FACULTE DES LETTRES,
ARTS ET SCIENCES HUMAINES (FLASH)

UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI (UAC)

FACULTE DES SCIENCES ET
TECHNIQUES (FAST)

ECOLE DOCTORALE PLURIDISCIPLINAIRE (EDP)
« ESPACE, CULTURE ET DEVELOPPEMENT »

aaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaa

THESE DE DOCTORAT

Filière : GEOGRAPHIE ET GESTION DE L'ENVIRONNEMENT

Spécialité : ENVIRONNEMENT, SANTE ET DEVELOPPEMENT

SUJET

UTILISATION DES PESTICIDES EN MILIEU RURAL AU BENIN : ETAT DE LA SITUATION ENVIRONNEMENTALE DANS LA COMMUNE DE DJIDJA





Présenté et soutenu publiquement le 11/04/2016 par :

Firmin Hounwanou AÏKPO

Pour l'obtention du grade de Docteur de l'Université d'Abomey-Calavi

Composition du jury :

Président : Brice A. SINSIN, Professeur Titulaire, UAC
Rapporteur : Christophe S. HOUSSOU, Professeur Titulaire, UAC
Rapporteur : Patrick A. EDORH, Professeur Titulaire, UAC
Examinateur : Tchégnon ABOTCHI, Professeur Titulaire, Université de Lomé
Examinateur : Kissao GNANDI, Maître de Conférences, Université de Lomé
Examinateur : Elisabeth YEHOUENOU A. PAZOU, Maître de Conférences, UAC
Mention : Très Honorable avec félicitations du jury

SOMMAIRE

SOMMAIRE ……..... 1
DEDICACE ……. 3
REMERCIEMENTS ……... 4
LISTE DES SIGLES, ACCRONYMES ET ABREVIATIONS ……. 6
RESUME / ABSTRACT ……. 9
PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES…….. 10
INTRODUCTION …… 11
CHAPITRE 1 : PROBLEMATIQUE, OBJECTIFS ET HYPOTHESES…… 14
1-1- PROBLEMATIQUE ET JUSTIFICATION DU SUJET…….. 15
1-2- OBJECTIFS ET HYPOTHESES ……... 27
CHAPITRE 2 : REVUE DE LITTERATURE …….. 38
2-1- MODE DE CONTAMINATION DE L'ENVIRONNEMENT…….. 39
2-2- CONTAMINATION DES SOLS PAR LES PESTICIDES ……... 41
2-3- CONTAMINATION DES EAUX, DES POISSONS ET DES SEDIMENTS PAR LES PESTICIDES 45
CHAPITRE 3 : CADRE GEOGRAPHIQUE DE LA RECHERCHE…….. 72
3-1- LOCALISATION DE LA COMMUNE DE *DJIDJA* ……..... 73
3-2- DETERMINANTS DU MILIEU PHYSIQUE ……. 75
CHAPITRE 4 : APPROCHES METHODOLOGIQUES ……..…… 100
4-1- MATERIEL……. 101
4-2- METHODES ADOPTEES …… 105
CHAPITRE 5 : RESULTATS DE LA RECHERCHE …….. 131
5-1- CARACTERISTIQUES SOCIO-DEMOGRAPHIQUES DES PRODUCTEURS ET DES DISTRIBUTEURS…… 132
5-2- PRINCIPAUX PESTICIDES RECENSES, PRINCIPALES SOURCES D'APPROVISIONNEMENT ET EVOLUTION DU TONNAGE …….. 139
CHAPITRE 6 : DISCUSSION DES RESULTATS …….. 205
6-1- CARACTERISTIQUES SOCIO-DEMOGRAPHIQUES PEU FAVORABLES A UNE UTILISATION ET GESTION SECURITAIRES DES PESTICIDES……. 206
6-2- MAUVAISE ORGANISATION ET PRATIQUE DE LA COMMERCIALISATION ET DE LA DISTRIBUTION DES PESTICIDES ……..... 207
CONCLUSION ……..... 226
REFERENCES ……..... 231
ANNEXES ……..... 260
TABLE DES MATIERES……..... 284

DEDICACE.

- *A mes parents qui m'ont donné la vie,*
- *A mes frères et sœurs et à mon épouse,*
- *A mes proches et amis,*

Je dédie ce travail.

REMERCIEMENTS.

Ce mémoire de thèse vient finaliser quatre (4) ans de recherche. Il met un terme à cette expérience professionnelle, mais aussi personnelle qui ne peut jamais être possible sans la contribution de toutes les personnes qui de près ou de loin m'ont soutenu, encouragé et supporté d'une manière ou d'une autre.

Pour cela, je tiens à exprimer mes sincères remerciements à mes Directeurs de recherche, les Professeurs Patrick A. EDORH et Christophe S. HOUSSOU pour avoir accepté de co-diriger cette thèse et pour leur contribution scientifique précieuse à la réalisation de ce travail. Je leur assure de toute ma gratitude d'autant plus qu'ils se sont montrés disponibles de jour comme de nuit malgré leurs multiples occupations. Tout au long de cette thèse, j'ai pu beaucoup admirer vos qualités humaines et scientifiques.

Je tiens à remercier, très chaleureusement, le Professeur Benoît N'BESSA qui m'a toujours guidé et soutenu dans mes études. Votre disponibilité, votre ouverture d'esprit, votre altruisme débordant m'ont permis d'évoluer dans de bonnes conditions.

Je présente mes respectueux hommages de reconnaissance au Professeur Brice SINSIN qui a joué un rôle important pour la réalisation de cette thèse et qui m'a fait l'honneur de présider le jury. Vos qualités humaines m'ont aussi beaucoup touché.

Je remercie les Professeurs Michel BOKO et Hounkpati B. C. CAPO et aussi l'ensemble du corps professoral de l'Ecole Doctorale Pluridisciplinaire (EDP) « Espace, Culture et Développement » de l'Université d'Abomey-Calavi pour leur contribution à ma formation, mais aussi à celle de plusieurs cadres béninois et africains.

Je remercie vivement le Professeur Tchégnon ABOTCHI pour avoir accepté d'être membre du jury entant qu'examinateur et pour ses compliments apportés sur les travaux réalisés. Merci beaucoup pour vos conseils et encouragements.

J'exprime mes sincères remerciements au Professeur Kissao GNANDI pour sa contribution à la réalisation de ce document et de l'intérêt qu'il a manifesté pour mon travail en acceptant d'être membre du jury en qualité d'examinateur. Vos compétences scientifiques ne m'ont pas fait défaut.

Je tiens à remercier le Professeur Elisabeth YEHOUENOU AZEHOUN PAZOU d'avoir accepté d'être membre de ce jury entant qu'examinateur et pour l'intérêt qu'elle a exprimé à la lecture du manuscrit et aussi pour les corrections apportées. Vos gentillesses et vos compétences scientifiques et techniques ne m'ont jamais fait défaut.

Un grand merci à tous les membres du Laboratoire LaRBiTE, spécialement à Monsieur Lucien AGBANDJI et à KOUMOLOU Luc pour le grand intérêt et le soutien que vous avez toujours manifestés vis-à-vis de ce travail. Je vous réitère mes remerciements pour votre confiance.

Je tiens également à dire merci au Professeur Virgile AHYI, Directeur de l'IRGIB-AFRICA et à tout le personnel du Laboratoire IRGIB-AFRICA en faisant mention spéciale à Patrick O. OGUE pour leurs précieux conseils et soutiens.

Je souhaite remercier les membres du Laboratoire LABEE, notamment le Docteur Norbert AGOINON et le Docteur Abdoulaye DJAFAROU pour leur soutien et leur sympathie.

J'exprime aussi ma gratitude à GBEHI Charles pour toute la disponibilité, le soutien et les marques de sympathie dont il a fait montre à mon égard.

Je ne manquerai pas de remercier les autorités politico-administratives de la Commune de Djidja dont la disponibilité et la contribution surtout à la résolution de mes problèmes techniques sur le terrain ne m'ont pas fait défaut.

Je tiens à remercier les producteurs, vendeurs et distributeurs de pesticides, les agents du CARDER Zou/Collines, notamment le phytotechnicien PIO Naser Fernand pour sa contribution à l'évaluation de l'efficacité des extraits aqueux des feuilles de neem et les agents de santé en poste dans la Commune qui m'ont accueilli avec courtoisie en répondant sans se lasser à toutes mes questions.

Mes remerciements vont également à mes amis AGBANOU Bertrand, AGBANGLASSI Dorothée, ABLOU Alain, GBAGUIDI Casimir, GLEGLO Hyacinthe et ZODEHOUGAN J. Yves en souvenir des bons moments passés ensemble. Partager ces instants de ma vie avec vous m'a énormément enrichit. Merci pour tout.

Je tiens aussi à remercier AMAKPE T. Paul Gide, ALLADAYE Janvier, AKOHA Alexis, AHODONOU Venance Paterne, ADJINA Alexandre, MIBLODO Gaston, HADJO Maxime, GNIMASSOU Fidèle et AKPAHA Martin.

Je ne saurais oublier mes collègues thésards et anciens thésards ALAVO Saturnin, AHOUANSE Dimitri, Faustin ASSONGBA et tous les autres avec qui j'ai fait une partie du chemin.

Mes remerciements vont à ma famille et à tous mes proches qui m'ont toujours aidé et soutenu dans mes choix, notamment mes parents pour m'avoir offert la possibilité d'arriver jusqu'à ce niveau, et pour m'avoir toujours entouré de leur amour.

Enfin, je fais mention spéciale à mon épouse pour sa patience et son soutien affectueux et indéfectible.

Je pense aussi à mes enfants.

LISTE DES SIGLES, ACRONYMES ET ABREVIATIONS.

ACTA	:	Association de Coordination Technique Agricole.
ADN	:	Acide DésoxyriboNucléique.
ARLA	:	Agence de Réglementation de la Lutte Antiparasitaire.
ASECNA	:	Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar.
CARDER	:	Centre d'Action Régionale pour le Développement Rural.
CDD	:	Comité de Développement Durable de l'Université du Bénin.
CENATEL	:	Centre National de Télédétection et de Surveillance du Couvert Végétal.
CIFRED	:	Centre Interfacultaire de Formation et de Recherche en Environnement pour le Développement durable.
CIPEL	:	Commission Internationale pour la Protection des Eaux du Léman.
CL	:	Concentration Létale.
CNAC	:	Comité National d'Agrément et de Contrôle des produits Phytopharmaceutiques.
CRAAQ	:	Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec.
CSPR	:	Centrale de Sécurisation des Paiements et de Recouvrement.
CVPC	:	Coopérative Villageoise des Producteurs de Coton.
DDE	:	Dichloro Diphényl dichloro Ethylène.
DDT	:	Dichloro Diphényl Trichloro éthane.
DJA	:	Dose Journalière Amissible.
DL	:	Dose Létale.
DT	:	Démi- Vie.
DPV	:	Direction de la Protection des Végétaux.
EC	:	Concentré Emulsionnable.
EPAC	:	Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi.
FAO	:	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.

FLASH	:	Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines.
FNUAP	:	Fonds des Nations Unies pour la Population.
FSA	:	Faculté des Sciences Agronomiques.
FSS	:	Faculté des Sciencses de la Santé.
GPS	:	Global Positioning System.
GTZ	:	Deutsche Gesellschaft für Tecnische Zusammenarbeit.
HAP	:	Hydrocarbure Aromatique Polycyclique.
HCH	:	Hexa Chlorocyclo Hexane.
IGN	:	Institut Géographique National.
IITA	:	Institut International d'Agriculture Tropicale.
INRAB	:	Institut National des Recherches Agricoles du Bénin.
INSAE	:	Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique.
IRGIB-AFRICA	:	Institut Régional du Génie Industriel des Biotechnologies et Sciences Appliquées.
LLE	:	Extraction Liquide-Liquide.
LMR	:	Limite Maximale de Résidu.
MAEP	:	Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche.
MDR	:	Ministère du Développement Rural.
MEPN	:	Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature.
MSP	:	Ministère de la Santé Publique.
OBEPAB	:	Organisation Béninoise pour la Promotion de l'Agriculture Biologique.
OCDE	:	Organisation pour la Coopération et le Développement Economique.
OMS	:	Organisation Mondiale de la Santé.
ONG	:	Organisation Non Gouvernementale.
ORSTOM	:	Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer.
PADeCOM	:	Projet d'Appui au Développement Communal.
PAE	:	Plan d'Action Environnementale.
PAN	:	Pesticide Action Network.
PCB	:	PolyChloroBiphényl.
PCDDF	:	PolyChloroDibenzo-Dioxine et Furanes.
PEDUNE	:	Protection Ecologiquement Durable du Niébé.

PIB	:	Produit Intérieur Brut.
PNUE	:	Programme des Nations Unies pour l'Environnement.
POC	:	Pesticide Organochloré.
POP	:	Polluant Organique Persistant.
PRSA	:	Programme de Restructuration des Services Agricoles.
RGPH	:	Recensement Général de la Population et de l'Habitation.
SAMAC	:	Société d'Afrique pour le Management, l'Affrètement et le Commerce.
SC	:	Suspension Concentrée.
SDI	:	Société de Distribution Intercontinentale.
SDS	:	Schéma de Développement Sectoriel.
SL	:	Concentrés Solubles.
SOGICOM	:	Société Générale pour l'Industrie et le Commerce.
SONAPRA	:	Société Nationale pour la Promotion Agricole.
SPE	:	Extraction sur Phase Solide.
UAC	:	Université d'Abomey-Calavi.
UCPC	:	Union Communale des Producteurs de Coton.
UE	:	Union Européenne.
UICN	:	Union Internationale pour la Conservation de la Nature.
UNESCO	:	Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture.
WSSA	:	Weed Science Society of America.
WWF	:	Word Wide Fund.

RESUME

L'utilisation des pesticides dans la Commune de Djidja offre bien un type de pollution et une remarquable illustration des catastrophes écologiques auxquelles peut conduire l'usage irréfléchi d'une nouvelle technique. L'objectif de la recherche est d'évaluer le niveau de contamination de certains compartiments environnementaux par les pesticides dans cette Commune. Des échantillons de sols et de tubercules de manioc sont prélevés dans neuf champs de coton et des échantillons d'eaux et de poissons sont prélevés en neuf points le long du fleuve Couffo. L'analyse des échantillons de sols, de tubercules de manioc, d'eaux de surface et de poissons est faite par chromatographie en phase gazeuse après extraction et purification. Les résultats montrent une contamination des sols par le glyphosate variant entre 0,271 et 0,317 µg/kg, par le profénofos qui varie entre 0,109 et 0,130 µg/kg, par l'acétamipride variant entre 0,088 et 0,153 µg/kg et par la cyperméthrine qui varie entre 0,165 et 0,190 µg/kg. . Les concentrations moyennes mesurées dans les tubercules de manioc varient entre 0,134 et 0,157 µg/kg pour le glyphosate, entre 0,115 et 0,128 µg/kg pour le profénofos, entre 0,095 et 0,151 µg/kg pour l'acétamipride et entre 0,133 et 0,153 µg/kg pour la cyperméthrine. Les concentrations moyennes dans les eaux varient entre 0,195 et 0,221 µg/L pour le glyphosate, entre 0,093 et 0,105 µg/L pour le profénofos, entre 0,043 et 0,082 µg/L pour l'acétamipride et entre 0,096 et 0,133 µg/L pour la cyperméthrine. Dans les poissons, les concentrations moyennes décelées varient entre 0,123 et 0,191 µg/kg pour le glyphosate, entre 0,095 et 0,128 µg/kg pour le profénofos, entre 0,112 et 0,125 µg/kg pour l'acétamipride et entre 0,127 et 0,139 µg/kg pour la cyperméthrine. Dans la perspective d'une exploitation durable des ressources naturelles de la Commune, un programme de surveillance régulière doit être établi afin de limiter au mieux la contamination de l'environnement par les pesticides.

Mots clés : Djidja-pesticides-pollution-risque-environnement-santé.

ABSTRACT

Pesticides use in Djidja District offers pollution and remarkable illustration of ecological disasters that can lead to new technique reckless use. The purpose of the research is to evaluate the levels of some environmental compartments contamination by pesticides. Soils and cassava tubers samples are collected in nine cotton fields and some waters and fish samples are collected at nine points along Couffo River. Analysis of soils, tubers of cassava, surface waters and fish samples is made by gas chromatography after extraction and purification. Results show soils contamination by glyphosate ranging between 0.271 and 0. 317 µg/kg, by profenofos which varied between 0.109 and 0.130 µg/kg, by acetamiprid ranging between 0.088 and 0.153 µg/kg and by cypermethrin which varied between 0.165 and 0.190 µg/kg. The medium-sized concentrations measured in cassava tubers varied between 0.134 and 0.157 µg/kg for glyphosate, between 0.115 and 0.128 µg/kg for profenofos, between 0.095 and 0.151 µg/kg for acetamiprid and between 0.133 and 0.153 µg/kg for cypermethrin. The average concentrations in waters varied between 0.195 and 0.221 µg/L for glyphosate, between 0.093 and 0.105 µg/L for profenofos, between 0.043 and 0.082 µg/L for acetamiprid and between 0.096 and 0.133 µg/L for cypermethrin. In fish, the detected concentrations in average ranged between 0.123 and 0.191 µg/kg for glyphosate, between 0.095 and 0.128 µg/kg for profenofos, between 0.112 and 0.125 µg/kg for acetamiprid and between 0.127 and 0.139 µg/kg for cypermethrin. From the perspective of a sustainable exploitation of the natural resources of the area, a regular monitoring program must be established in order to limit environment contamination by pesticides.

Key words: Djidja-pesticide-pollution-environment-health-risk.

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

Les travaux de recherche de cette thèse ont fait l'objet de publications d'articles dans des revues scientifiques à comité de lecture.

Articles publiés :

AÏKPO H. Firmin, CHABI B. Christophe, Virgile AHYI, KOUMOLOU Luc, Christophe S. HOUSSOU et Patrick A. EDORH « **Evaluation de la contamination des eaux du fleuve Couffo dans la commune de Djidja (Bénin) par les pesticides**. » *Int. J. Biol. Chem. Sci., June 2015, Volume 9, Number 3 : 1725-1732*

Firmin AÏKPO H., Lucien AGBANDJI, B. Christophe CHABI , Luc KOUMOLOU , Christophe HOUSSOU S [3], A. Patrick EDORH [1]. « **Evaluation de la contamination des tubercules de manioc (*Manihot esculenta Crantz*) par les pesticides dans la zone cotonnière de Djidja (Bénin). »** *International Journal of Innovation and Applied Studies. ISSN 2028-9324, Vol. 14, No. 3, Feb. 2016, pp. 744-749*

Articles en cours :

H. Firmin AÏKPO[1,2], Yvette DEGUENON[1], B. Christophe CHABI [3], Luc KOUMOLOU[1], S. Christophe HOUSSOU [2], A. Patrick EDORH [1]. **Level of contamination of fish (*Tilapia guineensis*) in the Couffo River in Djidja (Benin) by the pesticides.**

Firmin AÏKPO H [1- 3], Lucien AGBANDJI [1], B. Christophe CHABI [2], Luc KOUMOLOU [1], Christophe HOUSSOU S [3], A. Patrick EDORH [1]. « **Assessment of contamination of soil by pesticides in the Djidja' cotton area in Benin »**

INTRODUCTION

Dans le secteur agricole, on fait un usage important de pesticides. Ces substances chimiques exercent une activité de contrôle contre les organismes considérés nuisibles par l'homme pour ses activités. Naturels ou de synthèse, les pesticides sont majoritairement destinés à la protection des cultures et ont permis le développement d'un modèle d'agriculture réputé « moderne ». L'agriculture conventionnelle basée sur un mode de production intensive repose entièrement sur l'utilisation de ces produits chimiques (WWF, 2012). Ce modèle cultural est devenu dominant à travers le monde au cours de la seconde moitié du XX^{è} siècle et s'établit, de plus en plus dans de nombreux pays émergents (Ramade, 2005). L'utilisation importante des produits phytosanitaires en agriculture a engendré la contamination de l'environnement. A la suite de leur application, ces molécules sont susceptibles de quitter leur site d'application et sont alors considérées comme des micropolluants organiques à l'origine de la pollution de tous les compartiments environnementaux (Schrack et *al*., 2009). Du fait de leur écotoxicité (Cuppen et *al*., 2000 ; Van den Brik et *al*., 2000), de leur potentialité de bioaccumulation (Hanson et *al*., 2002 ; Yamaguchi et *al*., 2003) et de leurs actions endocriniennes (Wendt-Rasch et *al*., 2004 ; Capkin et *al*., 2006), ces molécules présentent un risque pour l'environnement en général. Une telle diffusion dans l'environnement peut faire que des organismes vivants, y compris l'homme, soient exposés à ces substances, ce qui est bien loin de l'objectif visé, celui d'intensifier la production agricole. Les pesticides, en raison de leur toxicité avérée et de leur dispersion répétée à travers le monde, représentent un des facteurs responsables du déclin de la biodiversité au même titre que la fragmentation et la dégradation des milieux naturels, la surexploitation des ressources naturelles à des fins agricoles ou d'urbanisation, l'introduction et la propagation d'espèces invasives, le changement climatique et de nombreuses autres menaces (UICN, 2012). Les

insecticides, les herbicides et les fongicides sont appliqués en grandes quantités dans beaucoup de pays développés et en développement et entraînent la pollution de l'eau douce par des carcinogènes et autres poisons affectant les êtres humains ainsi que différentes espèces de faune et de flore (FAO, 2002).

L'utilisation des pesticides prohibés continue de s'observer dans la plupart des pays en développement à cause de la non application des réglementations nationales et à leurs prix relativement bas comparés à ceux d'autres produits chimiques moins persistants. Au Bénin, la protection des cultures contre les ravageurs au moyen de produits phytosanitaires est très courante. Dans la Commune de Djidja, le coton, le maïs, le niébé et les produits maraîchers ont un rôle important dans l'utilisation des pesticides, car ce sont des plantes d'importance économique produites sur de grandes superficies. Les pesticides utilisés dans la production du coton conventionnel sont très toxiques et dangereux pour l'homme, le bétail et l'environnement en général (Houndékon et *al*., 2006).

La présente recherche s'intéresse à l'"**Utilisation des pesticides en milieu rural au Bénin : Etat de la situation environnementale dans la Commune de Djidja**".

Elle s'articule autour de six chapitres. Le premier chapitre aborde la problématique, la justification, les objectifs et les hypothèses de la recherche, le deuxième chapitre est consacré à la revue de littérature et le troisième chapitre décrit le cadre géographique de la recherche. Le quatrième chapitre présente les approches méthodologiques utilisées, le cinquième chapitre traite des résultats de la recherche et le sixième chapitre qui concerne la discussion, synthétise l'ensemble des résultats obtenus lors de la recherche.

CHAPITRE 1:

PROBLEMATIQUE, OBJECTIFS ET HYPOTHESES

Dans ce premier chapitre, après la problématique et la justification du sujet, sont exposés tour à tour les objectifs de la recherche, les hypothèses testées et la clarification conceptuelle.

1-1- PROBLEMATIQUE ET JUSTIFICATION DU SUJET

Dans cette partie, il est présenté respectivement la problématique et la justification du sujet.

1-1-1- Problématique

La population humaine est en constante progression. La terre pourrait compter 10,6 milliards d'habitants en 2050 et plus de 15 milliards en 2100 (FNUAP, 2011). Cette croissance explosive pose un problème majeur à l'humanité : comment nourrir tout le monde sans détruire la planète, alors que déjà 925 millions de personnes sont victimes de la faim (Vielajus, 2011) ?

Pour satisfaire les besoins alimentaires de l'humanité en 2050, il faut augmenter de 70% la production agricole mondiale, selon la projection de la FAO (2009). Selon la même source, la production céréalière doit passer de 2,1 à 3 milliards de tonnes, tandis que celle de viande doit plus que doubler, passant de 200 à 470 millions de tonnes. L'agriculture moderne doit produire des quantités croissantes d'aliments alors que les phénomènes climatiques extrêmes comme les tempêtes et ouragans sont de plus en plus fréquents ; les températures augmentent et les précipitations sont de plus en plus irrégulières. Certaines régions connaissent une sécheresse qui rend la terre difficilement cultivable et la progression des déserts qui s'observe de façon irréversible. D'autres régions connaissent des périodes de pluies de plus en plus intenses causant des inondations, et détruisant les cultures.

Toutefois, la production agricole mondiale ne cesse de croître à un rythme voisin de celui de la population mondiale. En outre, il existe de nombreuses marges de manœuvre pour poursuivre son accroissement. Il semble possible de nourrir jusqu'à 11 milliards d'humains d'ici 2050 (Estival, 2003). L'agriculture moderne parvient à assurer une production alimentaire mondiale suffisante par une intensification des cultures. On demande aux agrosystèmes de produire toujours plus et toujours mieux pour satisfaire la demande mondiale. L'intensification incessante de l'agriculture se fait par l'usage de quantités accrues de substances artificielles (engrais chimiques, pesticides, etc.). Certes, les pesticides ont constitué un énorme progrès dans la maîtrise des ressources alimentaires, mais le revers de la médaille est apparu très rapidement. Des phénomènes de résistance chez les insectes, puis l'apparition de troubles de la reproduction chez les oiseaux ont montré de façon spectaculaire les limites et les dangers pour l'environnement de leur utilisation sans discernement. Carson (1962) a dénoncé avec force les dégâts provoqués par les insecticides organochlorés et a fait prendre conscience à la communauté scientifique ainsi qu'à l'opinion publique des dangers des pesticides. A travers de multiples témoignages et en s'appuyant sur les recherches scientifiques de l'époque, elle a traité de nombreux aspects des pollutions par les pesticides, comme les effets de ces substances au sein même des organismes à différents niveaux (génétique, cellulaire, physiologique), les déséquilibres écologiques, la contamination des eaux superficielles et souterraines, les installations de traitements des eaux inadaptées, la persistance et le transfert des pesticides organochlorés, la résistance aux pesticides ou encore les possibles effets des mélanges des substances, mais aussi l'utilisation de produits naturels pour les contrôles biologiques et la sécurité humaine. L'homme empoisonnant progressivement la planète est ainsi devenu un concept inattendu et

provocateur. La prise de conscience des dangers des pesticides à toutes les échelles, qu'elle a éveillée, a catapulté ce qui est connu des environnementalistes en direction des politiciens, des industriels, des scientifiques et des secteurs publics de la société. Plus de cinquante (50) ans après, le dilemme existe toujours entre la nécessité de construire un système de développement durable pour l'humanité dans un environnement de moins en moins contaminé tout en assurant une lutte efficace contre les ravageurs des cultures et les vecteurs de maladies.

La lutte contre les ravageurs coûte des milliards de dollars US chaque année en production agricole perdue et au moins 10% des récoltes mondiales sont détruits, principalement par des rongeurs et des insectes pendant l'entreposage (FAO, 1996). Disposant de moyens d'intervention directe sur les principaux bio-agresseurs de ses cultures, l'agriculteur dissocie souvent dans son choix d'itinéraire technique ou du système de culture, les éléments qui contribuent à la recherche du potentiel le plus élevé et ceux qui préservent ce potentiel. Cette logique conduit à privilégier les pratiques en fonction d'un objectif de production, même si elles augmentent le risque phytosanitaire, puis à «traiter les symptômes» lorsqu'ils se manifestent (Aubertot et *al*., 2005). Mais, un emploi excessif de ces produits peut contaminer aussi bien les denrées alimentaires que l'environnement et dans certains cas nuire à la santé des agriculteurs. Même si l'intensification de l'agriculture a permis d'accroître les productions vivrières, elle a aussi contribué à la pollution des sols, notamment suite à l'usage intensif de produits phytosanitaires (engrais et pesticides) pour lutter contre les mauvaises herbes et les parasites. Ces produits contiennent des éléments qui ne sont pas tous dégradables (Mtaterre, 2013). Ils peuvent donc rester dans le sol ou être entraînés par la pluie vers les nappes phréatiques ou les rivières ou être transférés vers les plantes, les animaux et l'homme. La présence de

pesticides dans le sol influence directement la microfaune du sol et peut affecter le cycle des éléments et les processus de décomposition de la matière organique. Les méfaits au niveau de l'entomofaune du sol sont aussi préoccupants. Il apparaît que les pesticides peuvent compromettre le processus de décomposition organique et le cycle des éléments minéraux (Adigoun, 2002). La contamination du sol agit directement sur l'homme d'une part par la baisse de rendements et de revenus, d'autre part par l'accumulation de résidus dans les plantes, les fruits, la chaîne alimentaire et enfin par la contamination des eaux souterraines (Forget et Goodman, 1991).

Les pesticides éliminent les ravageurs, mais aussi leurs ennemis naturels. Ces produits chimiques sont un facteur majeur d'incidence sur la diversité biologique de même que la perte d'habitat et le changement climatique. Ils peuvent avoir des effets toxiques sur le court terme sur les organismes qui y sont directement exposés, ou des effets sur le long terme, en provoquant des changements dans l'habitat et la chaîne alimentaire (Isenring, 2010). La Convention de Stockholm vise l'élimination ou la restriction de neuf (09) Polluants Organiques Persistants (POP), dont plusieurs sont des pesticides organochlorés qui ne sont plus en usage : aldrine, chlordane, DDT, dieldrine, endrine, heptachlore, hexachlorobenzène, mirex, toxaphène (PNUE, 2003). Mais, si l'on peut se féliciter de l'interdiction d'utilisation dans bon nombre de pays de ces pesticides les plus dangereux, il n'en demeure pas moins que régulièrement d'autres pesticides tels que l'alpha-hexachlorocyclohexane, le chlordécone, le béta-hexachlorocyclohexane, le lindane, le penta-chlorobenzène (le 09 mai 2009) et l'endosulfan (le 29 mai 2011) sont rajoutés à cette liste semeuse de mort tristement célèbre (WWF, 2012). Les pesticides utilisés aujourd'hui sont moins bioaccumulables que ces anciens pesticides. Mais,

certains ingrédients comme l'atrazine, la cyanazine et le métolachlore peuvent présenter une légère propension à s'accumuler dans la chair des organismes aquatiques (Giroux et *al*., 2006).

Chaque année, 800 à 1000 nouveaux produits phytosanitaires sont commercialisés, augmentant ainsi la diversité des molécules utilisées et imposant de renforcer leur recherche dans les analyses des eaux et d'étudier leurs effets toxicologiques (Règle, 2001). La présence épisodique de contaminants dans l'eau, dont les pesticides, au cours des derniers stades de maturation et de libération des gamètes pourrait contribuer aux difficultés de reproduction du chevalier cuivré (Gendron et Branchaud, 1997). L'atrazine peut engendrer des dommages aux reins chez les poissons comme la truite arc-en-ciel (*Oncorchynchus mykiss*) à des concentrations de 5 mg/L (Graymore et *al*., 2001). Les contaminants chimiques en provenance de l'agriculture ont été proposés comme une des causes possibles du déclin de la population d'amphibiens (Davidson et *al*., 2002). Une autre recherche a mis en évidence le fait que la photosynthèse de cyanobactéries d'eau douce est inhibée par les herbicides à base de glyphosate, tandis que de petits animaux aquatiques appelés rotifères, subissent une baisse de leur espérance de vie et de leur taux de reproduction (Vera et *al*., 2012). La recherche sur l'anguille européenne a conclu que des concentrations de *Roundup* notables au regard de l'environnement peuvent poser des risques sanitaires pour les populations de poissons (Guilherme et *al*., 2010) et a révélé que l'herbicide peut endommager l'ADN des poissons exposés. Quel que soit le lieu d'application des pesticides, seule une partie de la quantité épandue (50%) atteint réellement la cible visée (Feigenburgel, 2005) qui peut être une herbe indésirable, un insecte ravageur, etc. ; le reste du produit étant diffusé dans les différents compartiments environnementaux tels que l'air, l'eau et le sol (Houze, 2003). L'expansion globale de l'agriculture menace le maintien de

la biodiversité à une échelle sans précédent qui rivalise avec le changement climatique (Tilman, 2001).

En Afrique, parmi les efforts consentis dans le but de l'autosuffisance alimentaire qui demeure une priorité nationale dans certains pays, un accent particulier est mis sur la recherche de techniques de lutte efficaces contre les ennemis des cultures et autres parasites du cheptel qui sont des contraintes majeures au développement agricole. L'augmentation de la production alimentaire est un objectif affiché de la politique des gouvernements de ces pays qui utilisent la lutte phytosanitaire pour réduire voire annuler les pertes avant et après récoltes dues aux ravageurs et aux mauvaises herbes (Banque Mondiale, 2012).

Malgré l'utilisation des produits chimiques, les pertes occasionnées par divers ravageurs et maladies constituent près de 50% de cultures en Afrique (PAN, 2013). L'abus de pesticides dans certaines pratiques agricoles africaines non contrôlées et dans les autres usages non « conventionnels » comme la pêche, est préjudiciable à la qualité de l'eau, aux organismes aquatiques et leur consommateur, et les pathologies qui en découlent sont nombreuses et dramatiques (Roche et Tidou, 2009). Si dans certains pays dits développés, on note une prise de conscience salutaire, mais très ou trop lente, les pays en voie de développement payent un lourd tribut à cette utilisation massive des pesticides. Au niveau mondial, le marché des pesticides est en nette progression, plus de 15% en valeur. L'Europe est la première région utilisatrice de pesticides (27,7% du chiffre d'affaires), devant l'Asie (26,4%), l'Amérique du Nord (19%) et l'Afrique (4%), d'après la FAO (2010a). Les herbicides représentent le grand segment du marché, alors que la part des insecticides a diminué et que celle des fongicides a progressé au cours des dix (10) dernières années (Rana, 2010). Même si l'Afrique utilise un volume moins important de pesticides

qu'ailleurs dans le monde, les faibles quantités utilisées présentent des risques très élevés pour l'environnement et la santé (PAN, 2013). Les pesticides chimiques de synthèses, de par leur nature, sont des produits très dangereux pour l'environnement et la santé et causent plusieurs problèmes dans les pays en développement et plus particulièrement en Afrique (FAO/OMS, 2001).

Au Bénin, le secteur agricole occupe 70% de la population active, contribue pour 39% à la constitution du PIB, procure 90% des recettes d'exportation du pays et participe à hauteur de 15% aux recettes de l'Etat (MAEP, 2010). De ce fait, il occupe une place prépondérante dans l'économie béninoise. La principale culture de rente est le coton dont le niveau de production actuel est largement insuffisant pour satisfaire un marché national et international très demandeur. Les principales productions vivrières (maïs, manioc, igname, niébé, riz, etc.) permettent de couvrir globalement les besoins alimentaires, mais restent encore largement en deçà des potentialités offertes par les conditions écologiques du pays (MAEP, 2008). Bien que n'étant pas structurelle au Bénin, la question de la sécurité alimentaire est préoccupante du fait de l'existence de poches d'insécurité alimentaire grave au niveau de certains groupes à risques. Compte tenu de la croissance démographique et surtout celle des zones urbanisées, le maintien du taux d'auto-approvisionnement actuel exigera un énorme effort d'intensification, notamment pour les céréales et les tubercules.

Ainsi, le développement de l'agriculture béninoise, capable de satisfaire de manière durable les besoins d'une population sans cesse croissante, passe-t-il par le relèvement des défis que posent une pluviométrie aléatoire, des sols souvent pauvres dans leur état et les effets de la mondialisation. Par ailleurs, une des conditions souvent sous-estimées est la nécessité de réduire les pertes importantes de récoltes dues aux maladies et

aux insectes des plantes. Pour réduire ces pertes de récoltes, les pesticides sont dispersés volontairement dans l'espace rural pour détruire divers ravageurs des cultures. Ils sont utilisés dans l'agriculture pour apporter des approches de solutions à divers problèmes que les acteurs du secteur rencontrent. Il en découle que l'utilisation des pesticides est dictée par des soucis d'avoir une bonne productivité des facteurs de production dans l'agriculture (Gbaguidi et *al*., 2004). Pendant longtemps, la dieldrine est utilisée dans la lutte contre les sautériaux ; l'heptachlore dans le traitement des semences de céréales et de légumineuses et l'hexachlorobenzène dans le traitement d'arachides en coqs après récolte (MEPN, 2006). Mais, tous ces produits sont officiellement prohibés d'utilisation par la Convention de Stockholm en 2001. Toutefois, des stocks de ces produits existent encore. D'autre part, certains continuent de pénétrer le territoire national par voies informelles au mépris de la réglementation.

Le marché national des pesticides est peu réglementé et se limite souvent à la culture du coton. Ceci a pour conséquence de faciliter non seulement une utilisation inappropriée des produits, mais aussi la circulation de produits dangereux pour la santé humaine et l'environnement.

La Commune de Djidja n'est pas restée en marge de l'utilisation systématique de quantités non négligeables de pesticides. Au cours de la campagne agricole 2004-2005, on a estimé l'utilisation des pesticides à 82, 277 tonnes pour une valeur de 292 009 000 de francs CFA et ce, uniquement sur les cultures du coton (CSPR, 2006). Dans cette Commune, les cultures sont en proie aux attaques des animaux et végétaux nuisibles et les rendements baissent. Ces prédateurs occasionnent des dégâts allant des défoliations jusqu'à la destruction complète des cultures, engendrant ainsi d'énormes pertes aux producteurs. Pour parvenir à bout de ces prédateurs, l'accent est mis sur l'utilisation des pesticides.

Malheureusement, les données font largement défaut en ce qui concerne les pertes de récoltes causées actuellement par les bio-agresseurs des différents systèmes de cultures, et celles qu'ils peuvent causer si les méthodes actuelles de protection ne sont pas utilisées. Il s'en suit une grande difficulté à évaluer l'efficacité des pratiques actuelles de protection, et plus encore, de pratiques nouvelles. Les champs de coton et autres cultures sont parfois installés non loin des berges des cours d'eau et sont souvent traités avec les pesticides. Mais, l'utilisation des pesticides dans la Commune de Djidja offre bien un type de pollution et une remarquable illustration des catastrophes écologiques auxquelles peut conduire l'usage irréfléchi d'une nouvelle technique. Des recherches ont prouvé la contamination des composantes de l'écosystème du fait des pesticides dans cette Commune. En effet, des poissons-chat (*Clarias gariepinus)* prélevés à Dridji (Dan) et analysés ont montré la présence du PP-DDE à une teneur de 403 ng/kg et de l'endosulfan à une teneur de 75 ng/kg (Glin et *al*., 2006). Des organismes aquatiques de la rivière Kiti et des légumes, plantes couramment consommées par les populations locales de Dridji, prélevés et analysés par Pazou et *al*. (2014) ont révélé la présence des métabolites de DDT avec des niveaux de 5,14 µg/kg de poids pour les sédiments de la rivière. Les composés du DDT comme l'α-endosulfan ont atteint des niveaux de 403 ng/g de lipides chez les poissons, les crabes et les amphibiens. Les feuilles des haricots cultivés dans la plaine inondable de la rivière et consommées par les populations locales sont contaminées par dix (10) pesticides y compris les composés de DDT comme l'α-endosulfan, la dieldrine, le lindane, l'hexachlorobenzène et l'heptachlore. La somme des concentrations du DDT dans les feuilles de haricot est située entre 274 et 1351 µg/kg de poids sec, alors que ces légumes sont également contaminées par l'endosulfan (23- 210 µg/kg de poids sec), la dieldrine (< 9-32 µg/kg de

poids sec) et le lindane (< 6-90 µg/kg de poids sec) en hautes concentrations. Dans ce même village, 21% des cas de manifestations des pesticides sont des cas d'avortements ; 34% d'intoxications alimentaires et 45% sont des cas de maladies passagers (Dassou et *al*., 2004).

Face à ces principaux constats, on se doit de s'interroger sur les risques environnementaux et sanitaires liés à l'utilisation et la gestion des pesticides dans cette Commune.

- Les producteurs de la Commune de Djidja adoptent-ils les bonnes pratiques agricoles en matière d'utilisation et de gestion des pesticides ?
- Quels sont les niveaux de contamination des compartiments environnementaux et les risques sanitaires liés à l'utilisation et la gestion des pesticides dans cette Commune ?
- Les producteurs de cette Commune aspirent-ils à un changement conséquent dans les pratiques actuelles d'utilisation et de gestion des pesticides ?

Ces différentes questions sont posées sur l'utilisation et la gestion des pesticides en rapport avec l'environnement et la santé des populations dans cette Commune.

1-1-2- Justification du sujet

Le bien-être et la santé humaine sont liés à l'état de l'environnement dans lequel on vit. Ainsi, un environnement pollué peut déséquilibrer l'écosystème, contaminer les plantes et par conséquent nuire à la santé des êtres vivants.

En ce XXIe siècle, le processus de dégradation des écosystèmes semble connaître une amplification sans précédent en Afrique qui s'efforce

aujourd'hui de passer à un développement durable conçu dans l'intérêt des générations futures.

Le Bénin figure parmi les pays où la menace de la dégradation de l'environnement est alarmante. Des diverses causes de contamination de l'environnement au Bénin, les pesticides occupent une place prééminente et singulière. Les problèmes écologiques tels que la pollution des sols et des eaux des milieux aquatiques par les produits phytosanitaires et la dégradation du couvert végétal liée à la culture du coton sont ressentis.

Le département du Zou, notamment la Commune de Djidja est marquée par une pression exercée sur les ressources naturelles. Ce processus engendre une détérioration des écosystèmes.

Or, si l'on se situe dans une perspective de long terme, les problèmes de gestion environnementale en relation avec les exigences de lutte contre la pauvreté, apparaissent comme partie intégrante des enjeux majeurs qui interpellent tous et qui doivent être appréhendés de façon globale et prospective. De telles exigences nécessitent d'assurer une articulation efficiente de la variable environnementale aux autres paramètres de développement économique et social. Le Bénin en ratifiant la Convention de Rio de Janeiro en 1992 (Convention sur les changements climatiques, la diversité biologique et la lutte contre la désertification) ; la Convention de Stockholm en 2001 dont l'objectif est de protéger l'environnement et la santé humaine des Polluants Organiques Persistants (POP) ; la Convention de Rotterdam en 2004 qui vise essentiellement à protéger la santé humaine et l'environnement des effets néfastes et parfois irréversibles des pesticides dangereux ; la Convention de Bâle sur les mouvements transfrontaliers et la gestion des déchets dangereux en 1992 et le Code international de conduite pour la distribution et l'utilisation des pesticides de la FAO en 1990, a pris l'option pour l'ensemble de l'humanité en faveur de la gestion durable de

l'environnement (sol, végétation, eau, ressources génétiques terrestres et marines, etc.). Les options stratégiques de développement socio-économique, notamment les déterminants en rapport avec la gestion durable des ressources naturelles à l'échelle nationale méritent une attention particulière.

Fort de ce constat, en s'investissant avec le concours des partenaires (ONG, Associations, etc.) ces dernières décennies, le Bénin tend à la prise de conscience et à la définition des politiques et stratégies de promotion environnementale. Le Bénin a adopté à cet effet, les principaux documents devant lui permettre d'assurer une gestion efficiente de l'environnement. Ainsi, après le Plan d'Action Environnementale (PAE) qui, après un diagnostic approfondi de l'environnement a proposé une stratégie de gestion et un plan d'action à l'horizon 2015, il y a eu l'adoption de l'Agenda 21 issu du Sommet de Rio sur l'environnement et le développement. Une Charte Nationale sur la Gouvernance Environnementale au Bénin qui établit les relations de la gestion de l'environnement entre l'Etat, la société civile et les Communes, est aussi adoptée. Elle est destinée à favoriser la recherche de processus et de solutions optimales pour une gestion partagée de l'environnement.

En dépit de cette intention, il peut en résulter une dégradation du cadre de vie, tant dans les campagnes que dans les villes et rompre de façon désastreuse les équilibres écologiques. En effet, la réalisation d'objectifs immédiats apparaît comme une priorité aux dépens parfois de la préservation des biens environnementaux.

Face à cette problématique, l'importance de la présente recherche se révèle comme :

- une contribution à briser les antinomies entre activités économiques et environnement dans la Commune de Djidja *;*

- une possibilité de tirer les synergies entre l'efficacité économique, croissance économique et protection de l'environnement dans cette Commune ;
- une meilleure appréhension de la situation afin de fournir des indicateurs et paramètres de dégradation des ressources naturelles liés à l'utilisation et la gestion des pesticides que requiert la situation aux acteurs du développement de la Commune.

