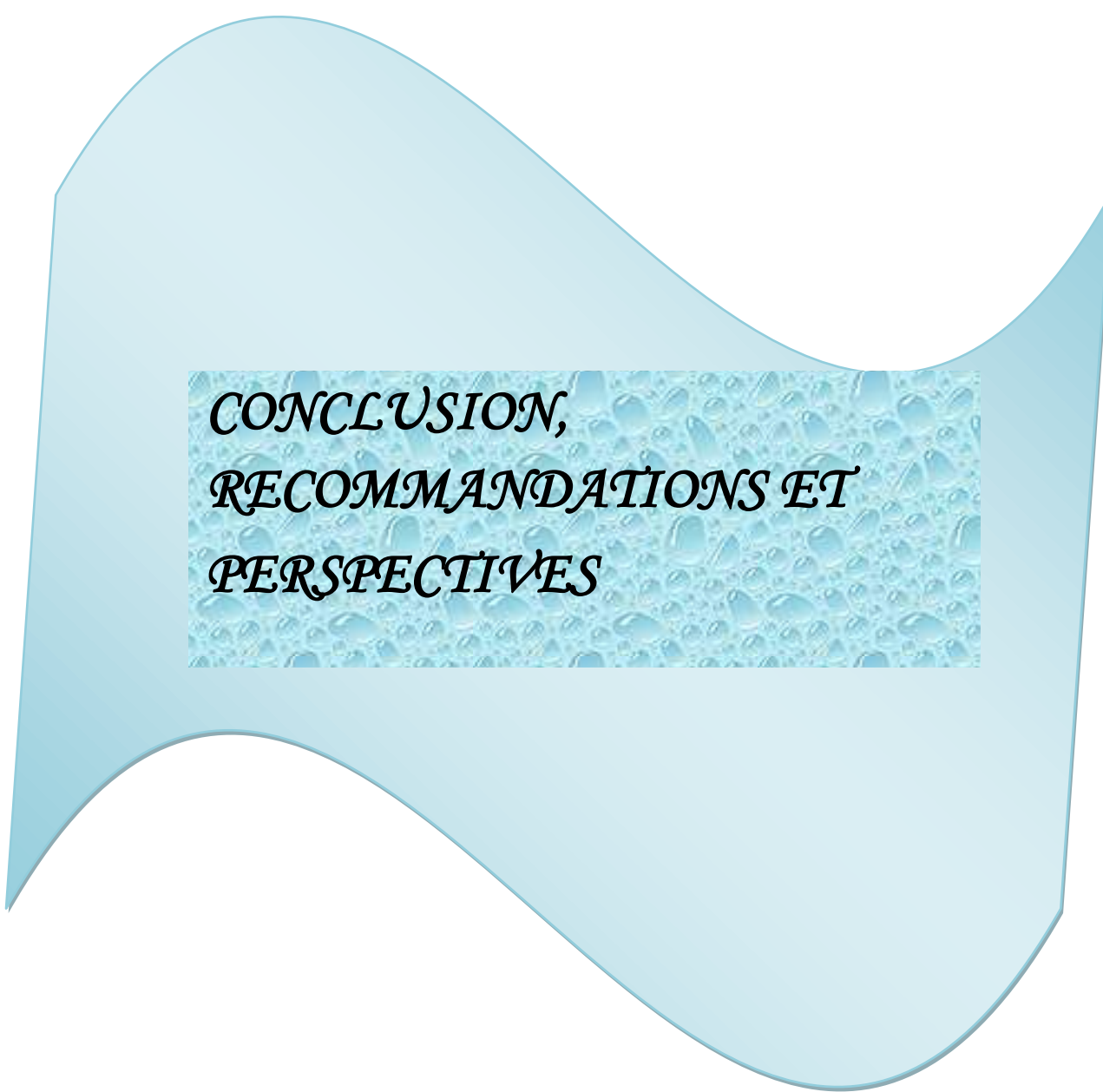
d'irrigation. Les valeurs de Zn sont dans l'ensemble inférieures à 2mg/l et sont donc conformes aux normes pour une utilisation en agriculture. Quant au Cu, ses valeurs sont très inférieures à 0,2 mg/l, limite préconisée par la FAO, ce qui est favorable à son utilisation en irrigation. Toutefois, ces valeurs (supérieures à 0,01 mg/l) seraient suffisantes pour affecter le développement larvaire de certains organismes animaux (Eisler, 1979). Pour le Mn, avec des valeurs inférieures à 0,2 mg/l, limite préconisée par la FAO, ces eaux seraient bonnes pour l'irrigation.