La présente recherche ne doit donc se réduire à un exercice académique destiné seulement à élargir les connaissances sur les facteurs de risques environnementaux et sanitaires liés à l'usage et la gestion des pesticides dans ladite Commune. Elle doit surtout aider à trouver des réponses pertinentes aux questions que se posent l'Etat béninois et les différents groupes sociaux considérés quant aux actions à entreprendre pour intensifier l'agriculture en harmonie avec la préservation de l'environnement et de la santé des populations. Dans le contexte actuel de sensibilisation à la bonne maîtrise des pollutions, cette recherche est une contribution scientifique à la diffusion des connaissances sur le sujet.

1-2- OBJECTIFS ET HYPOTHESES DE RECHERCHE

Pour mener à bien la recherche, les objectifs et les hypothèses suivants sont formulés.

1-2-1-Objectifs

L'objectif général de la recherche est d'évaluer le niveau de contamination de certains compartiments environnementaux par les pesticides dans la Commune de Djidja.

Trois objectifs spécifiques sont à atteindre au terme des travaux. Il s'agit de :

- décrire les pratiques paysannes en matière d'utilisation et de gestion des pesticides ;
- faire une analyse comparée du niveau de contamination des compartiments environnementaux par les pesticides ;
- examiner les pratiques d'usage et de gestion des pesticides adoptées dans la Commune.

1-2-2-Hypothèses

Avant de procéder à la recherche un ensemble d'hypothèses est énoncé.

L'hypothèse générale de cette recherche est la suivante : les pratiques d'utilisation des pesticides dégradent les ressources environnementales dans la Commune de Djidja.

Trois sous-hypothèses se dégagent de cette hypothèse générale :

- les producteurs de la Commune de Djidja adoptent les bonnes pratiques agricoles en matière d'usage et de gestion des pesticides ;
- les pesticides se retrouvent dans divers milieux à des teneurs qui dépassent la norme;
- les producteurs de cette Commune aspirent à un changement de comportement conséquent dans les pratiques actuelles d'usage et de gestion des pesticides.

1-3- CLARIFICATION CONCEPTUELLE

Pour mieux développer le sujet, certains concepts méritent d'être clarifiés.

1-3-1- Pesticide

Selon la FAO (1990), « *un pesticide est une substance utilisée pour empêcher d'agir, détruire ou neutraliser un ravageur, un vecteur de*

maladies humaines ou animales, une espèce végétale nocive ou gênante au cours de la production, de la transformation, de l'entreposage, du transport ou de la commercialisation de denrées alimentaires, de produits agricoles, de bois et de dérivés du bois, ou d'aliments pour les animaux pour détruire les insectes, arachnides ou d'autres parasites à la surface de leurs corps ou à l'intérieur de leur organisme ».

Le mot « *pesticide* » est plus large dans le sens où il englobe des molécules d'usage vétérinaire, des molécules pour la protection des bois ou utilisées dans la peinture.

« *Les pesticides, produits phytosanitaires, phytopharmaceutiques, agropharmaceutiques, produits de lutte contre les ennemis des cultures, de lutte antiparasitaire, pour la protection des plantes, sont tous les noms servant à définir des substances chimiques parfois minérales et parfois en majorité sous forme de composés organiques de synthèse épandues sur les plantes cultivées pour les protéger.*» (ACTA, 2000).

Il existe plusieurs grandes familles de pesticides classées selon la nature de l'espèce nuisible :

- les insecticides : ils sont utilisés pour lutter contre les insectes ;
- les fongicides : ils sont employés pour éliminer les moisissures et les parasites (champignons…) ;
- les herbicides : ils sont fabriqués pour lutter contre certains végétaux (les « mauvaises herbes »), qui entrent en concurrence avec les plantes.

Il y a aussi :

- les rodenticides : ils sont utilisés contre les rongeurs ;
- les mollucides : ils sont employés contre les limaces ;
- les fumigènes pour désinfecter les sols ;

- les nématicides utilisés contre les nématodes.

1-3-2- Milieu rural

« *Le milieu rural englobe l'ensemble de la population, du territoire et des autres ressources des campagnes, c'est-à-dire des zones situées en dehors des grands centres urbanisés*. » (OCDE, 1995).

Le milieu rural constitue donc le milieu de production d'une grande partie des denrées et de matières premières. Essentiellement agricole et sylvicole antérieurement, il est en voie de transformation et assure de plus en plus des fonctions de détente, de loisirs, de dépaysement et de vie alternative, notamment pour les habitants des grands centres urbains.

Sa spécificité se situe dans une diversité d'attitudes, de traditions socioculturelles, de biens avec la nature et de caractéristiques économiques et environnementales dont l'origine est principalement basée sur l'agriculture et la sylviculture. Cette spécificité lui procure son attractivité et doit être préservée, tout en assurant une réponse adéquate et durable aux humains.

Kayser (1990) assimile l'espace rural au milieu rural et le définit comme « *un mode particulier d'utilisation de l'espace et de vie sociale* ». Il est ainsi caractérisé par :

a) une densité relativement faible des habitants et des constructions, faisant apparaître une prépondérance des paysages à couverture végétale ;
b) un usage économique à dominance agro- sylvo- pastoral ;
c) un mode de vie de ses habitants caractérisé par leur appartenance à des collectivités de taille limitée et par leur rapport particulier à l'espace ;
d) une identité et une représentation spécifiques, fortement connotées par la culture paysanne.

Aux fins de cette recherche le milieu rural est défini comme étant constitué de l'ensemble du territoire hors des agglomérations urbaines.

1-3-3- Environnement

Brunet (1992) le définit comme «*ce qui nous entoure et de ce fait, agit plus ou moins sur nous. Environnement et milieu sont synonymes. Mais environnement est plus couramment employé dans le sens de l'écologie : les éléments de la nature qui comptent dans la vie de l'individu, du groupe, du lieu* ».

Au sens étroit, il existe donc environnement naturel : eau, air, végétation, sols, relief. Environnement est parfois opposé à l'environnement naturel pour inclure tout ce qui est construit (immeubles, voies de communication) ; mais il vaudrait mieux dire dans ce cas : environnement matériel. La « défense de l'environnement » s'applique surtout au premier sens, mais peut inclure des constructions, envisagées au nom de conceptions esthétiques.

Au sens large, l'environnement est beaucoup plus riche. Non seulement il comporte des éléments naturels et des éléments matériels, mais des personnes, leurs activités, leurs relations, leurs cultures, leurs institutions ; c'est tout ce qui nous entoure et agit sur nous, et cela s'analyse à plusieurs échelles, locale, régionale et au-delà. En fait, l'environnement, synonyme de milieu, a exactement la même définition générale que l'espace géographique, mais il est l'espace géographique ou du milieu dont on parle.

Pour George (1984), le thème environnement est employé surtout par les auteurs anglo-saxons dans un sens voisin de milieu géographique.

Il s'agit du « *milieu naturel, mais aussi du milieu concret construit par l'homme, et encore tout ce qui affecte le comportement de*

l'homme (les autres hommes, avec leur nombre et leurs caractéristiques) ».

L'idée de détérioration de l'environnement par la civilisation industrielle, celle de pollution du milieu sont souvent incluses dans les théories actuelles sur ce sujet.

Il est pris en compte dans le cadre de cette recherche les composantes de l'environnement comme l'eau, le sol, l'homme, les animaux, les plantes, l'air, etc.

1-3-4- Santé

Elle est définie selon l'OMS (1976) comme étant « *un état complet de bien-être physique, mental et social et ne consiste pas seulement en l'absence de maladie ou d'infirmité* ».

Mais, de plus en plus, cette définition est contestée sinon combattue par des auteurs comme Dubos (1985) et Parsons (2005).

Le premier a complété la définition de l'OMS en insistant sur l'aspect adaptatif de la santé qui selon lui est « *un état physique et mental,*

relativement exempte de gêne et de souffrance, qui permet à l'individu de fonctionner aussi efficacement et aussi longtemps que possible dans le milieu ou le hasard ou le choix l'ont placé ».

La vision de la notion de santé est entendue non seulement comme un état, mais comme une réalité dynamique, une élaboration psychologique complexe.

Dans cette recherche, les aspects physiques et humains ont leur place comme facteurs importants, que favorise l'émergence de risques environnementaux et sanitaires. Parler de santé ici, revient à caractériser les signes ou symptômes d'intoxications manifestés par les applicateurs de produits chimiques.

1-3-5- Risque

Selon Bailly (1991), il faut entendre par risque « *la probabilité de voir se manifester la présence d'un danger dans son environnement ou dans son alimentation* ».

Suivant les auteurs, on parlera donc de risques environnementaux ou de risques écologiques, tantôt pour désigner « *les risques générés par l'activité humaine sur l'environnement* » (Cantlon et Koenig, 1999), tantôt pour qualifier « *les risques pesant sur la vie humaine, la santé et l'activité économique du fait des dégradations infligées aux capacités de fonction, de production et d'assimilation des systèmes écologiques* » (Faucheux et Hue, 2005).

Dans cette dernière acception, les risques environnementaux sont parfois synonymes de risques sanitaires générés par l'environnement. On peut donc, à partir de ces deux positions, envisager deux manières de définir le risque environnemental selon que l'on s'intéresse aux enjeux humains (position anthropocentrée) ou aux enjeux environnementaux (position écocentrée).

> Le risque sanitaire est défini selon Pichéral (2001) comme « *Probabilité, aléatoire ou non (déterminisme, causalité), d'un événement qui menace et compromet la santé, ou met en danger la vie d'un individu ou d'une population (risque vital)* ».

Cette définition cadre avec le sens qui est donné à « risque sanitaire » dans la présente recherche.

On distingue des risques de nature différente: génétiques (liés aux gènes), technologiques… Parmi ceux-ci, les risques anthropiques qui concernent ici la recherche, se définissent selon le même auteur comme

« *étant liés à l'organisation de la société, au mode de vie et de travail, aux comportements* ».

Ainsi, les risques sont considérés ici comme tout comportement, attitude adoptée et action menée dans le domaine du traitement phytosanitaire et qui concourent à mettre en situation de vulnérabilité l'environnement et les applicateurs des pesticides.

1-3-6- Agriculture durable

« *L'agriculture durable est l'application à l'agriculture des principes du développement durable. Il s'agit donc d'assurer la protection de nourriture, de bois et de fibres en respectant les limites écologiques, économiques et sociales qui assurent la durabilité dans le temps de cette production* » (Delbard, 2005).

Elle ne porte pas atteinte à l'intégrité des personnes et des êtres vivants. L'agriculture durable limite l'usage des pesticides qui peuvent nuire à la santé des agriculteurs et des consommateurs, elle vise à protéger la biodiversité.

« *L'approche d'une agriculture durable aspire à favoriser le développement durable dans l'agriculture, la pêche et les secteurs de la sylviculture qui conservent la terre, l'eau, les plantes et les ressources génétiques animales, non dégradantes, techniquement appropriées, économiquement viables et socialement acceptables*. » (FAO, 1992).

L'expression « *Agriculture durable* » traduit donc la contribution de l'agriculture au développement durable grâce au respect de l'environnement, au maintien de la rentabilité économique, à l'acceptabilité sociale, à la transmission des biens et de l'information, chacun de ces sujets devant être

considéré pour lui-même et par rapport aux autres, dans une approche systémique.

1-3-7- Agriculture intensive

Actu-environnement (2010) la définit comme « *un système de production agricole caractérisé par l'usage important d'intrants, et cherchant à maximiser la production par rapport aux facteurs de production, qu'il s'agisse de la main-d'œuvre, du sol ou des autres moyens de production (matériel, intrants divers*) ».

Elle repose sur l'usage optimum d'engrais chimiques, de traitements herbicides, de fongicides, d'insecticides, de régulateurs de croissances, de pesticides…

Selon Teme et *al*. (1995), l'intensification est « *le processus qui permet d'obtenir, de façon durable, des rendements agricoles plus élevés. Ce processus est caractérisé par l'augmentation des productions par unité de surface ou de bétail et par l'amélioration de l'efficacité de l'utilisation des intrants internes* (*le travail et les engrais organiques*) *et externes* (*les engrais minéraux*) ».

Ces définitions cadrent bien avec le sujet. L'intensification des pressions de sélection telles que la mécanisation du travail du sol et l'utilisation des pesticides a abouti à de nombreux problèmes environnementaux.

1-3-8- Agrosystème

« *Un agrosystème est un écosystème sous gestion agricole, un système dynamique ouvert avec d'autres écosystèmes pour le transfert d'énergie et de matériel: unité fonctionnelle avec plantes, animaux, microorganismes*… » (Chauvel, 2012).

Melquiot et Bertolini (2010) le définissent comme « *un écosystème créé par l'exercice de l'agriculture (culture, élevage, échanges de produits...)* ».

Un agrosystème est donc contrôlé en permanence par l'homme. Ce sont des écosystèmes totalement artificiels ou le temps de renouvellement de la biomasse est extrêmement court.

L'UNESCO (2009) va plus loin et le définit comme suit : « *l'agro-écosystème est un produit de la modification de l'écosystème par l'homme et constitue un espace d'interaction entre l'homme, ses savoirs et ses pratiques et la diversité des ressources naturelles. L'agro-écosystème est l'unité de base permettant d'étudier les relations entre une communauté humaine, son environnement et les services que les écosystèmes fournissent pour assurer sa subsistance. L'agro-écosystème est donc une association dynamique comprenant les cultures, les pâturages, le bétail, d'autres espèces de flore et de faune, l'atmosphère, les sols et l'eau en interaction avec les usages qu'en font les hommes sur la base de leurs systèmes de valeurs et traditions* ».

On peut donc dire que l'agrosystème est un écosystème transformé par l'homme.

1-3-9- Développement durable

Selon Brundtland (1987) « *le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs* ».

Pour Tuner (1988) « *le développement durable implique une maximisation des bénéfices nets de l'activité économique afin de maintenir les flux de service, la quantité et la qualité des ressources*

naturelles à un rythme inférieur à celui auquel elles peuvent se renouveler ».

A travers ces deux définitions, on peut retenir que le développement durable s'appuie sur une vision à long terme qui prend en compte le caractère indissociable des dimensions environnementale, sociale et économique des activités de développement.

1-3-10- Organochlorés

« *En tant que biocides les organochlorés sont des molécules aromatiques de synthèse possédant un ou plusieurs atomes de chlore. Les organochlorés sont classés parmi les Polluants Organiques Persistants (POP) dont les usages sont aujourd'hui interdits dans un grand nombre de pays par le biais d'accords internationaux tels que la Convention de Stockholm* » (Porta et Zumeta, 2002).

Les organochlorés sont définis par Veillerette (2002) comme *« des pesticides (DDT…) qui sont issus de l'industrie du chlore, ce sont pour la plupart des Polluants Organiques Persistants* ».

Ces pesticides sont normalement interdits à cause de leurs caractères persistants et bioaccumulables ayant des conséquences irrémédiables sur la santé et l'environnement. Ces deux définitions des organochlorés se complètent et montrent le caractère dangereux de ces pesticides.

La problématique élaborée, les objectifs et les hypothèses énoncés et soutenus par la clarification conceptuelle ont permis de circonscrire et de mieux comprendre le sujet. Ainsi présentée, cette étape annonce la revue bibliographique.

CHAPITRE 2 :
REVUE DE LITTERATURE

Le deuxième chapitre porte sur la revue de littérature. La consultation d'ouvrages a permis de prendre connaissance des résultats de certaines recherches antérieures sur les risques environnementaux et sanitaires liés aux pesticides.

2-1- MODES DE CONTAMINATION DE L'ENVIRONNEMENT

Les différents compartiments de l'environnement (air, sol, eaux, flore…) sont potentiellement concernés par la présence de substances phytosanitaires. La présente section s'intéresse à la contamination des eaux et de l'air.

Lors de l'application d'une substance, de nombreux paramètres influencent son transfert vers l'environnement : météorologie, propriétés intrinsèques de la substance (mobilité, dégradation, solubilité, volatilité…), type de sol, végétation, topographie… Les modes de transferts dominants sont représentés sur la figure 1.

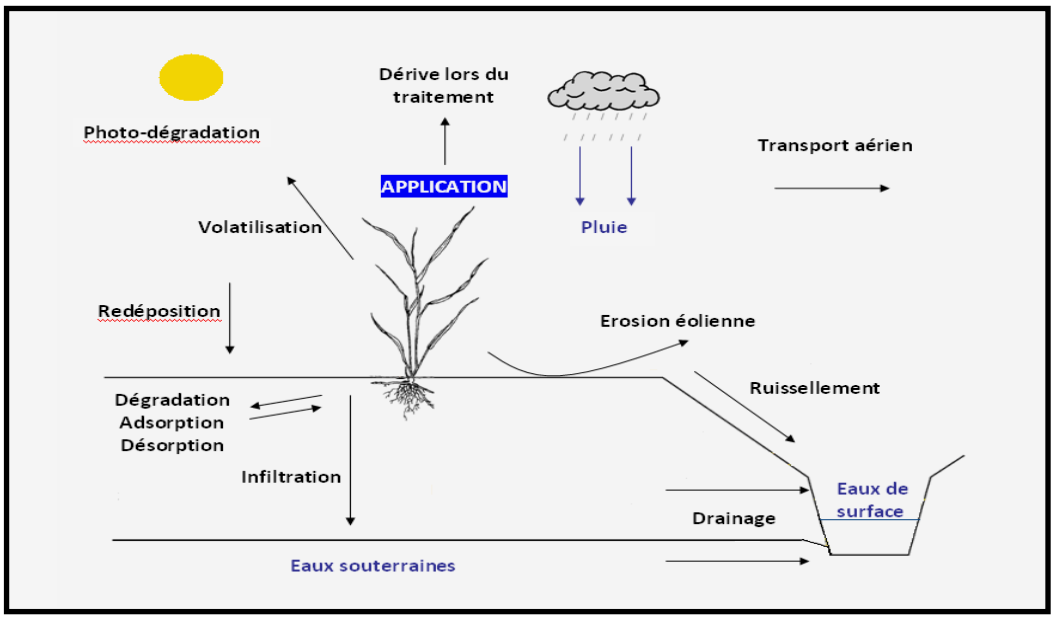


Figure 1 : Modes de transfert des produits phytosanitaires vers les eaux et l'atmosphère
Source : Kaczmaryk (2011)

Dans beaucoup de sols, la présence de macropores (fissure, galeries de vers de terre, passage de racines) favorise l'entraînement des pesticides par lixiviation, lesquels sont entraînés rapidement vers le sous-sol et la nappe occupant une très grande partie du sol (Beven et Germann, 1992). La pollution diffuse semble être la source dominante d'apport de pesticides vers les eaux de surface et souterraines (Gilliom et *al*., 2006). Les sources ponctuelles contribuent de façon significative à la contamination de l'eau des rivières (Reichenberger et *al*., 2007). Le drainage du surplus d'eau qui s'infiltre dans les sols agricoles par les canaux de drainage souterrain entraîne aussi les pesticides vers les eaux de surface (Ludvigsen, 2006).

Le transfert des pesticides vers l'atmosphère peut être suivi de retombées sur le sol ou vers les eaux de surface. En particulier la partie entraînée par dérive constitue une source de pollution non négligeable pour les eaux de surface si les traitements se font près d'un cours d'eau ou d'un fossé en eau. La redéposition de ces molécules dans les rivières est un phénomène fréquent et conséquent (Patty, 1997). La vulnérabilité des eaux de surface est importante quand les traitements phytosanitaires sont proches des rivières et quand les sols sont imperméables (marnes, recouvrement argileux, bitume…), en pente et lors d'événements pluvieux importants, celle des eaux souterraines est grande quand le sol est perméable, que la nappe est libre et peu profonde et que les circulations souterraines sont rapides (Kaczmaryk, 2011).

Les molécules volatilisées peuvent être entraînées très loin et rester dans l'atmosphère pendant un certain temps. Une partie solubilisée dans les gouttes d'eau retombe via la pluie à des concentrations non négligeables (Dubus et *al*., 2000). Le transport aérien des molécules de pesticides consécutif à leur volatilisation est la voie principale de transfert vers les

plantes et donc vers les animaux et les hommes (Paterson, 1990). Jusqu'à 70% de la dose appliquée peuvent être volatilisées (Van Der Werf, 1996).

Du fait de ces divers modes de transferts et des propriétés intrinsèques des molécules, les substances retrouvées dans l'air, dans les cours d'eau et dans les nappes peuvent être différentes. Par exemple, certaines substances volatiles dont la concentration mesurée dans l'air est importante ne sont pas mises en évidence dans les eaux de surface ou à de faibles teneurs (ex: trifluraline, folpel).

2-2- CONTAMINATION DES SOLS PAR LES PESTICIDES

Plusieurs recherches sont faites sur la contamination des sols par les pesticides.

Ainsi, Alcock et *al*. (1993) ont procédé à l'analyse d'échantillons de sols archivés, provenant d'essais agronomiques de longue durée. Ils ont pu montrer que dans différentes localisations d'Angleterre, la concentration en PCB a augmenté à partir de 1940, pour atteindre des valeurs maxima dans les années 60. Depuis, avec les limitations de production et d'utilisation de ces produits dans les années 70, les concentrations dans le sol diminuent pour atteindre des niveaux comparables à ceux des années 40. Actuellement, 85% des sols anglais analysés ont des concentrations en PCB entre 14 et 53 $\mu g.kg^{-1}$, avec une moyenne de 28 $\mu g.kg^{-1}$. Néanmoins, ces auteurs trouvent des concentrations supérieures à 200 $\mu g.kg^{-1}$.

Une démarche similaire est utilisée par Kjeller et *al*. (1991) qui ont analysé respectivement les concentrations en PCDD/F et en HAP dans des échantillons de sols stockés depuis 1946, provenant du dispositif agronomique expérimental de Rothamsted (Royaume-Uni). Des PCDD/F et des HAP sont concentrés dans tous les échantillons, et leurs concentrations

augmentent continuellement depuis le début du siècle. Les teneurs en PCDD/F des sols passent de 31 à 92 µg.kg^{-1} entre 1893 et 1986.

Au Pakistan, le niveau résiduel de cyperméthrine est relativement élevé avec une teneur de 0,14 à 27,62 mg/kg et aussi de 0,05 à 73,75 mg/kg dans les sols des zones pluviales et irriguées de la vallée de Swat (Nafees et Jan, 2009)

Au Cameroun, les résidus de profénofos sont détectés dans la gamme de 0,01 à 0,02 < mg/kg dans le sol d'une ferme de légumes (Ngan et *al*., 2005).

Les résultats de Savadogo et *al*. (2006) ont montré une contamination des sols par l'endosulfan et l'aldrine avec des concentrations variant respectivement de 1 à 22 µg.kg^{-1} et de l'ordre de 20 µg.kg^{-1} aussi bien en milieu rural qu'en station expérimentale dans la boucle du Mouhoun (Burkina Faso).

Au Togo, les travaux de Mawussi (2008) ont démontré la présence de résidus de pesticides dans les sols analysés. Le DDT et les métabolites (DDE, DDD) ont des concentrations moyennes qui varient entre 0,31 et 11,55 µg.kg^{-1} dans les sols des zones cotonnières et vont de 0,21 à 78,60 µg.kg^{-1} dans les sols de la zone de café et de cacao. Les valeurs résiduelles de l'aldrine détectées s'échelonnent entre 0,32 à 2,45 µg.kg^{-1}, celles de la dieldrine entre 0,48 et 13,40 µg.kg^{-1}. L'heptachlore n'est présent que dans les sols de la zone cotonnière à des valeurs de 0,85 et 3,11 µg.kg^{-1}. L'heptachlore époxyde est décelé dans tous les sols analysés à des concentrations variant entre 1,18 et 14,68 µg.kg^{-1}, celles de l'endrine vont de 1,13 à 6,89 µg.kg^{-1} ; les teneurs de lindane vont de 0,64 à 13,76 µg.kg^{-1} ; celles de l'α-endosulfan de 2,23 à 23,59 µg.kg^{-1} et les teneurs de β- endosulfan vont de 0,16 à 1,64 µg.kg^{-1} dans les sols analysés.

Les teneurs moyennes de quelques pesticides organochlorés dans les sols de la zone des *Niayes* de Dakar, au Sénégal sont de 30,31 µg.kg^{-1} de lindane ; 4,74 µg.kg^{-1} d'alachlore ; 3,79 µg.kg^{-1} d'heptachlore ; 1,6 µg.kg^{-1} d'aldrine ; 0,77 µg.kg^{-1} de dieldrine ; 2,67 µg.kg^{-1} de β-endosulfan ; 7,93 µg.kg^{-1} de 4-4 DDT et 2,68 µg.kg^{-1} de mirex (Cissé et *al*., 2003). L'examen de 68 résultats d'analyses de 27 échantillons de sols contaminés par les pesticides lors de la campagne 2004 de lutte contre le criquet pèlerin au Sénégal (DPV, 2004), a révélé que 42 résultats, soit 62% sont en deçà du seuil de détermination (< 0,01 mg m. a./ kg de sol pour le chlorpyrifos éthyle, le malathion et le fénitrothion ; < 0,05 mg m.a./ kg de sol pour la deltaméthrine). Les 26 résultats d'analyse restant représentent 38% et attestent des valeurs supérieures aux seuils de détection sus évoquées. Ces résultats positifs varient entre 0,04 et 380 mg m. a. /kg de sol.

L'analyse des sols des régions productrices de coton au Mali par Dem et *al*. (2007) a révélé la présence de DDE (20-121 µg.kg^{-1}) ; de DDD (6 µg.kg^{-1}) ; du DDT (6-11 µg.kg^{-1}) ; d' α -endosulfan (6-10 µg.kg^{-1}) et de β-endosulfan (26,4-37 µg.kg^{-1}).

Des concentrations de DDT total (20 µg.kg^{-1}) et de HCH (59 µg.kg^{-1}) sont mesurées dans les sols de la Tanzanie (Henry et Kishimba, 2003).

En Ouganda, les niveaux de résidus de pesticides organochlorés dans les sols de Kihiihii ont varié du non détectable à 59 µg/kg avec une fréquence de détection du pp'-DDT, pp'-DDE et du pp'-DDD de 47; 24 et 11% respectivement. Les taux de détection de la dieldrine, de l'endo α, β et sulfate sont de 21 ; 26 ; 31 et 19% respectivement (Ssebugere et *al*., 2010).

Oyedele et *al*. (2011), dans une recherche réalisée dans des fermes agricoles d'Oke-Osun à Osogbo au Nigéria en 2010, ont rapporté des teneurs moyennes saisonnières en pesticides organochlorés (OCPs) en µg/kg de 13,09 pour le β-HCH ; 30,74 pour le α-HCH et 82,88 pour le pp' DDT.

Dans la même rubrique, les résultats trouvés par Assogba-Komlan et *al*. (2007) ont montré que l'aldrine (0,496 µg.kg^{-1}) ; le 4-4DDT (4,800 µg.kg^{-1}) endosulfan (7,975 µg.kg^{-1}) ; dieldrine (150 µg.kg^{-1}) ; l'endrine (3,56 µg.kg^{-1}); l'heptachlore (0,725 µg.kg^{-1}) et le lindane (2,457 µg.kg^{-1}) ont pollué les sols des périmètres maraîchers de Cotonou. Aussi, Adam et *al*. (2010) ont-ils démontré que dans les sols de la zone cotonnière de Gogounou, Kandi et Banikoara, les teneurs de l'endosulfan des organophosphorés tournent autour de 0,080 ppb. Les teneurs du profénofos sont de 0,52 ppb à Gogounou ; 0,49 ppb à Kandi et 0,51 ppb à Banikoara et celles de l'acétamipride sont de 0,0010 ppm à Gogounou ; 0,0010 ppm à Kandi et 0,0010 ppm à Banikoara.

Une autre recherche réalisée par Assongba (1997) à Banikoara a révélé quelques valeurs de concentrations de pesticides organochlorés dans le système naturel des zones cynégétiques du parc W. Dans les sols, il est retrouvé des teneurs d'endosulfan (0,012-0,043 ppm) ; du DDT (0,023 ppm) ; de dieldrine (0,008-0,034 ppm) et de lindane (< 0,00001-0,0114 ppm).

Mais, une recherche sur la contamination des sols par les nouvelles formulations de produits chimiques (glyphosate, profénofos, acétamipride et cyperméthrine) utilisées dans la Commune de Djidja s'avère aussi indispensable, car aucune étude n'est encore réalisée pour évaluer les impacts sur les sols de l'utilisation des pesticides. Le sol étant le compartiment clé (puits et source) pour les autres compartiments de l'environnement, des informations sur les stocks de pesticides dans les sols et leur évolution sont nécessaires pour une agriculture durable dans la Commune.

2-3- CONTAMINATION DES EAUX, DES POISSONS ET DES SEDIMENTS PAR LES PESTICIDES

De nombreuses synthèses sur la contamination des eaux, poissons et sédiments par les pesticides sont disponibles.

Des rapports annonçant la présence, dans les eaux de surface, notamment de glyphosate et de son principal métabolite, l'AMPA, se sont multipliés ces dernières années dans différents pays européens. En France, par exemple, le dernier rapport de l'Institut français de l'environnement (Ifen), qui présente les résultats des campagnes d'analyse de 2003 et 2004, a mentionné que le glyphosate et l'AMPA figurent parmi les principaux polluants des eaux de surface (Nirascou, 2006). En 2003, l'AMPA est détecté dans 59% et le glyphosate dans 33% des échantillons. En 2004, ces chiffres sont respectivement de 55 et 35%. Ces observations ont certainement joué un rôle dans la décision prise en France, dès 2004, de limiter l'application de cette molécule. Des résidus de glyphosate sont enregistrés dans 99% des échantillons d'eaux de surface de 1999-2009 à des concentrations de 86 µg/L (Villeneuve et *al*., 2011).

En Allemagne, Skart et *al*. (1998) ont détecté des résidus de glyphosate dans deux (02) rivières de la Ruhr à des concentrations de 0,59 µg/L.

En Suisse, une petite série d'échantillons d'eau prélevée par la Commission Internationale pour la Protection des Eaux du Léman (CIPEL) dans le lac Léman et dans quelques rivières romandes, a donné les résultats suivants : presque absent du lac (< 0,1 µg/L), le glyphosate est par contre détecté dans la majorité des échantillons prélevés dans les rivières Canal de la plaine (0,19 µg/L) ; Venoge (0,12 µg/L) ; Boiron (0,19 µg/L) et Foron

(0,25 µg/L) et dans les ruisseaux Charmilles (2,80 µg/L) et Marais (0,75 µg/L), selon Corvi et *al*. (2005).

En Hongrie, des résidus de glyphosate sont décelés uniquement en 2010 dans les eaux de surface. Les concentrations enregistrées sont de 0,1 µg/L (Mörtl et *al*., 2013).

Ludvigsen et *al*. (2001) ont montré la présence de résidus de glyphosate dans les eaux de surface de la Norvège à des teneurs de 1 µg/L de 1995-1999.

Aux Etats-Unis, 36% des échantillons d'eaux de surface ont montré la présence de glyphosate à des teneurs de 8,7 µg/L en 2002 (Battaglin et *al*., 2005)

En Afrique du Sud, Fatoki et Awofolu (2003) ont retrouvé des concentrations en pesticides organochlorés allant de 5,5 à 210 ng/L dans les eaux du East London Harbour qui reçoivent des effluents domestiques et industriels qui fluctuent entre 5,7 à 450 ng/L dans les eaux du fleuve Buffalo River traversant des zones agricoles.

Les résultats des travaux de Traoré et *al*. (2006) sur la contamination de l'eau souterraine par les pesticides dans les régions agricoles (centre, sud et sud-ouest) de la République de la Côte-d'Ivoire ont montré la présence de nombreuses matières actives, principalement des insecticides, mais aussi des herbicides et des fongicides, avec des teneurs cumulées pouvant atteindre 25,63 µg/L par endroits. Ce sont 67% des 89 puits prospectés qui sont contaminés. Les pesticides organochlorés (endosulfan et hexachlorocyclohexane) sont détectés dans 78% des puits contaminés. Les organochlorés, les plus en vue sont le profénofos (9,5 µg/L), le malathion (2,7 µg/L) et le chlorpyrifos (3,58 µg/L). Les zones les plus touchées par

cette contamination de l'eau souterraine par les pesticides sont celles où sont pratiquées les cultures maraîchères et celles de la banane.

Les poissons marins de la Côte-d'Ivoire sont très faiblement contaminés en substances organochlorés (Kaba, 1992). Dans les espèces analysées *(Pagellus bellotii, Epinephelus aeneus, Cynoglossus canariensis, Pseudotolithus senegalensis, Sphyraena sphyraena et Panaeus notialis)*, les concentrations sont les suivantes : lindane < 0,1-2,4 ; heptachlore ND-2,7 ; aldrine 0,1-3,9 ; dieldrine ND-2,1 ; endrine ND- < 0,1 ; DDT total 0,4-12,9 ng/g de poids sec.

Aussi, Sunday (1990) a-t-il analysé vingt (20) échantillons de sédiments provenant de rivières et de cours d'eau passant dans la ville d'Ibadan, dans l'Etat d'Oyo. Les concentrations (moyennes) en ng/g (poids sec) ont été les suivantes : dieldrine ND-6 (1,4) ; α-HCH ND-1,6 ; λ-HCH ND-2 (0,3) ; aldrine ND-0,04 (0,002) ; DDE ND-50 (6,8) et PCB ND-14 (1,8), l'heptachlore, l'endosulfan et l'endrine ne sont pas décelés.

Des résidus de pesticides sont détectés par Nwankwoala et Osibanjo (1992) dans les eaux superficielles d'Ibadan au Nigéria à des concentrations variées : dieldrine (0,018-0,657 µg/L), lindane (0,007-0,297 µg/L), heptachlore (0,004-0,202 µg/L), aldrine (0,04 µg/L), endosulfan (0,43 µg/L) et DDT total (1,266 µg/L).

Au Cameroun, des données sont disponibles pour les composés organochlorés des produits halieutiques provenant des eaux côtières comprises entre le cap Limbo (autour de Limbe) et l'estuaire de la rivière Wouri et les criques de Douala (Mbome et Mbi, 1991). Les résultats obtenus (valeurs extrêmes et moyennes en ng/g en poids frais) sont pour le poisson : lindane ND-7,31 (1,60) ; aldrine ND-13,3 (2,4) ; DDT ND-393 (89,5) ; PCB ND-383 (196) ; pour la crevette : lindane 0,28-1,76 (0,98) ; aldrine ND ;

DDT 76-540 (244) ; PCB ND-705 (342) et pour l'huître : lindane ND-5,3 (1,44) ; aldrine ND-12,0 (1,71), DDT ND-181 (113) ; PCB ND-716 (209). La zone est caractérisée par la présence de plantations de bananiers, d'hévéas et de palmiers le long de la côte. Les résidus de profénofos des organophosphorés y sont aussi retrouvés dans la gamme de < 0,01 à 0,08 µg/mL dans les eaux de ruissellement dans une ferme de légumes (Ngan et *al*., 2005).

Les concentrations moyennes résiduelles de DDT, DDD, DDE, lindane, heptachlore et aldrine dans les eaux du lac Nakuru sont respectivement de 1,09 ; 6,89 ; 0,90 ; 1,33 ; 3,85 et 4,54 µg/L (Mavura et Wangila, 2004)

Mitema et Gitau (1990) ont observé dans la pêche du Nil (Lates nilaticus) provenant du lac Victoria, des taux de DDT total atteignant 4510 ng/g et 460 ng/g dans la graisse et les filets respectivement.

Mwevura (2000) a trouvé des concentrations en résidus de pesticides organochlorés qui oxillent entre 0,1 et 0,39 µg/L pour le DDT ; 0,08 et 0,45 pour le DDE ; 0,21 et 2,49 pour la dieldrine et 0,2 µg/L pour le lindane dans les eaux de la zone côtière de Dar es Salaam.

Au Zimbabwe, Mhlanga et Madziva (1990) ont communiqué les concentrations de HCH, aldrine, dieldrine et DDT Total trouvées dans différentes matrices du lac Millavaine. Les valeurs obtenues (fourchette ; moyenne) ont été dans le poisson (ng/g en poids frais) : α-HCH ND-240 (64,1), aldrine ND, dieldrine ND-24 (1,33), DDT total (66,6) ; dans l'eau (ng/L) : α- HCH 26-270 (100), α- aldrine 10-120 (100), dieldrine 10-530 (200), DDT total 30-700 (400) et dans les sédiments (ng/g en poids frais) : HCH 2,8-42 (16), aldrine ND-12 (1,0), dieldrine ND-16 (5,0) DDT total 32-146 (76). Aucune donnée n'est fournie pour les PCB.

Au Bénin, Soclo et Kaba (1992) ont relevé les concentrations moyennes suivantes pour les poissons prélevés dans la mer : HCH < 0,016 ; lindane 0,10 ; heptachlore 0,02 ; aldrine < 0,006 et pp'- DDT 1,86, en ng/g de poids frais.

Dans ce régistre, une autre recherche sur les impacts des pesticides utilisés au Bénin sur la réserve de Pendjari et la réserve de biosphère de la région transfrontalière du « W » a révélé que l'endosulfan est présent dans presque tous les échantillons d'eau analysés à des teneurs de 23-460 ng/L dans la réserve W et de 46-430 ng/L dans la réserve de Pendjari (Soclo et *al*., 2003).

De même, Pazou (2005) dans ses recherches sur la contamination du bassin versant du fleuve Ouémé et du lac Nokoué a mis en évidence la présence de 21 résidus dont des pesticides organolochlorés et organophosphorés à savoir pp-DDE ; op-DDD (87%) ; op-DDT, pp-DDT (95%) ; α- endosulfan ; β-endosulfan ; endosulfan sulfate (39%) ; α-HCH ; β-HCH (59%) ; lindane ; dieldrine ; endrine ; telodrine ; isodrine (30%) ; cis et trans ; heptachlorepoxide hexachlorobutadiène ; hexachlorobenzène ; octachlorstyrène et le chlorpyrifos dans les eaux et les sédiments. Aussi, 95% des poissons analysés sont-ils contaminés par du pp-DDE ; 95% par du DDD ; 84% par l'op-DDT et 68% par du β-endosulfan.

L'évaluation quantitative des résidus de pyréthrinoïdes, d'aminosphosphates et de triazines dans les eaux de la rivière Agbado a donné 98% de permèthrine ; 95% de glyphosate et 105% d'atrazine. Dans les sédiments, les teneurs varient entre 0,10-0,39 ppm pour le glyphosate et de 0,22-0,97 ppb pour l'atrazine (Gbaguidi et *al*., 2011).

Une recherche menée par Assongba (1997) sur les écosystèmes de faune et de flore des réserves de biosphère du parc W et de la Pendjari, a

montré dans les eaux les concentrations d'endosulfan qui ont varié entre 0,058-0,746 ppm, celles du DDT se sont trouvées entre 0,001-0,100 ppm ; elles sont détectées entre 0,001-0,048 ppm pour la dieldrine et 0,034-0,083 ppm, pour l'heptachlore. Dans les sédiments, les concentrations sont allées de 0,128-0,73 ppm pour l'endosulfan ; de 0,035-0,1 ppm pour le DDT ; de 0,073 pour la dieldrine et de 0,006-0,198 ppm pour le lindane.

Ayadokoun (1992) a montré que les pesticides organochlorés souillent certaines espèces de poissons dans le chenal de Cotonou et que l'eau de la lagune est polluée par le chlore. Les pesticides détectés sont l'hexachlorobenzène ; le Gamma Bhc lindane ; l'heptachlore ; le Gamma chlordane et le DDT. Bien que la présence des pesticides soit mentionnée, le niveau de leurs contaminations est inconnu.

Dans l'ensemble, certains niveaux de contamination rapportés dans la littérature et concernant aussi bien les eaux superficielles que souterraines dépassent les normes de potabilité admises par l'OMS (0,1 µg/L). Concernant l'état de pollution des eaux, il est difficile de se rendre compte de la véracité des informations alléguées en raison du manque d'informations précises sur la toxicité des pesticides pour les environnements africains, en particulier sur les milieux aquatiques.

2-4-CONSEQUENCES DES PESTICIDES SUR L'AGROSYSTEME

Bien que les récentes préoccupations à propos de la raréfaction de la biodiversité se focalisent principalement sur la disparition des espèces avec les transformations de la destruction d'habitats, de nombreux paysages transformés et gérés par l'homme tels que les terres agricoles présentent une diversité spécifique comparable à celle d'écosystème « naturel » et en particulier comportent de nombreuses espèces en déclin (Le Roux et *al*., 2008). Les herbicides ont un fort impact sur la diversité des biocénoses et

plus particulièrement sur la composition des communautés végétales. D'après la synthèse de Fried et *al*. (2008), les espèces adventices d'aujourd'hui sont issues de processus de sélection multiple, parfois différente, voire opposée d'une culture à une autre. Plusieurs recherches ont démontré qu'une trentaine de pesticides ont la capacité d'altérer la symbiose en perturbant les signaux de recrutements envoyés par la plante à la bactérie. Plus récemment, d'après Fox (2007) certains organochlorés peuvent inhiber le signal entre la luzerne et les bactéries, par conséquent, les rendements s'en trouvent diminués.

Les insecticides sont conçus dans le but de tuer des insectes, et par conséquent, la plupart des invertébrés sont sensibles à ces substances chimiques. La sensibilité aux autres pesticides varie, mais certains herbicides et fongicides sont aussi directement et hautement toxiques pour ces organismes (Grant et Tingle, 2002). Des invertébrés terrestres sont exposés directement aux pesticides, parce qu'ils vivent dans toutes sortes d'habitats faisant l'objet d'un traitement délibéré aux pesticides. D'autres invertébrés peuvent être touchés indirectement, soit par la disparition, soit par la réduction de leurs ressources alimentaires, qu'elles soient végétales, fongiques et animales.

Le déclin des espèces pollinisatrices est potentiellement responsable du déclin de la diversité végétale (Blacquière, 2012). Une recherche anglo-hollandaise a montré en effet, le déclin parallèle des populations de pollinisateurs et des plantes à pollen au Royaume-Uni et aux Pays-Bas, sans préciser si ce sont les plantes ou les insectes qui disparaissent en premier (Biesmeijer et *al*., 2006).

Face à l'intensification de l'agriculture et de l'industrie, l'avenir des oiseaux est une préoccupation largement partagée. Par conséquent, de

nombreuses recherches sont menées sur les effets des produits agrochimiques sur leurs populations.

Depuis les dix (10) dernières années environ, les oiseaux sont, assurément, plus couramment empoisonnés par les pesticides que les mammifères en France. Les oiseaux les plus concernés sont les espèces gibier, comme les pigeons (*Colombia livia domestica*), les canards colverts (*Anas platyrhynchos*) et les perdrix rouges (*Alectoris rufa*), de nombreux rapaces, mais aussi d'autres nombreux oiseaux communs des milieux agricoles (Berny, 2010). En diminuant le nombre de grains et d'insectes, certains pesticides tarissent les réservoirs de nourriture des oiseaux spécifiques des espèces agricoles dont, pour certains, le déclin est avéré en Europe (Kuijper et *al*., 2009). Les insecticides organochlorés, les organophosphorés, les carbamates, les pyréthrinoïdes et les néonicotinoïdes sont des neurotoxiques capables de perturber le comportement des oiseaux. Les changements comportementaux ont un impact direct sur les populations du fait des altérations de la capacité reproductrice, de la stratégie alimentaire ou du comportement de fuite face aux prédateurs (Walker, 2003).

La raréfaction des ressources alimentaires et l'empoisonnement ont contribué au déclin des populations de petits mammifères, à l'instar des oiseaux. D'après la revue de Berny (2010) sur les données récoltées par le réseau SAGIR, il apparaît qu'en général les mammifères représentent 43% des cas d'empoisonnement. Ce sont surtout les carnivores (39%), suivi des léporidés (*Leporide*) à 35,4% qui sont les plus souvent contaminés. Les ongulés ne sont pas indemnes.

On peut donc dire que les agrosystèmes se trouvent menacés par l'intensification de l'agriculture qui conduit à l'extinction de beaucoup d'espèces de plantes et d'animaux sauvages et change profondément leur fonctionnement.

2- 5- CONTAMINATION DES PRODUITS AGRICOLES PAR LES PESTICIDES

Les données sur la contamination des produits agricoles par les pesticides restent aussi nombreuses.

Chaque année, l'Autorité européenne de sécurité alimentaire (EFSA) analyse quelques 70.000 aliments pour connaître leurs teneurs en résidus de pesticides. Elle a trouvé, selon Aubert et *al*. (2012), les résidus de 338 pesticides différents dans les légumes, 319 dans les fruits, 93 dans les céréales et 34 dans les produits animaux.

En Moldavie, sur 264 analyses d'œufs réalisées par Liliana (2007), les pesticides organochlorés sont détectés dans toutes les analyses (100%). Le DDT total et le HCH total sont déterminés dans 100% et 92% d'échantillons d'œufs respectivement. Le HCB est déterminé dans 83,3% d'échantillons.

Au Sénégal, une recherche réalisée par Diop (2013) sur le diagnostic des pratiques d'utilisation et quantification des pesticides dans la zone des *Niayes* de Dakar a montré la contamination de nombreux produits maraîchers. Le nombre de matières actives quantifiées est de 13 dans le chou (*Brassica oleacera*) et la laitue (*Lactuca sativa*) contre 11 dans la tomate (*Solanum lycopersicum*). Toutes les matières actives détectées dans la laitue et la tomate ont été détectées dans le chou sauf le profénofos. Les niveaux de concentrations par pesticide du chou sont beaucoup plus élevés que ceux des autres spéculations sauf le fénitrothion et le malathion dans la tomate. Les concentrations maximales dans le chou sont de 0,32 mg /kg tandis qu'elles ne dépassent pas 0,1 mg/kg dans les autres spéculations. Pour les trois spéculations, la λ-cyhalométhrine, le chlorpyriphos, le dicofol et, dans une moindre mesure, le diméthoate sont retrouvés avec les plus fortes concentrations.

Les travaux de Nébié et *al*. (2002) ont montré la présence de fortes concentrations de cyperméthrine (1 à 100 $mg.k^{-1}$) et de deltaméthrine (12 à 146 mg. kg^{-1}) à l'issue d'analyse d'échantillons de fruits, de légume et de céréales traités par les pesticides au Burkina Faso.

Des analyses ont montré la présence de nombreux pesticides organochlorés dans plusieurs matrices. Du HCB, de l'endosulfan, de l'heptachlore et du DDT sont trouvés dans le lait et le beurre en Côte-d'Ivoire (Traoré, 2008). La teneur résiduelle moyenne des isomères HCH et cyclodiennes (dieldrine, endosulfan et heptachlore) constitue respectivement 36,9% et 13,2% de la moyenne du total des POC mesurés dans le lait et respectivement 40,7% et 28,2% de celle mesurée dans le beurre. Le DDT et ses métabolites mesurés dans les échantillons représentent 49,9% du total des POC du lait et 31% pour le beurre.

Djaneye-Boundjou et *al*. (2000) ont détecté des résidus de pesticides organochlorés à des concentrations variables dans les échantillons de légume dans le périmètre maraîcher de Lomé et dans des échantillons de céréales prélevés sur les différents marchés de cette ville. Dans l'aubergine (*Solanum melongena*), il est retrouvé 4 $\mu g.kg^{-1}$ d'heptachlore ; 142 $\mu g.kg^{-1}$ d'aldrine ; 43 $\mu g.kg^{-1}$ de dieldrine et 106 $\mu g.kg^{-1}$ de DDT. Dans le *Corchorus olitorus* (Adèmè en Mina) il est retrouvé 237 $\mu g.kg^{-1}$ d'heptachlore ; 228 $\mu g.\ kg^{-1}$ d'aldrine ; 107 $\mu g.kg^{-1}$ de dieldrine ; 95 $\mu g.kg^{-1}$ d'endrine et 136 $\mu g.kg^{-1}$ de DDT. La laitue (*lactura sativa*) a montré une concentration de 6 $\mu g.kg^{-1}$ d'heptachlore ; de 261 $\mu g.kg^{-1}$ d'aldrine ; de 102 $\mu g.kg^{-1}$ de dieldrine et de 76 $\mu g.kg^{-1}$ de DDT. Le *Solanum macrocarpum* (Gboma en Fon) est contaminé à des teneurs de 20 $\mu g.kg^{-1}$ de lindane ; de 8 $\mu g.kg^{-1}$ d'heptachlore ; de 159 $\mu g.kg^{-1}$ d'aldrine ; de 388 $\mu g.kg^{-1}$ de dieldrine et de 221 $\mu g.kg^{-1}$ de DDT. Dans le haricot vert (*phaseolus vulgaris*), il est détecté 30 $\mu g.kg^{-1}$ de lindane ; 54 $\mu g.kg^{-1}$ d'heptachlore ; 420 $\mu g.kg^{-1}$ d'aldrine ; 58 $\mu g.kg^{-1}$ de

dieldrine et 12 µg.kg^{-1} d'endrine. Dans le poivron (*Capsicum annum*), il est mesuré 6 µg.kg^{-1} d'heptachlore ; 10 µg.kg^{-1} d'aldrine et 210 µg.kg^{-1} de dieldrine après analyse. Dans l'oignon (*Allium cepa*) il est retrouvé 33 µg.kg^{-1} de lindane ; 163 µg.kg^{-1} d'heptachlore ; 8 µg.kg^{-1} d'aldrine et 64 µg.kg^{-1} de dieldine. L'analyse de la tomate (*Salanum lycopersicum*) a révélé 52 µg.kg^{-1} de lindane ; 15 µg.kg^{-1} d'heptachlore ; 161 µg.kg^{-1} d'aldrine ; 13 µg.kg^{-1} de dieldrine et 7 µg.kg^{-1} d'endrine et celle de la carotte (*Daucus carotta*) a montré 42 µg.kg^{-1} d'heptachlore ; 13 µg.kg^{-1} d'aldrine ; 302 µg.kg^{-1} de dieldrine ; 502 µg.kg^{-1} d'endrine et 1 µg.kg^{-1} de DDT. Dans le niébé (*Vigna ungniculata*), il est détecté 710 µg.kg^{-1} de lindane ; 421 µg.kg^{-1} d'heptachlore ; 155 µg.kg^{-1} d'aldrine et 60 µg.kg^{-1} de dieldrine. Dans le maïs (*Zea mayes*), 2 µg.kg^{-1} de lindane ; 492 µg.kg^{-1} d'heptachlore ; 38 µg.kg^{-1} d'aldrine et 63 µg.kg^{-1} de dieldrine sont dosés. Quant au sorgho (*Sorghum bricola*), il est décelé 34 µg.kg^{-1} de lindane ; 49 µg.kg^{-1} d'heptachlore et 34 µg.kg^{-1} d'aldrine. Le millet (*Pennisetum americanum*), est contaminé avec une teneur de 15 µg.kg^{-1} de lindane ; de 21 µg.kg^{-1} d'aldrine ; de 10 µg.kg^{-1} de dieldrine ; de 7 µg.kg^{-1} d'endrine et de 2 µg.kg^{-1}de DDT.

Au Ghana, Bempah et *al*. (2012) ont évalué la présence de résidus de pesticides dans 240 échantillons de légumes collectés auprès de centres commerciaux (supermarchés, épiceries et marchés) de la région du Grand Accra. Des résidus de pesticides sont mis en exergue dans 75% des échantillons de légumes provenant des supermarchés, dans 69% de ceux des épiceries et 66% de ceux des marchés. Les concentrations se situent au-delà des Limites Maximales de Résidus (LMR) dans 31,5% des échantillons. Les résultats ont aussi montré que 26% des échantillons de carottes ; 39% de ceux de chou ; 16% de ceux de salade et 30% de ceux de tomate sont contaminés avec au moins un résidu de pesticide. Les pesticides les plus fréquemment détectés sont l'op'-DDE, le pp'-DDE et l'op'-DDD à des

teneurs dépassant parfois les LMR pour la tomate et le choux. D'autres pesticides tels que le lindane, l'heptachlore et son métabolite ainsi que le DDT et ses isomères sont moins fréquemment retrouvés. Les concentrations totales en résidus de pesticides établies ont montré que la tomate a les teneurs les plus élevées suivie du chou, de la carotte et de la laitue.

Au Nigéria, des résidus de pesticides organochlorés sont détectés dans les légumes à des fréquences de 95 ; 53 ; 50 et 30% respectivement pour le HCH total, le HCB, le DDT total et l'aldrine (Adeyeye et Osibanjo, 1999).

En Egypte, Farag et *al*. (2011) ont porté leurs investigations sur 132 échantillons de fruits, de légumes, d'herbes et d'épices collectés au niveau des marchés locaux. Les résidus de pesticides sont décelés dans 72 échantillons dont un seul a dépassé les LMR. Le nombre de pesticides retrouvés est de un (1) pour 43,18% des échantillons de deux (2) pour 6,06% et de trois (3) et plus pour 5,3%. Parmi ce nombre, six (6) pesticides dont les résidus détectés sont considérés comme cancérigènes.

Dans une recherche portant sur l'analyse des résidus de pesticides présents dans les tomates et les poivrons cultivés dans la région de *Souss-Massa*, les résultats obtenus ont montré la présence de l'endosulfan, du dicofole, du difénoconazole, de la deltaméthrine, de la cyperméthrine respectivement dans 32 ; 25 ; 22 ; 8 et 6% des échantillons. D'autres matières actives sont retrouvées à des fréquences assez faibles. Des dépassements des LMR ont été observés pour la cyperméthrine, le dicofol, le difénoconazole et le fenzaquin et concernent 20% des échantillons. De même, sur 86 échantillons de poivrons analysés, les matières actives présentes sont l'endosulfan, l'azoxystrobine, la deltaméthrine, la cyperméthrine, le chlorothalonil, le bifenthrine, la λ-cyalothrine et la procymidone. Deux échantillons ont enregistré des dépassements des LMR portant sur l'azoxystrobine et le chlorothalonil (Omar, 2010).

Kaske (1992) dans ses travaux de recensement des pesticides au Bénin a rapporté les traces d'organochlorés des DDT et dérivés du lindane, de la dieldrine, du chlordane et de l'heptachlore dans 17 échantillons de produits frais et 7 échantillons des végétaux et produits végétaux prélevés et analysés à travers le territoire national.

De même, Saïzonou (1999) dans une campagne de détermination des résidus laissés par les produits phytopharmaceutiques dans les produits agricoles traités a signalé la présence de DDT, de l'heptachlore et de la dieldrine dans 22% des échantillons analysés. Les produits agricoles contaminés sont, entre autres, les cossettes d'igname, le gombo, le niébé, etc.

Il est regrettable que de nombreux aliments non transformés soient susceptibles d'être contaminés par des pesticides qui sont très répandus dans l'environnement. Un des aspects de la sécurité alimentaire est le contrôle des teneurs en résidus de pesticides des aliments d'origine végétale.

2-6- CONSEQUENCES DE L'UTILISATION DES PESTICIDES POUR L'HOMME

Les risques pour la santé humaine en cas d'exposition aigüe à des pesticides sont connus de longue date.

Bien qu'une telle démonstration ne puisse être facilement faite chez l'humain, plusieurs recherches chez les animaux indiquent que certains pesticides peuvent produire des effets sur la reproduction et sur le développement. Parmi les effets possibles, on peut noter les anomalies du développement embryonnaire qui incluent des malformations et des retards de croissance et de développement. L'avortement spontané, la prématurité, la diminution de la fertilité, l'infertilité, la baisse de libido et la diminution de la production et de la mobilité des spermatozoïdes font partie des effets sur la reproduction parfois associés aux pesticides (Samuel et Laurent,

2001). La lecture de l'étiquette d'un pesticide indique rarement l'existence de tels risques. C'est pourquoi, il est préférable qu'une femme enceinte ou qui allaite s'abstienne de manipuler les pesticides. Selon Dewailly et *al*. (2000), la présence des pesticides dans le lait maternel peut causer au bébé plusieurs problèmes de santé, par exemple une grande susceptibilité à développer des otites à répétitions. Il semble en effet que ces enfants aient un système immunitaire plus faible, ce qui peut entraîner des complications médicales. De nombreux autres maux dont la diminution des défenses immunitaires, les cancers, notamment le lymphone seraient causés par les pesticides (Osburn, 2000). Les pesticides engendrent des perturbations hormonales et affectent la fertilité masculine et la reproduction (Carlsen et *al*., 1992). En affectant le système endocrinien, les pesticides sont également la cause des problèmes neurologiques, cognitifs et comportementaux (Porter et *al*., 1999).

De plusieurs enquêtes menées par Goldstein et *al*. (2002) auprès d'utilisateurs et de services médicaux, il ressort que les herbicides à base de glyphosate sont à l'origine d'un grand nombre de plaintes pour atteinte à la santé. La plupart de ces plaintes concernent des irritations des yeux ou des voies respiratoires supérieures, qui peuvent être attribuées aux formulations du glyphosate. Ces dernières, souvent assez agressives pour assurer une bonne pénétration de la matière active dans les plantes traitées, sont effectivement susceptibles de causer, par contact et inhalation, notamment des irritations de la peau, des yeux et des voies respiratoires (Williams et *al*., 2000).

Parallèlement, des publications scientifiques mentionnent régulièrement des effets toxicologiques sévères dus au glyphosate. On l'a accusé, par exemple, d'être mutagène et génotoxique (Bolognesi et *al*., 1997), potentiellement associé au lymphome non-hodgkinien (Hardell et *al*.,

2002), au myélome multiple (De Roos et *al*., 2005) ou, dernière polémique en date, d'avoir des effets délétères sur les cellules placentaires humaines, ainsi qu'une action sur la synthèse des hormones sexuelles (Richard et *al*., 2005).

Une étude pilote sur les intoxications dues aux pesticides agricoles au Burkina-Faso conduite par la FAO (2010b) a montré un total de 296 cas d'intoxications au sein de l'échantillon des producteurs. En général, ces intoxications sont accompagnées de symptômes dermatologiques (démangeaisons, picotements, brûlure de la peau, éruption cutanée, plaies, destruction complète de la partie contaminée), respiratoires (brûlure et irritation des voies respiratoires, difficultés respiratoires et toux), oculaires (brûlure des conjonctives, troubles visuelles, picotement et brûlure dans les yeux, perte de la vue), gastro-intestinales (douleur abdominale, nausées, vomissement), des céphalées et des vertiges. Certains cas ont conduit à une perte de connaissance de personne intoxiquée.

Thiam et Sagna (2009) ont démontré dans leur recherche au regard des effets de pesticides sur la santé en zone cotonnière à Vélingara au Sénégal que les symptômes dus aux pesticides sont nombreux et variés. Les maux de tête représentent 21,5% des symptômes. La diarrhée est le symptôme le plus rare (0,7%). La vision floue (14,9%), les troubles de sommeil et/ou l'insomnie (6,1%), la nausée et/ou le vomissement (5,6%), les difficultés respiratoires (5,3%) et le ptyalisme excessif (4,9%) sont aussi des symptômes qui sont rapportés. En plus, il faut tenir compte des pupilles rétrécies (3,9%), les battements de cœur irréguliers (3,5%), le tremblement des mains (3,0%), les convulsions (2,8%) et les titubations (2,7%) qui sont également signalés.

L'inhalation de pesticides, le changement de direction du vent et d'autres comportements entraînent des effets néfastes sur la santé de

l'utilisateur (Affodégon, 2007). La recherche effectuée sur les filières des intrants agricoles au Bénin par le MDR/GTZ (2000) a montré que les risques sanitaires liés aux pesticides sont élevés parce que ces produits ne sont par utilisés et stockés de manière sûre. D'après les travaux d'Affédjou (1999) sur 313 enfants exposés aux pesticides dans la Commune d'Aplahoué, il a été relevé des manifestations cutanées chez 91,7%, des signes neurologiques chez 57,5% et des troubles respiratoires chez 40% de l'échantillon.

Les intoxications dues aux pesticides sont un problème de santé publique dans de nombreux pays africains. Malheureusement, leur documentation n'est pas facile, car les statistiques ne sont pas disponibles dans les structures sanitaires qui sont très peu outillés pour déceler des cas d'intoxication. Malgré tous ces travaux, plusieurs incertitudes demeurent à propos des effets à long terme des pesticides sur la santé humaine. Face à ces incertitudes, il est important de réduire les quantités utilisées et les possibilités d'exposition aux pesticides.

2-7- TEXTES JURIDIQUES POUR UNE BONNE GESTION DES PESTICIDES

Pour juguler les problèmes que posent les produits chimiques en général, plusieurs initiatives juridiques contraignantes pour une bonne gestion des pesticides sont mises en place.

2-7-1- Au niveau international

On peut citer plusieurs Conventions. Il s'agit de:

- la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants, adoptée en 2001 et entrée en vigueur en 2004 ;

- la Convention 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, adoptée en 1998 et entrée en vigueur en 2004 ;
- la Convention sur la sécurité et la santé dans l'agriculture, OIT, adoptée en 2001 et entrée en vigueur en 2003 ;
- la Convention sur la diversité biologique, adoptée en 1992 et entrée en vigueur en 1993.

Certaines Déclarations sont aussi adoptées. Elles concernent :

- la Déclaration mondiale sur la santé et la Santé pour tous au XXI^{è} siècle, adoptée en 1998 ;
- la Déclaration de Rome sur la sécurité alimentaire mondiale et le Plan d'action du Sommet mondial de l'alimentation, adoptée en 1996 ;
- la Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement durable, proclamée par la Conférence des Nations- Unies sur l'environnement et le développement durable en 1992.

D'autres textes viennent compléter cette liste. On peut citer :

- le Code international de conduite pour la distribution et l'utilisation des pesticides de la FAO, adopté en 1985, amendé en 1989, révisé et adopté en 2002 ;
- l'Approche stratégique de la gestion internationale des produits chimiques, adoptée en 2006 par la Conférence internationale sur la gestion des produits chimiques ;
- le Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques, adopté en 2003 ;
- l'Action 21- Programme d'action pour le développement durable, et plus particulièrement les chapitres 14 (Promotion d'un développement agricole et rurale durable) et 19 (Gestion écologiquement rationnelle des

substances chimiques toxiques, y compris la prévention du trafic international illicite des produits toxiques et dangereux), adoptée en 1992.

Ce sont autant d'instruments de gestion des pesticides qui sont disponibles pour les pays en développement et plus particulièrement pour l'Afrique.

2-7-2- Au niveau national

Au plan législatif et réglementaire, plusieurs textes sont en vigueur au Bénin concernant la gestion, l'utilisation, l'agrément et le contrôle des produits phytosanitaires.

Au plan législatif, il y a :

- la Loi n°91-004 du 11 février 1991 portant réglementation phytosanitaire.

Au plan réglementaire, on peut citer :

- le Décret n° 99-537 du 17 novembre 1999 portant transfert au secteur privé de la responsabilité de l'organisation des consultations pour l'approvisionnement en produits phytosanitaires ;
- le Décret n°92-258 du 18 septembre 1992 fixant les modalités d'application de la Loi et de divers Arrêtés réglementant la distribution et l'utilisation des produits phytopharmaceutiques ;
- l'Arrêté n°447/MAEP/MEPN/MC/ DC/ SGM/ SA du 05 novembre 2009, interdisant l'importation, la distribution et l'utilisation de l'endosulfan au Bénin ;
- l'Arrêté n°16/MICPE/MAEP/DC/SG/DCCI du 11 mars 2003, fixant les conditions d'importation et de distribution des insecticides en République du Bénin ;

- l'Arrêté n°414/MDR/ MF/DC/CC/CP du 05 octobre 1998, fixant les taux, mode de recouvrement et de répartition des dossiers de demande d'agréments professionnels pour la mise sur le marché de produits phytopharmaceutiques et leurs utilisations par des prestataires de services ;
- l'Arrêté n° 413/MDR/MF/DC/CC/CP du 05 octobre 1998, fixant les taux, le mode de recouvrement et de répartition des droits d'instruction des dossiers de demande d'autorisation d'expérimentation et d'agrément de produits phytopharmaceutiques ;
- l'Arrêté n°593/MDR/MF/DC/CC/CP du 26 octobre 1995 relatif à la composition des dossiers de demandes d'autorisations d'expérimentation et d'agrément des produits phytopharmaceutiques ;
- l'Arrêté n°591/MDR/MF/DC/CC/CP du 26 octobre 1995 relatif à l'agrément professionnel requis pour la mise sur le marché de produits phytopharmaceutiques et leur utilisation par des prestataires de services ;
- l'Arrêté n°0255/MDR/MF/MCT/DC/CC/CP du 19 mai 1993 relatif à l'interdiction d'emploi en agriculture de matières actives entrant dans la composition des produits phytopharmaceutiques ;
- l'Arrêté n°0188/MDR/DC/CC/CP du 22 avril 1993 relatif aux conditions de délivrance et d'emploi en agriculture de produits phytopharmaceutiques contenant certaines substances dangereuses ;
- l'Arrêté n°0186/MDR/DC/CC/CP du 22 avril 1993 relatif à l'étiquetage, à l'emballage et à la notice technique des produits phytopharmaceutiques agréés.

Ces instruments législatifs et réglementaires déterminent les mécanismes de protection phytosanitaire du territoire et d'utilisation sans risque des produits phytopharmaceutiques.

2-8-GENERALITES SUR LES CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES PESTICIDES

Outre les processus responsables de transferts des pesticides (volatilisation, dérive, retention, lessivage, ruissellement) vers les compartiments de l'environnement non cibles (l'air, le sol, les eaux…), les processus de dégradation jouent également un rôle dans la contamination environnementale. Plus la dégradation est importante, moins la quantité de pesticide contaminante est grande (Wohlfahrt, 2008).

Il est nécessaire d'expliquer un certain nombre de propriétés physico-chimiques des pesticides dont dépendent les processus de contamination des sols et des eaux (figure 2).

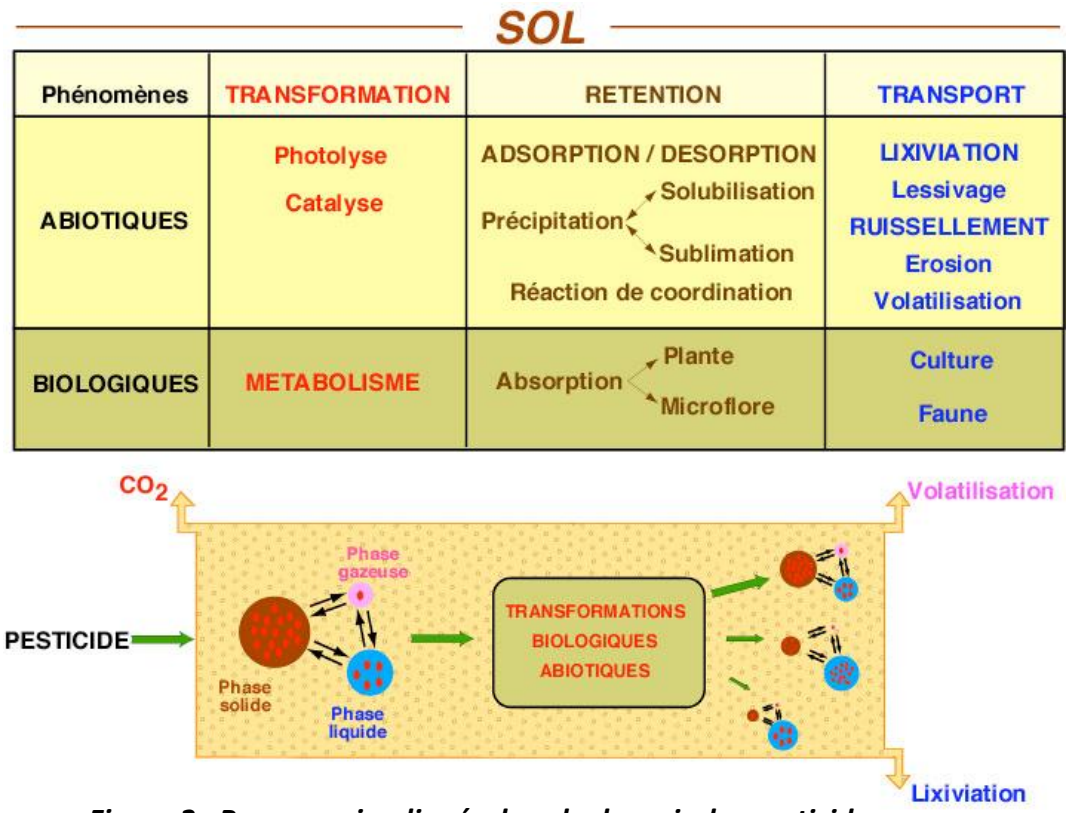


Figure 2 : Processus impliqués dans le devenir des pesticides
Source : Barriusso et al. (1996)

Trois grands phénomènes sont à examiner : les processus de dégradation des molécules, la mobilité de celles-ci et le phénomène de bioaccumulation.

2-8-1- Dégradation des molécules de pesticides

Les composés chimiques ou organiques présents dans le sol subissent de nombreuses transformations ; la plupart des pesticides se décomposent ou se dégradent progressivement sous l'effet de réactions chimiques et microbiologiques dans les sols, d'autres se décomposent à la lumière solaire. Ces processus se traduisent par la dégradation finale du composé en substance minérales simples (CO_2, H_2O, SO_2, HCl, etc.). Au cours de leur dégradation, certains pesticides produisent cependant des substances intermédiaires, des métabolites dont l'activité biologique peut avoir également un impact sur l'environnement (exemple de l'AMPA, métabolites du glyphosate, les nombreux produits de dégradation de l'atrazine, etc.). La dégradation des substances est mesurée par leur demi-vie DT_{50} qui désigne le temps nécessaire pour que 50% de la masse de la substance disparaisse du sol ou de l'eau à la suite des processus de dégradation. On peut ainsi classer les produits en quatre (4) niveaux de dégradabilité selon la FAO (2005) :

$DT_{50} \leq$ 20 facilement dégradable ;

DT_{50} 20-60 assez dégradable ;

DT_{50} 60-180 légèrement dégradable ;

$DT_{50} \geq 180$ peu dégradable.

Ainsi, pour les herbicides, la DT_{50} peut aller de 10 à 14 jours pour des produits comme le 2,4 D et le Dicamba, 45/50 jours pour le Glysophate, la Trifluraline ou le Métolachlore, mais 60 jours pour l'Atrazine, 90 jours pour le Diuron et 1000 jours pour le Paraquat (FAO, 2005). Les composés dont le temps de dégradation est particulièrement long sont appelés persistants. Ils se mélangent dans l'environnement (sols, eau, organismes) sans subir de transformation. La persistance d'un pesticide dans le sol peut être considérée d'un point de vue analytique (durée pendant laquelle la molécule peut être dosée), agronomique

(durée pendant laquelle la molécule produit l'effet souhaité, effet phytotoxique sur les mauvaises herbes par exemple) ou environnemental (durée pendant laquelle un pesticide a un effet non souhaité sur des organismes vivants), ont précisé Calvet et *al*. (2005).

Les trois mécanismes de dégradations sont la biodégradation, l'hydrolyse et la photolyse.

- La biodégradation consiste en la transformation d'une substance par des micro-organismes. Celle-ci peut être effectuée par la présence ou non d'oxygène, l'importance de la population des micro-organismes nécessaires à leur adaptation. Des herbicides comme la Métolachlore, le Diuron, l'Atrazine, le Diclofop, l'Aclonifen sont bien dégradés par des microbes du sol, plutôt en présence d'oxygène pour le Diclofop, plutôt sans pour la Trifluraline, en sols basiques et riches en matières organiques pour les acides Phénoxys (2,4 D et Mécoprop).
- Lors de l'hydrolyse, le composé est dissocié au contact de l'eau, une partie de la molécule est remplacée par un groupe OH, cette réaction dépendant beaucoup du pH du milieu. L'Atrazine subit ainsi une hydrolyse acide de milieu aqueuse à pH faible.
- La photolyse est la dissociation du composé par le rayonnement de la lumière (exemple : les Perméthrines, la Trifluraline ou l'Aclonifen).

2-8-2-Mobilité des molécules de pesticides

La mobilité d'un pesticide dépend de sa solubilité dans l'eau. Lorsqu'un pesticide se retrouve dans le sol, une partie adhère aux particules de sol et en particulier aux matières organiques, selon un processus appelé sorption, et une partie se dissout et se mélange à l'eau. Par exemple, la mobilité du Glyphosate est faible car il est fortement absorbé dans les sols riches en matières organiques, le 2,4 D est très mobile ainsi que l'Atrazine.

La sorption d'un pesticide est plus importante dans un sol riche en matières organiques. Solubilité et sorption dans le sol d'un pesticide sont en rapport inverse, la solubilité (donc la mobilité) est d'autant plus forte que la sorption est faible. Le coefficient de partage Koc correspond au rapport de la concentration de pesticides en phase aqueuse. Les pesticides caractérisés par un faible coefficient de partage Koc sont plus solubles et plus susceptibles de lixiviation vers les eaux souterraines (FAO, 2005).

Niveau de solubilité dans l'eau	**Niveau de mobilité**
< 0,10 non soluble ;	Log koc < 1 très mobile ;
0,1-1 légèrement soluble ;	Log koc 1-2 mobile ;
1-10 moyennement soluble ;	Log koc 2-3 assez mobile ;
10-100 assez soluble ;	Log koc 3-4 faiblement mobile ;
>100 fortement soluble.	Log koc 4-5 à peine mobile ;
	Log koc > 5 immobile.

La bioaccumulation désigne la tendance qu'un composé a à s'accumuler dans les organismes. Le coefficient de partage Kow correspond à l'indicateur de quantification de la bioaccumulation des pesticides le plus faible.

Le coefficient de partage octanol-eau Kow correspond au rapport de la concentration de pesticide dans deux liquides non mélangés, l'octanol et l'eau. Les composés à forte valeur de Kow (c'est-à-dire facilement solubles dans l'octanol et moins dans l'eau) s'accumulent dans les organismes.

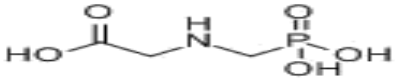
2-8-3- Caractéristiques des matières actives recherchées

Certaines caractéristiques des matières actives recherchées (glyphosate, profénofos, acétamipride et cyperméthrine) ont été décrites.

2-8-3-1- Glyphosate

« *Le glyphosate est un herbicide systémique à large spectre, utilisé pour tuer plus de 40 sortes de plantes comme les arbustes, les monocotylédones, les dicotylédones, les plantes herbacées, les mauvaises herbes et vivaces à feuilles larges et les graminées annuelles. Ce produit présente une faible toxicité pour les humains et le bétail et il est sans danger pour les poissons, les oiseaux et autres animaux. Il s'agit d'un herbicide (presque) total, à très large spectre d'efficacité, pénétrant dans les végétaux par les feuilles, puis transporté de manière systémique dans la plante jusqu'aux racines* » (Delabays et Bohren, 2007).

Sa formule moléculaire est : $C_2H_8NO_5P$.

Sa formule développée est : 

Le glyphosate est l'un des herbicides les plus utilisés, il est couramment utilisé dans l'agriculture, l'horticulture, la sylviculture, ainsi que dans l'entretien du jardin. Son domaine d'application comprend les vergers, les champs de mûriers, les jardins de thé, les plantations de caoutchouc, les champs de canne à sucre, les jardins potagers, les champs de coton, les autoroutes, les voies ferrées, les aéroports, les dépôts pétroliers, les canaux d'irrigation et les fossés. Il peut être utilisé dans les terres agricoles pour éliminer les mauvaises herbes avant les semis ou la rotation des cultures. Selon WSSA (1994), on a :

DT_{50} (sol) : 1-2 mois.

Solubilité (eau) : 900 g/L.

Koc (fixation sol) : 24000 mL/g.

CL_{50} (Poisson) : 26 mg/L.

DL_{50} (Rat) : 5600 mg/L.

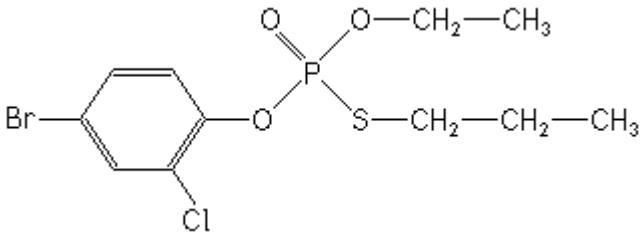
DJA : 0,3 mg/kg/j.

2-8-3-2- Profénofos

« *Le profénofos est un insecticide composé à haut rendement avec un contact à action rapide et des actions d'intoxication de l'estomac. En raison de la perméabilité remarquable, il peut rapidement imprégner les feuilles des plantes et détruire efficacement les parasites sur les dos des feuilles. Principalement utilisé dans les champs de coton, il a un effet évident sur le contrôle des vers de la capsule de coton ainsi que leurs œufs. Le profénofos est toxique pour les abeilles, les poissons et autres organismes aquatiques ainsi que pour les vers à soie* » (Agrochemical, 2013).

Sa formule moléculaire est: $C_{11}H_{15}BrCPO_3PS$.

Sa formule développée est :



Selon la firme agrochemical, les précautions ci-après doivent être prises dans l'utilisation du profénofos :

- comme l'intervalle entre l'application de profénofos et la récolte est de 60 jours pour le coton, ce produit peut être utilisé trois (3) fois au maximum ;
- ne pas mélanger ce produit avec d'autres pesticides ou des substances alcalines pour utilisation ;
- pour plus de sécurité, veuillez porter des combinaisons de protection et des gants lors de l'application ;
- les femmes enceintes et celles qui allaitent doivent éviter tout contacts avec le profénofos.

DL_{50} (Rat): 358 mg/L.

Solubilité dans l'eau: 28 mg/L.

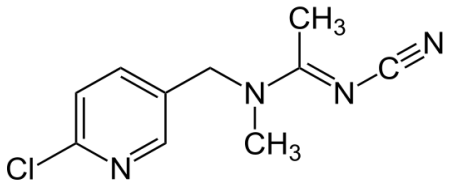
DJA: 0,1 mg/kg/j.

2-8-3-3- Acétamipride

« *L'acétamipride est un insecticide contenant des néonicotinoïdes. Ce produit agit au contact des insectes ou lorsqu'il est ingéré par ceux-ci. Son action systémique assure sa distribution dans les végétaux. Les préparations commerciales contenant d'acétamipride sont homologuées pour l'utilisation sur une gamme de cultures vivrières et des plantes ornementales* » (ARLA, 2010).

Sa formule moléculaire est : $C_{10}H_{11}CLN_4$.

Sa formule développée est:



Selon la même source, la matière active de qualité technique acétamipride s'est révélée être d'une toxicité aigüe élevée chez le rat exposé par l'ingestion, elle n'est pas cancérigène pour les animaux et n'entraîne pas de lésions du matériel génétique telles l'ADN. Dans les conditions d'utilisations au champ, l'acétamipride pose un risque négligeable pour les lombrics. Le risque sur le plan de la reproduction des oiseaux est lui aussi négligeable. Il subsiste néanmoins un risque pour les invertébrés aquatiques, les végétaux terrestres non ciblés et les abeilles domestiques directement exposés au traitement.

DT_{50} (sol) : 34 jours = faiblement persistant ;

Solubilité (eau) : très soluble ;

Koc: 0,80 mL/g

DL_{50} (Abeilles) : 8,09 µg m.a./abeille

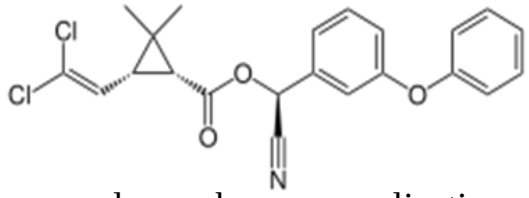
DJA: 0,07 mg/kg/j

2-8-3-4- Cyperméthrine.

« *La cyperméthrine est une pyréthrinoïde photostable à large spectre d'activité, présentant une persistance d'action prolongée et des propriétés de biodégradabilité. Pour cette raison la cyperméthrine a été très largement utilisée à travers le monde pour la protection d'une grande variété de cultures* (*céréales, coton, café, etc*.) » (Envirochem, 2012).

Sa formule brute est : $C_{22}H_{19}Cl_2NO_3$.

Sa formule développée est:



La cyperméthrine est utilisée pour de nombreuses applications, aussi bien sur les insectes volants que sur les insectes rampants, et tant en aérosol qu'en solutions à pulvériser. Agissant par contact et par ingestion, elle est efficace contre une grande variété d'insectes comme les mouches domestiques, les coléoptères, les larves de lépidoptères, les aphides, etc. (CRAAQ, 2014).

DT_{50} : 30 jours.

Solubilité (eau) : 0,2 mg/L

Koc (fixation sol) : > 2000 cm^3/g

CL_{50} (poisson) : $5x10^{-1}$ mg/L

DL_{50} (Rat) : 250-4150 $mg.kg^{-1}$

DJA: 0,05 $mg.kg^{-1}$ j^{-1}

La recherche documentaire a permis de recueillir un certain nombre de données relatives au sujet. Au regard de la documentation, il existe

beaucoup de recherches relatives aux conséquences des pesticides sur l'environnement et la santé humaine. Ces travaux servent de référence à la présente recherche et permettent de mieux aborder le cadre géographique dans lequel elle s'est déroulée.

CHAPITRE 3 :

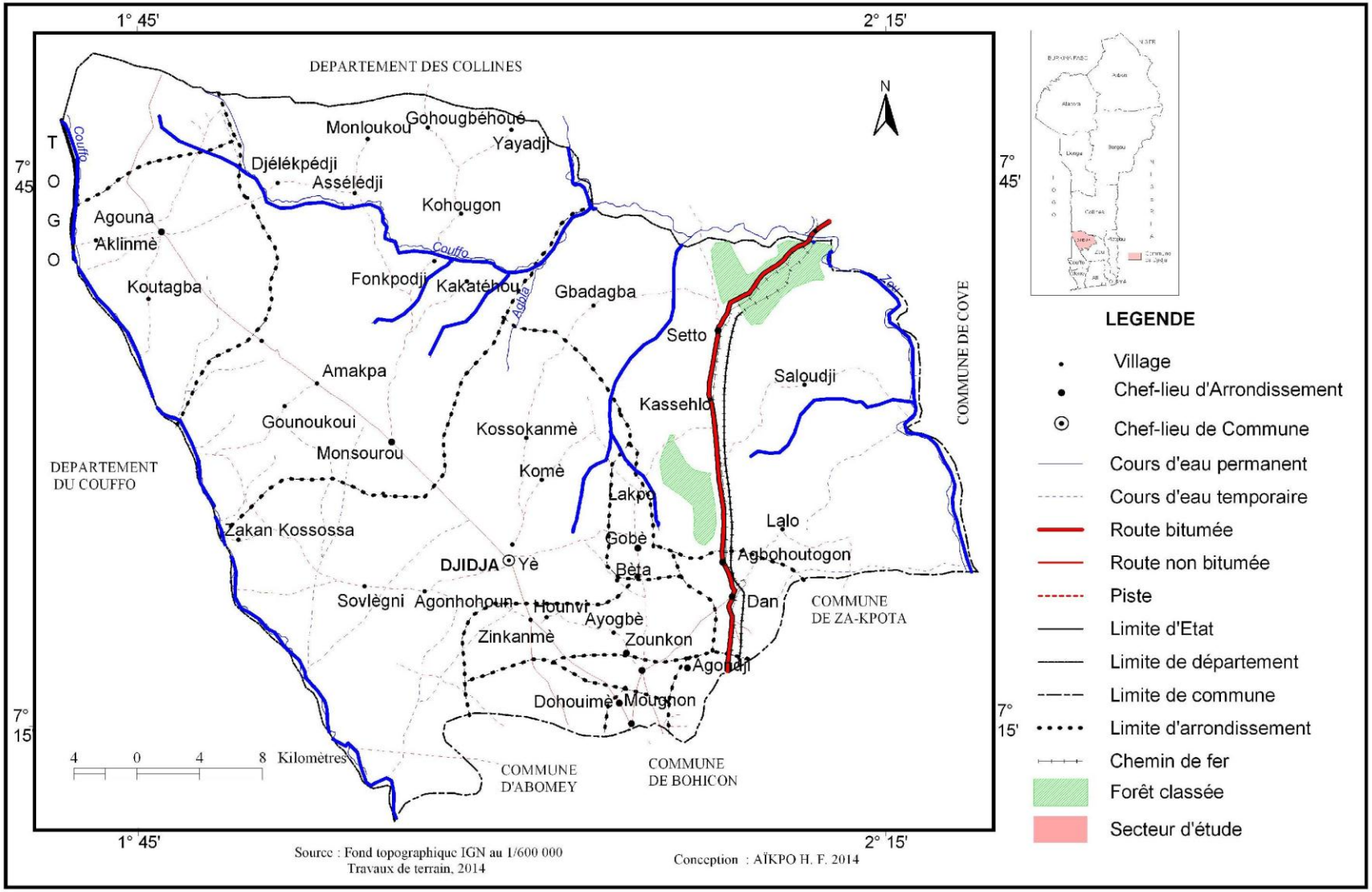
CADRE GEOGRAPHIQUE DE LA RECHERCHE

Le troisième chapitre dresse l'état de connaissance du cadre géographique de la recherche. Il présente la localisation de la Commune de Djidja, les déterminants du milieu physique, la population et les groupes socioculturels, les secteurs d'activités et les effets généraux des activités humaines sur l'environnement dans la Commune.

3-1- LOCALISATION DE LA COMMUNE DE DJIDJA

La Commune de Djidja est créée lors de la réforme administrative de 1978. Elle fait partie des neuf (9) Communes (Abomey, Agbangnizoun, Bohicon, Covè, Djidja, Ouinhi, Zagnanado, Za-Kpota et Zogbodomè) du département du Zou qui est situé à 7° 15' de latitude nord et à 2° 10' de longitude ouest. Avec une superficie totale de 5243 km^2, le département du Zou partage avec le département des Collines la partie centrale de la République du Bénin. Le département du Zou est limité au nord par le département des Collines, au sud par les départements de l'Atlantique et de l'Ouémé, à l'est par le département du Plateau et à l'ouest par le Couffo et la République du Togo (INSAE, 2002).

La Commune de Djidja est la plus vaste des neuf (09) Communes que compte le département du Zou (Carte 1).



Carte 1 : Situation de la Commune de Djidja.

Située entre 7° 10’ et 7° 40’ de latitude nord et entre 1° 40’ et 2° 10’ de longitude ouest, cette Commune couvre 41,66% de la superficie totale du département. D’une superficie de 2184 km^2, elle est limitée au nord par le département des Collines (Communes de Dassa et de Savalou), au sud par les Communes d’Abomey et de Bohicon, au sud-ouest par le département du Couffo (Commune d’Aplahoué) et la République du Togo, à l’est par les Communes de Za-Kpota et de Covè.

La Commune de Djidja est subdivisée en quatre vingts quinze (95) villages et quartiers de villes regroupés en douze (12) arrondissements qui sont : Agondji, Agouna, Dan, Djidja, Dohouimè, Gobè, Monsourou, Mougnon, Oungbèga, Outo, Setto et Zounkon (INSAE, 2013).

3-2-DETERMINANTS DU MILIEU PHYSIQUE

Il est exposé ici le bilan climatique, le relief, les sols, l’hydrographie et la végétation.

3-2-1- Bilan climatique

Le bilan climatique étant défini à partir des précipitations et de 1'évapotranspiration potentielle, il permet de diviser 1'année en des périodes d'événements bioclimatiques successives.

Selon Franquin (1968), un mois est humide lorsque son total pluviométrique est supérieur à l’évapotranspiration potentielle (P > ETP), et un mois est sec quand son total pluviométrique est inférieur à la moitié de son ETP (P < 1/2 ETP). Un mois est intermédiaire lorsque son total pluviométrique se situe entre la 1/2 de l’ETP (1/2 ETP < P < ETP).

La période humide s'installe quand la courbe de l/2 ETP passe sous celle des précipitations. Cette période rend compte du bilan des apports et

des pertes en eau. Elle va, par définition, de1'instant où le déficit maximal du sol, au point de flétrissement, commence à décroître sous 1'effet des premières pluies, jusqu'au moment où ce déficit est de nouveau atteint après utilisation et épuisement complet des réserves utilisables du sol dans la tranche d'exploitation racinaire. Le déficit du sol nu commence en général à diminuer en régions tropicales, quand la pluviosité devient égale à l/2 ETP (Toko, 2008) ; les pluies antérieures ayant servi à reconstituer le stock d'eau de la tranche superficielle asséchée au-delà du point de flétrissement ou ayant été évaporées.

Le diagramme climatique (figure 3) présente les situations de cet espace variant avec les latitudes de Bohicon (annexe 6).