La présence de ces métaux lourds dans les eaux serait due à la nature de la roche mère d'une part et d'autre part, proviendraient des différentes matières actives utilisées sur ce site. Toutefois les faibles teneurs obtenues ne suscitent pas d'inquiétude immédiate, mais il faut noter l'absence de pluies avant et pendant notre étude sur une longue période dans cette localité. Cette analyse en saison de pluie pourrait fournir des résultats plus inquiétants vu les pratiques agricoles des producteurs de cette localité.

Les valeurs des métaux lourds observées sont très faibles bien que des pics sont enregistrés à certains points, restants toujours dans les limites acceptables. La variation des teneurs des différents éléments physico-chimiques entre les points d'eau peut être imputée à la proximité de certaines exploitations aux points d'eau. En fait, la population de producteurs ici utilisent majoritairement des produits ayant pour éléments associés, le Cuivre, le Manganèse, le Zinc. Les faibles valeurs observées s'expliqueraient par une probable précipitation, de ces éléments complexés, dans le sédiment (DeVillers *et al.*, 2005). Ceci peut se vérifier avec les points B et C qui sont les plus acides et où les valeurs du Mn et du Pb sont plus élevées, car faibles précipitations.

En tenant compte uniquement des résultats physico-chimiques obtenus, il ressort que, l'observation des variations de teneurs des différents éléments entre les points de même nature traduirait un comportement variable des éléments en qualité et en quantité. Notons que ces valeurs ne reflètent que l'état du milieu au moment du prélèvement. Celles-ci pourraient être complétées avec des analyses des sédiments ou du compartiment biologique. Toutefois, une utilisation prolongée de ces eaux sur les cultures entraînerait la contamination de ces dernières.

Le manque d'information et de formation sur les bonnes pratiques de gestion des produits phytosanitaires est un problème majeur pour l'environnement et l'Homme (Cissé *et al.*, 2006), donc sur le plan pollution et toxicité.



*CONCLUSION,
RECOMMANDATIONS ET
PERSPECTIVES*

CONCLUSION, RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES

L'usage des produits phytosanitaires permet de réduire des populations de ravageurs et ainsi d'optimiser la productivité de l'exploitation agricole. Toutefois cet usage est réglementé par des pratiques qualifiées de Bonnes Pratiques Phytosanitaires (BPP). Cette étude nous a permis de constater que les producteurs de la localité d'Okok II, ne les mettent pas en pratique et privilégient leur production aux questions environnementales et sanitaires. Ceci expose, non seulement eux, mais aussi les futurs consommateurs des produits agricoles, à des risques d'intoxication, et à la dégradation du milieu environnemental. Les mêmes pratiques sont appliquées aussi bien en ce qui concerne la tomate que le cacao, puisque ce sont les mêmes producteurs, mais sur de plus grandes superficies. Toute la population de cette localité a pour activité essentielle l'agriculture, et cette activité qui requiert beaucoup de produits phytosanitaires, a forcément un impact sur la santé des populations et l'environnement.

Sur le plan physico-chimique, l'ensemble des analyses effectuées nous donne une orientation sur la qualité physico-chimique de l'eau. Il ressort au vue des différentes observations que ces eaux contiennent une gamme variée d'éléments minéraux à des concentrations qui varient selon le type de point d'eau. La mauvaise conservation des réserves d'eau pour traitements phytosanitaires est observée ici par la variation enregistrée entre l'eau de source et celle du réservoir. Prenant en compte les variables mesurées, les analyses physico-chimiques révèlent des variations d'éléments dans l'eau prélevée au voisinage des champs de tomate, bien que cette eau semble de qualité relativement bonne. Toutefois, nous émettons l'hypothèse de la présence de fortes teneurs des résidus chimiques dans l'eau, en saison de pluies (pour une intensification des ruissellements après application des produits phytosanitaires) et en présence de dispositions adéquates pour l'analyse plus poussée de ces résidus pesticides dans les eaux, ceci dans les mêmes conditions de pratiques d'application des produits phytosanitaires.

Nous recommandons aux autorités compétentes de mettre sur pieds des opérations de sensibilisation des distributeurs, des vendeurs et des producteurs agricoles, sur les dangers d'une mauvaise gestion et d'une utilisation des pesticides inappropriés sur la santé de l'homme et sur l'environnement, ainsi qu'une opération de vulgarisation des Bonnes

Pratiques Phytosanitaires, avec des formations sur l'utilisation sécuritaire des pesticides, suivi d'un contrôle auprès des producteurs urbains et ruraux.