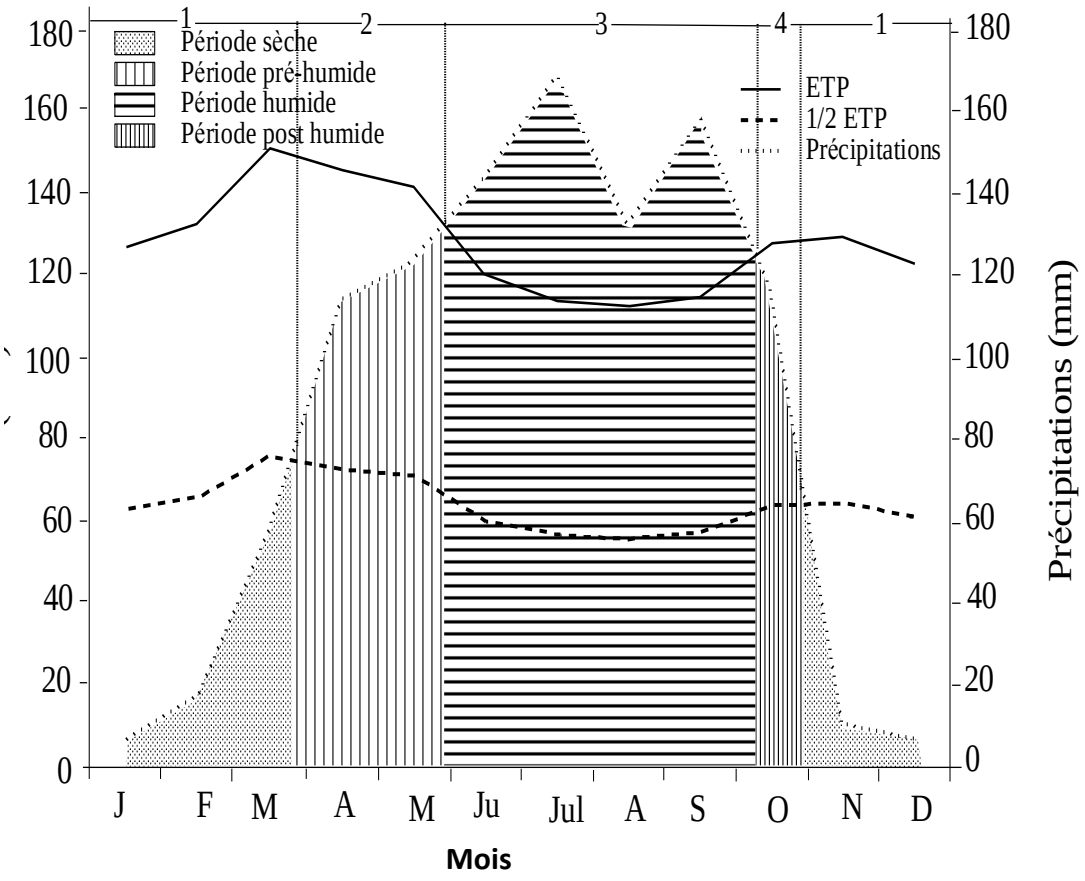


Figure 3: Diagramme du bilan climatique de Bohicon (ASECNA, 1970-2005)

A l'échelle saisonnière, la baisse pluviométrique est importante, notamment au cours des mois de mai, de juin et d'octobre. En ce qui concerne le mois de juillet, il apparaît le plus pluvieux avec des hausses de l'ordre de 19 à 25,3 mm. La particularité est que l'inflexion pluviométrique du mois d'août tend à disparaître.

3-2-2- Relief et sols

Le relief de cette Commune est constitué de plateau avec des dépressions, mais aussi des affleurements granitiques (Lô, Lalo…) atteignant 100 mètres d'altitude (photo 1).

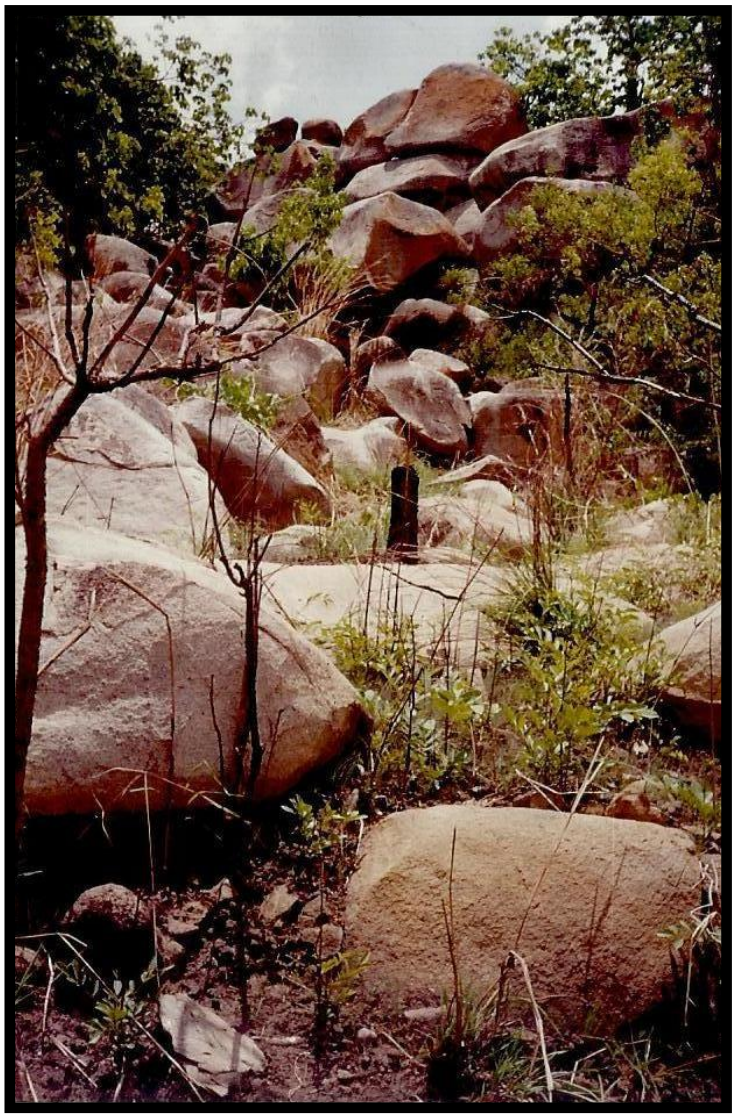


Photo 1 : Affleurement rocheux à Kouissagon (Lalo) arrondissement de Dan
Prise de vue : Aïkpo (2012)

Ces affleurements rocheux présentent des attraits touristiques dans la Commune. Ils sont très intéressants à regarder et l'aménagement de leurs sites peut créer des lieux de repos et de loisirs aux touristes qui veulent rester en contact avec la nature.

Deux substrats géologiques portent les sols de la Commune. Il s'agit du continental terminal et du socle cristallin du crétacé (Plan de Développement de la Commune de Djidja, 2008). On distingue les types de sols suivants :

- Sols ferrallitiques : ils sont appelés terres de barre et englobent les sols rouges argileux et les sols rouges argilo-sableux. On les observe dans la frange sud-est de la Commune, c'est-à-dire dans les arrondissements de Mougnon et d'Oungbèga. Ces sols sont favorables à la culture des plantes annuelles et pérennes (palmier à huile). Mais, ils sont actuellement très dégradés avec un niveau de fertilité très faible.
- Sols ferrugineux tropicaux : ce sont des sols observés dans la partie septentrionale de la Commune et dans certaines parties du nord et du sud-ouest (Outo, Agouna, Monsourou, Dan et Setto). Il s'agit des sols concrétionnés, parfois gravillonnaires, faisant apparaître des cuirasses par endroit. Ils sont soumis à un lessivage élevé en raison de leur richesse en sable fin et en limon, et à cause de leur faible structuration. Ces sols sont favorables aux cultures annuelles mais, moins à la plantation d'essences fruitières, car s'ils ont un bon potentiel minéral, ils sont peu profonds avec des concrétions dans leurs premiers 30-40 cm. La fertilité de ces sols est relativement élevée bien qu'instable ainsi que les réserves d'humus par suite de pratiques culturales inappropriées.

- Vertisols ou argiles noires tropicales proviennent des formations marneuses, argileuses ou calcaires. On les retrouve par endroit dans les mêmes parties du nord et du sud-ouest de la Commune, notamment dans les bas de pente ou en bordure des plateaux. Ce sont des sols dont la couche d'accumulation de l'humus est souvent inondée et se couvre d'une croûte durcie et soumise à l'érosion. Ils conviennent pour la culture de l'arachide, du maïs, du cotonnier et d'autres plantes.
- Sols hydromorphes : ils sont caractérisés par un engorgement d'eau. Ils présentent soit une hydromorphie de surface ou de profondeur. On observe ces sols sur les berges des cours d'eau et ils se distinguent par des régimes d'eau et d'air défavorables, ainsi que des réserves réduites en matières accessibles aux plantes.

Des plaines inondables existent dans la Commune et un inventaire fait par le secteur agricole en 2000 a montré qu'elles ne sont pas valorisées. Ces bas-fonds se répartissent dans huit (08) arrondissements avec des superficies totales variables par arrondissement. Il s'agit de 44 plaines inondables dont les plus grandes se retrouvent dans les arrondissements de Djidja et d'Agouna (SDS, 2004).

Les bas-fonds sont exploités par les Adja qui maîtrisent mieux les techniques de culture de bas-fonds. Il s'agit de techniques rudimentaires qui méritent d'être améliorées par des aménagements appropriés. Par ces aménagements, les revenus des producteurs peuvent être améliorés et la période de soudure peut être réduite avec les cultures de contre saison et la riziculture. Une étude technique des bas-fonds est nécessaire pour évaluer leur potentiel et les possibilités d'amélioration. Ils sont favorables à la culture du riz (*Oryza sativa*), du cotonnier (*Gossypium hirsutum L.*), du sorgho (*Sorghum bicolor*), etc.

3-2-3- Hydrographie

La Commune de Djidja est drainée par 145 km de cours d'eau dont deux (2), à savoir le Zou et le Couffo sont les plus importants. Les autres cours d'eau sont saisonniers et se jettent dans le Zou ou le Couffo selon leur direction. Il s'agit de Dra, Honvè, Ayadaha, Aman, Logodo, Akpalo, Ouèdo, Agbla… qui sont des affluents du fleuve Couffo et de Wota et de Kiti qui sont des affluents de la rivière Zou.

Ces cours d'eau sont pour la plupart menacés de comblement, ce qui réduit de façon considérable, leur capacité à fournir de l'eau aux populations. La raison qui explique ce comblement est l'adoption des pratiques qui dégradent sérieusement les berges des cours d'eau, surtout le labour des berges et même des lits. Ce phénomène est observé dans les périphéries de Djidja-centre.

3-2-4- Végétation

La végétation de la Commune de Djidja est composée de plusieurs formations.

- Les palmeraies ont remplacé la forêt originelle au sud de la Commune, sur les terres de barre fortement dégradées. Elles occupent les localités de Mougnon, d'Oungbèga, d'Agondji et de Dohouimè. Il s'agit de palmeraies destinées à la production de noix de palme et pour la préparation d'huile de palme. Ces palmeraies sont installées suite aux défrichements de la forêt à des fins de cultures annuelles. Des reliques forestières sont observées par endroits. Ce sont essentiellement des forêts sacrées.
- La savane arbustive est la végétation moyennement dégradée de la Commune, portée par des sols ferrugineux tropicaux aussi dégradés. Elle s'étend le long des deux axes Zinkanmè-Lô et Dan-Setto.

On y observe des essences forestières telles que le prosopis (*Prosopis africana*) ; le teck africain (*Pterocarpus erinaceus*) ; le doka (*Isoberlina doka*) ; le copalier africain (*Daniellia oliver) ;* le karité (*Vitellaria paradoxa)* ; le prunier noir (*Vitex doniania Sweet)* ; le baobab (*Adansonia digitata)* ; le lingué (*Afzellia africana)* ; le pommier finsan (*Bligia sapida),* etc. Quelques pieds de palmiers à huile (*Elaeis guineensis*) y subsistent également. C'est dans cette partie que sont installées les forêts classées de Dan et d'Atchérigbé. Il s'agit de plantations de tecks (*Tecktona grandis)* et de cassia (*Cassia grandis L. f.*).

- La savane arborée est la végétation la moins dégradée de la Commune. Elle est portée par trois types de sols à savoir les sols ferrugineux, les vertisols et les sols hydromorphes. Les essences citées plus haut se retrouvent dans cette partie qui subit la pression des champs d'igname et des pâturages. Elle correspond à la partie septentrionale et celle du sud-ouest de la Commune. Le secteur de Gbadagba a une vaste étendue de savane où il n'y a ni champ ni habitation. Cette partie est devenue le champ de prédilection pour le pâturage des troupeaux bovins qui s'y installent progressivement. Dans le groupement herbacé parcouru par le feu chaque année, on note de grandes herbes pérennes (*Andropogon gayanus)* ; le chiendent (I*mperata cylindrica*) ; des herbes pérennes, peu ramifiées (*Pennissetum polystachyon L.*), le fouré (*Mallotus oppositifolius*), etc.
- Des îlots forestiers sont observés dans toutes la Commune et comptent des essences telles que l'iroko (*Milicia excelsa*), le fromager (*Ceiba pentandra L.*), etc. Ces essences forestières sont menacées par la carbonisation et les prélèvements de bois d'œuvre et de services. On

rencontre également des forêts sacrées surtout dans la partie sud d'Agouna.

- Les galeries, le long des cours d'eau, présentent encore des reliques forestières non négligeables, surtout aux abords de la rivière Zou et du fleuve Couffo.

  Le neem (*Azadirachta indica A. Juss*) est très répandu dans la Commune.

3-3- POPULATION ET GROUPES SOCIOCULTURELS

Il est abordé dans cette section la présentation de la population et celle des groupes socioculturels.

3-3-1- Etat de la population

La Commune de Djidja est cosmopolite et compte une population de 123804 habitants répartis sur les 2184 km^2, soit une densité de 39 habitants/km^2 (INSAE, 2013). Elle occupe la troisième place dans le rang des Communes les plus peuplées du Zou dernière la Commune de Bohicon et celle de Za-Kpota.

L'analyse de l'évolution de la population des communes du Zou à partir des données des recensements de 1979, 1992, 2002 et 2013 de l'INSAE montre que la Commune de Djidja fait partie des communes où la population augmente rapidement. La population connaît un accroissement rapide dû non seulement à la hausse de la natalité et à la baisse de la mortalité, mais aussi aux tendances migratoires qui s'inscrivent dans une logique de dynamique impulsée par des arrondissements de grande productivité agricole dans la Commune. Cela peut s'expliquer par le fait qu'il y a encore dans la Commune des ressources naturelles dont

l'exploitation permet aux communautés de vivre et de se reproduire (Aïkpo, 2006 ; Akomagni, 2006).

Mais, cette tendance observée au niveau communal n'est pas vérifiée dans tous les arrondissements. Il y a des arrondissements où on a noté plutôt une baisse de la population. C'est le cas des arrondissements de Dohouimè et de Zounkon (Akomagni, 2006). Cette situation peut s'expliquer par la dégradation des ressources naturelles de production dans ces arrondissements provoquant de nombreux départs de personnes vers des arrondissements où les terres sont plus fertiles.

Les femmes représentent 52,41% de la population. De même, 58,69% de cette population ont moins de 20 ans (INSAE, 2013). Les femmes et les jeunes constituent alors la majeure partie des ressources humaines de la Commune

Le taux d'activité dans la Commune est de 79,46%, soit une population active estimée à 98375. Mais, la proportion des actifs varie d'un secteur d'activité à un autre avec plus de 80% des actifs dans l'agriculture.

La Commune de Djidja présente encore des attraits vis-à-vis de certaines de ses voisines telles qu'Abomey, Za-Kpota, Aplahoué, et même Agbangnizoun. Il s'agit d'immigrants qui viennent à la recherche de terres fertiles. Certains se sont installés pour cultiver, alors que d'autres viennent d'Agbangnizoun, et s'adonnent au salariat agricole.

De même que les producteurs viennent d'autres communes à la recherche de terres fertiles, ceux de la partie sud à savoir Mougnon, Oungbèga, Zounkon et Dohouimè vont dans les Communes situées au nord de Djidja telles que Savalou (Tchèti, Doumè…), Dassa (Paouignan, Atchèguigon…), Savè (Ouoghi, Okonfo…), et même dans la République du Togo.

3-3-2- Groupes socioculturels

La population de la Commune de Djidja est composée de plusieurs groupes socioculturels qui constituent une richesse en termes de variation des cultures et des systèmes de production des biens et des services. Ces groupes socioculturels sont les suivants selon l'INSAE (2013) :

- Les Fon constituent la majeure partie de la population de la Commune. Ils représentent environ 70% et sont disséminés sur tout le territoire de la Commune avec une forte concentration au sud où se sont effectuées les premières installations. Leur dissémination est motivée par la recherche de terres fertiles pour les cultures.
- Les Agou originaires de la République du Togo voisine, représentent environ 20% de la population de la Commune et sont concentrés dans les arrondissements d'Agouna et d'Outto. Ils sont majoritaires dans l'arrondissement d'Agouna, mais leur effectif n'atteint pas celui des Fon dans l'arrondissement d'Outto, bien qu'ils soient les autochtones. L'immigration massive des Fon à la recherche de terres fertiles à cultiver explique ce phénomène.
- Les Mahi sont venus des communes de Savalou et de Covè et représentent environ 08% de la population de la Commune. Ils sont concentrés dans le nord-est. On rencontre quelques Mahi dans les grandes agglomérations pour les activités agricoles.
- Les autres groupes socioculturels restants représentent 02% de la population et sont constitués par les Adja, les Peulh et les Haoussa.

Les Adja se rencontrent surtout le long de la frontière avec le département du Couffo. Mais, on les retrouve aussi dans quelques hameaux et les grands centres des arrondissements.

Les Peulh et Haoussa sont présents dans les agglomérations mais, aussi dans les compagnes d'élevage de bovins.

On peut également signaler la présence, en très faible nombre de Yoruba et d'Ibo qui se sont installés dans la Commune pour mener des activités commerciales.

3-4- SECTEURS D'ACTIVITES

Pour subvenir à leurs besoins, les populations de la Commune de Djidja pratiquent diverses activités.

3-4-1- AGRICULTURE ET ORGANISATION DU PAYSAGE AGRAIRE

Il est exposé dans cette partie l'agriculture et l'organisation du paysage agraire.

3-4-1-1-Agriculture

La population de la Commune de Djidja s'investit à 80% dans les activités agricoles (INSAE, 2013). L'agriculture est le secteur prédominant de l'économie de la Commune. Les principales cultures sont celles vivrières et de rente. Le traitement du cotonnier bénéfice à lui seul plus de 40 tonnes de pesticides par an sans oublier les achats frauduleux qui selon les investigations s'évaluent à 15 tonnes au moins par an (Aïkpo, 2011).

L'agriculture est caractérisée par deux systèmes de culture dans la Commune de Djidja. Il s'agit du système « igname » (*Dioscorea rotundata-cayenensis*, *Dioscorea alata*) et du système « coton » (*Gossypium hirsutum L.*). Le système « igname » est une méthode de culture itinérante basée sur la rotation igname-maïs (*Zea mays Line*)-arachide (*Arachis hypogea*).

.Le cotonnier est introduit dans une rotation avec certaines cultures vivrières. Il y a la rotation :

- Cotonnier-maïs-manioc (*Maniho esculenta*) ;
- Cotonnier-manioc-niébé (*Vigna unguiculata L.*)-soja (*Glycine max*).

On y rencontre également les associations culturales ci-après :

- maïs-coton ;
- coton-manioc ;
- maïs-arachide ;
- maïs-manioc.

La superficie moyenne des exploitations est de 2,9 ha, mais cette moyenne cache de grandes différences entre les micro-exploitations sur terres de barre et les exploitations de savane plus grandes. Sauf sur les terres de barre, la disponibilité en terres constitue une opportunité à Djidja. Les modes de faire-valoir des terres sont l'achat, la location et le métayage. Les deux dernières formes ne permettent pas aux bénéficiaires de faire des plantations pérennes.

Selon la commission agriculture (SDS, 2004), la Commune de Djidja se répartit en trois ensembles d'arrondissements dans la production ainsi qu'il suit :

- arrondissements de Djidja et d'Agouna sont ceux de forte production avec une diversité de cultures (maïs, coton, niébé, arachide, manioc, igname) ;
- arrondissements d'Outto et de Monsourou où la production du coton prime sur toutes les autres ;
- arrondissements d'Oungbèga, de Setto et une partie de Dan constituent ceux de cultures sous palmiers (arachide et niébé surtout). Les producteurs qui s'adonnent à la culture du palmier se sont spécialisés dans la transformation des noix en huile rouge et dans l'extraction du vin de palme pour la préparation du Sodabi (boisson locale alcoolisée). Les producteurs de Dan se sont spécialisés dans le maraîchage.

Sur les 2184 km^2 que couvre la Commune, 982 km^2 sont cultivés, soit 44,96%. Il y a donc encore des jachères forestières et dégradées. Une superficie de 420 km^2 des 982 km^2 est cultivée chaque année, soit 42,76% des superficies cultivées et le reste laissé au repos pour une durée courte. Les jachères naturelles herbacées et forestières constituent encore la forme la plus usité de gestion de la fertilité des terres (SDS, 2004).

L'igname a constitué une grande spécialité de la Commune de Djidja qui approvisionne Abomey, Bohicon mais, aussi les centres urbains côtiers.

Par rapport au coton, la Commune est subdivisée en trois (03) parties : Dan, Djidja et Agouna-Outto-Mousourou. Dans cette dernière partie, la production est importante. Les producteurs sont plus organisés, mieux équipés et ont accès à une main-d'œuvre abondante et permanente.

3-4-1-2-Organisation du paysage agraire

Il n'existe pas une politique adéquate d'exploitation des parcelles. C'est bien difficile pour un visiteur de connaître avec exactitude les limites des champs de deux exploitants par exemple. Les champs ne sont pas clôturés, exception faite des champs domestiques et il n'existe aucune culture indice déterminant le début et la fin d'un champ. L'observation sur le terrain permet de dégager quatre (04) grands ensembles dans l'organisation du paysage agraire. Ce sont :

- Les champs domestiques et les champs proches : ce sont des champs qui se trouvent à l'orée des cases. La distance des habitations ne dépasse guère 2 km.

Les champs domestiques s'observent au niveau de tous les établissements humains. Plusieurs raisons sont à l'origine de l'entretien des champs à l'orée des cases. Les plus fondamentales de ces raisons sont la sauvegarde des carrés non bâtis.

Les champs proches s'observent tant dans les centres des arrondissements que dans les villages et fermes. Ces champs sont qualifiés de proches dans les villages et fermes lorsque ce sont les habitants de ces villages et fermes qui les entretiennent. Mais, il arrive que des citadins par souci d'obtenir de bonnes terres de culture aillent à des dizaines de kilomètres avant de créer leurs champs.

Dans les fermes, rares sont les champs dont la distance par rapport au lieu d'habitation dépasse 4 km. De par même la création des fermes, on peut dire que c'est dans le souci de se rapprocher des terres fertiles et de régler le problème de distance que les fondateurs ont dû quitter les grands centres ou les villages pour s'y installer.

- Les champs lointains et les aménagements agricoles.

Dans le souci d'obtenir de hauts rendements dans la production agricole, les producteurs et grands exploitants agricoles vont loin des habitations à la recherche de bonnes terres.

Les champs lointains sont la caractéristique des grands exploitants agricoles. Les distances sont généralement supérieures à 4 km pour ceux résidants dans les villages et fermes. Pour les habitants des grands centres, ces distances sont supérieures à 10 km (Aïkpo, 2006).

Les aménagements agricoles concernent les petits projets d'essai de la culture de beaucoup de plantes qui sont tentés, mais sans résultats satisfaisants. A titre d'exemple on a l'aménagement d'un site par le PAGER dans l'arrondissement d'Agouna pour la riziculture et le maraîchage. Il en est de même du projet de mise en valeur d'un bas-fond à Monsourou avec l'implantation de la riziculture sur près de 5 à 6 ha. Bien qu'il y ait du matériel performant, les activités ont cessé depuis près de 10 ans. L'arrêt des travaux se justifie par le manque cruel de moyens financiers pour continuer par supporter les charges, surtout d'équipement et salariales.

3-4-2- ELEVAGE ET PECHE

L'élevage et la pêche sont aussi des activités pratiquées par les populations de cette Commune.

3-4-2-1- ELEVAGE

Il s'agit de l'élevage de bovin et du petit élevage qui sont pratiqués dans les bassins agricoles dont la contamination des sols et des ressources en eau par les pesticides est avérée. La productivité et la couverture sanitaire des animaux restent faibles pour des raisons d'insuffisances de formation des éleveurs. En outre, l'élevage n'est pas encore tout à fait intégré à l'agriculture.

3-4-2-1-1- Elevage de bovin

L'élevage de bovin se fait surtout dans les campements peulh et est marqué par les mouvements de troupeaux en direction des lieux d'abreuvage, de pâturage ou de vente d'animaux. Les lieux accessibles où le bovin trouve à pâturer sont les friches, les bords de chemin et de routes, les jachères, les pâturages naturels (photo 2), les cultures fourragères et les champs après l'enlèvement des récoltes.



Photo 2 : Troupeau de bœufs au pâturage à Monsourou
Prise de vue : Aïkpo (2013)

Ce troupeau est constitué d'une vingtaine de bœufs en transhumance. Pendant la saison pluvieuse la capacité de charge des pâturages permet de couvrir globalement les besoins en pâture des animaux (photo 2). Mais, en période de saison sèche, le pâturage devient rare, ce qui accentue la pression sur la végétation.

Les campements peulh s'observent dans les arrondissements de Djidja, Monsourou, Agouna, Outto, Dan et de Setto. Les Peulh sédentarisés et assimilés aux autochtones élèvent des bœufs leur appartenant ou « confiés » par les agriculteurs.

Les lieux d'abreuvage des animaux sont situés dans les arrondissements de Djidja, de Setto, de Dan et de Monsourou. Les cours d'eau servant à l'abreuvage des animaux sont le Couffo, le Zou, le Dra, le Kiti, l'Aman, etc. Mais, certains troupeaux vont dans la République du Togo pour s'abreuver, notamment à Nangbéto. Les mouvements de troupeaux varient selon la période par rapport aux lieux de provenance et aux destinations. Quant à la trajectoire, elle part toujours de Savè et passe par Glazoué et Dassa-Zoumè. Les lieux de provenance sont les Républiques du Togo, du Burkina-Faso entre mai et octobre et du Nigéria entre octobre et avril. Les mouvements de transhumance se font deux fois dans l'année. Pendant la saison des pluies, la direction se fait de l'ouest (Togo-Burkina Faso) vers l'est (Bohicon-Nigéria). Lorsque les pluies se font rares, on assiste au mouvement contraire (SDS, 2004). La particularité est que ceux qui se rendent au Nigéria sont en quête de pâturage. Ce sont des éleveurs, alors que ceux qui vont à Avokanzoun (Agondji) s'y rendent pour vendre des animaux. En effet, des commerçants de bœufs vont acheter des animaux des Républiques du Togo ou du Burkina-Faso et en confient la conduite aux Peulh qui les leur amènent à Avokanzoun.

Les différentes catégories de troupeaux transhumants sont les troupeaux destinés au marché et ceux qui viennent à la recherche de pâturage.

3-4-2-1-2- Petit élevage

Le petit élevage (caprins, ovins, porcins et volailles) est surtout conduit en divagation et est sujet aux maladies de tout genre. Le taux de mortalité est élevé d'autant plus qu'il n'y a ni prévention ni soins curatifs. La formation et l'information sur les diverses infections et sur les vaccinations sont faibles. La divagation des animaux provoque des dégâts et les vols limitent considérablement l'augmentation de la production par espèce.

Quant à l'élevage dit « non conventionnel », il est rare. Mais, on observe quelques éleveurs d'aulacodes et de lapins. Malgré les ressources en fourrages très importantes, le petit élevage n'est pas encore bien développé.

L'enquête sur les éleveurs a montré que cette activité, surtout l'élevage de bovin, apporte des devises à la Commune. Il nourrit les éleveurs, offre des emplois et permet à la Commune de mobiliser des ressources financières. C'est alors un sous-secteur porteur. Mais, il faut dire que des problèmes existent et sont essentiellement dus à la défense et à la protection des intérêts de chaque groupe. Aussi, les Peulh sont-ils très réservés (Akomagni, 2006), ce qui rend la cohabitation difficile avec les agriculteurs.

3-4-2-2- PECHE

Dans la Commune de Djidia, la pêche constitue une activité secondaire des communautés riveraines des cours et plans d'eau existants. La production halieutique provient essentiellement de la pêche de cueillette et dans une moindre mesure de la pisciculture dont la pratique est encore

limitée. La pêche y est pratiquée par quelques pêcheurs à la ligne et on observe actuellement des pratiques répréhensibles constituant à tuer les poissons avec des produits toxiques. Le Couffo et le Zou sont les cours d'eau les plus exploités. La pêche est restée de tout temps artisanale dans la Commune. Beaucoup de choses restent à faire dans ce domaine. On trouve dans les cours et plans d'eau de la Commune des espèces de poissons telles que le poisson-chat (*Clarias gariepinus*), le tilapia (*Tilapia guineensis*), etc.

3-4-3- EXPLOITATION FORESTIERE ET ACTIVITES DE TRANSFORMATION

Il existe d'autres activités telles que l'exploitation forestière et la transformation agro-alimentaire.

3-4-3-1- Exploitation forestière

Actuellement la fabrication de charbon de bois est très développée dans les arrondissements d'Outto, de Djidja et de Monsourou. Cette activité et l'exploitation des bois et billes constituent les vraies causes de la déforestation avec le système de culture du coton et d'igname qui est à la base de nombreux défrichements.

3-4-3-2- Activités de transformation

L'essentielle des activités de transformation concerne l'agro-alimentaire. De nombreuses petites unités traditionnelles existent et sont des affaires des individus et des coopératives. Les transformations agro-alimentaires observées dans la Commune de Djidja sont les suivantes :

- le lait en fromage ;
- le manioc en gari et tapioca ;
- le néré en moutarde ;
- le maïs en akassa ;

- le soja en fromage ;
- la cossette de manioc et d'igname ;
- les noix de palme en huile et autres dérivés ;
- l'arachide en huiles et en galettes ;
- l'huile en savon ;
- etc.

La plupart de ces transformations sont effectuées par les femmes, individuellement ou associées en groupements féminins.

Ces activités génèrent un petit commerce local et contribuent pour une part importante aux revenus de la population.

3-4-4-COMMERCE ET TRANSPORT

Les populations s'adonnent aussi aux activités de commerce et de transport.

3-4-4-1- Commerce

Le commerce occupe très peu de personnes dans la Commune de Djidja qui est une Commune essentiellement agricole. Selon les données du $RGPH_4$ de 2013, seulement environ 20% de la population occupée pratiquent cette activité. Toutefois, ce pourcentage masque de nombreuses différences entre les arrondissements de ladite Commune. Les arrondissements qui affichent les pourcentages de commerçants les plus élevés sont Agondji (43,45%) et Mougnon (43,35%). Ceux qui affichent les plus faibles pourcentages sont Gobè (2,47%), Monsourou (4,18%) et Outto (6,55%). Les autres arrondissements occupent une position intermédiaire.

Même si le pourcentage de commerçants de Djidja est de loin inférieur à celui du département estimé à environ 30%, il faut toutefois signaler que le commerce y constitue la deuxième activité principale à l'instar des autres

Communes du département du Zou. Dans la Commune de Djidja, 88,50% des commerçants sont des femmes. Les principaux marchés de la Commune Sont : Agouna, Kakatèhou (Monsourou), Djidja, Oungbègamè, Setto et Dan (photo 3).



Photo 3 : Marché de Dan en animation.
Prise de vue : Aïkpo (2013)

Alors que le marché d'Agouna est animé tous les mardis, les autres marchés s'animent tous les quatre jours. Le commerce est essentiellement basé sur les produits agricoles (photo 3), de l'élevage, de l'artisanat et produits manufacturés. Nombreux sont les produits agricoles de la Commune qui sont exportés vers les marchés autres que ceux de cette Commune. Il s'agit du maïs, de légumineuse, du charbon et des tubercules qui sont écoulés sur les marchés de Bohicon, d'Abomey, de Zogbodomey, et des départements de l'Atlantique et du littoral. Les tubercules sont aussi exportés vers certains marchés de la République du Nigéria. C'est la preuve que la Commune dégage un surplus de produits agricoles relativement importants. La Commune de Djidja est également un lieu de passage pour

nombre de vendeurs de bovins en provenance de la République du Togo et du nord-Bénin pour Bohicon, Cotonou et parfois la République du Nigéria.

3-4-4-2 Transport

Le réseau routier de la Commune de Djidja s'étend sur 488 km. La Commune est traversée à l'est par le réseau ferroviaire sur 32 km environ avec deux gares (Dan et Setto) et par une voie bitumée sur une même longueur (Plan de Développement de la Commune de Djidja, 2004). Les routes et pistes de la Commune étant pour la plupart non aménagées posent un véritable problème d'accès. Ceci rend ladite Commune très enclavée et la circulation des biens et des personnes difficile surtout en période de pluie. Les voies les plus difficiles à pratiquer sont les pistes intérieures qui représentent plus de la moitié du réseau. En effet, les voies secondaires dégradées en toute saison font que les frais de transport sont très élevés et limitent les déplacements dans la Commune. Certaines localités (tout l'arrondissement de Gobè, le village de Lobèta dans l'arrondissement de Monsourou, etc.) se retrouvent très enclavées en période de pluie compte tenu de l'inexistence de voies praticables et de ponts pouvant les relier au reste de la Commune. Cette situation crée dans les localités la mévente des produits agricoles et les producteurs se retrouvent dans l'obligation de li 94 leurs produits à des prix dérisoires. Par conséquent, ils ne jouissent pas suffisamment du fruit de leurs efforts.

Les principaux moyens de transport utilisés par les commerçants sont les « taxi-motos » et les taxi-autos qui pratiquent des prix relativement élevés compte tenu de l'état des routes et pistes de desserte et de l'insécurité.

3-5- EFFETS GENERAUX DES ACTIVITES HUMAINES SUR L'ENVIRONNEMENT DANS LA COMMUNE

Dans cette rubrique, il est accordé une grande importance aux effets généraux de l'agriculture, de l'élevage et de l'exploitation forestière sur l'environnement écologique dans la Commune.

3-5-1- SYSTEMES DE PRODUCTION DU COTON ET ACTEURS IMPLIQUES DANS LA DEGRADATION DE L'ENVIRONNEMENT

L'accent est mis dans cette section sur le système de production du coton et les acteurs impliqués dans la dégradation de l'environnement.

3-5-1-1- Systèmes de production de coton

L'agriculture occupe une place importante dans l'occupation et la mise en valeur de l'espace dans la Commune de Djidja. Ainsi, une colonisation massive a-t-elle entraîné une augmentation rapide de la superficie cultivée. Les techniques néfastes à l'environnement aussi y existent. La prédominance de l'agriculture itinérante sur brûlis et la variation des cultures consommatrices de l'espace forestier entraînent la destruction du paysage, l'érosion des sols et des risques d'inondation. L'utilisation d'engrais et des pesticides plus accentuée entraîne la pollution des sols, des eaux, des produits agricoles et provoque la réduction de la biodiversité.

L'accroissement effréné de la production cotonnière se réalise essentiellement par le biais non par l'amélioration des rendements, mais plutôt par l'augmentation des superficies coton, celle-ci induisant la déforestation ou la reprise des jachères dans la majorité des cas. La culture du coton telle que pratiquée actuellement dans la Commune a un effet

néfaste sur le milieu. Le cotonnier est une plante exigeante en superficies cultivables. Pour la plupart des producteurs de coton, le système le moins onéreux à court terme est encore le défrichement des nouvelles terres. Ce phénomène s'amplifiera de plus en plus suite à l'augmentation du prix des engrais et des pesticides consécutifs à la dévaluation du franc CFA et de la crise économique mondiale. Il s'ensuit un épuisement des sols qui risque d'hypothéquer à terme, la production elle-même.

Cet effet néfaste du cotonnier sur l'environnement se traduit surtout par :

- la déforestation pour l'utilisation de superficies de coton de plus en plus croissantes ;
- une extension des superficies de coton sans pratique de jachères améliorées, sans application des doses d'engrais et de pesticides recommandées et aussi sans prendre les dispositions utiles de gestion du terroir ;
- les sols sont nus une partie de l'année, ce qui est favorable à l'érosion éolienne et hydrique ;
- l'utilisation répétée d'engrais et de pesticides chimiques sur le coton détruit la structure des sols.

La dégradation générale observée dans la Commune n'est cependant pas spécifique aux systèmes de cultures annuelles à base coton. L'évolution du front pionnier se fait aussi grâce aux cultures du maïs, du niébé, de l'arachide, de l'igname (photo 4), etc. pour lesquelles les pesticides sont utilisés.



Photo 4 : Buttes d'igname à Koutagba

Prise de vue : Aïkpo (2014)

Les producteurs pratiquent une agriculture de défriche sur brûlis pour permettre à la plante l'accès à la lumière du soleil et aux éléments nutritifs du sol (photo 4).

On peut donc dire que le coton n'est pas la seule culture pour laquelle les paysans détruisent la végétation dans la Commune de Djidja.

3-5-1-2- Acteurs impliqués dans la dégradation de l'environnement

Plusieurs acteurs sont impliqués dans la dégradation de l'environnement liée au système de production agricole.

Pour le coton, il s'agit incontestablement des institutions étrangères et nationales. En effet, la SONAPRA s'occupe principalement de la commercialisation des engrais et des pesticides chimiques et du coton graine. Mais, la libéralisation des marchés de ces produits a amené à la création des sociétés privées qui sont des fournisseurs d'intrants du coton. Le CARDER appuie les coopératives de producteurs à travers les spécialistes d'organisations paysannes. L'INRAB s'occupe de la recherche sur les différentes variétés, les luttes phytosanitaires… Depuis la politique mise en place par le gouvernement béninois à travers le Programme de

Restructuration des Services Agricoles (PRSA), les organisations paysannes créées autour de la culture cotonnière se sont vues conférer des compétences qui déterminent aujourd'hui leur dynamique. En réalité, les producteurs de coton ne sont que les acteurs de base par rapport à la dégradation de l'environnement due au coton, les autres interviennent comme catalyseurs.

Les cultures de l'igname, du maïs, du niébé et de l'arachide ont un double rôle : générer des revenus et satisfaire les besoins alimentaires du ménage. Mais, l'arachide est faiblement autoconsommée. La production de ces cultures est orientée vers le marché interne. Malgré l'inexistence des organisations paysannes spécialisées autour de ces produits agricoles, les fortes demandes urbaines conditionnent pour une large part leur production et la dégradation des forêts est aussi imputable à ces cultures.

Dans la Commune, l'igname apparaît comme une culture de rente et sa production est écoulée vers les grandes agglomérations (Abomey, Bohicon, Cotonou…) à l'état frais ou sous forme de cossette. Les cultures de l'igname, du maïs, du niébé et de l'arachide ne bénéficient pas du soutien des institutions spécialisées comme c'est le cas du coton. Mais, elles ont deux catégories d'acteurs : les communautés demanderesses des villes et celles des campagnes qui en sont les producteurs.

.

3-5-2-Systèmes d'élevage et dégradation de l'environnement

Les effets des systèmes d'élevage sur la végétation dans ce milieu peuvent se mesurer à travers l'effectif du bétail et la capacité de charge des superficies pâturées. La détermination des effectifs du bétail dans la Commune est souvent difficile à cause des mouvements transhumants.

Dans cette Commune, la production de biomasse est excédentaire pendant la saison pluvieuse au point où les pâturages peuvent couvrir jusqu' à cinq fois les besoins. Par contre, pendant la saison sèche, le déficit

s’accroît avec l’augmentation du bétail et entretient davantage les pressions sur la végétation. Les champs et les lieux de pâturage sont dissociés et le bétail ne peut pas paître dans toute la Commune. Mais, il arrive souvent aux éleveurs de bovins de conduire leurs troupeaux vers les champs pour dévaster toutes les cultures, ce qui entraîne des conflits parfois meurtriers entre producteurs et éleveurs transhumants. Les couloirs de passage des bovins sont fortement dégradés, même pendant la saison pluvieuse par les effets de piétinement. Les plus fortes pressions se remarquent pendant la saison sèche.

Hormis l’agriculture et l’élevage, il existe d’autres formes d’activités qui dégradent le milieu. Il s’agit de la production du charbon de bois, de bois d’œuvre et de bois de chauffe.

La description des caractéristiques physiques et des aspects humains montre que la Commune de Djidja regorge d’énormes potentialités qui peuvent impulser le développement endogène. L’exploitation des potentialités révèle aussi des faiblesses qui risquent d’hypothéquer le processus de développement de la Commune.

CHAPITRE 4 :
APPROCHES METHODOLOGIQUES

Le quatrième chapitre expose le matériel et les méthodes. Il aborde les supports utilisés pour les enquêtes socio-économiques, la connaissance des éléments du paysage, la réalisation des cartes et les matériels de prélèvement des échantillons, les matériels de laboratoire et la recherche documentaire. Ce chapitre présente également les méthodes utilisées. Ces méthodes concernent la stratification de la Commune, le choix des sites d'enquêtes et d'observations, la population cible et l'échantillonnage et la collecte des données sur le terrain. L'évaluation de risques de pesticides, le choix des sites et le prélèvement des échantillons, la préparation des échantillons et l'analyse des pesticides, l'évaluation de l'efficacité des extraits aqueux des feuilles de neem, le traitement et l'analyse des données font aussi partie des approches méthodologiques utilisées.

4-1- MATERIEL

Plusieurs supports sont utilisés aussi bien pour la collecte des données sur le terrain que pour le traitement et l'analyse de ces données.

4-1-1- Enquêtes socio-anthropologiques

Les supports utilisés pour les enquêtes socio-anthropologiques sont les suivants :

- des questionnaires à l'endroit des différents acteurs concernés par l'utilisation et la gestion des pesticides dans la Commune ;
- un guide d'entretien;
- une grille d'observation qui a servi à décrire les pratiques paysannes en matière d'utilisation et de gestion des pesticides, les compartiments environnementaux pouvant être contaminés et l'exposition de l'applicateur aux pesticides ;
- des pulvérisateurs pour s'assurer de leur norme et de leur bon état ;

- des équipements de protection individuelle afin de voir si ce sont des équipements conventionnels ;
- un appareil photographique référence pour la prise de vues.

4-1-2- Connaissance des éléments du paysage

Certaines cartes sont utilisées pour la connaissance des éléments du paysage. Il s'agit des cartes ci-après :

- carte administrative de la République du Bénin au 1/100000, collection des pays d'Afrique, réalisée par Netmaps en 2011 pour situer la Commune de Djidja dans le département du Zou et par rapport aux départements voisins (Collines et Couffo) ;
- carte topographique, feuille d'Abomey au 1/600000 réalisée par l'IGN en 1992 pour lire le type de relief, apprécier l'importance du réseau hydrographique et de se rendre compte de la répartition de l'habitat ;
- carte pédologique, feuille d'Abomey au 1/200000, réalisée par l'ORSTOM en 1976 pour identifier les types de sols ;
- carte d'occupation du sol de la Commune au 1/95000 réalisée par le CENATEL en 2004 pour apprécier les caractéristiques de l'occupation du sol par les hommes dans la Commune ;
- GPS 12 XL pour prendre les coordonnées géographiques ;
- clicimètre et décamètre pour mesurer les pentes et la longueur.

4-1-3-Réalisation des cartes

Les matériels utilisés pour la réalisation des cartes comprennent essentiellement :

- des fonds topographiques de l'IGN au 1/600000 de 1996 ;
- une carte pédologique de la reconnaissance de la République Populaire du Bénin, feuille d'Abomey au 1/200000 de 1976 ;

- les logiciels de Système d'Information Géographique (SIG), notamment Mapinfo et Arc View 3-2 ;
- des photographies aériennes, couleurs naturelles de la mission Maps geosystems de 2004 et 2007 au 1/10000 et 1/200000 ;
- l'esquisse de la carte d'occupation du sol par les grandes cultures, consommatrices des pesticides dans la Commune est obtenue à partir de l'extraction du Modèle Numérique de Terrain (MNT) des cartes topographiques au 1/600000 et d'occupation du sol au 1/95000, réalisée par le CENATEL en 2004 et aussi des observations sur le terrain.

4-1-4- Prélèvement des échantillons

Les matériels nécessaires pour le prélèvement des échantillons sur le terrain sont de plusieurs ordres :

- des sachets emballages pour emballer les échantillons prélevés ;
- du papier aluminium pour protéger les échantillons contre les rayons solaires ;
- des gants en caoutchouc pour éviter le contact des mains avec les échantillons contaminés ;
- une bêche pour prélever les sols ;
- un filet pour pêcher les poissons ;
- des flacons en verre brun dans lesquels les échantillons d'eau ont été prélevés ;
- des glacières avec des blocs de glace pour le transport des échantillons prélevés ;
- une fiche de collecte pour identifier les échantillons.

4-1-5- Matériels de laboratoire

Ils sont aussi de plusieurs ordres.

La verrerie de laboratoire concerne :

- une éprouvette et une fiole de 100 mL graduées ;
- des ampoules à décanter de 200 mL ;
- des ballons à fond rond de 125 mL ;
- des tubes à centrifuger MDD-LAD de 15 mL (polyéthylène) ;
- des microtubes de verre.

Les solutions sont :

- une solution standard stock (entre 75 et 550 pg/mL) ;
- des solutions étalons de travail (5 µg/mL).

Pour l'extraction, on peut citer :

- le dichlorométhane ;
- le sulfate de sodium anhydre ;
- un entonoir Büchner de 9 cm ;
- un filtre en papier (wattman) ;
- un évaporateur rotatif de marque Buchii rotavapor el.

La détermination par chromatographie en phaze gazeuse est effectuée à l'aide des instruments suivants :

- un spectromètre de masse à haute résolution DSQ II Thermo ;
- un chromatographe en phase gazeuse Thermo Scientfique équipé d'un injecteur split/splitless et une température contrôlée Interface GC-MS ;
- un passeur d'échantillon AS 3000 ;
- une seringue (débit d'injection de 20 µL).

4-1-6- Recherche documentaire

La première étape de cette recherche a consisté en la collecte des informations touchant aux différentes thématiques abordées. Les recherches

se sont orientées principalement vers les bibliothèques et les centres de documentation du CARDER Zou/Collines ; de la SONAPRA ; du MAEP ; de l'INRAB ; de l'IITA ; de l'OBEPAB; du MEHU ; de la FSS ; de l'EPAC ; de la FLASH ; du CIFRED et sur les sites internet.

Cette recherche bibliographique a eu pour support une fiche de collecte d'informations conçue à l'effet. Les différents rapports, mémoires, articles et les différentes thèses qui ont abordé le sujet, et qui sont retrouvés dans les bibliothèques, les centres de documentation ainsi que sur les sites internet sont consultés. Ceci a permis de bien cerner le sujet, et de mieux orienter les recherches à mener. Les cartes disponibles sur la Commune sont aussi exploitées. La carte topographique a été utile pour les travaux de terrain en particulier, et a permis de comprendre les grands ensembles de reliefs, le réseau hydrographique et les types de sols. La carte d'occupation du sol a permis de repérer les grandes catégories de végétation et certains modes d'utilisation du sol. Elle rend compte des différentes densités entre les arrondissements de la Commune à travers la répartition de l'habitat.

A partir de l'exploitation des cartes, on a pu repérer au sein de la Commune, des arrondissements relativement semblables par la topographie, la répartition de la végétation, le mode d'utilisation du sol, la densité de la population, etc.

4-2- METHODES ADOPTEES

Plusieurs approches méthodologiques complémentaires sont exploitées dans le cadre de cette recherche.

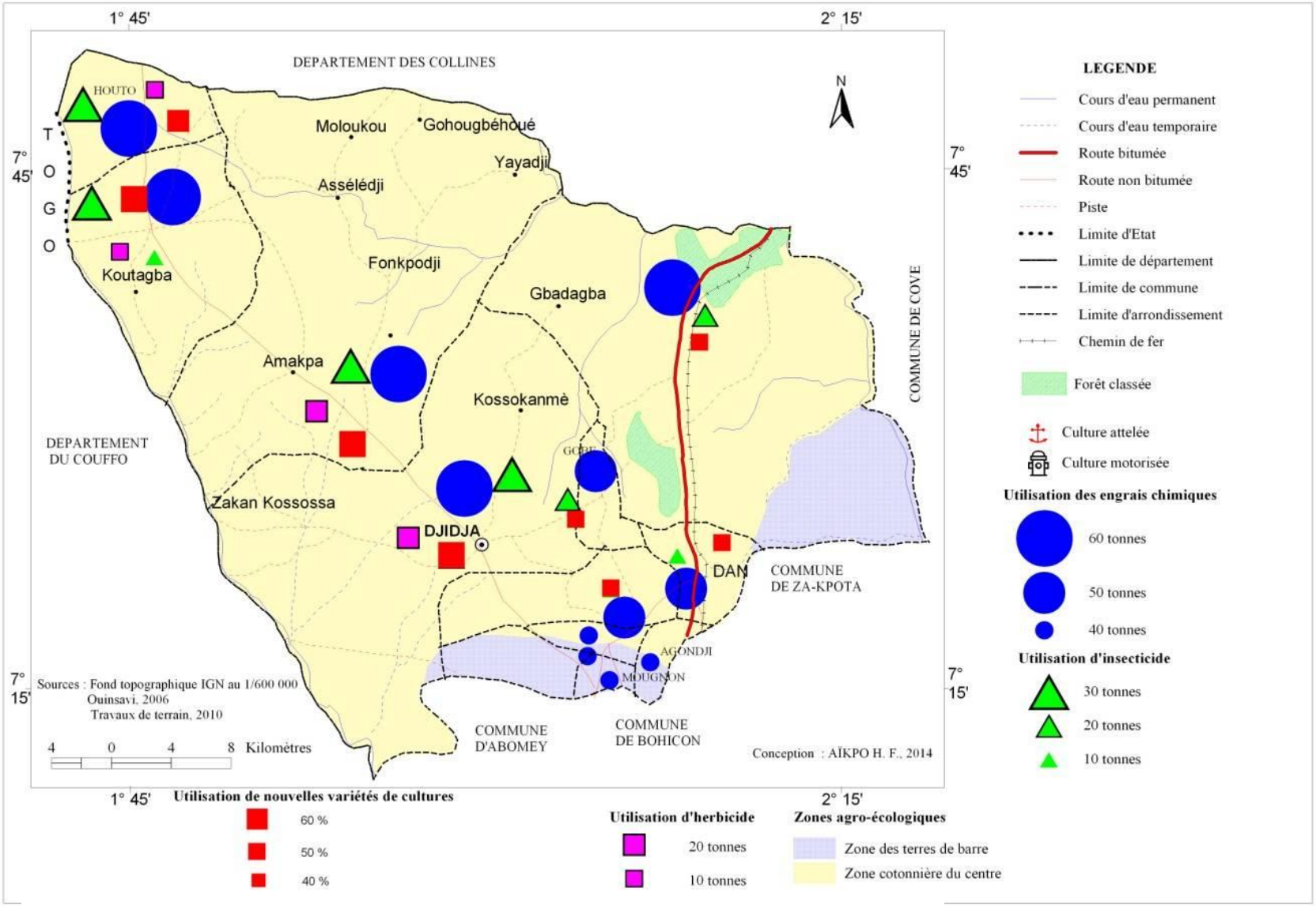
4-2-1-Stratification de la Commune

Elle consiste à délimiter sur une carte des zones homogènes vis-à-vis d'un critère retenu. Il y a donc autant de zonages que de critères retenus.

La Commune de Djidja est un espace de dimension importante. Il est difficile d'enquêter auprès de tous les producteurs de celle-ci. C'est pourquoi on a procédé à sa stratification comme le préconise Bedu et *al*. (1987). Cette stratification est faite suivant le choix de certains critères et ce, à partir des données existantes (cartes, publications) sur la Commune, et de l'avis des responsables du développement rural et d'informateurs privilégiés locaux. Les critères retenus sont :

- les éléments du milieu physique : pédologie et végétation naturelle jouent un rôle important dans la délimitation des zones. Ils permettent au moins d'avoir une idée de la fertilité des sols, base fondamentale de la végétation ;
- les composantes socio-anthropologiques : groupes socioculturels, densité de population et proximité d'un marché ;
- les indicateurs du mode d'exploitation : types de cultures dominantes et secondaires.

Après la sélection de ces critères, on a parcouru la Commune en effectuant plusieurs transects en traversant les hétérogénéités telles qu'elles apparaissent dans la littérature, afin de visualiser les éléments de différenciation. La Commune est ainsi subdivisée selon des ensembles édaphiques qui correspondent à des types de végtations relativement homogènes et à des pratiques agricoles (carte 2).



Carte 2 ***: Zones agroécologiques et pratiques agricoles dans la Commune de Djidja.***

La carte 2 présente deux secteurs agro-écologiques selon les critères plateau de terre de barre et bassin cotonnier du centre Bénin avec des indices de nouvelles pratiques agricoles. Les différents secteurs agro-écologiques identifiés dans la Commune dans le rapport du Plan de Développement complètent celles figurées sur la Carte. On distingue trois secteurs agro-écologiques.

- Secteur 1 : la palmeraie.

Il s'agit de la partie située plus au sud (dans la pointe), regroupant les arrondissements d'Agondji, de Mougnon, de Dohouimè, d'Oungbèga et une partie de Zounkon. C'est une partie dominée par des palmeraies sur des sols ferrallitiques du continental terminal, exploités par une forte densité de population en majorité Fon. Les sols sont très dégradés et les cultures pratiquées sont le maïs, le niébé, l'arachide et le manioc. La production du coton est faible et celle de l'igname réduite à quelques buttes. Le palmier à huile et le petit élevage constituent les principales sources de revenus des paysans de cette partie.

Secteur 2 : la savane arbustive.

C'est la partie de la savane arbustive portée par des sols ferrugineux tropicaux sur socle précambrien. Elle s'étend le long des deux axes moyennement dégradés (Zinkanmè-Lô et Dan-Setto). Les groupes socioculturels Fon, Agou, et Adja qui habitent cette partie cultivent les produits vivriers (maïs, sorgho, arachide, niébé, manioc…). L'igname est assez cultivée, mais sa production est en chute avec la baisse de la fertilité des sols, cédant ainsi la place au coton. Il y a aussi des palmiers qui subsistent et qui se développent actuellement.

-Secteur 3 : la savane arborée.

C'est la partie de la savane arborée sur sols ferrugineux tropicaux moins exploités que les deux autres secteurs. C'est une partie de faible densité, habitée surtout par les Fon et les Agou, qui y partagent les cultures d'igname, de coton, de maïs, de niébé et d'arachide.

La plus grande production d'igname vient de ce secteur. L'élevage du gros bétail et des petits ruminants contribue pour une part importante au revenu des ménages.

4-2-2- Choix des sites d'enquêtes et d'observations

La consultation de documents et de personnes ressources, l'exploitation des cartes et les sorties exploratoires effectuées ont permis d'identifier les différents sites de production agricole dans la Commune et d'apprécier l'importance des exploitations. Les différents sites sont retenus sur la base du poids démographique, de la densité d'occupation par les principales cultures (coton, niébé, igname, manioc, maïs, maraîchers, etc.) sur lesquelles les pesticides sont les plus utilisés et de leur localisation géographique. Selon les critères énoncés ci-dessus, il est repéré au sein de la Commune sept (07) arrondissements répartis dans les secteurs 2 et 3 qui sont concernés par l'utilisation des pesticides (carte 2). Les villages soumis aux d'enquêtes sont répartis aussi équitablement que possible entre ces arrondissements, à raison de quatre (04) villages par arrondissement selon la taille de la population si bien que vingt sept (27) villages sont retenus (tableau I). Après ce choix, une enquête exploratoire a permis de retenir des villages et d'exposer soigneusement aux responsables locaux, les objectifs de la recherche, ses conditions pratiques de réalisation, l'intérêt qu'elle peut

avoir pour les villageois et les modalités de la restitution qu'on leur fera des résultats obtenus.

Tableau I : Répartition des sites d'enquêtes et des échantillons.

Arrondissements	Villages	Echantillons	Total
Agouna	Agouna centre	12	48
	Agbétohou	12	
	Aklinmè	12	
	Koutagba	12	
Dan	Agbohoutogon	12	36
	Dridji	12	
	Kitihounsa	12	
Djidja	Djidja centre	12	48
	Agonhohoun	12	
	Hounvi	12	
	Zakan Kossossa	12	
Gobè	Gobè centre	12	36
	Lapko	12	
	Bookou	12	
Monsourou	Monsourou centre	12	48
	Kakatèhou	12	
	Fonkpodji	12	
	Lobéta	12	
Outo	Outo centre	12	36
	Vèvi	12	
	Mokouafo	12	
Sètto	Sètto centre	12	48
	Saloudji	12	
	Aboudjougon	12	
	Tohouéta	12	
	Zounkon centre	11	23

Sources : INSAE (2002) et Résultats d'enquêtes (Aïkpo*, 2011*)

4-2-3- POPULATION CIBLE ET ECHANTILLONNAGE

Cette partie décrit respectivement la population cible et l'échantillonnage.

4-2-3-1. Population cible

La population cible est constituée :

- des producteurs et productrices de la Commune;
- des distributeurs et vendeurs de pesticides dans la Commune;
- des agents du CARDER en service dans la Commune;
- des responsables régionaux du MAEP ainsi que ceux du MSP;
- du personnel de santé en poste dans les centres de santé de la Commune.

4-2-3-2. Echantillonnage

La taille de l'échantillon attendu au niveau des producteurs a été obtenue par la formule de Schwartz (1993).

$$n = \frac{t^2 \text{ x } P(1-P)}{e^2}$$, avec :

n = Taille de l'échantillon attendu ;

t = Niveau de confiance déduit du taux de confiance (1,96 pour un taux de confiance de 95%). Loi normale centrée réduite ;

P = Proportion estimative de la population (30%) pour une population agricole = 67672;

e = Quantité acceptable de l'échantillonnage (± 5% dans ce cas).

Les 323 producteurs constituent un échantillon retenu sur les 67672 producteurs. Avec l'aide des agents du CARDER en poste dans la Commune et des producteurs, douze (12) producteurs ont été choisis dans chaque village à enquêter. L'unité statistique principale dans cette recherche est l'utilisateur des pesticides. Pour chaque exploitation, on retient pour l'administration du questionnaire le ou les « utilisateur (s) » de pesticides.

Dans la Commune de Djidja, il y a un grand nombre de producteurs agricoles travaillant dans des conditions assez semblables de superficie et de système de culture. Il y a aussi des producteurs qui n'entrent pas dans les catégories ordinaires, parce que la surface qu'ils cultivent et les moyens dont ils disposent dépassent nettement ceux du plus grand nombre et que le système de culture qu'ils pratiquent est lui aussi différent des systèmes généralement utlisés.

Pour pouvoir prendre en compte les différentes catégories de producteurs à investiguer, une stratification suivant la taille des exploitations est réalisée. Ainsi, quatre (4) groupes sont retenus :

Groupe 1 : 1 à 5 ha

Groupe 2 : 6 à 10 ha

Groupe 3 : 11 à 15 ha

Groupe 4 : 16 à $\geq$ 20 ha.

Tous les distributeurs et vendeurs de pesticides dans la Commune sont identifiés et retenus, soit au total vingt deux (22). Les centres de santé de chaque arrondissement sont systématiquement inclus dans l'échantillon.

4-3- COLLECTE DES DONNEES SUR LE TERRAIN.

Les questionnaires (annexes 1 ; 2 et 3), les observations et les levés GPS sont utilisés pour la collecte des données.

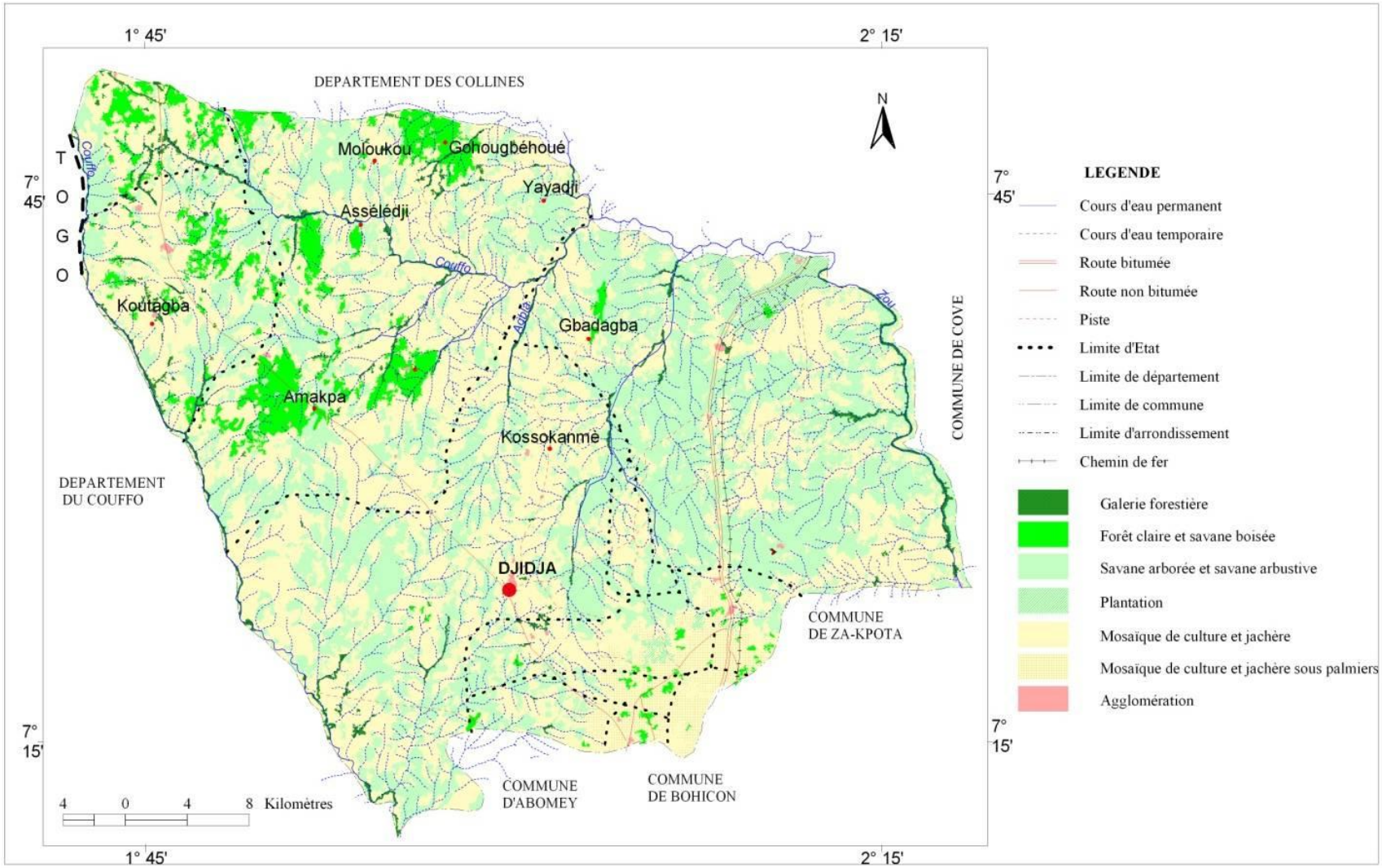
Avant la phase de collecte proprement dite, les questionnaires sont expérimentés lors d'une phase de test auprès de 09 producteurs et 03 distributeurs et vendeurs des pesticides. Le test a permis de juger de l'adéquation des questions posées à la réalité du terrain. Par les réponses obtenues, on a procédé à la correction de certaines questions qui paraissent difficiles pour les interrogés au moment des enquêtes préliminaires. Les enquêtes se sont déroulées de décembre 2011 à novembre 2014. Elles ont concerné l'ensemble des 323 producteurs constituant l'échantillon. Les enquêtes sont réalisées dans chacun des villages retenus.

4-4-EVALUATION DE RISQUES DE PESTICIDES DANS LA COMMUNE DE DJIDJA

Les risques parcellaires de contamination des eaux superficielles par les pesticides et les risques alimentaires sont respectivement évalués dans cette partie.

4-4-1- Evaluation du risque parcellaire de contamination des eaux superficielles par les pesticides

Les eaux de la Commune de Djidja ne sont pas exemptes de perturbations inadvertantes voire intentionnelles liées aux activités agricoles, qui s'exercent à leur périphérie (carte 3). Les écosystèmes aquatiques figurent parmi les plus atteints par les pesticides dans cette Commune.



Carte 3* : *Occupation du sol dans la Commune de Djidja

Source (Aïkpo, 2014)

Pour étudier les risques de contamination des eaux de surface, des critères sont définis et hiérarchisés par des auteurs tels qu'Aurousseau et *al*. (1998). Il s'agit de :

- la distance des parcelles au cours d'eau ;
- la pente ;
- la longueur de la pente.

Des seuils de classes des critères sont déterminés. On a :

- la distance des parcelles aux cours d'eau (< 5 m ; 5-20 m ; 20-50 m ; ≥ 100 m) ;
- la pente (< 3% ; 3-5% ; 5%) ;
- la longueur de la pente (< 50 m ; 50-150 m ; ≥ 150 m) ;
- la protection avale (Oui / Non).

Ces seuils sont retenus et utilisés sur le terrain afin de mieux comprendre certaines pratiques à risques adoptées par les producteurs. Les résutats des 353 parcelles qui ont fait l'objet de cette évaluation sont consignés dans le tableau II.

Tableau II : Répartition des parcelles par cours d'eau.

Cours d'eau	**Nombre de parcelles**
Zou	49
Couffo	57
Dra	52
Wota	43
Ama	54
Honvè	51
Ayadaha	47
Total	**353**

***Source : Résultats d'enquêtes* (*Aïkpo, 2012-2013-2014*)**

Certains producteurs (9,29%) ont installé plusieurs champs non loin des cours d'eau. C'est pourquoi il y a au total 353 parcelles au lieu de 323.

4-4-2- Evaluation du risque alimentaire : bases du calcul du risque

L'approche du risque d'exposition des communautés aux pesticides par le biais des aliments ingérés doit tenir compte des habitudes alimentaires locales, de la teneur en résidus de pesticides de chacun des aliments vecteurs de risques conjuguées aux données sur la fréquence de la consommation de ces aliments et à l'importance significative accordée à l'aliment. La quantité maximale de résidus d'un pesticide pouvant être ingérée par jour et par personne est la somme des teneurs de chacun des aliments en résidus de ce pesticide y compris celle d'eau de boisson (OMS, 1997).

4-4-2-1- Approche de la consommation réelle

Pour l'OMS (1997), la quantité maximale de résidus de pesticides ingérée par jour et par personne est principalement déterminée par la somme des valeurs de résidus obtenues pour les œufs, le lait la volaille, le bovin ou le poisson. Cependant, les œufs, le lait, la volaille et le bovin n'ont pas fait l'objet d'analyse pour la présente recherche. Ainsi, la contribution des vecteurs réels et quotidiens du risque d'exposition pour l'Homme comme l'eau, les tubercules de manioc et les poissons est très intéressante pour déterminer les stratégies d'interventions les plus efficaces pouvant aider à la diminution de l'exposition de l'Homme à ces substances dans le contexte local.

Ne disposant pas de statistique officielle sur la consommation quotidienne moyenne d'aliments par personne en milieu rural, une évaluation de la quantité d'aliments consommés par jour par personne est effectuée sur la base des données d'une enquête qui est menée (à partir du questionnaire de l'annexe 4) auprès de trente (30) ménages dans les trois (3)

villages retenus dans la Commune pour le prélèvement des échantillons de sols, d'eau de surface, de poissons et de tubercules de manioc. La quantité moyenne de poissons et de tubercules de manioc consommée par jour et pour un poids moyen adulte de 60 kg est évaluée respectivement à 150 g/j et 250 g/j. La consommation journalière d'eau de boisson par personne dépend de l'activité physique (la durée et l'intensité des exercices), des conditions climatiques et du taux de transpiration (Montain, 1995). L'OMS (1997) a estimé à 2,2 L d'eau de boisson la consommation quotidienne d'une femme adulte et à 2,9 L celle d'un homme dans les conditions normales. Sous climat tropical, le travail manuel augmente chez l'homme et la femme la prise quotidienne d'eau de boisson atteignant 4,5 L (Howard et Bartran, 2003). La Commune de Djidja ne disposant pas de données officielles sur la consommation journalière d'eau de boisson par personne, on a considéré, dans cette recherche, la valeur moyenne de 5 L constatée lors des enquêtes.

4-4-2-2- Approche quantitative d'exposition aux pesticides

L'ingestion maximale "ajustée" de résidus de pesticides par jour et par personne est calculée en prenant en compte des facteurs de correction (lavage, épluchage, cuisson, etc.) qui affectent le niveau de résidus de pesticide dans les aliments de table (OMS, 1997). En absence de ces facteurs de correction au niveau local, l'ingestion quotidienne de résidus de pesticides est évaluée sur la base de la consommation moyenne de chacun des aliments étudiés. L'apport quotidien assimilable de résidus de pesticides (AQA) est calculé pour chacun des pesticides décelés de la manière proposée par l'OMS (1997)

.

AQA aliment (µg/kg p c/jour)= NR (µg/kg) x QAI (kg/kg p c/jour)

AQA= Apport Quotidien Assimilable de résidus de pesticides.

NR = Niveau de Résidus de pesticides dans l'aliment ingéré.

QAI = Quantité d'Aliment Ingéré.

AQA eau de boisson (µg/kg p c/jour)= NR (µg/L) x VEI (L /kg p c/jour)

NR=Niveau de Résidus de pesticides dans l'eau ingérée.

VEI = Volume d'Eau Ingérée.

AQA Total (µg/kg p c/jour)= AQA aliments + AQA eau de boisson

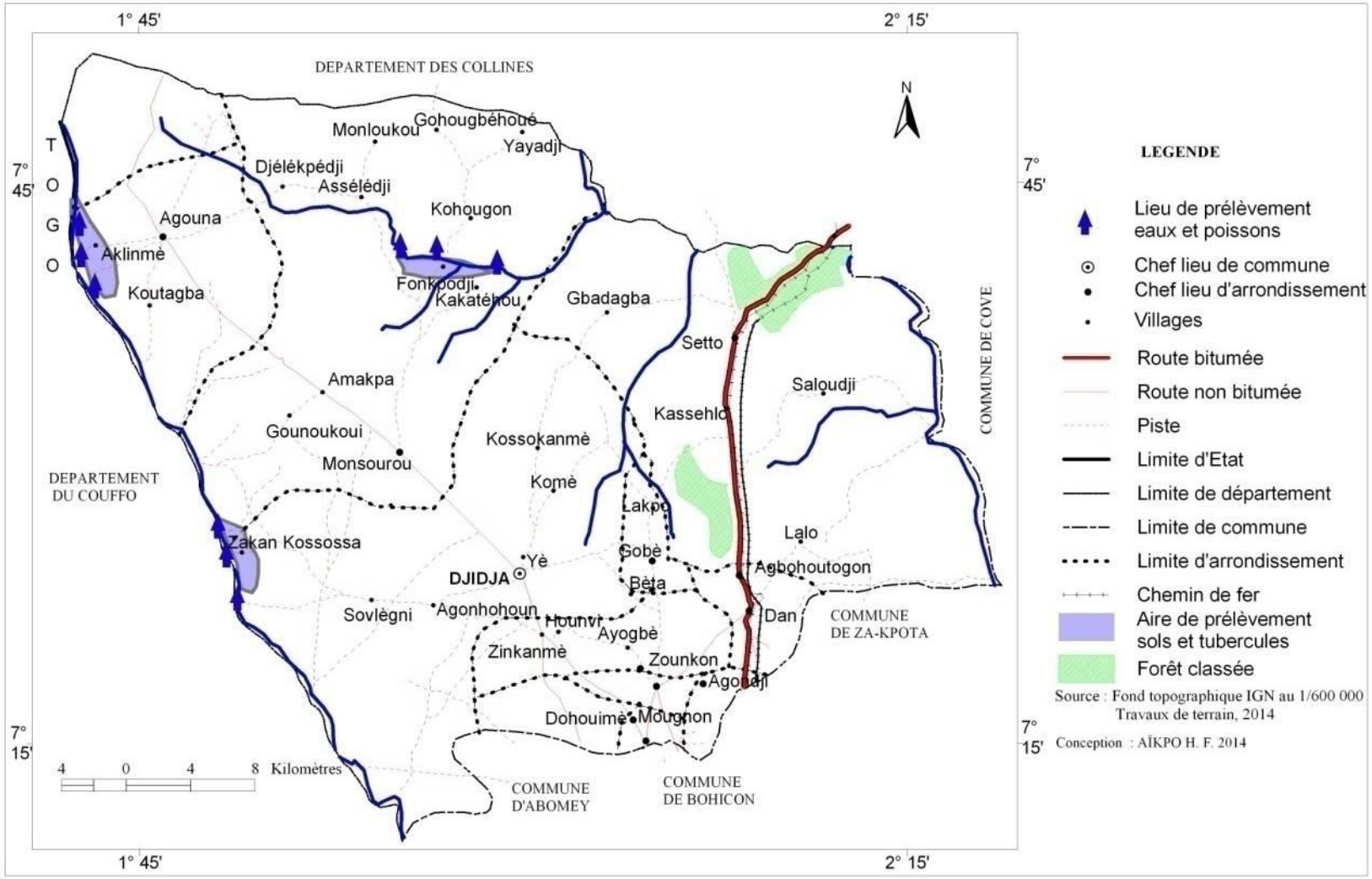
Enfin, pour chaque pesticide, le pourcentage total d'apport quotidien assimilable de résidu (AQA) est calculé pour l'ensemble des aliments de base étudiés.

4-5- CHOIX DES SITES ET PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS

Après le choix des sites, le prélèvement des échantillons est réalisé.

4-5-1- Choix des sites de prélèvement

Trois principaux villages sont retenus dans la Commune (carte 3). Il s'agit de Zakan-Kossossa, de Fonkpodji et d'Aklinmè. Ces villages sont situés dans le bassin cotonnier de la Commune et figurent parmi les grands villages dans lesquels les pesticides sont fortement utilisés.



Carte 4 : Lieux et aires de prélèvement des échantillons.

Le nombre d'échantillons prélevés par site est résumé dans le tableau III.

Tableau III : Sites de prélèvement et nombre d'échantillons.

Sites	Sols	Eaux de surface	Poissons	Tubercules de manioc
Zakan kossossa	3	3	3	3
Fonkpodji	3	3	3	3
Aklinmè	3	3	3	3
Total	**9**	**9**	**9**	**9**

Source : Résultats d'enquêtes* (*Aïkpo, 2012 -2013 -2014)

Les villages choisis correspondent à des lieux expérimentaux où les traitements phytosanitaires sont suivis. Il est prélevé neuf (9) échantillons de sols, neuf (9) échantillons d'eaux de surface, neuf (9) échantillons de poissons et neuf (9) échantillons de tubercules de manioc, soit au total trente six (36) échantillons.

4-5-2- Prélèvement des échantillons

Les prélèvements de sols, de tubercules de manioc, d'eaux et de poissons sont effectués du 15 au 19 mars 2014. Le laboratoire de l'IRGIB-AFRICA est sollicité.

4-5-2-1- Echantillonnage des sols.

Les échantillons de sols sont prélevés dans les champs de coton en association avec le manioc.

Pour ce faire, la procédure suivie est la suivante. Le repérage géographique des parcelles est effectué et chaque parcelle est définie en une portion homogène, c'est-à-dire une portion qui a la même couleur de sol ; le même précédent cultural ; le même historique de traitement phytosanitaire et le même aspect végétatif des cultures (coton et manioc). Des aires de 10 m x 10 m sont délimitées au milieu du champ. Avant le prélèvement, la surface

du sol est nettoyée des herbes, des résidus organiques et autres résidus pour avoir la surface du sol propre. A l'aide d'une bêche qui est préalablement lavée au détergent et rincée à l'eau et à l'acétone, cinq (5) échantillons élémentaires sont prélevés au niveau de l'horizon 0-15 cm suivant les diagonales et les côtés du carré. Pour faire le prélèvement, un trou de la profondeur de la bêche est creusé avec un espace suffisant pour retirer la terre qu'elle contient. Les volumes de terre de chaque prélèvement étant importants, chaque prélèvement est mélangé dans un seau formant l'échantillon moyen de la parcelle. Les prélèvements contenus dans le seau sont émiettés, les cailloux et les matières végétales sont enlevés et le contenu du seau est soigneusement mélangé. L'équivalent de 1 kg de terre est récupéré. Ce dernier est ensuite emballé dans un papier aluminium, puis mis dans un sachet en plastique portant mention à l'encre indélébile du code de l'échantillon. Des fiches de collecte mentionnant le lieu, la date du prélèvement et l'identité du préleveur accompagnent les échantillons. Ces derniers sont acheminés dans une glacière au laboratoire où la conservation est réalisée au réfrigérateur à 4 °C.

4-5-2-2- Protocole de prélèvement des tubercules de manioc

Il est choisi de rechercher des productions locales de tubercules. Les parcelles retenues pour le prélèvement des tubercules de manioc sont les mêmes que celles sur lesquelles les sols sont prélevés, donc des parcelles de coton en association avec le manioc. Le prélèvement est réalisé de manière à couvrir de façon relativement homogène la parcelle. Le prélèvement a concerné les tubercules de manioc arrivés à maturité. Les tubercules sont arrachés au pied (il convient de ne pas compacter le sol au préalable pour ne pas laisser de traces de terre du prélèvement précédent). La partie supérieure est découpée et les tubercules sont nettoyés (les racines et la terre absorbée

sont enlevées). Le pédicule est découpé de façon à conserver un pseudo cône correspondant à la portion centrale du tubercule et un poids de 500 g est retenu. L'échantillon final destiné au laboratoire est emballé dans du papier aluminium et dans un sac hermétique de 1 kg de congélation puis codé. Les échantillons sont mis au frais dans une glacière et les fiches d'identifications sont remplies. Les échantillons sont conservés au frais à 4 °C au laboratoire jusqu'au moment de leurs analyses.

4-5-2-3- Prélèvement des échantillons d'eau de surface

Les sites de prélèvement des échantillons d'eau sont choisis le long du fleuve Couffo dans les villages retenus.

Les emplacements où les prélèvements sont effectués alimentent en eau « de boisson » les populations riveraines. Les échantillons d'eau sont prélevés avec des bouteilles de verre ambré préalablement lavées et décontaminées. Les échantillons sont prélevés en profondeur, en s'éloignant du fond du fleuve, et ont été recueillis en tenant la bouteille de prélèvement et en la plongeant dans l'eau jusqu'à ce qu'elle soit entièrement immergée. Cette méthode d'échantillonnage manuel, couramment appelée « échantillonnage instantané », est le moyen le plus facile pour recueillir un échantillon d'eau (Conseil Canadien des ministres de l'environnement, 2011). La quantité de 1,5 L de volume d'eau prélevée par site constitue un échantillon composite de trois (3) prélèvements de 0,5 L par point de prélèvement et par site. Une feuille d'aluminium est placée sur le goulot afin d'empêcher tout contact entre l'échantillon et le bouchon de plastique. Ces échantillons sont codés et les fiches d'identification sont remplies. Les échantillons sont conservés dans la glace dans une glacière pendant leur transport et ensuite conservés à 4 °C jusqu'à la période de leurs analyses.

4-5-2-4- Protocole de prélèvement des poissons

Les poissons sont prélevés dans le fleuve Couffo, dans les mêmes villages que l'eau. Avant le prélèvement, tous les filets et tout l'équipement d'échantillonnage sont nettoyés et inspectés (les plantes, les animaux et la boue sont enlevés). Les filets et l'équipement d'échantillonnage sont rincés. Ce sont des Tilapias (*Tilapia guineensis*) qui sont capturés et ceci à cause de l'intérêt qu'accorde la population à ce poisson. Les Tilapias prélevés en entier sont emballés dans du papier aluminium puis codés et mis dans une glacière contenant des blocs de glace. Les fiches de prélèvement sont remplies. Les échantillons de poissons prélevés sont conservés au frais à 4 °C jusqu'au moment de leurs analyses.

4-6- PREPARATION DES ECHANTILLONS ET ANALYSE DES PESTICIDES

La préparation des échantillons et l'analyse des résidus de pesticides sont effectuées au laboratoire de l'IRGIB-AFRICA et ont concerné les matières actives à savoir le glyphosate (aminophosphonate), le profénofos (organophosphoré), l'acétamipride (néonicotinoïde) et la cyperméthrine (pyréthrinoïde). Ces matières actives sont choisies en fonction de la fréquence de leurs utilisations et de leurs caractéristiques physico-chimiques constatées.

4-6-1- PREPARATION DES ECHANTILLONS

Cette section présente les réactifs, les solvants et l'extraction des échantillons.

4-6-1-1 - Réactifs et solvants

Tous les produits chimiques utilisés sont de qualité analytique. Les solvants ainsi que l'acétone, le dichlorométhane, l'hexane, le cyclohexane et

le sulfate de sodium anhydre sont obtenus auprès de Merck Co (Darmstadt, Allemagne). Une solution standard stock (entre 75 et 550 pg/mL) est préparée par pesée exacte et la dissolution est effectuée dans l'acétone et stockée dans un congélateur à -30 °C sans exposition à la lumière. Les solutions étalons de travail (5 µg/mL) sont préparées par dilution appropriée de la solution standard stock avec le cyclohexane et conservées dans un réfrigérateur (4 °C).

4-6-1-2 Extraction

Il est décrit ici les différentes techniques d'extraction de résidus de pesticides utilisées dans le cadre de cette recherche.

4-6-1-2-1- Echantillons de sols

L'extraction au soxhlet est utilisée pour les échantillons de sols. Ainsi, 10 g d'un échantillon de sol sont mis dans la cartouche d'extraction et extraits avec 50 mL d'éther de pétrole/acétone (1/1, v/v) pendant 18 heures (Tor et *al*., 2006 ; Ayidin et *al*., 2006). Ensuite l'extrait est réduit à exactement 1 mL en utilisant l'évaporateur rotatif et sous un léger courant d'azote. L'extrait concentré est transféré sur la colonne traditionnelle de nettoyage et l'élution est réalisée avec 100 mL de n-hexane/acétate d'éthyle (1/1, v/v), puis l'extrait est concentré à exactement 1 mL en utilisant l'évaporateur rotatif et de l'azote diffusé avant l'analyse.

4-6-1-2-2- Echantillons d'eau

Tenant compte des obstacles de l'utilisation de l'extraction sur phase solide (SPE), on a choisi l'extraction liquide-liquide (LLE) pour laquelle des rendements corrects sont rapportés pour les composés de cette recherche. La procédure d'extraction liquide-liquide est adoptée à partir de la méthode EPA 351 0C (US EPA, 1996). On a placé 200 mL d'échantillons d'eau

filtrés dans une ampoule à décanter de capacité 250 mL. L'extraction liquide-liquide est effectuée trois fois avec 20 mL de dichlorométhane. Les extraits sont mélangés avec du sulfate de sodium anhydre et séchés. L'extrait résultant est concentré à exactement 1 mL en utilisant l'évaporateur rotatif et de l'azote avant l'analyse.

4-6-1-2-3- Echantillons de tubercules de manioc et de poissons

Un échantillon de 200 g de poissons ou de tubercules de manioc est haché et homogénéisé. Une quantité de 15 g de l'aliquote est pesée dans un verre et mélangée avec 50 mL de dichlorométhane dans une centrifugeuse pendant 2 minutes. On a ajouté 50 g de sulfate de sodium anhydre au mélange, et remis dans une centrifugeuse pendant 1 minute. Le mélange est laissé au repos pendant 2 minutes, puis filtré à travers l'entonnoir Büchner de 9 cm, et filtré à nouveau à travers un filtre en papier (Wattman) et du sulfate de sodium anhydre. Les solvants sont évaporés à sec dans un évaporateur rotatif (35-40 °C). Le résidu séché est repris, et on y ajoute 5 mL de cyclohexane. On a introduit dans une fiole jaugée de 2 mL contenant 50 µL de solution étalon de 20 mg/L, 1 mL de cette solution pour atteindre la finale de 2 mL en volume de cyclohexane.

4-6-2- ANALYSE DES PESTICIDES

La détermination des pesticides est réalisée par chromatographie en phase gazeuse. Un spectromètre de masse à haute résolution DSQII Thermo est utilisé. Le chromatographe utilisé pour l'analyse est un chromatographe en phase gazeuse Thermo Scientific équipé d'un injecteur split/ splitless et une température contrôlée Interface GC-MS. Un passeur d'échantillon AS 3000 est utilisé. Un volume de 10 µL d'aliquotes est injecté dans le chromatographe en phase gazeuse (CPG) d'exploitation à l'aide d'une

seringue avec un débit d'injection de 20 µL. La température initiale d'injection au niveau de l'injecteur est maintenue à 70 °C pendant 5 minutes, puis augmentée et maintenue pendant 10 minutes à 310 °C, puis à 100 °C /minute. La température de la colonne au niveau du four est maintenue à 70 °C pendant 4 minutes, puis augmentée jusqu'à 150 °C et à 50 °C/minute, ensuite à 235 °C et à 3 °C/minute, et enfin maintenue pendant 3 minutes à 300 °C et à 50 °C /minute. On a fait fonctionner le spectromètre de masse et les différentes pompes à vide afin d'atteindre un niveau de « Vacuum » stable pour l'injection. Les températures, ligne de transfert et le débit du gaz Hélium (une pureté de 99,99%) sont réglés. L'analyse est effectuée avec un retard de filament multiplicateur de 5 minutes pour éviter le choc au niveau du filament d'ionisation.

4-7- EVALUATION DE L'EFFICACITE DES EXTRAITS AQUEUX DES FEUILLES DE NEEM

En vue d'évaluer l'efficacité des extraits aqueux des feuilles de neem (*Azadirachta indica A. Juss*) comme alternatives aux pesticides chimiques, une expérience est menée dans le village de Hounvi (arrondissement de Djidja) sur une variété améliorée de niébé (TN5-78) cultivée en mars 2015. La préparation des extraits de neem, le traitement de la parcelle et les observations faites sont présentées dans cette partie.

4-7-1- Préparation des extraits aqueux des feuilles de neem

Le processus d'extraction a suivi celui décrit par Seck (1997) et PEDUNE-BENIN (2000). Des feuilles fraîches de neem sont récoltées et mises dans un mortier traditionnel. Elles sont pilées jusqu'à l'obtention d'un contenu pâteux. Cette pâte est pesée et introduite dans un seau en plastique contenant de l'eau à la dose de 3 kg/10 L d'eau (pour avoir une solution plus

concentrée qui est efficace contre les thrips, les foreuses...) et 200 g de savon en poudre qui permet au produit de mieux adhérer sur les feuilles lors du traitement. La pâte est laissée macérée pendant au moins 12 heures. Après macération, la solution est filtrée aux travers d'un morceau de tissu et le filtrat est recueilli dans un seau propre.

4-7-2- Traitement des parcelles

Le filtrat est versé dans un pulvérisateur à dos et les parcelles de niébé sont traitées selon le degré de sévérité de l'infestation par les insectes nuisibles. Le premier passage est effectué le trente cinquième (35e) jour après semis (JAS). Le deuxième passage est fait le quarante cinquième (45e) jour après semis (JAS). Le troixième traitement est effectué le cinquante cinquième (55e) jour après semis (JAS).

La taille de la parcelle pour chaque traitement est de cent mètres carrés (100 m^2). Il y a dix (10) lignes dans chaque parcelle avec trois (03) traitements, y compris une commande non traitée. Un insecticide de synthèse, le Lambda Super 25 EC (Lambda- Cyhalothrine 25 g/L) est utilisé à la dose recommandée sur l'étiquette. Ce produit est acheté sur le marché local en standard pour affiner le taux de dose efficace de l'extrait des feuilles de neem à des seuils économiques de chaque insecte ravageur et pour comparer les effets sur ces insectes et les rendements ($kg.ha^{-1}$) du niébé.

4-7-3- OBSERVATIONS

Plusieurs observations sont faites et concernent celles phytopathologiques, celles enthomolgiques et les observations agronomiques.

4-7-3-1- Observations phytopathologiques

Elles sont faites chaque semaine et portent sur les maladies fréquentes du niébé. Sur la base d'un échantillon de dix (10) plantes par parcelle, on a identifié les insectes ravageurs présents et estimé l'incidence et la sévérité. Selon la gravité de la maladie, les notes suivantes sont attribuées comme le préconise Seck (1997).

1- pas de maladie ;
2- début symptômes ;
3- début défoliation ;
4- défoliation sévère ;
5- perte totale de la plante.

4-7-3-2- Observations enthomologiques

Les observations enthomologiques sont faites à partir du recensement de la population d'insectes ravageurs dans les sous parcelles expérimentales sur dix (10) plantes centrales choisies au hazard. Le comptage des insectes à savoir les thrips sur fleurs (*Megalurothrips sjostedti*), les foreuses de gousses (*Maruca testulalis*) et les punaises suceuses de gousses (*Anoplocnemis curvipes*) est effectué directement sur les fleurs de niébé au passage comme recommandé par plusieurs auteurs (Siebert et *al*., 2006 ; Sarah et Ali, 2008 ; Tanzubil et *al*., 2008 ; Yousaf et Sarwar, 2008 ; Naseri et *al*., 2009 ; Suleiman et Emua, 2009), 24 heures avant le traitement, 24 heures et 72 heures après chaque traitement. C'est un comptage à vu effectué tous les dix (10) jours. Ces observations sont faites entre sept heures (07 h) et dix heures (10 h) du matin comme suggéré par Oparaeke (2006). Ce moment est favorable pour le comptage de ces insectes, car leur mobilité est réduite lorsqu'il fait frais (par temps chaud,

l'insecte vole au moindre mouvement). Le nombre d'insectes est noté (supérieur, moyen, inférieur) à chaque visite dans chaque parcelle.