Il serait aussi nécessaire de mieux organiser le commerce des intrants agricoles, conformément à la réglementation en vigueur au Cameroun, afin de mieux gérer l'approvisionnement des produits par les producteurs.

Nous recommandons au gouvernement de s'inspirer de ces travaux dans l'accompagnement des opérations de gestion durable des risques phytosanitaires du point de vue humain et de l'écosystème en zone agronomique.

Nous envisageons effectuer des études supplémentaires sur plusieurs sites, ceci sur une longue période dans le but d'avoir des informations complètes sur la qualité de l'eau liée aux pratiques phytosanitaires des producteurs. Il serait intéressant par la même occasion de tenir compte des compartiments sol, sédiments, organismes vivants, dans le but de déterminer la dynamique biogéochimique des contaminants. Nous avons manqué d'équipements adéquats pour analyser les traces des formulations chimiques dans nos échantillons d'eau. Nous pensons que ce sera une de nos grandes préoccupations futures, ceci dans le but de contribuer à la mise sur pieds d'une méthode simplifiée d'évaluation des risques de pollution des eaux par les micropolluants.

Il serait aussi intéressant de faire une étude des cas de santé liés aux pratiques phytosanitaires dans ces régions.



*RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES*

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1- AHOUANGNINOU, C., B.E. FAYOMI ET T. MARTIN, (2011). Évaluation des risques sanitaires et environnementaux des pratiques phytosanitaires des producteurs maraîchers dans la commune rurale de Tori-Bossito (Sud-Bénin), *Cahiers Agricultures*, 20, pp. 216-22
- 2- ANGELIER E., (2000). *Ecologie des eaux courantes*. Tec et Doc. Ed. Paris, 199 p.
- 3- A.P.H.A. (America Public Health Agency), (1985). *Standard methods for the examination of water and waste-water*. APHA-AWWAWPCF (Ed.) Pennsylvania, Washington, 1150 p.
- 4- BEYO J., BREVAULT T, NIBOUCHE S., ASFOM P., (2002). Suivi de la sensibilité de la chenille des capsules du cotonnier *Helicoverpa armigera* aux insecticides pyréthrinoïdes au Nord-Cameroun. In Actes du colloque, 27-31 mai 2002, Garoua, Cameroun Jamin J.Y., Seiny Boukar L., Floret C. (éds), 2003. Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis. Actes du colloque, mai 2002, Garoua, Cameroun. Prasad, N'Djaména, Tchad - Cirad, Montpellier, France.
- 5- BIEDERMANN P. & YON B., (2005). *Etude environnementale du barrage de Lom Pangar (Cameroun). Thème 15: qualité des eaux. Rapport final Rev.01*. République du Cameroun, ministère de l'eau et de l'énergie. 85 pp.
- 6- BOUM NACK P-E., FOU DA MOULENDE T., GWINNER J., (2012), *Rentabilité financière de la production de la tomate au Cameroun : étude comparative de la production de la tomate en production intégrée et en système traditionnelle dans le Noun*, éditions universitaires européennes. 108 pp.
- 7- BREVAULT T., BEYO J., NIBOUCHE S., VAISSAYRE M., (2003). La résistance des insectes aux insecticides : problématique et enjeux en Afrique centrale. In: Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis. Actes du colloque, Garoua, Cameroun. - Montpellier : Cirad, 2003, 6 p. Colloque Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis, 2002-05-27/2002-05-31, Garoua, Cameroun.
- 8- CHAPMAN D., et KIMSTACH V., (1996). *Selection of water quality variables. Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring*, Chapman edition, 2nd ed. E et fn Spon, London, pp. 59-126