Le pourcentage (%) de variation de la population (augmentation ou diminution) est calculé en utilisant la formule d'Abott (1925).

Efficacité = (Pop TNT – Pop MODALITE) / Pop TNT

Pop : Nombre d'insectes sur 100 fleurs.

Eff : Efficacité par rapport au Témoin Non Traité (TNT).

Dans le cas de la présente reherche, il est pris en compte le nombre d'insectes sur dix (10) fleurs de niébé pour faciliter leur recensement.

4-7-3-3- Observations agronomiques

Un échantillon de dix (10) pieds par parcelle est récolté et les paramètres suivants sont pris en considération :

- le nombre de gousses par parcelle ;
- le poids des gousses par parcelle ;
- le poids des grains par parcelle ;
- le poids de cent (100) grains par parcelle ;
- l'estimation des rendements en gousses et en grains.

4-8- TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNEES

- Les questionnaires sont dépouillés de façon manuelle et automatique. Les résultats sont obtenus grâce à l'utilisation de logiciels Word pour la saisie des textes, Excel 2007, Epi Info 3.3.2 et R 3.0.1 pour l'analyse des données quantitatives et la réalisation de tableaux et de figures/ graphiques. Les cartes sont réalisées avec les logiciels de système

d'Information Géographique (SIG), notamment Mapinfo et Arc View 3-2.

- Le traitement des données a permis d'illustrer le travail avec des figures, des photos et des tableaux. Les différentes valeurs présentées pour chaque matiére active recherchée correspondent à la valeur moyenne calculée à partir des données enregistrées dans les deux (2) essais d'analyse. Elles sont soumises à l'analyse de la variance (ANOVA) et les moyennes des concentrations en pesticides décelées sont comparées par le test de Student P (T > t) = 5%, ce qui a permis de faire des comparaisons significatives et des analyses plus approfondies. La détermination des matières actives et de leurs concentrations, des familles chimiques et des classes de toxicité est établie en rapport avec les noms des spécialités recensés à l'aide de la liste des produits phytopharmaceutiques sous autorisation provisoire de vente (APV) et agrément homologation (AH) du CNAC (2012), des données Footprint-PPDB (2010) et de l'Index phytosanitaire de l'ACTA (2008).

Les approches méthodologiques utilisées pour la présente recherche se composent de deux phases. La première phase est celle des travaux de terrain et la deuxième phase concerne les travaux de laboratoire. Ces approches méthodologiques adoptées ont permis d'obtenir de nombreux résultats.

CHAPITRE 5 :
RESULTATS DE LA RECHERCHE

Le cinquième chapitre traite des résultats de la recherche. Il mentionne les caractéristiques socio-démographiques des producteurs et des distributeurs, les principaux pesticides recensés, les principales sources d'approvisionnement et l'évolution du tonnage. Les pratiques d'utilisation et de gestion des pesticides dans la Commune, les distances des parcelles de coton aux cours d'eau, les pentes, la longueur de la pente et les lieux de nettoyage de l'opérateur et des équipements de traitement sont présentés dans ce chapitre. Les teneurs en résidus de pesticides dans les sols, les tubercules de manioc, les eaux de surface, les poissons échantillonnés, l'incidence des pesticides sur la faune sauvage et les risques sanitaires liés à l'usage et la gestion des pesticides dans la Commune sont aussi abordés.

5-1- CARACTERISTIQUES SOCIO-DEMOGRAPHIQUES DES PRODUCTEURS ET DES DISTRIBUTEURS

Les producteurs et les distributeurs de pesticides ciblés dans la Commune présentent certaines caractéristiques socio-démographiques qui sont décrites dans cette partie.

5-1-1- Sexe et âge des producteurs interviewés

L'usage des pesticides dans la Commune de Djidja semble être essentiellement l'apanage des hommes. En effet, 98,51% des producteurs interrogés sont de sexe masculin. Seulement 1,49% de femmes ont fait partie de l'échantillon car exerçant des activités se rapportant aux pesticides. Le tableau IV fournit la répartition des producteurs ciblés selon leur âge.

Tableau IV : Répartition des producteurs enquêtés selon leur âge.

Tranche d'âge (an)	**10-20**	**20-30**	**30-40**	**40-50**	**50-60**	**60-70**	**Total**
Nombre de producteurs	37	48	74	78	45	41	323
Pourcentage (%)	11,46	14,86	22,91	24,15	13,93	12,69	100

Source : Résultats d'enquêtes (Aïkpo, 2012-2013-2014)

Ce tableau montre que l'application des pesticides est une activité qui emploie des sujets de différentes catégories d'âge. La majorité des applicateurs a moins de 60 ans (87,31%). Ainsi, on note l'existence d'utilisateurs âgés de plus de 60 ans (12,69%). Le plus jeune des applicateurs a 16 ans et le plus âgé a 68 ans.

132

5-1-2-Niveau d'instruction des producteurs interviewés

Savoir lire les étiquettes des emballages des pesticides est très indispensable pour la bonne utilisation et gestion de ces produits. La figure 4 donne le niveau d'instruction des producteurs interrogés.

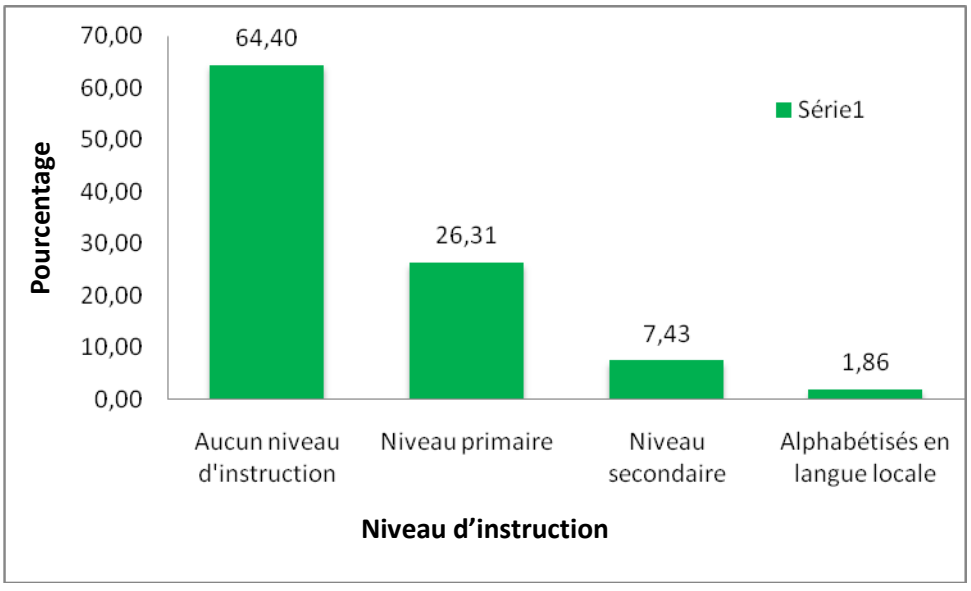


Figure 4 : Niveau d'instruction des producteurs interrogés

Source : Résultats d'enquêtes (Aïkpo, 2012-2013-2014)

La population ciblée est constituée de 64,40% de producteurs qui n'ont aucun niveau d'instruction, 26,31% ont le niveau primaire et 07,43% ont atteint le niveau secondaire. Cependant, il existe au sein de cette population des producteurs alphabétisés en langue locale (1,86%).

5-1-3- Expérience des producteurs dans l'utilisation et la gestion des pesticides

Les résultats sur le nombre d'années d'utilisation et de gestion des pesticides par les producteurs ciblés sont consignés dans le tableau V.

Tableau V : Répartition des producteurs selon l'année d'utilisation et de gestion des pesticides.

Nombre d'années	**1-10**	**10-20**	**20-30**	**30-40**	**Total**
Nombre de producteurs	127	88	64	44	323
Pourcentage (%)	39,32	27,24	19,81	13,63	100

Source : Résultats d'enquêtes (Aïkpo, 2012-2013-2014)

Le tableau V révèle que parmi les producteurs ciblés dans la Commune, il y a aussi bien de nouveaux utilisateurs et gestionnaires des pesticides que d'anciens. Les producteurs qui ont une courte expérience sont à leur deuxième année d'utilisation et de gestion des pesticides, soit 21,90% de ceux qui ont une expérience entre 1-10 ans. Les producteurs qui ont une longue expérience sont à une quarantaine d'années d'utilisation et de gestion des pesticides.

5-1-4- Position des producteurs par rapport à l'utilisation des pesticides

La position des producteurs de la Commune de Djidja par rapport à l'utilisation des pesticides est traduite par la figure 5.

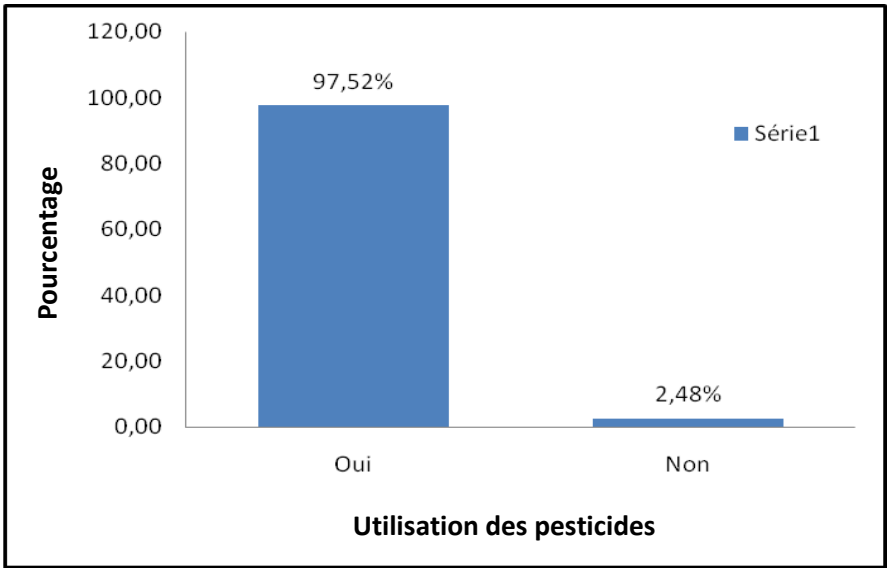


Figure 5 : Position des producteurs par rapport à l'utilisation des pesticides
Source : Résultats d'enquêtes (Aïkpo, 2012-2013-2014)

Cette figure montre que 97,52% des producteurs ont une position favorable à l'utilisation des pesticides chimiques. Selon eux, l'utilisation des pesticides chimiques est quasi indispensable pour les cultures. Tous les producteurs ont avoué qu'ils ne peuvent pas faire une bonne campagne agricole sans les pesticides. Pour eux, les récoltes peuvent être mauvaises sans cet apport. Le rendement peut chuter à plus de la moitié, voire 100%, ce qui peut entraîner d'énormes pertes aussi bien pour les producteurs que pour la Commune. Seulement 2,48% des producteurs souhaitent une réduction de l'utilisation des pesticides à cause des problèmes de santé, mais

aussi pour accroître la rentabilité qui est actuellement compromise à cause des prix exorbitants des pesticides.

5-1-5- Typologie des producteurs

En fonction des pesticides utilisés deux groupes de producteurs se dégagent (figure 6).

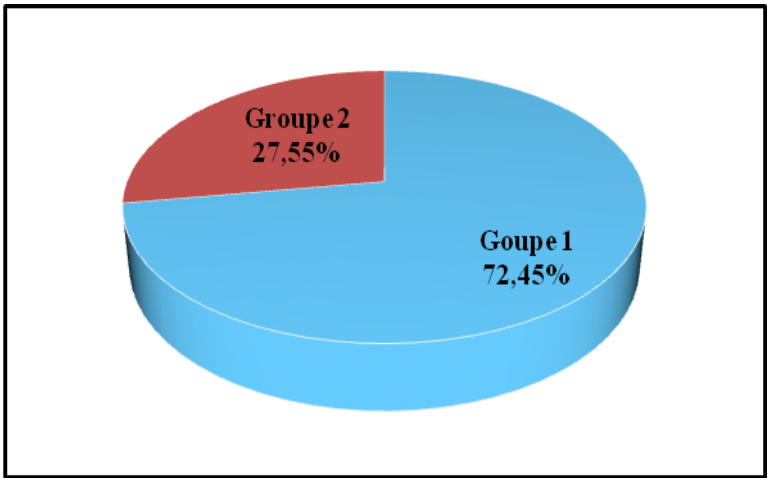


Figure 6 : Typologie des producteurs

Source : Résultats d'enquêtes (Aïkpo, 2012-2013-2014)

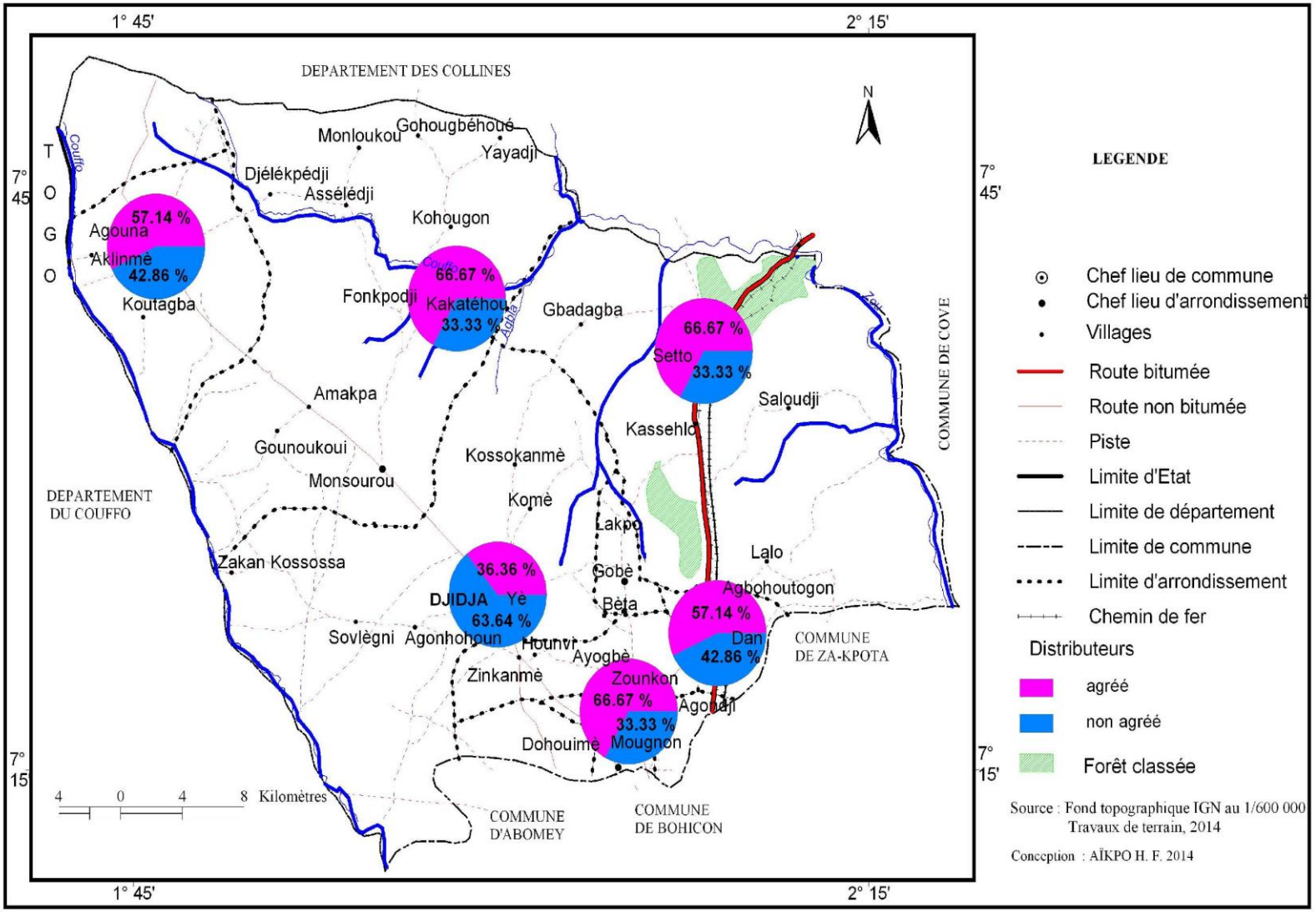
Une analyse de cette typologie montre que l'utilisation des pesticides varie d'un producteur à un autre, mais permet de distinguer deux grands groupes.

- Le groupe 1 comprend 72,45% de producteurs. Il se caractérise par des champs de petite taille 1 à 6 ha. Ces producteurs n'utilisent qu'une partie des pesticides fournis par les sociétés cotonnières et ne respectent que partiellement les recommandations. La moitié des producteurs (50%) de ce groupe détourne les intrants destinés au coton vers d'autres cultures ou vers une commercialisation informelle.

- Le groupe 2 comprend 27,55% de producteurs, avec des champs de taille supérieure à 6 ha qui utilisent les pesticides fournis par la SONAPRA, achètent des intrants sur le marché et ne suivent pas les recommandations.

5-1-6- Caractéristiques des distributeurs de pesticides

Il existe dans la Commune, plusieurs distributeurs de pesticides. Il s'agit des distributeurs agréés et des distributeurs non agréés (carte 5), soit au total vingt sept (27) distributeurs.



Carte 5 : Pourcentage des distributeurs de pesticides par marché dans la Commune de Djidja.

La lecture de cette carte permet de retenir que ce sont les distributeurs agréés qui dominent, soit 63,16%. Ces distributeurs agréés sont présents dans toute la Commune. Parmi eux, on compte les grandes structures telles que SOGICOM, UNIDIS, SAMAC, SDI, SUNSHINE et SEBA'3P. Les distributeurs non agréés représentent 36,84% de l'échantillon et sont répartis sur les différents marchés de la Commune (7 à Djidja, 4 à Agouna, 3 à Dan, 3 à Kakatèhou, 2 à Oungbègamè et 2 à Setto).

5-2- PRINCIPAUX PESTICIDES RECENSES, PRINCIPALES SOURCES D'APPROVISIONNEMENT ET EVOLUTION DU TONNAGE

Plusieurs formulations de pesticides sont utlisées dans la Commune. Les divers circuits d'approvisionnement et l'évolution du tonnage sont présentés.

5-2-1- Principales formulations de pesticides livrées par la SONAPRA

Tous les producteurs interrogés utilisent des pesticides, notamment des insecticides et des herbicides. La lutte phytosanitaire est utilisée pour endiguer ces ennemis de cultures en particulier ceux du coton, du niébé, des cultures maraîchères. Ils permettent de réduire voire d'annuler les nombreux préjudices causés aux cultures par les insectes nuisibles. C'est ainsi que plusieurs formulations de pesticides sont utilisées pour la production cotonnière dans la Commune. Les données du recensement de ces pesticides sont contenues dans le tableau VI.

Tableau VI : Liste des principales formulations de pesticides livrées par la SONAPRA

Pesticides	Matières actives et concentrations	Nature des pesticides
Cutter 112 EC	Acétamipride (64 g/L) + Emamectine benzoate (48 g/L)	Insecticide coton
Profénofos 500 EC	Profénofos (500 g/L)	Insecticide coton
Epervier 220 EC	Cyperméthrine (20 g/L) +Chlorpyriphos- éthyl (200 g/L)	Insecticide café
Cotonix 328 EC	Deltaméthrine (12 g/L) + Chlorpyriphos-éthyl (300 g/L) + Acétamipride (16 g/L)	Insecticide coton
Cobra 120 EC	Acétamipride (64 g/L) + Spinétorame (56 g/L)	Insecticide coton
Ema Super 56 DC	Emamectine-benzoate (24 g/L) + Acétamipride (32 g/L)	Insecticide coton
Thunder 145 O-TEQ	Betacyfluthrine (45 g/L) + Imidachopride (100 g/L)	Insecticide et aphicide coton
Coton Plus TM 88 EC	Cyperméthrine (72 g/L) + Acétamipride (16 g/L)	Insecticide coton
Nurelle D 335 EC	Cyperméthrine (35 g/L) + Chlorpyriphos-éthyl (300 g/L)	Insecticide coton
Tihan 175 O-TEQ	Flubendiamide (100 g/L) + Spirotétramate (75 g/L)	Insecticide coton
Kalach 360 SL	Glyphosate (360 g/L)	Herbicide systémique non sélectictif
Glyfos 360 SL	Glyphosate acide (360 g/L)	Herbicide systémique
Callifor G 310 SC	Glyphosate (60 g/L) + Fluométuron (250 g/L) + Prométryne (250 g/L)	Herbicide systémique de post-levée
Glyphogan 360 SL	Glyphosate (360 g/L)	Herbicide
Cottonex PG 560 SC	Fluométuron (250 g/L) + Prométryne (250 g/L) + Glyphosate (60 g/L)	Herbicide coton

Source : Résultats d'enquêtes (Aïkpo, 2012-2013-2014)

Il ressort de la lecture de ce tableau que 15 produits phytosanitaires sont fournis par la SONAPRA au cours des campagnes cotonnières dans la Commune. Tous ces produits sont homologués par le CNAC. Les

insecticides sont au nombre de 10, soit 66,66% et les herbicides sont au nombre de 5, soit 33,34%. A chaque campagne agricole, les producteurs du coton sont dotés en intrants par la SONAPRA. Elle livre les pesticides coton à chaque UCPC relevant de sa zone de compétence et disposant de CVPC affiliée à elle. La dotation est proportionnelle et conséquente au nombre d'hectares stipulé par chaque membre de la CVPC. Ces données sont auparavant recueillies par le responsable de la CVPC (secrétaire) et transmises à l'agent du CARDER couvrant la zone. Ainsi, à chaque campagne agricole, les producteurs de coton savent qu'ils vont bénéficier de pesticides (photo 5 et 6).



Photo 5 : Boîtes de profénofos (1) et d'Ema Super (2) à Agohohoun

Prise de vue : Aïkpo (2013)



Photo 6 : Boîte de coton Plus TM à Fonkpodji

Prise de vue **:** *Aïkpo (2014)*

La photo 5 et la photo 6 présentent des flacons d'insecticides coton distribués par la SONAPRA lors des campagnes cotonnières de 2012, 2013 et de 2014. La capacité de la boîte 1 est de 1 litre de profénofos et celle de la boîte 2 est de 0,25 litre d'éma super. La boîte de coton Plus TM a une contenance de 0,50 litre.

5-2-2- Principaux pesticides recensés chez les vendeurs non agréés

D'autres pesticides sont répertoriés dans la Commune. Ces produits qui ne sont pas livrés par la SONAPRA, mais qui sont retrouvés sur les marchés de la Commune et chez les producteurs sont listés dans le tableau VII.

Tableau VII: Liste des pesticides recensés chez les vendeurs non agréés.

Pesticides	Matières actives et concentrations	Nature des pesticides
Cypercal P 330 EC	Cyperméthrine (30 g/L) + Profénofos (300 g/L)	Insecticide acaricide
Sumitex 40 EC	Diméthoate (400 g/L)	Insecticide
Gramokat super 200 EC	Paraquat chloride (200 g/L)	Insecticide
Lambda Super 25 EC	Lambda-cyhalothrine (25 g/L)	Insecticide
Glycel 410 SL	Glyphosate (410 g/L)	Herbicide
Herbextra 720 SL	2,4 D de sel d'amine (720 g/L)	Herbicide
Adwuma Wura 480 SL	Glyphosate (480 g/L)	Herbicide
Shye Nwura 480 EC	Glyphosate (480 g/L)	Herbicide
Sunphosate 360 SL	Glyphosate (360 g/L)	Herbicide
Glyphader 480 SL	Glyphosate (480 g/L)	Herbicide
Weed konka 480 SL	Glyphosate (480 g/L)	Herbicide
Nwura Wura 480 SL	Glyphosate (480 g/L)	Herbicide
Atrazila 80 WP	Atrazine (800g/L)	Herbicide

Source : Résultats d'enquêtes (Aïkpo, 2012-2012-2013)

L'analyse de ce tableau met en évidence que treize (13) pesticides sont commercialisés dans la Commune de façon frauduleuse. Parmi ces produits phytosanitaires, neuf (10) ne figurent pas sur la liste des produits

phytopharmaceutiques sous Autorisation Provisoire de Vente (APV) au Bénin, soit 76,92%. Les principales formulations de pesticides recensées dans ce cas concernent les herbicides (69,23%) et les insecticides (30,74%). Ces pesticides non homologués (photo 7 et photo 8) sont utilisés par les producteurs dans la production agricole. Seuls le cypercal P 330 EC, le glycel 410 SL et le glyphader 480 SL figurent sur la liste du CNAC.



Photo 7 : Boîte de Sumitex à Hounvi

Prise de vue : Aïkpo (2012)



Photo 8 : Boîtes de Lambda Super à Dridji

Prise de vue : Aïkpo (2012)

La boîte de sumitex (photo 7) a un volume de 1 litre. Certains renseignements tels que la date d'expiration, la dose à appliquer et les précautions à prendre lors de l'usage ou en cas d'intoxication ne figurent pas sur cette boîte. Les boîtes de lambda super (photo 8) ont chacune un volume de 0,25 litre.

5-2-3- Classes de toxicité des pesticides recensés dans la Commune

Les pesticides utilisés par les producteurs se répartissent en deux (2) classes de toxicité (tableau VIII).

Tableau VIII : Classification des pesticides recensés en fonction de leur toxicité.

Classification et correspondance	Matières actives et concentrations
II : Modérément dangereux « Nocif »	Cutter 112 EC-Profénofos 500 EC-Epervier 220 EC -Cotonix 328 EC- Nwura Wura 480 SL- Cobra 120 EC - Ema Super 56 DC- Thunder 145 O-TEQ-Nurelle D 335 EC- Coton Plus TM 88EC-Sumitex 400 EC- Cypercal P 330 EC-Gramokat Super 200 EC- Herbextra 720 SL-Lambda Super 25 EC
III : Peu dangereux « Attention »	Tihan 175 O-TEQ-Kalach 360 SL- Callifor G 310 SC-Glyphogan 360 SL- Cottonex PG 560 SC-Glyfos 360 SL- Glycel 410 SL-Adwuma Wura SL- Shye Nwura 480 EC-Sunphosate 360 SL- Glyphader 480 SL-Weed Konka 480 SL

Sources : CNAC (2012), Footprint (2010), ACTA (2008) et Résultats d'enquêtes (Aïkpo, 2011-2012-2013)

Les résultats de la classification des pesticides répertoriés dans la Commune montrent que quinze (15) pesticides sont de classe II. Les pesticides de cette classe sont modérément dangereux et leur utilisation n'est autorisée qu'à des traiteurs entraînés et suivis qui respectent strictement les précautions prescrites. Les douze (12) autres pesticides appartiennent à la

classe III. Ce sont des pesticides peu dangereux pouvant être utilisés par des traiteurs entraînés respectant les précautions de routine.

5-2-4-Familles chimiques des matières actives identifiées

Les différents pesticides recensés dans la Commune contiennent certaines matières actives. Dans le cadre de cette recherche, la classification chimique des pesticides recensés permet de mieux comprendre la famille chimique à laquelle appartient chacune des matières actives (tableau IX).

Tableau IX : Classification chimique des matières actives des pesticides recensés.

Familles chimiques	Matières actives
Pyréthrinoïdes	Betacyfluthine-Cyperméthrine-Deltaméthrine-Flubendiamide-Lambda cyhalothrine-Spirotétramate
Organophosphorés	Chlorpyriphos-éthyl-Fluométuron-Profénofos-Diméthoate
Néonicotinoïdes	Acétamipride-Imidaclopride
Aminophosphonates	Glyphosate
Avermectines	Emamectine-benzoate
Alkychrorophénoxynes	2,4 D
Bipyridyliums	Paraquat
Spinosynes	Spinétorame

Sources : CNAC (2012), Footprint (2010), ACTA (2008) et Résultats d'enquêtes (Aïkpo, 2012-2013-2014)

L'analyse du tableau fait ressortir que la famille chimique la plus recensée est celle des pyréthrinoïdes (06) suivie de celle des organophosphorés (04). Les néonicotinoïdes (02) viennent en troisième position. Les aminophosphonates (01), les alkychlorophénoxynes (01), les bipyridyliums (01) et les spinosynes (01) représentent les autres familles chimiques.

5-2-5- Principales sources d'approvisionnement des pesticides

En général, il est identifié quatre circuits de distribution des pesticides dans la Commune de Djidja (figure 7).

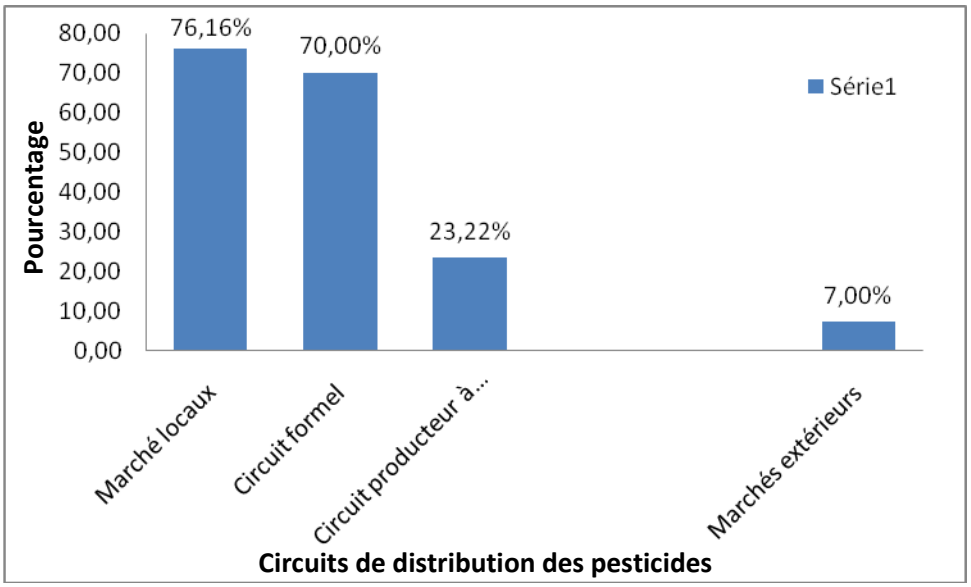


Figure 7 : Circuits de distribution des pesticides dans la Commune de Djidja

Source : Résultats d'enquêtes (Aïkpo, 2012-2013-2014)

On peut retenir à l'analyse de cette figure que les marchés locaux (photo 9 et photo 10) constituent la principale source de distribution des pesticides dans la Commune car 76,16% des producteurs investigués vont directement s'approvisionner sur ces marchés. Le circuit formel de distribution des pesticides est suivi par 70% des producteurs, essentiellement les producteurs de coton (qui s'approvisionnent aussi sur les marchés

locaux) et concerne les pesticides coton distribués par la SONAPRA en collaboration avec les organisations de producteurs, notamment l'UCPC et les CVPC. Certains producteurs (23,22%) vendent entre eux les pesticides. D'autres (7%) vont s'approvisionner directement sur les marchés extérieurs (Togo, Ghana, Nigéria…) à cause de leur coût moins chers.



Photo 9 : Etalage de boîtes de pesticides dans le marché de Djidja.

Prise de vue : *Aïkpo (2013)*



Photo 10 : Etalage de boîtes de

Photo 10 : Etalage de boîtes de pesticides associé à la vente d'huile de palme dans le marché de Djidja.

Prise de vue : Aïkpo (2014)

.

Afin d'attirer la clientèle, les vendeurs non agréés disposent les boîtes de pesticides pleines de leur contenu sur des étalages (photo 9 et photo 10). A la vente des pesticides, ils associent souvent la vente d'autres produits comme l'huile de palme, les huiles à moteur, l'essence ou le pétrole (photo 10).

5-2-6- Evolution du tonnage des pesticides livrés par la SONAPRA

Depuis longtemps, les pesticides sont utilisés dans cette Commune. La figure 8 présente l'évolution du tonnage des pesticides livrés par la SONAPRA dans la Commune de Djidja de 2000-2014.

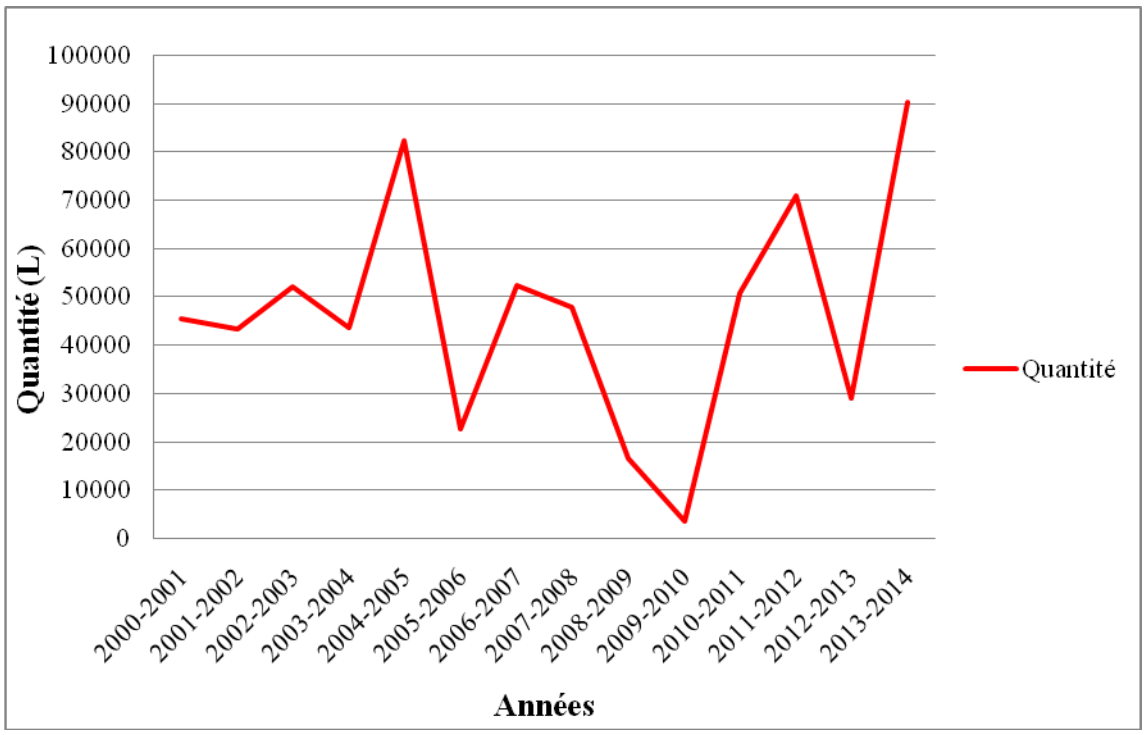


Figure 8: Evolution du tonnage des pesticides dans la Commune de Djidja de 2000-2014

Sources : CSPR (2006) et Résultats d'enquêtes (Aïkpo, 2012-2013-2014)

Une analyse de cette figure permet de noter une évolution fluctuante du tonnage des pesticides livrés par la SONAPRA dans la Commune. Ainsi, après une augmentation au cours de la compagne 2004-2005, soit 82,277 tonnes, les quantités de pesticides utilisées amorcent une diminution au cours de la campagne agricole 2005-2006. Les quantités de pesticides utilisées connaissent un léger accroissement, soit 52,463 tonnes avant de chuter énormément au cours de la campagne agricole 2009-2010, soit 3,590 tonnes. Cette baisse à première vue encourageante est cependant à nuancer par la chute tendancielle de la production cotonnière due à la baisse de la demande mondiale, au léger repli des prix de l'or blanc sur le marché mondial, à la crise économique et financière internationale et, notamment à la crise alimentaire qui a donné un certain regain aux vivriers au détriment des cultures de rente et aux dysfonctionnements dans l'organisation interne

de la filière coton. L'évolution du tonnage à la hausse observée de 2011-2014 peut s'expliquer par les différentes actions engagées dans le secteur cotonnier à savoir l'apurement des dettes envers les producteurs, les subventions accordées par l'Etat et les sensibilisations qui se sont intensifiées. Ce qui fait passer les pesticides à 90 tonnes au cours de la campagne agricole 2013-2014.

5-3- PRATIQUES D'UTILISATION DES PESTICIDES DANS LA COMMUNE

Les enquêtes et les observations menées sur le terrain concernant les pratiques d'utilisation des pesticides portent sur la dose de pesticides appliquée par hectare, les fréquences de traitement des champs, les mélanges de pesticides effectués et les appareils de traitement utilisés.

5-3-1-Dose de pesticides appliquée par hectare

Chaque substance active est homologuée via une dose à appliquer par hectare, qui peut varier selon la culture ou la cible. Le tableau X présente les résultats de l'enquête sur la dose de pesticides appliquée par surface cultivée pour différentes cultures.

Tableau X : Dose de pesticides appliquée par hectare.

Pesticides	Doses appliquées (L/ha)	Doses homologuées (L/ha)	Nombre de producteurs
Cutter 112 EC	0,375	0,250	52
Profénofos 500 EC	0,75	1	35
Epervier 220 EC	4	5	27
Ema Super 56 DC	0,5	0,5	61
Thunder 145 O-TEQ	0,3	0,2	18
Tihan 175 O-TEQ	0,3	0,2	18
Coton Plus TM 88 EC	0,75	0,5	77
Nurelle D 335 EC	1	1	44
Cypercal P 30 EC	0,7	1	12
Kalach 360 SL	2	3	39
Glycel 410 SL	2,5	3	15
Glyphogan 360 SL	2,5	3	49
Glyphader 480 SL	4	6	23

Source : Résultats d'enquêtes (Aïkpo, 2012-2013-2014)

Un total de 470 déclarations est recueilli auprès des producteurs sur la dose de pesticides appliquée par hectare. Ce nombre dépasse largement l'échantillon retenu pour la recherche et s'explique par le fait que les producteurs n'ont pas tous utilisé les mêmes pesticides et traité les mêmes superficies.

A la lecture de ce tableau, il ressort que 52 producteurs (11,06%) ont appliqué une dose de Cutter 112 EC supérieure à la dose recommandée, 35 producteurs (7,45%) ont appliqué une dose de Profénofos 500 EC inférieure à la dose recommandée, 27 producteurs (5,74%) ont reconnu avoir utilisé une dose d'Epervier 220 EC inférieure à ce qui est recommandé et 61 producteurs (12,98%) ont respecté la dose d'Ema super 56 EC recommandée. La dose de Thunder 145 O-TEQ et de Tihan 175 O-TEQ appliquée par 18 producteurs (3,82%) dans chacun des cas dépasse la dose homologuée, 77 producteurs (16,38%) ont utilisé une dose de Coton Plus TM 88 EC supérieure à ce qui est homologué, 44 producteurs (9,36%) ont respecté la dose de Nurelle D 335 EC homologué et 12 producteurs (2,55%)

ont utilisé une dose de Cypercal P 330 EC inférieure à la norme. En ce qui concerne les autres pesticides, 39 producteurs (8,30%) ont utilisé une dose de Kalach 360 SL inférieure à ce qui est recommandé, 15 (3,19%) une dose de Glycel 410 SL inférieure à la dose recommandée, 45 (10,42%) une dose de Glyphogan 360 SL inférieure à ce qui est homologué et 23 producteurs (4,89%) ont utilisé une dose de Glyphader inférieure à la dose recommandée.

5-3-2- Fréquences de traitement des champs

Pour le traitement des champs, les pesticides utilisés dans la Commune sont dans l'ensemble des insecticides et des herbicides. Deux catégories de cultures ont fait l'objet de la recherche sur la fréquence des traitements des champs. Il s'agit du coton et du niébé.

5-3-2-1- Fréquences de traitement du cotonnier

Pour le traitement du cotonnier, les pesticides utilisés sont des binaires acaricides et des binaires aphicides. La fréquence de traitement du cotonnier relevée dans la Commune se présente comme suit (tableau XI).

Tableau XI : Fréquences de traitement du cotonnier.

Culture	Nombre de traitements	Nombre de jours après semis	Délai entre deux traitements	Nombre de producteurs
Coton	4	60	16	27
	5	40	14	108
	6	50	14	156
	7	40	12	32

Source : Résultats d'enquêtes (Aïkpo, 2012-2013-2014)

La lecture de ce tableau révèle que la fréquence de traitement du cotonnier varie d'un producteur à un autre au cours d'une campagne

agricole. Ainsi, 27 producteurs (8,36%) ont fait quatre (4) traitements et le premier traitement a été effectué au soixantième (60e) jour après semis avec un délai de seize (16) jours entre deux traitements et 108 producteurs (33,43%) ont- ils déclaré avoir fait cinq (5) traitements au quarantième (40e) jour après semis pour le premier traitement avec un intervalle de quatorze (14) jours entre deux (2) traitements. Par contre 156 producteurs (48,30%) ont répondu qu'ils ont fait six (6) traitements de leurs champs à partir du 50e jour après semi avec un délai de quatorze (14) jours entre deux traitements et 32 producteurs (9,91%) ont effectué sept (7) traitements et ce, à partir du quarantième (40e) jour après semis à l'intervalle de douze (12) jours entre deux traitements. Pour ces derniers, il faut des traitements répétés, car l'effet des insecticides sur les ravageurs est parfois faible et plusieurs traitements ou un surdosage permet d'avoir une bonne récolte. Ces champs de coton sont parfois associés à des fruitiers (photo 11).

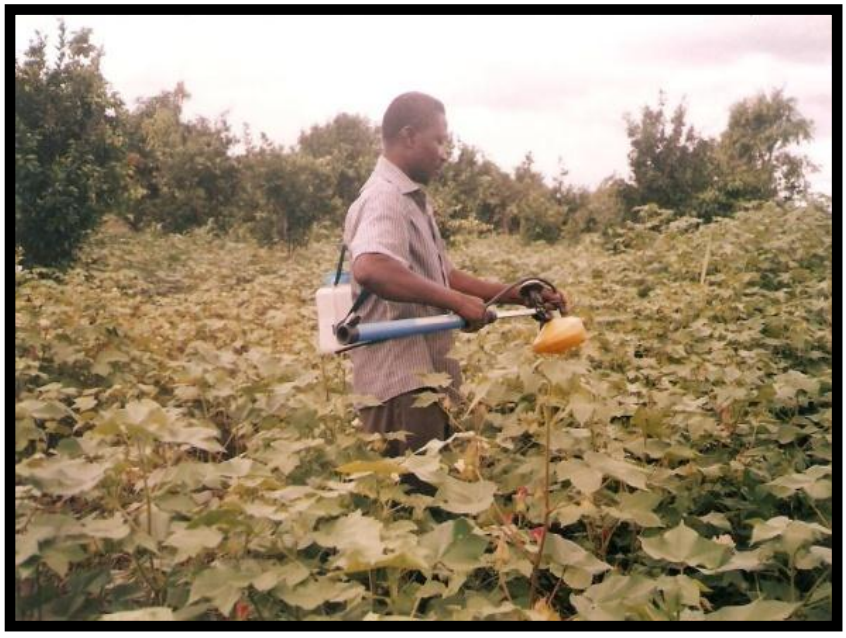


Photo 11 : Producteur traitant un champ de coton à Bookou

Prise de vue : Aïkpo (2011)

Ce champ de coton est associé à des orangers. Le traitant n'a pas pris les mesures de protection recommandées. Sa protection est constituée d'une chemise et d'un pantalon, ce qui justifie la banalisation par les producteurs des risques liés à l'utilisation des pesticides sur leur santé.

5-3-2-2- Fréquences de traitement du niébé

Une des cultures qui font objet de traitement pesticide dans la Commune de Djidja est le niébé. La fréquence de traitement des champs rapportée par les producteurs interrogés est résumée par le tableau XII.

Tableau XII : Fréquences de traitement du niébé.