- 9- CISSÉ, I., S.T. FALL, M. BADIANE, Y. DIOP, et A. DIOUF, (2006). Horticulture et usage des pesticides dans la zone des Niayes au Sénégal, *isra/lnerv/eismv/lact/faculté de médecine pharmacie*, ucad, 8 : 14 p.
- 10- COMITE NORMES ET STANDARDS (CNS) (1994). Ministère de l'environnement du Maroc.
- 11- COMMUNAUTE ECONOMIQUE ET MONETAIRE DE L'AFRIQUE CENTRALE / CONSEIL PHYTOSANITAIRE INTERAFRICAIN, (2006). *Réglementation commune sur l'homologation des pesticides en Afrique centrale*. Yaoundé 2006, 20 p.
- 12- Compétitivité Economique du Maroc. (CEM), (2013). Ebauche de révision des normes de qualité des eaux usées traitées destinées à l'irrigation des Cultures et à l'arrosage des Espaces verts, USAID from American People, MEC Document 148 fr, 66 p.
- 13- CORPEN, (1996). " *Qualité des eaux et produits phytosanitaires-proposition pour une démarche de diagnostic.*" Ministère de l'environnement, Ministère de l'agriculture, de la pêche et de l'alimentation: 119 pages.
- 14- DABBADIE L. (1992). *Cultures intensives de micro-algues sur lisier de porc : performances, contraintes, utilisation des biomasses*. Diplôme d'Agronomie Approfondie, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier. 123 pages.
- 15- D.D.A.S.S – D.R.A.S.S. d'Ile de France, 2000 – ***Rapport sur le Service de santé-Environnement***. Paris Cedex, 22 p
- 16- DEVILLERS J., SQUILBIN M. et YOURASSOWSKY C., (2005). Fiche 2 : Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface: cadre général, Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement / Observatoire des Données de l'Environnement. Les données de l'IBGE : "L'eau à Bruxelles". 16 pp.
- 17- DEVILLERS J., FARRET R., GIRARDIN P., RIVIERE J.- L. et SOULAS G. (2005). Indicateurs pour évaluer les risques liés à l'utilisation des pesticides, *Lavoisier*, Londres, Paris, New - York, 278 p, 2- 7430- 0747- 8.
- 18- DOUMBIA, M. et K.E. KWADJO, (2009) : Pratiques d'utilisation et de gestion des pesticides par les maraîchers en Côte d'Ivoire : Cas de la ville d'Abidjan et deux de ses banlieues (Dabou et Anyama), *Journal of Applied Biosciences*, 18, pp. 992-1002
- 19- DÜLMER C., (1993). *Pesticides et agriculture tropicale : dangers et alternatives*. Paris : Dunod, 281p.
- 20- EISLER R., (1979). Copper accumulation in coastal and marine biota. In: *Copper in the environment/NRIAGU (I.O.)*. edit. New York: John Willey & Sons.

- 21- ENDAMANA D., KENGNE M., GOCKOWSKI J., NYA J., WANDJI D., NYEMECK J., SOUA N., BAKWOW J. (2003). Wastewater reuse for urban and periurban agriculture in Yaounde (Cameroon) : Opportunities and constraints, *International Symposium on water, Poverty and Productive uses of water at the Household Level*, Muldersdrift, South Africa.
- 22- FAO, (2002). Créer des partenaires pour parvenir à la sécurité alimentaire. Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy, 52 pp.
- 23- FAO (2003). Irrigation avec des eaux usées traitées, manuel d'utilisation.
- 24- FAO, (2013). Bonnes pratiques d'irrigation, Volume 2, annexe 1, 10 p.
- 25- FAO/WHO, (1988). *Codex alimentarius : limites maximales codex pour les résidus de pesticides*. Rome, FAO éd., vol. 13.
- 26- FRANCE NATURE ENVIRONNEMENT, (2012). *L'arrivée des pesticides dans les milieux aquatiques et leurs conséquences, l'eau au cœur des enjeux, guide des actions associatives*. Septembre 2012, 3 p.
- 27- F.R.E.D.E.C – Nord pas de Calais, (2004). Guide technique sur les bonnes pratiques phytosanitaires, www.essonne.fr/fileadmin/environnement/eau/pdts_phytosanitaires/4_guide_technique_sur_les_bonnes_pratiques_phytosanitaires.pdf .juillet 2013
- 28- GAILLARD J F., JEANDEL C, MICHARD G, NICOLAS E, RENARD D. (1986). *Interstitial water chemistry of Villefranche Bay sediments: trace metal diagenesis*. Mar. Chem. 18, 233–247.
- 29- GARON-BOUCHER, C. (2003). *Contribution a l'étude du devenir des produits phytosanitaires lors d'écoulements dans les fosses : caractérisation physico-chimique et hydrodynamique*. Thèse de doctorat : Université Joseph Fourier Grenoble I. 271 p.
- 30- GOMGNIMBOU, A.P.K., SAVADOGO P.W., NIANOGO A.J. et MILLOGO-RASOLODIMBY J. (2009). Usage des intrants chimiques dans un agrosystème tropical : diagnostic du risque de pollution environnementale dans la région cotonnière de l'est du Burkina Faso, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 13(4) : 499-507.
- 31- HUTCHINSON G. E., (1967). **A treatise on limnology. Vol II**. John Wiley & Sons eds., New York, 1115 p.
- 32- INRS (Institut National de la Recherche Scientifique), (2007). *Utilisation des produits phytosanitaires en agriculture tropicale, institut national de recherche et de sécurité*, Paris. 24 p.
- 33- IRSN (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire), (2005). **Fiche radionucléide : manganèse 54 et environnement**. IRSN, Paris édition. 20 p.

- 34-** KANDA M., WALA K., DJANAYE-BOUNDJOU G., AHANCHEBE A. et AKPAGANA K. (2006). Utilisation des pesticides dans les périmètres maraichers du cordon littoral Togolais. *J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo)*, Série a, 8 (1) : 1-7.
- 35-** KEDDAL H. et YAO J. (2007). Impacts de l'Intensification Agricole sur la Qualité des Eaux de Surface et des Eaux Souterraines. *Revue HTE*, N 138. 17 pp
- 36-** KENNEDY, G.G., (2003). Tomato, pests, parasitoids, and predators: tritrophic interactions involving the geis lycopersicon. *Annual review of entomology*, p.
- 37-** KLEIN L. (1973). River pollution, chemical analysis, 6th Ed., London, Sciences Direct-Environnement International, London.
- 38-** LATERROT H. et PHILOUZE J., (2003). *Tomates. Histoire de légumes des origines à l'orée du xxi siècle*, INRA éditions, paris, France : 266-276.
- 39-** LEYNAUD G. et VERREL J. L., (1980). Modification du milieu aquatique sur l'influence des pollutions. In : P. Pesson (édition). *La pollution des eaux continentales*. Paris Gauthier – Villars. P 1-28.
- 40-** LIECHTI P., FRUTIGER A. et ZOBRIST J. (2004). Méthodes d'analyses et d'appréciation des cours d'eau en Suisse. *Environnement Pratique*, 50 p.
- 41-** MAMADOU C., FADIMATA H. et ABDRAMANE T. (2001). Etude socio-économiques de l'utilisation des pesticides au mali. In sah : *les monographies sahéliennes*, série 12, 104p.
- 42-** MAMOUNI SAMIA, (2010). Qualité de l'eau. HTE N° 147. 17 pp
- 43-** Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, (2014). Index phytosanitaire du Cameroun. MINADER, République du Cameroun, 318 pp.
- 44-** Ministère du Développement Durable, de l'Environnement de la Faune et des Parcs (MDDEFP), (2013). Critères de qualité de l'eau de surface, 3^e édition, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-68533 (PDF), 510 p. et 16 annexes.
- 45-** MUTUME, M.D, OMONDI, R et OWILI, M. (2003). Systematics and distribution of zooplankton in Lake Victoria basin, Kenya. In: Kenya marine and fisheries research institute, kisumu, Kenya: 230-235
- 46-** NISBET M. et VERNEAUX J. (1970). Composantes chimiques des eaux courantes. Discussion et proposition de classes en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques. *Annales de Limnologie*, 6, pp 161-190. doi:10.1051/limn/1970015.
- 47-** PERES, G., LEYNAUD, G. et KAHLANSKI, M. (1979). Centrales thermiques et hydrobiologie : Bilan des études effectuées de 1962 a 1978 sous l'égide du comite scientifique de Montereau. *Cah. Du lab. D'hydrobiologie de Montereau*, 8 : 1-38 .