Culture	Nombre de traitements	Nombre de jours après semis	Délai entre deux traitements	Nombre de producteurs
Niébé	2	30	10	45
	3	20	15	114
	4	15	10	102
	5	10	10	62

Source : Résultats d'enquêtes (Aïkpo, 2012-2013-2014)

t

t s

dans un délai de dix (10) jours entre deux traitements. Certains producteurs (35,29%) ont répondu avoir effectué trois (3) traitements à partir du vingtième (20e) jour après semis avec un délai de quinze (15) jours entre deux (2) traitements. D'autres producteurs (31,58%) ont réalisé quatre (4) traitements à partir du quinzième (15e) jour après semis et dans un délai de dix (10) jours entre deux (2) traitements. Le reste des producteurs (19,20%) a traité le niébé cinq (5) fois à partir du dixième (10e) jour après semis pour le premier traitement à l'intervalle de 10 jours entre deux traitements. Ces derniers ont affirmé que les insecticides sont parfois inefficaces sur certains ravageurs et les traitements répétés permettent de les

éliminer. Pour prévenir les attaques de ravageurs, les producteurs effectuent des traitements systématiques (photo 12).



Photo 12 : Producteur traitant un champ de niébé à Hounvi

Prise de vue : Aïkpo (2012)

La protection de ce producteur est aussi faible et met en exergue que les équipements de protection nécessaires pour le traitement aux pesticides ne sont pas toujours portés. Les traitants sont fortement exposés à différents pesticides.

5-3-3- MELANGES DE PESTICIDES EFFECTUES ET APPAREILS DE TRAITEMENT UTILISES

Dans le souci d'accroître l'efficacité des traitements, les producteurs font des mélanges de pesticides. Les appareils de traitements utilisés sont de plusieurs ordres.

5-3-3-1- Mélanges de pesticides effectués

Concernant le mélange des pesticides, les produits utilisés dans la Commune sont des produits à formulations miscibles à l'eau. La figure 9 récapitule les différents mélanges des produits effectués par les producteurs.

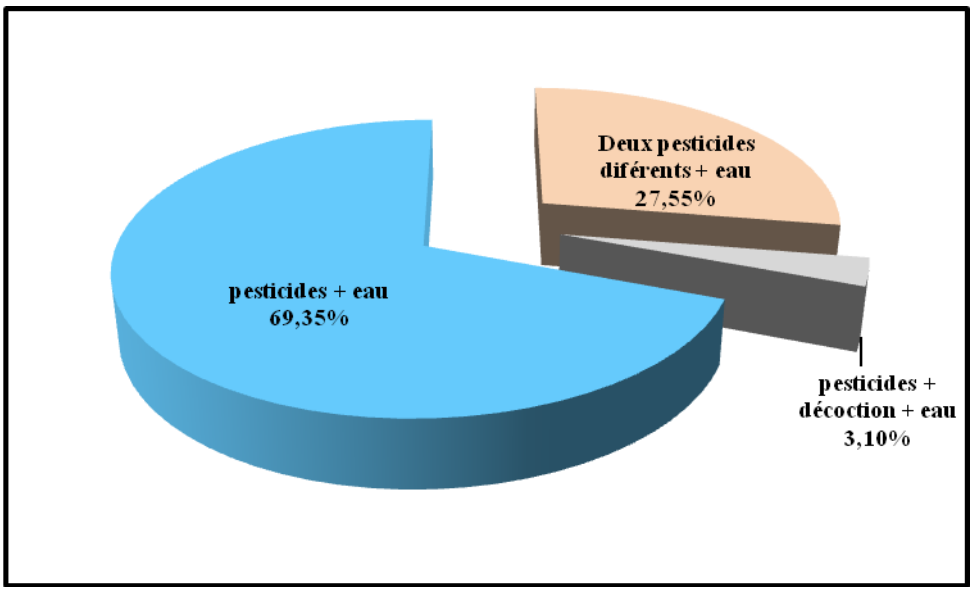


Figure 9 : Types de mélanges de pesticides effectués

Sources* : *Résultats d'enquêtes (Aïkpo, 2012-2013-2014)

La figure 10 fait apparaître que la majorité des producteurs (69,35%) effectue le mélange d'un pesticide avec l'eau. Par contre, une proportion non négligeable de producteurs (27,55%) fait le mélange de deux formulations différentes avec l'eau. Le reste des producteurs (3,10%) mélange les pesticides avec des décoctions de neem ou de papayer et l'eau.

5-3-3-2- Appareils de traitement utilisés

Le traitement des champs s'effectue à l'aide d'appareils. Il s'agit ici de plusieurs matériels qui sont utilisés par les producteurs (figure 10).

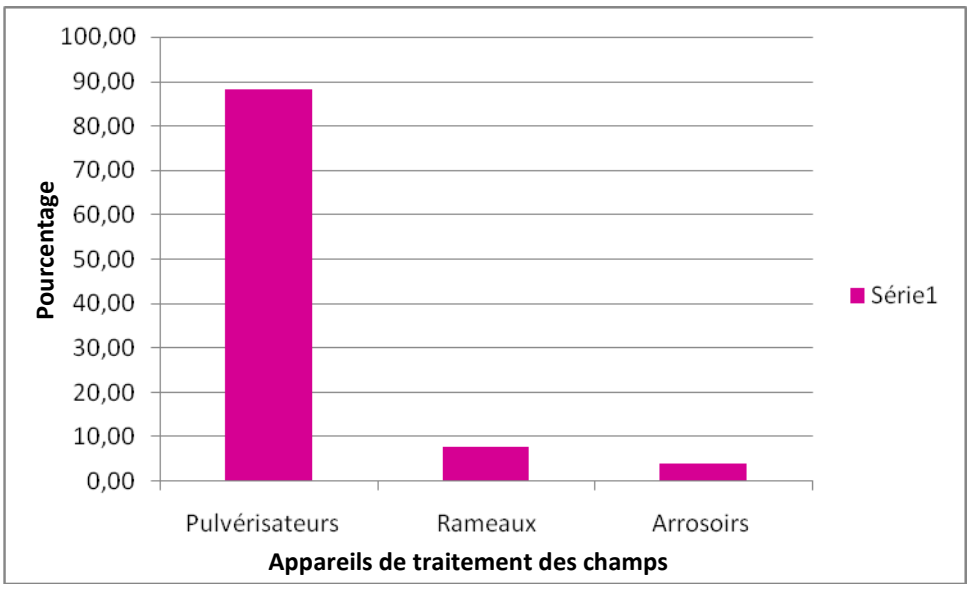


Figure 10 : Appareils de traitement des champs utilisés

Source : Résultats d'enquêtes (Aïkpo, 2012-2013-2014)

Cette figure indique que la majorité des producteurs (88,24%) utilise pour l'épandage des pesticides des pulvérisateurs. Les rameaux sont utilisés dans 7,74% des cas de pulvérisation au niveau des petits producteurs de niébé et de produits maraîchers contre 4,02% pour les arrosoirs.

Les pulvérisateurs utilisés sont les pulvérisateurs à dos dont les capacités varient entre 15 et 20 litres (photo 13) ou les pulvérisateurs à disque rotatif dont les capacités varient de 1 à 5 litres (photo 14)



Photo 13 : Pulvérisateur à dos à Djidja

Prise de vue : Aïkpo (2014)



Photo 14 : Pulvérisateur à disque rotatif caché au plafond d'une cabane à Hounvi

Prise de vue : Aïkpo (2014)

Le pulvérisateur à dos (photo 13) a une capacité de 20 litres. Il est exposé aux intempéries climatiques. Le pulvérisateur à disque rotatif (photo 14) est muni d'un réservoir dont le volume est de 5 litres. Les différents endroits où on a retrouvé ces pulvérisateurs font ressortir les mauvaises conditions de leur conservation.

5-4- GESTION DES PESTICIDES PAR LES PRODUCTEURS

La gestion des pesticides par les producteurs concerne le stockage des produits, la gestion des restes de pesticides après utilisation et la gestion des emballages vides de pesticides.

5-4-1- Stockage des pesticides

Dès acquisition, les producteurs stockent les pesticides. La figure 11 montre les différents lieux de stockage des pesticides.

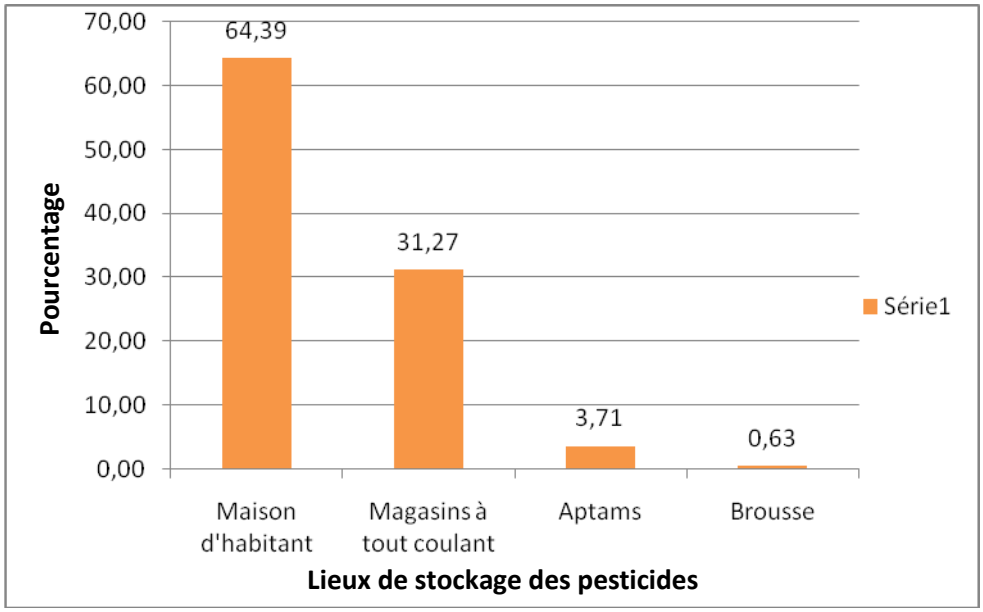


Figure 11 : Lieux de stockage des pesticides

Source : ***Résultats d'enquêtes (Aïkpo, 2012-2013-2014)***

Des répondants (64,39%) ont déclaré qu'ils stockent les pesticides dans les maisons d'habitation pour les sécuriser contre le vol. Certains producteurs (31,27%) entreposent les pesticides dans les magasins à tout coulant afin de les éloigner des membres de la famille. D'autres producteurs (3,71%) les engrangent sous les cabanes au champ en vue d'éviter leur transport chaque fois que le besoin d'utilisation se fait sentir. Des producteurs (0,63%) les cachent dans la brousse au voisinage de leurs champs.

5-4-2- Gestion des restes de pesticides

La gestion des restes des pesticides dans la boîte après traitement se fait de différentes manières. Le tableau XIII donne les modes de gestion des restes des pesticides après traitement déclarés par les producteurs.

Tableau XIII : Modes de gestion des restes de pesticides.

Modes de gestion des restes de pesticides	**Nombre de producteurs**	**Proportion (%) de producteurs**
Traitement d'autres cultures	71	21,98
Conservation	142	43,96
Déversement dans la nature	5	1,55
Traitement sur semences ou après récolte	56	17,34
Lutte contre les termites et fourmis	22	6,81
Lutte contre les chiques des animaux domestiques	17	5,26
Vente	10	3,10
Retour à la SONAPRA ou aux distributeurs	0	0
Total	**323**	**100**

Source : Résultats d'enquêtes (Aïkpo, 2012-2013-2014)

Certains producteurs traitent d'autres cultures avec les restes de pesticides, soit 21,98% des cas. D'autres producteurs conservent les restes des pesticides, soit 43,96% des interrogés. Des répondants (1,55%)

déversent les restes des pesticides dans la nature. Un autre groupe de producteurs utilise les restes pour conserver les produits agricoles, soit 17,34% des cas. Les restes de pesticides servent à la lutte contre les termites et les fourmis dans 6,81% des cas contre 5,26% pour lutter contre les chiques des animaux domestiques. Des producteurs (3,10%) vendent les restes de pesticides et aucun parmi eux ne retourne les restes des pesticides utilisés à la SONAPRA ou aux distributeurs.

5-4-3- Gestion des emballages vides de pesticides

Les producteurs font diverses utilisations des boîtes vides de pesticides après usage. Le tableau XIV récapitule les réponses données par les producteurs par rapport à la manière de traiter les emballages vides des pesticides.

Tableau XIV: Gestion des emballages vides de pesticides.

Manières de traiter les emballages vides	Nombre de producteurs	Proportion (%) de producteurs
Vente	75	23,22
Réutilisation	105	32,51
Abandon	57	17,65
Incinération	31	9,60
Enfouissement	20	6,19
Conservation	35	10,83
Retour à la SONAPRA ou aux distributeurs	0	0
Total	**323**	**100**

Source : Résultats d'enquêtes (Aïkpo, 2012-2013-2014)

Les emballages vides de pesticides sont vendus par 23,22% des producteurs. Les contenants vides de pesticides sont réutilisés dans 32,51% des cas et servent à stocker des aliments liquides (eau, huile, boisson alcoolisée, etc.) et du pétrole. D'autres utilisateurs (17,65%) préfèrent abandonner les boîtes vides de pesticides dans la nature (photo 15 et photo 16). Certains producteurs (9,60%) brûlent les contenants vides de pesticides. D'autres producteurs (6,19%) enfouissent les emballages vides dans le sol au champ. Une partie (10,83%) n'hésite pas à conserver les boîtes vides de pesticides à domicile. Aucun producteur n'a retourné les emballages vides à la SONAPRA ou aux distributeurs.



Photo 15 : Boîte de Coton Plus TM en décomposition dans le lit du Couffo à Zakan-Kossossa

Prise de vue : Aïkpo (2014)



Photo 16 : Boîte de profénofos flottant à la surface de l'eau du Couffo à Fonkpodji.

Prise de vue : Aïkpo (2014)

Les boîtes de pesticides jetées dans les eaux de surface (photo 15) se déposent dans le lit des cours d'eau. Elles se décomposent et polluent davantage les eaux. Des boîtes de pesticides se retrouvent à la surface des cours d'eau et sont entraînées par les eaux (photo 16).

5-5- DISTANCES DES PARCELLES DE COTON AUX COURS D'EAU, PENTES RELEVEES ET LONGUEUR DES PARCELLES

Cette section rend compte respectivement des distances des parcelles de coton aux cours d'eau, des pentes relevées sur le terrain et de la longueur des parcelles.

5-5-1- Distances des parcelles de coton aux cours d'eau

Dans la Commune de *Djidja*, des champs de coton traités aux pesticides sont installés aux abords des cours d'eau. Le risque parcellaire pour la contamination des eaux des rivières et du fleuve *Couffo* est évalué pour les parcelles retenues (non exhaustives).

Les distances (mètre) entre les berges des cours d'eau et les parcelles de coton recevant des traitements phytosanitaires relevées dans la Commune sont présentés dans le tableau XV.

Tableau XV : Distances des parcelles de coton aux cours d'eau.

Cours d'eau	**Classe de distances**				
	0 m	**< 50 m**	**50-200 m**	**≥ 200 m**	**Total**
Zou	0	10	24	15	49
Couffo	0	17	19	21	57
Dra	0	22	13	17	52
Wota	0	14	18	11	43
Aman	0	28	16	10	54
Honvè	0	13	26	12	51
Ayadaha	0	16	08	23	47
Total	**0**	**120**	**124**	**109**	**353**

Source : Résultats d'enquêtes (Aïkpo, 2012-2013-2014)

Ce tableau montre qu'aucune parcelle de coton n'est installée à une distance nulle (0 m) des cours d'eau retenus. Cela s'explique par la présence de forêts galeries qui rend difficile l'installation des parcelles et/ou la crainte de l'inondation des parcelles en période de crue. Des parcelles de coton sont cultivées à une distance < 50 m des cours d'eau (Zou : 10 parcelles, Couffo : 17 parcelles, Dra : 22 parcelles, Wota : 14 parcelles, Aman : 28 parcelles, Honvè : 13 parcelles, Ayadaha : 16 parcelles). Il est aussi enregistré des parcelles de coton qui sont installées entre 50 et 200 m des cours d'eau (Zou : 24 parcelles, Couffo : 19 parcelles, Dra : 13 parcelles, Wota : 18 parcelles, Aman : 16 parcelles, Honvè : 26 parcelles, Ayadaha : 08 parcelles). D'autres parcelles de coton sont cultivées à une distance ≥ 200 m (Zou : 15 parcelles, Couffo : 21 parcelles, Dra : 17 parcelles, Wota : 11 parcelles, Aman : 10 parcelles, Honvè : 12 parcelles, Ayadaha : 23 parcelles).

L'installation des champs de coton à des distances < 50 m des cours d'eau occasionne la contamination des eaux de surface.

5-5-2- Pentes relevées

Les pentes des différentes parcelles sont relevées afin d'évaluer spécifiquement les risques de ruissellement et d'érosion dans le versant (tableau XVI).

Tableau XVI : Pentes relevées pour les parcelles.

Pentes	**< 3%**	**3-5%**	**5%**	**Total**
Nombre de parcelles	96	135	122	353
Pourcentage (%)	27,20	38,24	34,56	100

Source : Résultats d'enquêtes (Aïkpo, 2012-2013-2014)

L'analyse de ce tableau met en exergue que 27,20% des parcelles sont installées sur des pentes < 3% et 38,24% sont cultivées sur des pentes comprises entre 3-5%. Le reste des parcelles (34,56%) est installé sur des terrains dont la pente est de 5%.

5-5-3- Longueur des parcelles

La longueur de la parcelle, calculée dans le sens de la pente, intervient également sur les vitesses de ruissellement et donc sur l'arrachement des particules de sol. Le tableau XVII montre la longueur des parcelles.

Tableau XVII : Longueur des parcelles.

Longueur des parcelles	**< 50 m**	**50 -150 m**	**> 150 m**	**Total**
Nombre de parcelles	91	148	114	353
Proportion (%)	25,78	41,93	32,29	100

Source : Résultats d'enquêtes (Aïkpo, 2012-2013-2014)

La longueur des parcelles, calculée dans le sens des pentes est < 50 m dans 25,78% des cas. Elle est comprise entre 50 et 150 m dans 41,93% des cas. Cette longueur est >150 m pour le reste des parcelles, soit 32,29%.

La présence d'une bande enherbée en aval de la parcelle cultivée est importante. Il est constaté sur le terrain que 96,17% des parcelles de coton ont une protection avale, c'est-à-dire ayant une bande enherbée au voisinage des cours d'eau. Seulement 2,83% des parcelles n'ont pas une protection avale car les herbes au voisinage des points d'eau font l'objet de surpâturage ou dans certains cas des cultures maraîchères sont installées sur les berges.

5-6- LIEUX DE NETTOYAGE DE L'OPERATEUR ET DES EQUIPEMENTS DE TRAITEMENT

Après traitement, les producteurs se nettoient. Les équipements ayant servi au traitement sont aussi nettoyés. La figure 12 montre les différents lieux où se déroulent ces opérations de nettoyage.

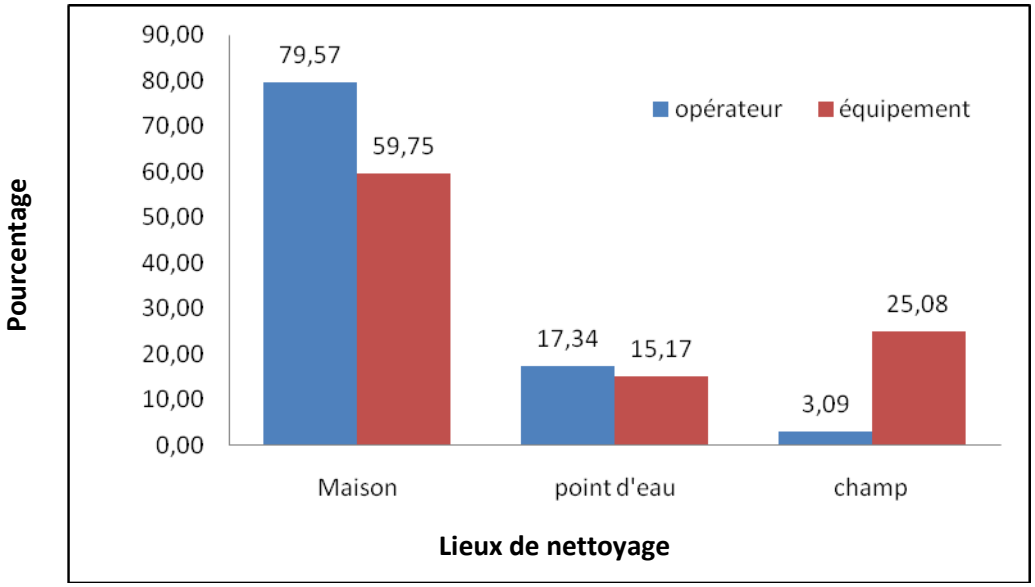


Figure 12 : Lieux de nettoyage de l'opérateur et des équipements
Source : Résultats d'enquêtes (Aïkpo, 2012-2013-2014)

Il ressort du diagnostic des lieux de nettoyage de l'opérateur et des équipements de traitement (appareil de traitement, combinaisons, etc.) que trois lieux sont couramment utilisés (les maisons, les points d'eau et les champs).

Concernant le nettoyage de l'opérateur après utilisation des insecticides ou herbicides, 79,57% des producteurs se lavent à la maison, 17,34% aux bords des points d'eau (puits, cours d'eau) et seulement 3,09% se lavent au champ.

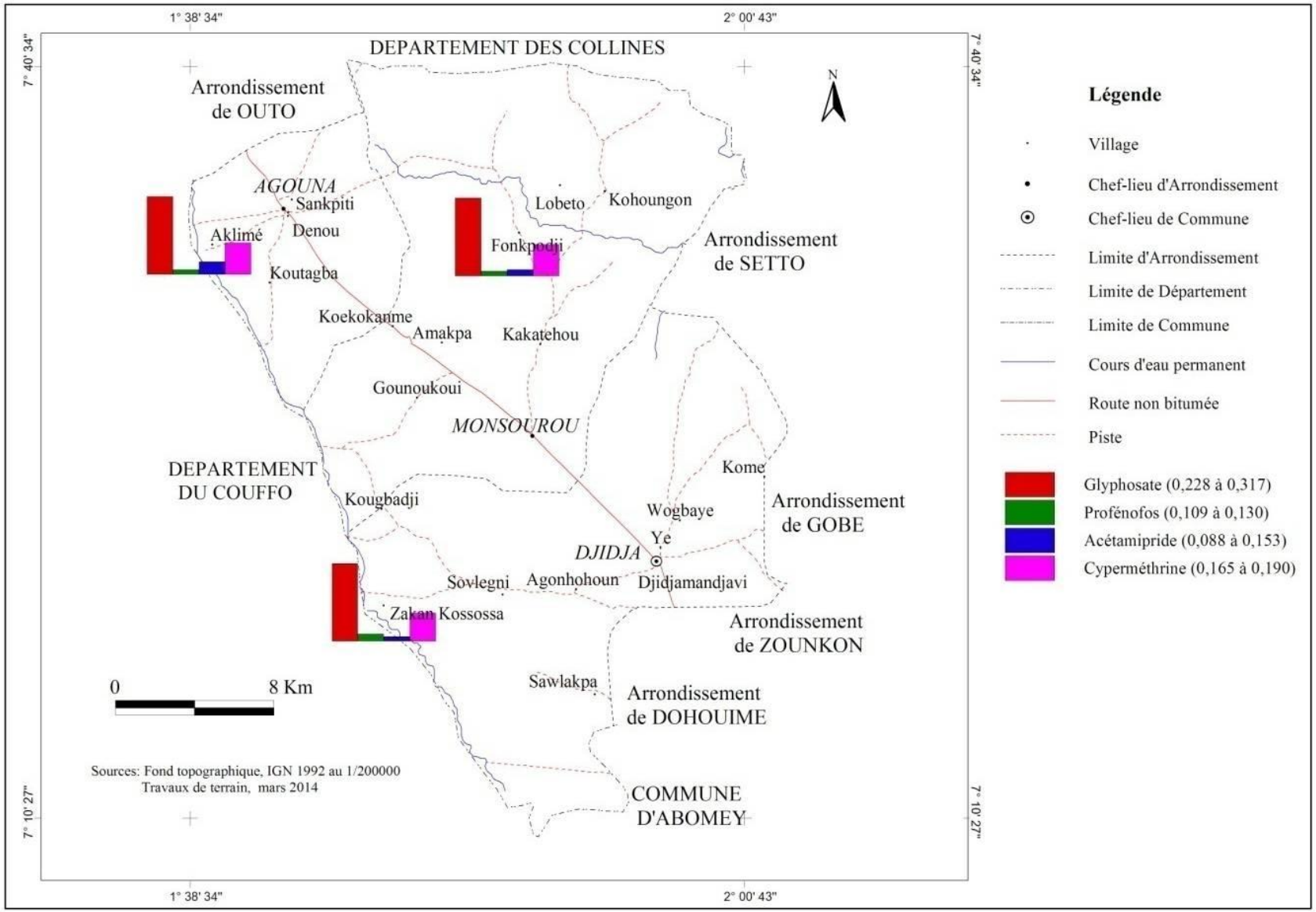
Après traitement, 59,75% des producteurs nettoient les équipements de pulvérisation à la maison, 15,17% nettoient les équipements aux abords des points d'eau et 25,08% nettoient les équipements au champ.

5-7- TENEURS EN RESIDUS DE PESTICIDES DANS LES SOLS, LES TUBERCULES DE MANIOC, LES EAUX DU FLEUVE *COUFFO* ET LES POISSONS ECHANTILLONNES

Les teneurs en résidus de pesticides dans les différents échantillons sont déterminées pour montrer le niveau de contamination des compartiments environnementaux échantillonnés (annexe 7) suite à l'utilisation des pesticides dans la Commune.

5-7-1- Teneurs en résidus de pesticides dans les sols

Les activités agricoles sont à l'origine de la contamination des sols par les pesticides dans cette Commune. Les résultats d'analyses de matières actives pour les sols se présentent comme suit (carte 6).



Carte 6 : Teneurs moyennes en résidus de pesticides dans les sols
Source : Aïkpo (2014)

Les résultats d'analyses des sols observés sur cette carte révèlent les concentrations des matières actives recherchées.

Les échantillons de sols prélevés dans le village de Zakan-Kossossa ont une concentration en glyphosate de 0,303 µg/kg, de 0,287 µg/kg et de 0,293 µg/kg respectivement dans les échantillons 1, 2 et 3. Celles du profénofos sont de 0,121 µg/kg, de 0,130 µg/kg et de 0,121 µg/kg dans les mêmes échantillons. Aussi les concentrations en acétamipride dans les trois échantillons sont de 0,098 µg/kg, de 0,149 µg/kg et de 0,112 µg/kg. Celles de la cyperméthrine sont de 0,165 µg/kg, de 0,170 µg/kg et de 0,190 µg/kg.

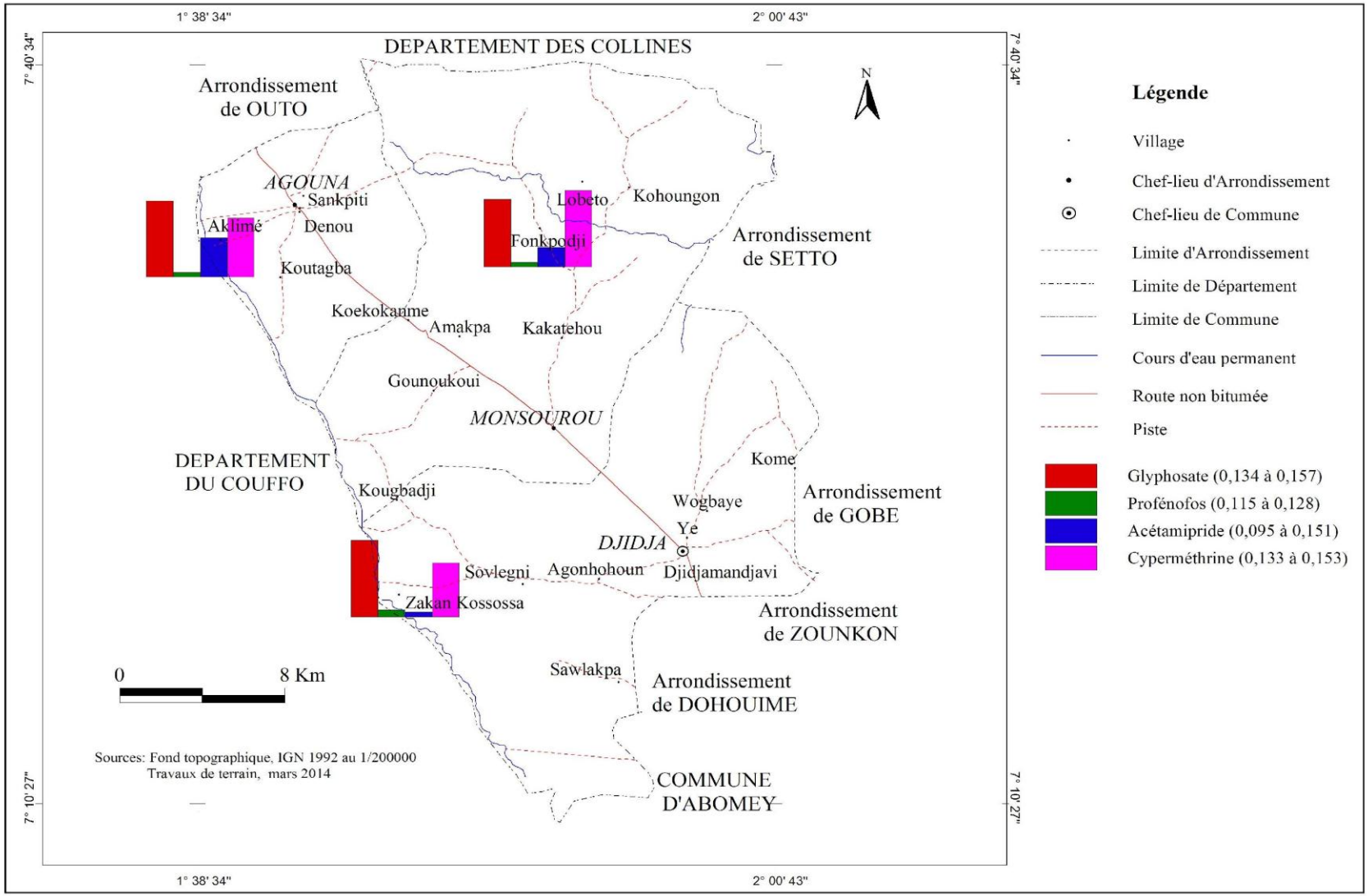
Par rapport aux échantillons prélevés à Fonkpodji, les concentrations en glyphosate sont de 0,317 µg/kg (échantillon 1), de 0,271 µg/kg (échantillon 2) et de 0,228 µg/kg (échantillon 3). Le profénofos a été retrouvé à des concentrations de 0,113 µg/kg (échantillon 1), de 0,123 µg/kg (échantillon 2) et de 0,110 µg/kg (échantillon 3). Les concentrations en acétamipride sont de l'ordre de 0,088 µg/kg (échantillon 1), de 0,129 µg/kg (échantillon 2) et de 0,137 µg/kg (échantillon 3). Les concentrations en cyperméthrine sont de 0,182 µg/kg (échantillon 1), de 0,169 µg/kg (échantillon 2) et de 0,166 µg/kg (échantillon 3).

Dans les sols du site d'Aklinmè, les teneurs en glyphosate détectées sont de 0,311 µg/kg (échantillon 1), de 0,291 µg/kg (échantillon 2) et de 0,303 µg/kg (échantillon 3). Les teneurs en profénofos sont de 0,118 µg/kg (échantillon 1), de 0,115 µg/kg (échantillon 2) et de 0,109 µg/kg (échantillon 3). L'acétamipride est détectée à des teneurs de 0,153 µg/kg (échantillon 1), de 0,119 µg/kg (échantillon 2) et de 0,129 µg/kg (échantillon 3). La cyperméthrine est retrouvée à des teneurs de 0,183 µg/kg (échantillon 1), de 0,188 µg/kg (échantillon 2) et de 0,177 µg/kg (échantillon 3).

Les mêmes concentrations de glyphosate (0,303 µg/kg) observées au niveau de l'échantillon 1 de Zakan-Kossossa et de l'échantillon 3 d'Aklinmè et les mêmes concentrations de profénofos (0,121 µg/kg) obtenues dans les échantillons 1 et 3 de Zakan-Kossossa peuvent s'expliquer par le mode d'application des formulations ainsi que les doses de pulvérisations qui se ressemblent.

5-7-3- Teneurs en résidus de pesticides dans les tubercules de manioc

Le manioc est l'une des cultures prépondérantes dans la Commune de Djidja et constitue la base alimentaire d'une bonne partie de la population. Le manioc est cultivé pour l'alimentation humaine, animale et pour l'industrie. Les analyses renseignent sur la présence des molécules de pesticides dans les tubercules de manioc prélevés dans la Commune (carte 7).



Carte 7 : Teneurs moyennes en résidus de pesticides dans les tubercules de manioc
Source : Aïkpo (2014)

Les concentrations en glyphosate dans les échantillons de tubercules de manioc prélevés à Zakan-Kossossa sont de 0,157 µg/kg (échantillon 1), de 0,156 µg/kg (échantillon 2) et de 0,146 µg/kg (échantillon 3). Celles du profénofos sont de 0,123 µg/kg (échantillon 1), 0,125 µg/kg (échantillon 2) et de 0,117 µg/kg (échantillon 3). Les teneurs en acétamipride sont de 0,132 µg/kg (échantillon 1), de 0,095 µg/kg (échantillon 2) et de 0,137 µg/kg (échantillon 3). La cyperméthrine est décelée à des concentrations de 0,149 µg/kg (échantillon 1), de 0,138 µg/kg (échantillon 2) et de 0,143 (échantillon 3).

Dans les échantillons prélevés à Fonkpodji, les concentrations en glyphosate sont de 0,149 µg/kg (échantillon 1), de 0,151 µg/kg (échantillon 2) et de 0,134 µg/kg (échantillon 3). Les concentrations en profénofos dans les tubercules de manioc prélevés sur ce site sont de 0,121 µg/kg (échantillon 1), de 0,128 µg/kg (échantillon 2) et de 0,123 µg/kg (échantillon 3). L'acétamiptride est retrouvée à des teneurs atteignant 0,132 µg/kg (échantillon 1), 0,095 µg/kg (échantillon 2) et 0,137 µg/kg (échantillon 3). La cyperméthrine est détectée à des concentrations de 0,151 µg/kg (échantillon 1), de 0,153 µg/kg (échantillon 2) et de 0,139 µg/kg (échantillon 3).

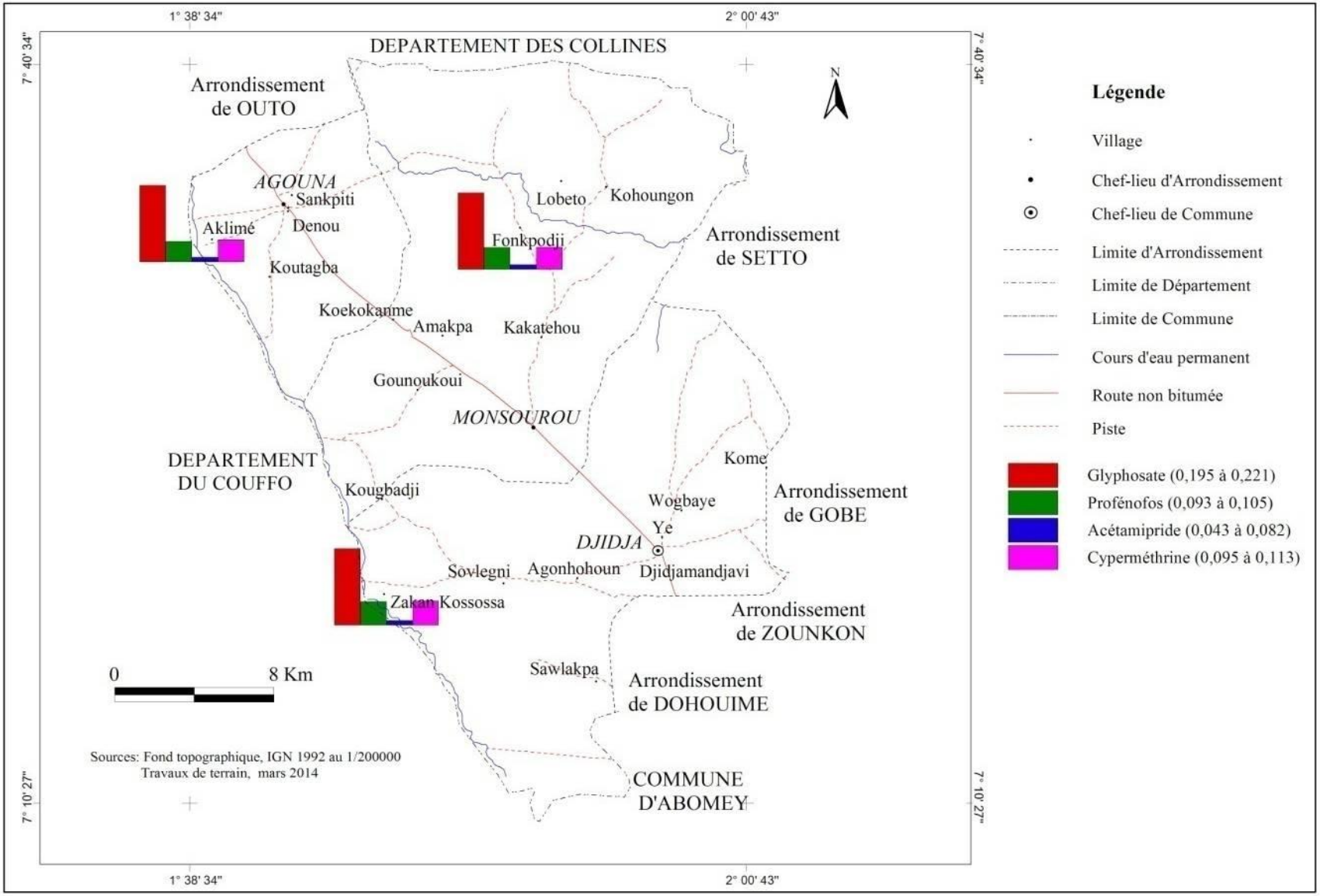
Les échantillons de tubercules de manioc prélevés à Aklinmè sont contaminés par du glyphosate à une concentration de 0,142 µg/kg (échantillon 1), de 0,153 µg/kg (échantillon 2) et de 0,151 µg/kg (échantillon 3). Les teneurs moyennes en profénofos sont de 0,119 µg/kg (échantillon 1), de 0,126 µg/kg (échantillon 2) et de 0,115 µg/kg (échantillon 3). Les teneurs en acétamipride sont de 0,129 µg/kg (échantillon 1), de 0,127 µg/kg (échantillon 2) et de 0,145 µg/kg (échantillon 3). Celles de la cyperméthrine

sont de 0,133 µg/kg (échantillon 1), de 0,147 µg/kg (échantillon 2) et de 0,145 µg/kg (échantillon 3).

La présence généralisée de ces différentes matières actives dans les tubercules de manioc peut s'expliquer par les transferts possibles de ces molécules des sols aux plantes et par les possibilités de phytoremédiation.

5-7-4- Teneurs en résidus de pesticides dans les eaux du fleuve Couffo

Le bilan de l'analyse porte sur l'ensemble des molécules recherchées. Les valeurs prises en compte sont les teneurs confirmées pour les molécules recherchées. Les échantillons d'eau du fleuve Couffo prélevés dans la Commune de Djidja sont contaminés par les pesticides (carte 8).



Carte 8 : Teneurs moyennes en résidus de pesticides dans les eaux
Source : Aïkpo (2014)

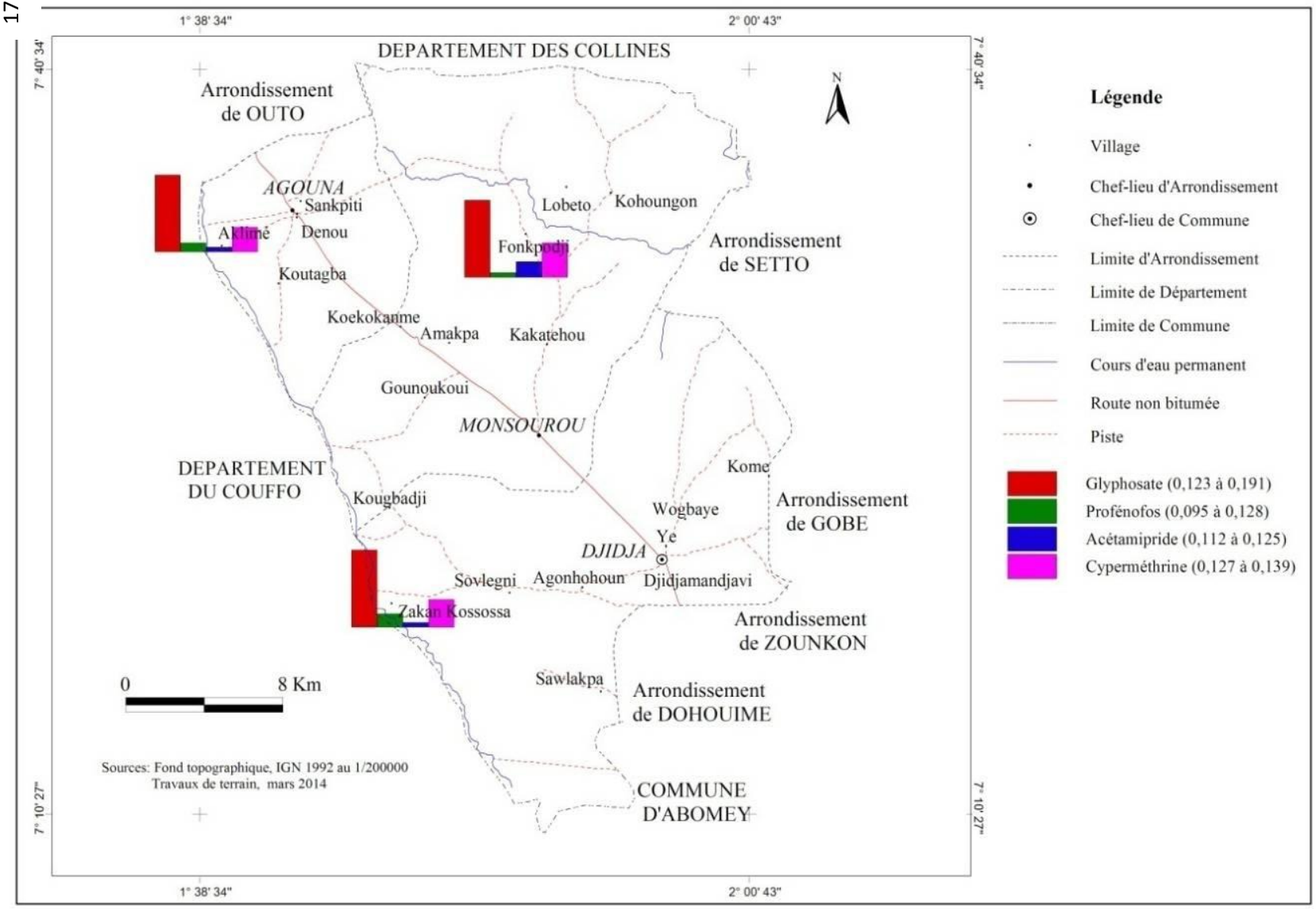
Dans les échantillons d'eau prélevés à Zakan-Kossossa, les concentrations en glyphosate sont de 0,198 µg/L, de 0,205 µg/L et de 0,210 µg/L dans les échantillons 1, 2 et 3 respectivement. Celles en profénofos sont de 0,097 µg/L, de 0,105 µg/L et de 0,100 µg/L dans les mêmes échantillons. Aussi les concentrations en acétamipride dans les trois échantillons sont de 0,082 µg/L, de 0,043 µg/L et de 0,067 µg/L. Les teneurs en cyperméthrine sont de 0,095 µg/L, de 0,113 µg/L et de 0,098 µg/L (échantillons 1, 2 et 3).

Les échantillons prélevés à Fonkpodji présentent des concentrations de 0,215 µg/L (échantillon 1), de 0,221 µg/L (échantillon 2) et de 0,195 µg/L (échantillon 3) en glyphosate. Presque absent dans les échantillons 1 (0,099 µg/L) et 2 (0,095 µg/L), le profénofos est détecté dans l'échantillon 3 à des concentrations de 0,103 µg/L. Les concentrations en acétamipride sont de 0,063 µg/L, de 0,072 µg/L et de 0,058 µg/L dans les échantillons 1, 2 et 3 respectivement. Elles sont de 0,102 µg/L dans l'échantillon 1, de 0,096 µg/L dans l'échantillon 2 et de 0,101 µg/L dans l'échantillon 3 pour la cyperméthrine.