- 48- PNDP 2015, *Plan de gestion des pesticides dans le cadre du programme de développement Participatif-Phase « 3 »*, MINEPAT, 134 pp.
- 49- RINAUDO J-D, ELSASS P., ARNAL C., BLANCHIN, R. et MEILHAC A. (2006) – Evaluation de l’impact socio-économique de la pollution de la nappe d’alsace, une approche prospective. Rapport brgm-rp-53172-fr. Orleans :brgm.
- 50- ROBERTS D.A. (1987). *Pesticides et agriculture tropicale : dangers et alternatives*. Paris : Dunod, 281 p.
- 51- RODIER J., LEGUBE B. et MERLET N. (2011). *L'Analyse De L'Eau* - 9e édition Entièrement Mise à Jour . Dunod . 1579 pp.
- 52- SAMUEL O., DION S., ST-LAURENT L. et APRIL M.-H. (2007). " Indicateur de risque des pesticides du Québec-IRPEQ-santé et environnement Québec." Ministère de l’agriculture, des pêcheries et de l’alimentation/ Ministère du développement durable, de l’environnement et des parcs/ institut national de sante publique du Québec: 44 p [<http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/602-indicateurderisquesdespesticides.pdf>].
- 53- SCHILTER C., (1991). *L’agriculture urbaine à Lomé*. Paris: IUED-Karthala, 334 p.
- 54- SOUGNABE S.P., YANDIA A., ACHELEKE J., BREVAULT T., VAISSAYRE M., & NGARTOUBAM L.T., (2009). Pratiques phytosanitaires paysannes dans les savanes d’Afrique Centrale. Actes du colloque « *Savanes africaines en développement : innover pour durer*», 20-23 avril 2009. Garoua (Cameroun).13p
- 55- TOMENSON, J.A. et G.A. MATTHEWS (2009). Causes and types of health effects during the use of crop protection chemicals : data from a survey of over 6,300 smallholder applicators in 24 different countries, *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 82, pp. 935-49
- 56- VERNEAUX J. (1973). *Cours d'eau de franche- comte (massif de jura): recherche écologique sur le réseau hydrographique du Doubs*. Mémoire présenté en vue de l’obtention du grade de docteur es sciences naturelles. 257p.
- 57- WILLIAMSON, S., A. BALL et J. PRETTY (2008). Trends in pesticide use and drivers for safer pest management in four African countries, *Crop Prot.*, 27, pp. 1327-34
- 58- ZEBAZE TOGOUET S. H., (2000). **Biodiversité et dynamique des populations zooplanctoniques (ciliés, rotifères, cladocères, copépodes) du Lac Municipal de Yaoundé (Cameroun)**. Thèse de Doctorat de troisième cycle, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, Cameroun, 175 p + Annexes.

Webographie

59- http://www.fne.asso.fr/pa/agriculture/dos/campagne_pesticides_biodiv.htm

60- Communes et villes Unies du Cameroun., (2014)
<http://CVUC.cm/national/index.php/fr/carte-communale/region-du-sud/111-association/carte-administrative/centre/lekie/498-monatele>.



ANNEXES

ANNEXES

Annexe 1 : Différentes matières actives utilisées dans les exploitations de la zone d'étude (Source : notre travail)

| Catégories | Matière active | Famille |
|---------------------|---|---|
| Fongicides | Metalaxyl 120 g/Kg + Oxyde de Cuivre 600 g/Kg | Amide + Produits Minéraux |
| | Chlorothalonil 720 g/L | Chloronitriles |
| | Chlorothalonil 550 g/L+ Carbendazime 100 g/L | Chloronitriles |
| | Metalaxyl 8 % + Oxyde de cuivre 64 % | Amide + Produits Minéraux |
| | Mancozebe 80 g/L + Oxyde de Cuivre 640 g/L | Thiocarbamates |
| | Mancozebe 640 g/Kg + Metalaxyl 80 g/Kg | Thiocarbamates |
| | Metalaxyl 120 g/kg + Oxyde de cuivre 600 g/Kg | Amide + Produits Minéraux |
| | Oxyde de Cuivre 600 g/Kg + Metalaxyl 120 | |
| | Mancozebe 800 g/Kg | Thiocarbamates |
| | Manebe 80 % | Thiocarbamates |
| | Oxyde de Cuivre 86 % | Produits Minéraux |
| | Metalaxyl 120 g/kg + Oxyde de cuivre 600 g/Kg | Amide + Produits Minéraux |
| | Metalaxyl 120 g/Kg + oxyde de Cuivre 600 g/Kg | Amide + Produits Minéraux |
| | 35% Hydroxyde de Cuivre | |
| Insecticides | Cypermethrine 100 g/L | Pyrethrine |
| | Cypermethrine 100 g/L | Pyrethrine |
| | Cypermethrine 12g/L | Pyrethrine |
| | Cypermethrine 100 g/L | Pyrethrine |
| | Imidaclopride 20 g/L + Lambda-Cyhalothrine 20 g/L | Neonicotinoïde + Pyrethrine de synthèse |
| | Carbofuran | Carbamates |
| | Oxymyl 100 g/Kg | Carbamates |
| | lambda Cyhalothrine 15 g/L + Acetamipride 20 g/L | Nicotinoïde et Pyrethrine de synthèse |
| | Imidaclopride 30 g/L + Lambda-Cyhalothrine 60 g/L | Picotinoïde et Pyrethrine de synthèse |
| | Imidaclopride 20 g/Kg + Lambda-Cyhalothrine 20 g/Kg | Nicotinoïde et Pyrethrine de synthèse |
| | Imidaclopride 30 g/L | Neonicotinoïde |
| | Cypermethrine 20 g/L + Chlorpyrifos - Ethyl 200 g/L | Nicotinoïde et Pyrethrine de synthèse |
| | Profenofos | Organophosphore |
| | Chlorpyrifos - Ethyl 600 g/L | |
| | Indoxacarbe 30 g/L + Acetamipride 16g/L | Oxadiazine + Neonicotinoïde |

Annexe 2: Grille simplifiée d'évaluation de la qualité des eaux de surface et eaux d'irrigation

(a) : MDDEFP, (2013);

(b) : MAMOUNI SAMIA, (2010);

(c) : CEM, Compétitivité Economique du Maroc. Ebauche de révision des normes de qualité des eaux usées traitées destinées à l'irrigation des Cultures et à l'arrosage des Espaces verts, (2013) ;

(d) : FAO, (2013).

| Paramètres | Eaux de surface | | Eaux d'irrigation | |
|------------------------------------|------------------------|------------------------------|-------------------|---------|
| | Canada (Québec) (a) | Maroc 'Bonne qualité' (b) | Maroc (c) | FAO (d) |
| Température (°C) | / | 20 – 25 | 35 | 35 |
| pH (UC) | 6,5 – 8,5 | 6,5 – 8,5 | 6,5 – 8,4 | 6,5-8 |
| Conductivité Electrique (µS/cm) | / | 750 - 1300 | 1200 | 700 |
| Solides Totaux Dissous (mg/L) | / | / | 7680 | 450 |
| DBO ₅ (mg/L) | / | 3 - 5 | 30 | / |
| Gaz Carbonique dissous (mg/L) | / | / | / | / |
| Fer (mg/L) | 0,3 | 0,5 - 1 | 5 | 5 |
| Plomb (mg/L) | 0,01 | < 10 | 5 | 5 |
| Manganèse (mg/L) | 0,05 | 0,1 – 0,5 | 0,2 | 0,2 |
| Cuivre (mg/L) | 1,0 – 1,3 | 0,02 – 0,05 | 0,2 | 0,2 |
| Zinc (mg/L) | 5 | 0,5 - 1 | 2 | 2 |

Annexe 3 : QUESTIONNAIRE D'ENQUETE

Bonjour Madame, Monsieur,

Je suis étudiante en Gestion du Risque Phytosanitaire et dans le cadre de mon stage de clôture de formation, je dois mener une enquête dans le but de déterminer les pratiques culturales, les usages et des difficultés rencontrées par les agriculteurs, ceci dans le souci d'une meilleure gestion de ce secteur d'activité et une meilleure protection de l'environnement.

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Localité et exploitant: | Sex : |
| Type de Culture : | Age : |

1- Depuis combien de temps avez vous mis sur pieds cette plantation ?

- Plus de 5 ans Moins de 5 ans

- Autres

.....
.....

2- Avez-vous une idée du type de votre sol de votre exploitation ?

.....
.....

3- Utilisez-vous des fertilisants ? OUI NON Si oui les quels par exemple ?

.....

.....

4- Connaissez-vous des types de fertilisants ci-après :

- Compost - Engrais Chimiques
- Fumier - déchets ménagers
- Autres

.....
.....

5- Utilisez-vous des désherbants ? OUI NON

**Que faites vous quand vous constatez que votre exploitation est couverte d'herbes ?
Pratiquez-vous les types de désherbages suivants ?**

- Désherbage manuel - Désherbage chimique
- Autres.....

.....

6- Quelles techniques de protection des cultures utilisez-vous ?

- Protection chimique - Protection biologique

Autres

.....
.....

7- Comment identifiez-vous les ravageurs de vos cultures ?

- Comparaison avec ceux des autres plantations
- Répétition - Connaissance spécifique

- Autres.....
.....

8- Quels sont les principaux problèmes que vous rencontrez le plus dans vos plantations ?

- Insectes - Champignons
- Mauvaises Herbes - Nématodes

- **Autres**
.....
.....

9- Pouvez-vous nous donner quelques noms des produits que vous avez utilisés ces deux dernières années ?

- A.....
.....
- B.....
.....
- C.....
.....
- D.....
.....
- E.....
.....

10- Quels produits utilisez-vous le plus pour vos traitements ?

- A.....
.....
- B.....
.....
- C.....
.....
- D.....
.....
- E.....
.....

11- Comment identifiez-vous le produit qu'il vous faut ?

- Avis d'un expert - Conseils des fournisseurs
- Conseils des autres agriculteurs - Reconnaissance

- **Autres**

.....
.....

12- Quels types de traitements effectuez-vous?

- Avant Pépinière Avant Champs
- Pendant Pépinière Pendant Champs

13- A quel moment du jour effectuez-vous les traitements ?

- Apres midi - Tout moment de la journée
- Le Matin - la nuit - A midi

14- Combien de traitement réalisez- vous en moyenne par an ?

.....
.....

15- Suivez-vous un calendrier pour les traitements ?

Oui Non

16- Ou vous procurez vous les produits ?

.....
.....

17- Comment préparez vous vos produits pour les traitements ?

- Dosage aléatoire Oui Non
- Respect des doses prescrites sur les produits Oui Non

- **Si respect, comment mesurer vous les doses ?**

.....
.....

18- Comment épandez-vous le produit sur les cultures ?

- Pulvérisateurs industriels - Rameaux
- Pulvérisateurs de fabrication locale - Arrosoir

- **Autres**

.....
.....

19- Les appareils vous appartiennent-ils ? (Pour ceux qui en utilisent) Oui Non

20- A la fin du traitement, que faites vous du reste du produit ? préparer et encore en sachet ?

.....
.....
.....

21- Connaissez-vous les problèmes que les pesticides causent ? Oui Non
Si oui les quels par exemple ?

.....
.....
.....
.....

22- Quelles mesures de sécurité appliquez-vous lors des traitements?

- Pas de protection particulière Oui Non

- Pourquoi ?.....
.....

- Protection Oui Non

- Si oui – protège nez – bottes – gans – lunettes – combinaison – blouse – casque

- Autres
.....
.....

23- Que faites vous après un traitement ?

- Lave les mains - Lave le corps entier
- Ne lave rien

24- Que faites vous des emballages vides des produits après usage ?

- Bruler - Réutiliser
- Enfouillis - Jeter - Vendre

25- Avez-vous subi ou reçu des formations dans le domaine des pesticides ou des pratiques culturales ?

- Formés - non formés

26- Après usage de ces produits êtes vous satisfait ?

.....
.....

Merci pour votre contribution a cette enquête

Annexe 4 : Eléments associés aux différentes matières actives recensées

1. Fongicides

| N° | Matière Active | Famille chimique | Métaux associés |
|----|----------------------|-------------------------------|---------------------------|
| 1 | Oxyde de Cuivre | Produits minéraux | Cuivre; Soufre |
| 2 | Hydroxyde de Cuivre | Produits minéraux | Cuivre; Soufre |
| 3 | Manèbe | Carbamates (dithiocarbamates) | Manganèse ; Soufre |
| 4 | Mancozèbe | Carbamates (dithiocarbamates) | Manganèse ; Zinc ; Soufre |
| 5 | Métalaxy (Méfénoxam) | Amines Amides (phénylamides) | --- |
| 6 | Chlorothalonil | Chloronitrites | --- |
| 7 | Carbendazime | Benzimidazoles | --- |

2. Insecticides

| N° | Matière Active | Famille chimique | Métaux associés |
|----|---------------------|-----------------------------------|-----------------|
| 1 | Chloryriphos-Ethyl | Organophosphorés | Soufre |
| 2 | Imidaclopride | Néonicotinoides | --- |
| 3 | Acetamipride | Néonicotinoides (Chloronicotines) | --- |
| 4 | Lambda-Cyhalothrine | Pyréthrinoides | Fer |
| 5 | Carbofuran | Carbamates | --- |
| 6 | Cypermethrine | Pyréthrinoides | --- |
| 7 | Indoxacarbe | Oxadiazines | Fer |
| 8 | Oxamyl | Carbamates | Soufre |
| 9 | Profenofos | Organophosphorés | Soufre |

Annexe 5 : Arrêté Ministériel

Arrêté N°-0699/A/MINADER/SG/CNHPCAT/SEC du 23 juillet 2013 portant interdiction d'utilisation des produits phytosanitaires contenant le **Carbofuran**. (MINADER, 2014).