Les teneurs en glyphosate dans les échantillons d'Aklinmè sont de 0,211 µg/L (échantillon 1), de 0,217 µg/L (échantillon 2) et de 0,210 µg/L (échantillon 3). Les teneurs moyennes en profénofos sont de 0,103 µg/L (échantillon 1), de 0,012 µg/L (échantillon 2) et dans l'échantillon 3, elles sont de 0,093 µg/L. L'échantillon 1 a des teneurs moyennes en acétamipride de 0,082 µg/L, celles de l'échantillon 2 sont de 0,061 µg/L et celles de l'échantillon 3 sont de 0,059 µg/L. Ces teneurs moyennes sont de 0,107 µg/L (échantillon 1), de 0,097 µg/L (échantillon 2) et de 0,105 µg/L en ce qui concerne la cyperméthrine.

5-7-5- Teneurs en résidus de pesticides dans les poissons

Les pesticides peuvent s'accumuler dans les organismes aquatiques. Ainsi les poissons prélevés dans le fleuve Couffo dans la Commune de Djidja ont révélé la présence des quatre matières actives recherchées (carte 9).



Carte 9 : Teneurs moyennes en résidus de pesticides dans les poissons

Source : Aïkpo (2014)

Les concentrations en glyphosate sont de 0,185 µg/kg (échantillon 1), de 0,169 µg/kg (échantillon 2) et de 0,162 µg/kg (échantillon 3) dans les *Tilapias guineensis* prélevés à Zakan-Kossossa. Les niveaux de concentrations en profénofos sont de 0,123 µg/kg (échantillon 1), de 0,118 µg/kg (échantillon 2) et de 0,125 µg/kg (échantillon 3). Les teneurs en acétamipride sont de 0,112 µg/kg (échantillon 1), de 0,117 µg/kg (échantillon 2) et de 0,116 µg/kg (échantillon 3). Les concentrations en cyperméthrine détectées dans les poissons prélevés dans ce village sont de 0,131 µg/kg (échantillon 1), de 0,139 µg/kg (échantillon 2) et de 0,129 µg/kg (échantillon 3).

Au niveau des *Tilapias guineensis* prélevés à Fonkpodji, les teneurs en glyphosate décelées sont de 0,157 µg/kg (échantillon 1), de 0,191 µg/kg (échantillon 2) et de 0,123 µg/kg (échantillon 3). Le profénofos a été retrouvé à des teneurs de 0,117 µg/kg (échantillon 1), de 0,120 µg/kg (échantillon 2) et de 0,095 µg/kg (échantillon 3). Par rapport à l'acéramipride, les concentrations détectées sont de 0,114 µg/kg (échantillon 1), de 0,125 µg/kg (échantillon 2) et de 0,114 µg/kg (échantillon 3). Les teneurs en cyperméthrine atteignent 0,132 µg/kg (échantillon 1), 0,130 µg/kg (échantillon 2) et 0,128 µg/kg (échantillon 3).

Les concentrations moyennes en glyphosate présentes dans les *Tilapias guineensis* prélevés à Aklinmè sont de 0,190 µg/kg (échantillon 1), de 0,171 µg/kg (échantillon 2) et de 0,145 µg/kg (échantillon 3). Le profénofos est retrouvé à des teneurs de 0,126 µg/kg (échantillon 1), de 0,128 µg/kg (échantillon 2) et de 0,145 µg/kg (échantillon 3). L'acétamipride est détectée à des concentrations de 0,117 µg/kg (échantillon 1), de 0,120 µg/kg (échantillon 2) et de 0,121 µg/kg (échantillon 3). Les teneurs en cyperméthrine mesurées dans les poissons analysés sont de 0,138

µg/kg (échantillon 1), de 0,133 µg/kg (échantillon 2) et de 0,127 µg/kg (échantillon 3).

Les résidus de ces matières actives détectés dans les *Tilapias guineensis* prélevés dans le fleuve Couffo constituent un bel exemple de contamination indirecte.

5-8- ANALYSE COMPAREE DE LA CONTAMINATION DES COMPARTIMENTS ENVIRONNEMENTAUX PAR LES PESTICIDES

Les concentractions moyennes en pesticides décelées dans les sols et dans les tubercules de manioc, dans les eaux et les poissons du fleuve Couffo et dans les sols et les eaux sont comparées afin de déterminer les compartiments les plus touchés.

5-8-1- Comparaison des teneurs en résidus de pesticides détectées dans les sols et les tubercules de manioc

Les figures 13, 14 et 15 montrent respectivement les résultats de cette comparaison au niveau des trois sites.

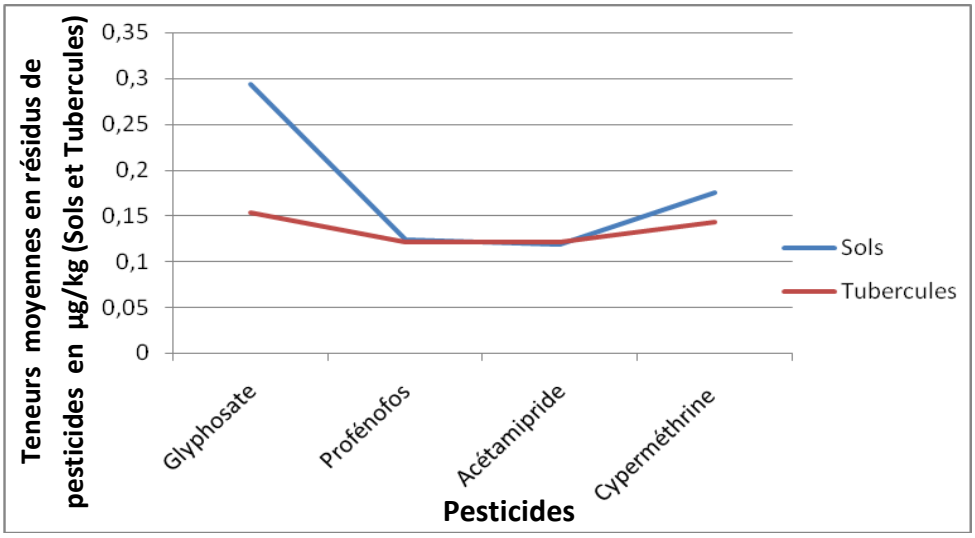


***Figure 13*: Comparaison des teneurs moyennes en résidus de pesticides dans les sols et les tubercules de manioc à Zakan-Kossossa**
Source : Résultats d'analyse des échantillons (Aïkpo, 2014)

La figure 13 indique que sur le site de Zakan-Kossossa, le glyphosate et la cyperméthrine ont des teneurs moyennes plus élevées dans les sols que dans les tubercules de manioc retrouvés dans ces sols ; alors que quel que soit le type d'échantillon de sols et de tubercules qui ont été prélevés sur ce site, le profénofos et l'acétamipride ont presque les mêmes teneurs moyennes. Au seuil de significativité de 5%, il y a une différence significative entre les teneurs des matières actives dans les sols ($p < 0,05$) et dans les tubercules de manioc ($p < 0,05$).

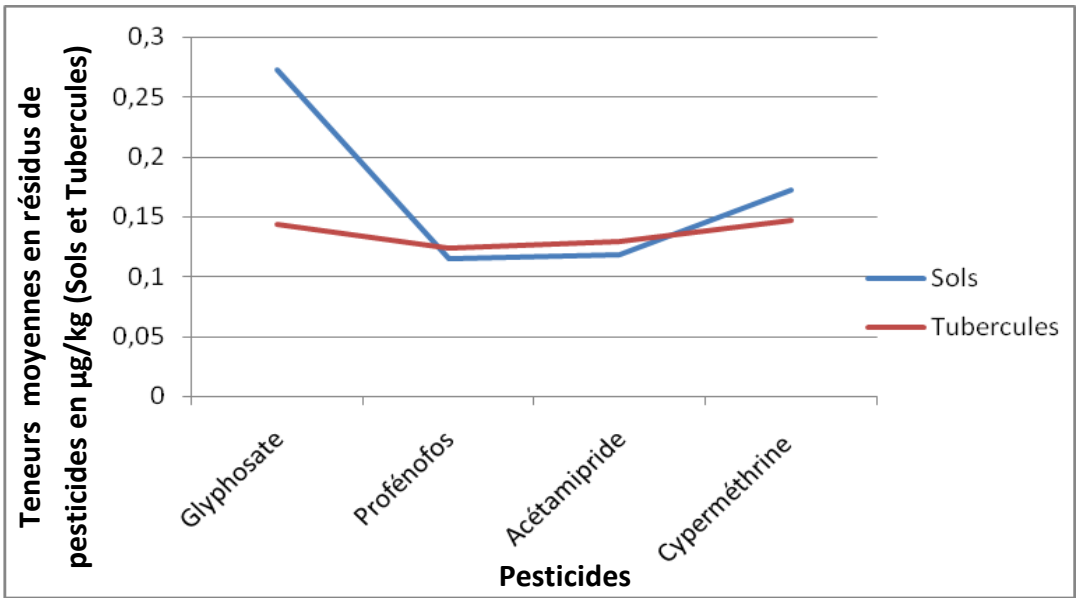


Figure 14: Comparaison des teneurs moyennes en résidus de pesticides dans les sols et les tubercules de manioc à Fonkpodji
Source : Résultats d'analyse des échantillons (Aïkpo, 2014)

Cette figure14 montre qu'à Fonkpodji, le glyphosate et la cyperméthrine sont plus concentrés dans les sols que dans les tuberules de manioc. Mais, cette tendance est inversée pour le profénofos et l'acétamipride dont les concentrations sont relativement plus élevées dans les tubercules de manioc que dans les sols dans lesquels ils sont cultivés. Il existe une différence significative entre les concentrations des matières

actives dans les sols (p< 0,05)) et dans les tubercules de manioc (p< 0,05) au seuil de significativité de 5%.

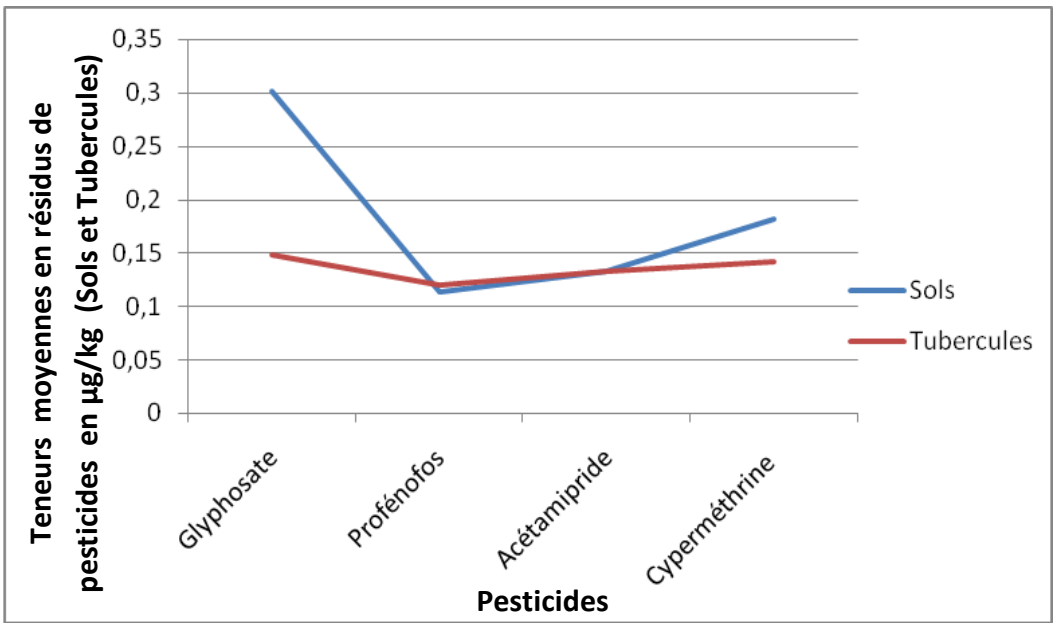


Figure 15: Comparaison des teneurs moyennes en résidus de pesticides dans les sols et les tubercules de manioc à Aklinmè
Source : Résultats d'analyse des échantillons (Aïkpo, 2014)

La figure 15 fait ressortir que sur le site d'Aklinmè, les teneurs en glyphosate et en cyperméthrine dans les sols dépassent celles détectées dans les tubercules ; alors que les teneurs en profénofos et en acétamipride dans les sols et les tubercules ne présentent pas de grande disparité. Au seuil de significativité de 5%, il y a une différence significative entre les teneurs des matières actives décelées dans les sols (p< 0,05) et dans les tubercules (p< 0,05).

5-8-2- Comparaison des teneurs en résidus de pesticides décelées dans les eaux et les poissons du fleuve Couffo

Cette comparaison a été faite au niveau de chacun des trois (3) sites (figures 16, 17 et 18).

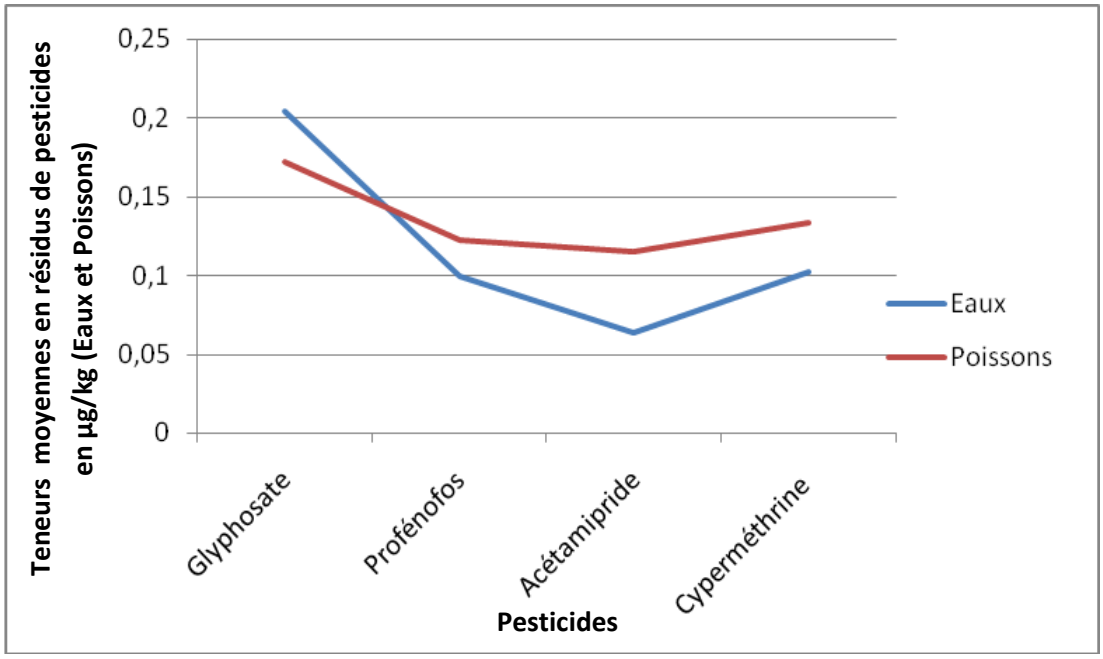


***Figure 16** : Comparaison des teneurs moyennes en résidus de pesticides dans les eaux et les poissons à Zakan Kossossa*

Source : Résultats d'analyse des échantillons (Aïkpo, 2014)

La figure 16 fait apparaître que sur le site de Zakan-Kossossa, le glyphosate est détecté à des teneurs plus élevées dans les eaux que dans les *Tilapias guineensis* ; alors que le profénofos, l'acétamipride et la cyperméthrine ont des concentrations plus élevées dans les *Tilapias guineensis* que dans les eaux. Il y a une différence significative entre les concentrations des matières actives identifiées dans les eaux ($p < 0,05$) et dans les *Tilapias guineensis* ($p < 0,05$) au seuil de significativité de 5%.

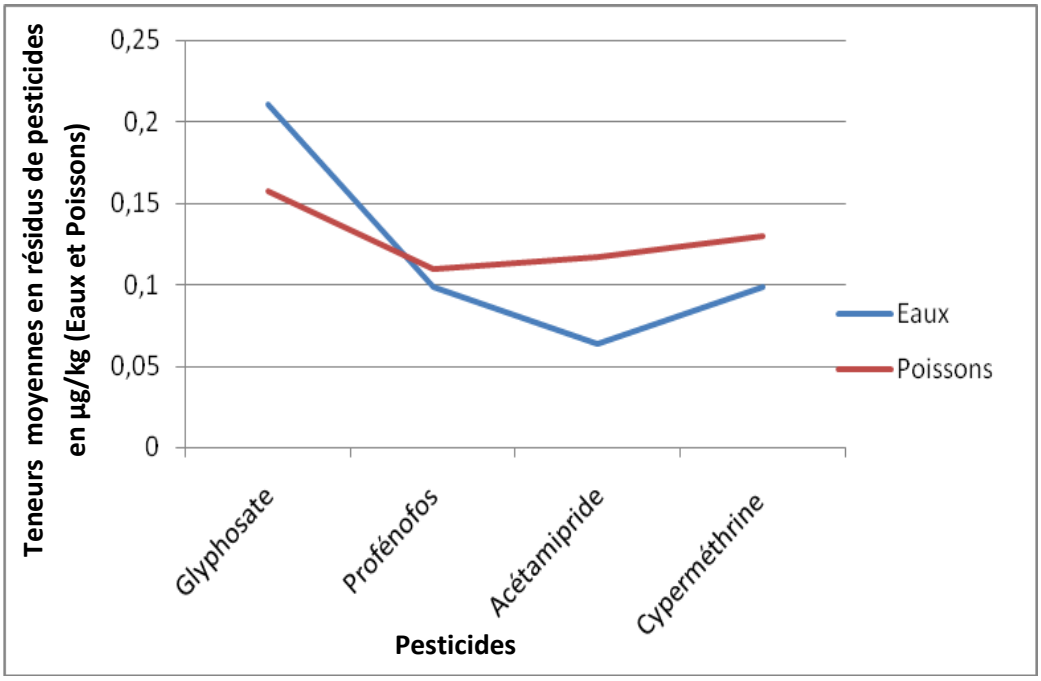


Figure 17: Comparaison des teneurs moyennes en résidus de pesticides dans les eaux et les poissons à Fonkpodji

Source : Résultats d'analyse des échantillons (Aïkpo, 2014)

Le glyphosate est retrouvé à des teneurs plus élevées dans les eaux que dans les *Tilapias guineensis* à Fonkpodji (figure 17). Une autre tendance révèle que les concentrations en profénofos, en acétamipride et en cyperméthrine mesurées dans les *Tilapias guineensis* sont supérieures à celles décelées dans les eaux. Au seuil de significativité de 5%, il y a une différence significative entre les concentrations déterminées dans les eaux ($p< 0,05$) et dans les *Tilapias guineensis* ($p< 0,05$).

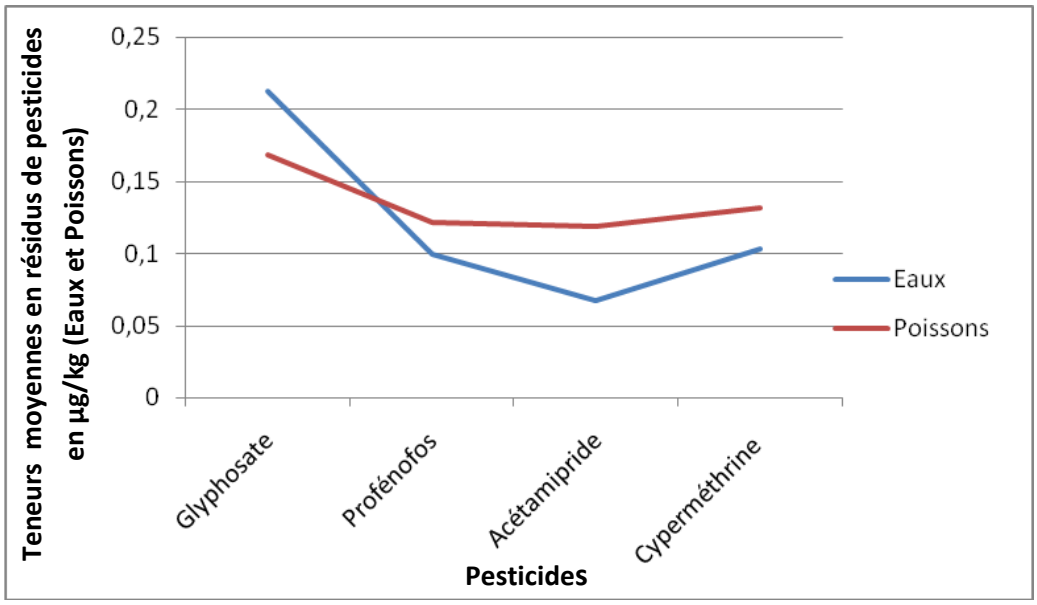


Figure 18: Comparaison des teneurs moyennes en résidus de pesticides dans les eaux et les poissons à Aklinmè
Source : Résultats d'analyse des échantillons (Aïkpo, 2014)

La figure 18 met en exergue que sur le site d'Aklinmè, les teneurs en glyphosate dans les eaux sont plus élevées que celles dans les *Tilapias guineensis*. Mais, les concentrations en profénofos, en acétamipride et en cyperméthrine détectées dans les *Tilapias guineensis* sont supérieures à celles dans les eaux. Il y a une différence significative entre les concentrations des matières actives recherchées dans les eaux ($p < 0,05$) et dans les *Tilapias guineensis* ($p < 0,05$) au seuil de significativité de 5%.

5-8-3-Comparaison des concentrations moyennes en pesticides dans les sols et les eaux du Couffo

Les résultats de cette comparaison au niveau de chaque site sont illustrés par les figures 19, 20 et 21.

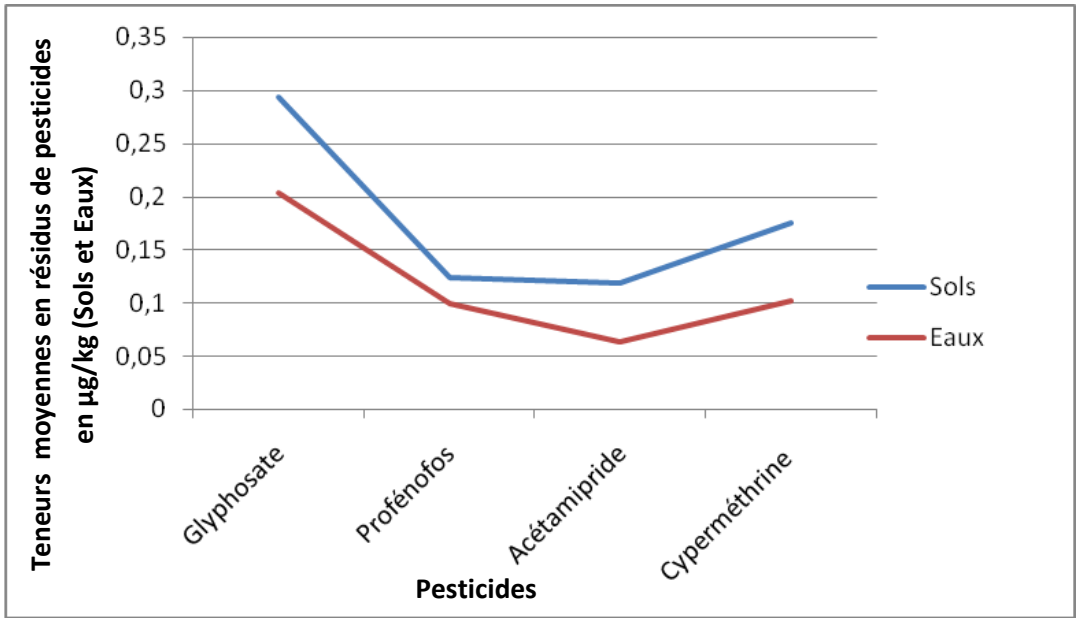


Figure 19: Comparaison des teneurs moyennes en résidus de pesticides dans les sols et les eaux à Zakan Kossossa
Source : Résultats d'analyse des échantillons (Aïkpo, 2014)

La figure 19 fait ressortir qu'à Zakan-Kossossa, les teneurs en glyphosate, en profénofos, en acétamipride et en cyperméthrine déterminées dans les sols sont supérieures à celles retrouvées dans les eaux du fleuve Couffo. Il y a une différence significative entre les matières actives décelées dans les sols ($p< 0,05$) et dans les eaux ($p< 0,05$) au seuil de significativité de 5%.

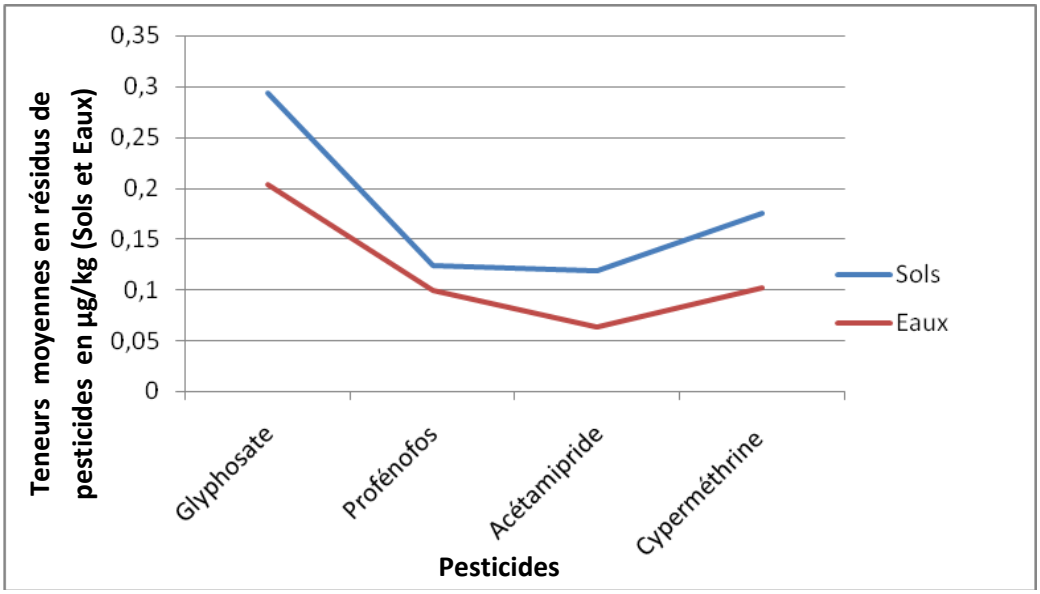


Figure 20: Comparaison des teneurs moyennes en résidus de pesticides dans les sols et les eaux à Fonkpodji

Source : Résultats d'analyse des échantillons (Aïkpo, 2014)

La figure 20 indique que les concentrations en glyphosate, en profénofos, en acétamipride et en cyperméthrine mesurées dans les sols dépassent celles identifiées dans les eaux du Couffo à Fonkpodji. Au seuil de significativité de 5%, il y a une différence significative entre les teneurs en pesticides détectées dans les sols ($p< 0,05$) et dans les eaux ($p< 0,05$).

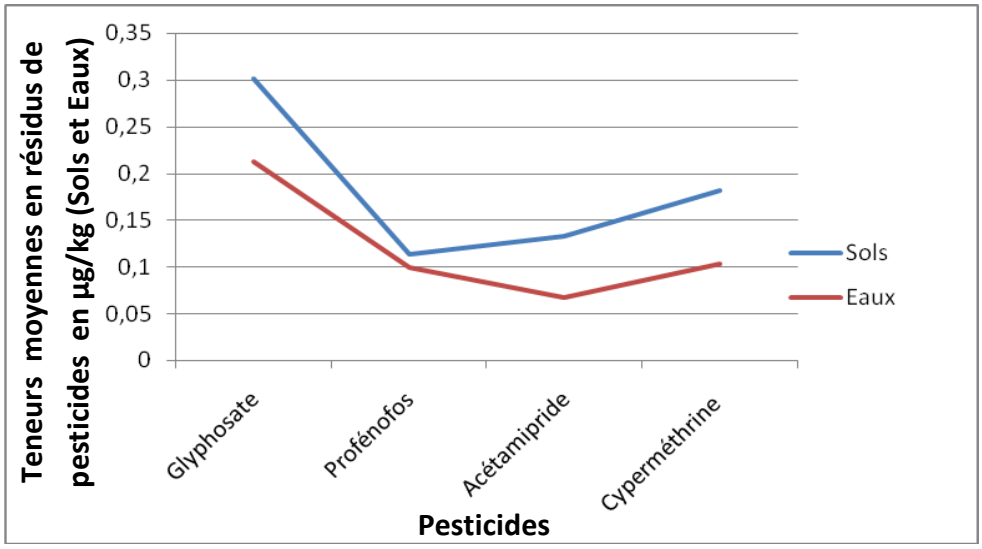


Figure 21: Comparaison des teneurs moyennes en résidus de pesticides dans les sols et les eaux à Aklinmè
Source : Résultats d'analyse des échantillons (Aïkpo, 2014)

La figure 21 fait apparaître que sur le site d'Aklinmè, les teneurs en glyphosate, en profénofos, en acétamipride et en cyperméthrine retrouvées dans les sols sont plus élevées que celles détectées dans les eaux du Couffo. Il y a une différence significative entre les teneurs des pesticides recherchés dans les sols ($p< 0,05$) et dans les eaux ($p< 0,05$) au seuil de significativité de 5%.

5-9- INCIDENCE DES PESTICIDES SUR LA FAUNE SAUVAGE

Dans la Commune de Djidja, les producteurs ont déclaré avoir vu des carcasses d'animaux après des séances de pulvérisation. Le tableau XVIII montre la nature des organismes vivants en danger dans la Commune.

Tableau XVIII: Nature des organismes vivants en danger.

Organismes vivants menacés	Nombre de producteurs	Proportion (%) de producteurs
Vers de terre	20	6,19
Auxiliaires	54	16,72
Serpents	7	2,17
Crapauds	12	3,71
Abeilles	80	24,77
Rongeurs + Lapins	85	26,32
Oiseaux	30	9,29
Fourmis	19	5,88
Termites	16	4,95
Total	**323**	**100**

Source : Résultats d'enquêtes (Aïkpo, 2012-2013-2014)

Il ressort de l'analyse de ce tableau qu'après des séances de traitements phytosanitaires, 6,19% des producteurs ont vu les carcasses des vers de terre et 16,72% des répondants ont déclaré avoir vu les carcasses des auxiliaires (araignées, guêpes…). Des producteurs (2,17%) ont identifié des serpents morts et 3,71% ont confirmé la mort de crapauds dans les champs traités aux pesticides. Parmi le reste des producteurs interviewés, 24,77% ont vu des abeilles morts, 26,32% ont vu les carcasses des rongeurs (agoutis, rats, souris, etc.) et de lapins, 9,29% les carcasses des oiseaux (francolins, tisserins, tourterelles…), 5,88% des fourmis mortes et 4,95% des termites mortes.

En somme, les rongeurs, les lapins et les abeilles sont les plus menacés par l'application des pesticides

5-10- RISQUES SANITAIRES LIES A L'USAGE ET A LA GESTION DES PESTICIDES DANS LA COMMUNE.

Les risques sanitaires liés à l'utilisation et à la gestion des pesticides dans la Commune de Djidja sont bien une réalité. Ils sont perceptibles à travers les risques alimentaires, les mesures de protection adoptées lors de la manipulation des produits, les symptômes causés par les pesticides chez les producteurs et les cas d'intoxication.

5-10-1- RISQUES ALIMENTAIRES LIES A LA CONSOMMATION DES EAUX, DES POISSONS ET DES TUBERCULES

Il est décrit dans cette rubrique les différents risques liés à la consommation des eaux du fleuve Couffo, des *Tilapias guineensis*, des tubercules de manioc.

5-10-1-1- Risques de la consommation des eaux du fleuve Couffo

Les communautés riveraines du fleuve Couffo dans la Commune de Djidja utilisent les eaux du fleuve pour divers besoins. Les risques sanitaires liés à la consommation de ces eaux sont évalués pour les échantillons dont les teneurs moyennes en résidus de pesticides recherchés sont les plus élevées. Il s'agit de l'échantillon 1 de Zakan-Kossossa, de l'échantillon 2 de Fonkpodji et de l'échantillon 1 d'Aklinmè (tableau XIX).

Tableau XIX: Comparaison de la dose journalière admissible (DJA) avec la dose journalière de gros consommateurs (DJGC) d'eau (5 L/j).

Pesticides	DJA (µg/P/j)	Concentrations eau (µg/l)								
		E1 (Z)	DJGC (µg/P/j)	% DJA	E2 (F)	DJGC (µg/P/j)	% DJA	E1 (A)	DJGC (µg/P/j)	% DJA
Glyphosate	300[1]	0,198	0,99	0,33	0,221	1,105	0,36	0,211	1,055	0,35
Profénofos	100[1]	0,097	0,485	0,48	0,095	0,475	0,47	0,103	0,515	0,51
Acétamipride	70[2]	0,082	0,41	0,58	0,072	0,36	0,51	0,082	0,41	0,58
Cyperméthrine	50[1]	0,095	0,475	0,19	0,096	0,48	0,96	0,107	0,535	1,07

1= Règlement CE N° 396/2005 **2 = Codex Alimentarius (2014)**

E1 (Z) = échantillon 1 (*Zakan*), E 2 (F) = échantillon 2 (*Fonkpodji*) et E1(A) = échantillon 1 (*Aklinmè*).

Source : Résutats d'analyse des échantillons (Aïkpo, 2014)

Le tableau présente des valeurs de la dose journalière de gros consommateurs très inférieures à celles fixées par le Règlement CE N° 396/2005 et le Codex Alimentarius (2014). Il montre également comment la consommation de ces eaux contenant ces pesticides contribue à la dose journalière de gros consommateurs. Le pourcentage de concentration varie de 0,19 à 0,58% pour l'échantillon 1 (Zakan-Kossossa), de 0,36 à 0,96% pour l'échantillon 2 (Fonkpodji) et de 0,35 à 1,07% pour échantillon 1 (Aklinmè). La contribution du glyphosate, du profénofos, de l'acétamipride et de la cyperméthrine à la dose journalière de gros consommateurs dans la Commune est faible.

5-10-1-2- Risques de la consommation des poissons analysés

Les différents *Tilapias guineensis* prélevés et analysés entrent dans la chaîne alimentaire des communautés. Les risques encourus pas le consommateur de ces *Tilapias guineensis* sont aussi évalués pour

l'échantillon 1 de Zakan-Kossossa, l'échantillon 2 de Fonkpodji et l'échantillon 1 d'Aklinmè (tableau XX).

Tableau XX : Comparaison de la dose journalière admissible (DJA) avec la dose journalière de gros consommateurs (DJGC) de poisson (150 g/j).

Pesticides	**DJA**	**Concentrations poissons (µg/l)**								
	(µg/P/j)	**P1 (Z)**	**DJGC (µg/P/j)**	**% DJA**	**P2 (F)**	**DJGC (µg/P/j)**	**% DJA**	**P1 (A)**	**DJGC (µg/P/j**	**% DJA**
Glyphosate	100[1]	0,185	0,02	0,00	0,191	1,02	0,34	0,190	0,02	0,00
Profénofos	100[1]	0,123	0,01	0,01	0,120	0,01	0,01	0,126	0,01	0,01
Acétamipride	70[2]	0,112	0,01	0,1	0,125	0,01	0,1	0,117	0,01	0,1
Cyperméthrine	20[2]	0,131	0,01	0,2	0,130	0,01	0,2	0,138	0,02	0,4

1= Règlement CE N° 396/2005 **2 = Codex Alimentarius (2014)**

P1 (Z) = Poisson 1 (Zakan), P2 (F) = Poisson 2 (Fonkpodji) et P1(A) = Poisson 1 (Aklinmè).

Source : Résultats d'analyse des échantillons (Aïkpo, 2014)

On remarque à partir de la lecture du tableau, que les valeurs de la dose journalière de gros consommateurs sont très inférieures à celles fixées par le Règlement CE N° 396/2005 et le Codex Alimentarius (2014). On note également la façon dont la consommation de ces *Tilapias guineensis* contenant ces composés de pesticides contribue à la dose journalière admissible de gros consommateurs de poisson. Le taux de contribution varie de 0,00 à 0,2% pour l'échantillon 1 (Zakan-Kossossa), de 0,01 à 0,34% pour l'échantillon 2 (Fonkpodji) et de 0,00 à 0,4% pour l'échantillon 1 (Aklinmè). La contribution du glyphosate, du profénofos, de l'acétamipride et de la cyperméthrine à la dose journalière de gros consommateurs dans cette Commune n'atteint pas 1%. Elle est donc faible.

5-10-1-3- Risques de la consommation des tubercules de manioc

L'analyse des échantillons de tubercules de manioc a donné des teneurs moyennes en résidus des matières actives recherchées. L'évaluation des risques pour la santé humaine s'avère indispensable, car ces tubercules sont consommés par les communautés. Le tableau XXI donne les résultats de cette évaluation pour l'échantillon 1 de Zakan-Kossossa, l'échantillon 2 de Fonkpodji et l'échantillon 1 d'Aklinmè.

Tableau XXI : Comparaison de la dose journalière admissible (DJA) avec la dose journalière de gros consommateurs (DJGC) de tubercules (250 g/j).

Pesticides	**DJA**	**Concentrations tubercules (µg/kg)**								
	(µg/P/j)	**T1 (Z)**	**DJGC (µg/P/j)**	**% DJA**	**T2 (F)**	**DJGC (µg/P/j)**	**% DJA**	**T1 (A)**	**DJGC (µg/P/j)**	**% DJA**
Glyphosate	300[1]	0,157	0,03	0,01	0,151	0,03	0,01	0,142	0,03	0,01
Profénofos	100[1]	0,123	0,03	0,03	0,128	0,03	0,03	0,119	0,02	0,02
Acétamipride	70[2]	0,132	0,03	0,04	0,139	0,03	0,04	0,129	0,03	0,04
Cyperméthrine	50[1]	0,149	0,03	0,06	0,153	0,03	0,06	0,133	0,03	0,06

1= Règlement CE N° 396/2005 **2 = Codex Alimentarius (2014)**

T1 (Z) = Tubercule 1 (Zakan), T 2 (F) = Tubercule 2 (Fonkpodji) et T1(A) = Tubercule 1 (Aklinmè).

***Source : Résultats d'analyse des échantillons (Aïkpo, 2014*)**

La dose journalière de gros consommateurs a des valeurs très inférieures en comparaison avec celles fixées par le Règlement CE N° 396/2005 et le Codex Alimentarius (2014). Les résultats de ce tableau permettent de comprendre la façon dont la consommation de ces tubercules de manioc contenant les matières actives contribue à la dose journalière admissible de gros consommateurs de tubercules de manioc. La proportion de contribution varie de 0,01 à 0,06% dans l'échantillon 1 (Zakan-Kossossa), l'échantillon 2 (Fonkpodji) et dans l'échantillon 1 (Aklinmè). Dans l'ensemble, la contribution du glyphosate, du profénofos, de

l'acétamipride et de la cyperméthrine à la dose journalière de gros consommateurs reste infime.

5-10-1-4- Risques alimentaires associés à l'eau

L'exposition à ces matières actives étudiées peut aussi se produire par le biais du régime alimentaire (aliments et eau). Les données de l'estimation de l'absorption alimentaire globale (*Tilapias guineensis*, tubercules et eau) par site figurent dans le tableau XXII.

Tableau XXII: Estimation de l'absorption alimentaire globale.

Sites	DJGCT (µg/P/j) Glyphosate	DJGCT (µg/P/j) Profénofos	DJGCT (µg/P/j) Acétamipride	DJGCT (µg/P/j) Cyperméthrine
Zakan Kossossa (Poisson + Tubercule + Eau)	1,04	0,52	0,45	0,51
Fonkpodji (Poisson + Tubercule + Eau)	1,15	0,51	0,38	0,52
Aklinmè (Poisson + Tubercule + Eau)	1,10	0,54	0,45	0,58

DJGCT = Dose journalière gros consommateurs totale (µg/P/j).

***Source : Résultats d'analyse des échantillons (Aïkpo, 2014*)**

L'estimation de l'absorption alimentaire globale (*Tilapias guineensis*, tubercules et eau) donne des valeurs qui sont en dessous de la dose journalière admissible fixées par le Règlement CE N°396/2005 et le Codex Alimentarius (2014) pour chacune des matières actives. Un gros consommateur de 60 kg peut ingérer quotidiennement 1,04 µg de glyphosate, 0,52 µg de profénofos, 0,45 µg d'acétamipride et 0,51 µg de cyperméthrine s'il habite à Zakan-Kossossa. Un gros consommateur de même poids corporel résidant à Fonkpodji peut ingérer par jour 1,15 µg de glyphosate, 0,51 µg de profénofos, 0,38 µg d'acétamipride et 0,52 µg de cyperméthrine. Un gros consommateur qui loge à Aklinmè apportera tous les

jours à son organisme 1,10 µg de glyphosate, 0,54 µg de profénofos, 0,45 µg d'acétamipride et 0,58 µg de cyperméthrine s'il consomme le poisson, l'eau et les tubercules de manioc. La consommation de ces *Tilapias guineensis*, de ces tubercules de manioc et de l'eau des sites de prélèvement ne pose pas de risque inacceptable pour la santé humaine uniquement dans le cas où il n'existe pas d'autres sources d'exposition.

5-10-1-5- Mesures de protection des manipulateurs de pesticides

Les producteurs prennent diverses mesures de protection lors des opérations de pulvérisation. Le tableau XXIII présente l'importance du recours à chaque mode de protection au cours des traitements.

Tableau XXIII: Types de mesures de protection au cours des traitements.

Mesures de protection	Nombre de producteurs	Pourcentage (%) de producteurs
Aucun	231	71,52
Mouchoirs	24	7,43
Chapeaux	18	5,57
Bottes	11	3,41
Gants	6	1,86
Masques	12	3,71
Combinaisons + Gants + Masques + Lunettes	21	6,50
Total	**323**	**100**

Source : Résultats d'enquêtes (Aïkpo, 2012-2013-2014)

Parmi les producteurs interrogés, 71,52% n'utilisent aucun matériel de protection. Concernant les producteurs qui n'utilisent aucun matériel de protection les avis sont partagés. Certains (28,12%) estiment que les matériels de protection ne sont pas utiles ; 43,07% déclarent que c'est parce que les matériels ne sont pas disponibles ; 10,10% répondent que le port des matériels de protection retarde l'efficacité du travail, 8,33% jugent la protection lors des traitements phytosanitaires utile, mais la cherté des

matériels fait qu'ils ne les possèdent pas. Pour 10,38% des producteurs, le port des matériels rend la manipulation de l'appareil de pulvérisation difficile. D'autres (7,43%) utilisent des mouchoirs pour couvrir le nez et la bouche lors des traitements. Des producteurs interrogés (5,57%) portent des chapeaux lors des pulvérisations et 3,41% disposent de bottes. Les gants sont utilisés dans 1,86% des cas contre 3,71% pour les masques. Le reste des producteurs interrogés (6,50%) opte pour les combinaisons, les gants, les masques, les bottes et les lunettes lors des séances de traitement des champs par les pesticides.

5-10-1-6- Symptômes causés par les pesticides chez les producteurs

Chez les producteurs de la Commune de Djidja, les symptômes dus aux pesticides sont nombreux et variés (tableau XXIV).

Tableau XXIV : Symptômes causés par les pesticides chez les producteurs.

Symptômes rapportés	Nombre de producteurs	Proportion (%) de producteurs
Irritation cutanée	238	73,68
Maux de tête	215	66,56
Nausée	197	60,99
Fatigue	315	97,52
Perte d'appétit	136	42,11
Difficultés respiratoires	152	47,06
Diarrhée	103	31,89

Source : Résultats d'enquêtes auprès des producteurs et des services de santé (Aïkpo, 2012-2013-2014)

A la lecture de ce tableau, on constate que l'irritation cutanée représente 73,68% des symptômes. Les maux de tête sont ressentis par

66,56% des producteurs. La nausée est rapportée par 60,99% des producteurs. La fatigue est le symptôme le plus rapporté (97,52%). La perte d'appétit (42,11%), les difficultés respiratoires (47,06%) et la diarrhée (31,89%) sont aussi des malaises ressentis par les producteurs après les applications de pesticides.

5-10-1-7- Types d'antidotes utilisés par les producteurs en cas d'intoxication aux pesticides

En cas d'intoxication aux pesticides, les producteurs de la Commune de Djidja utilisent différentes possibilités de soins. La figure 22 résume ces possibilités.

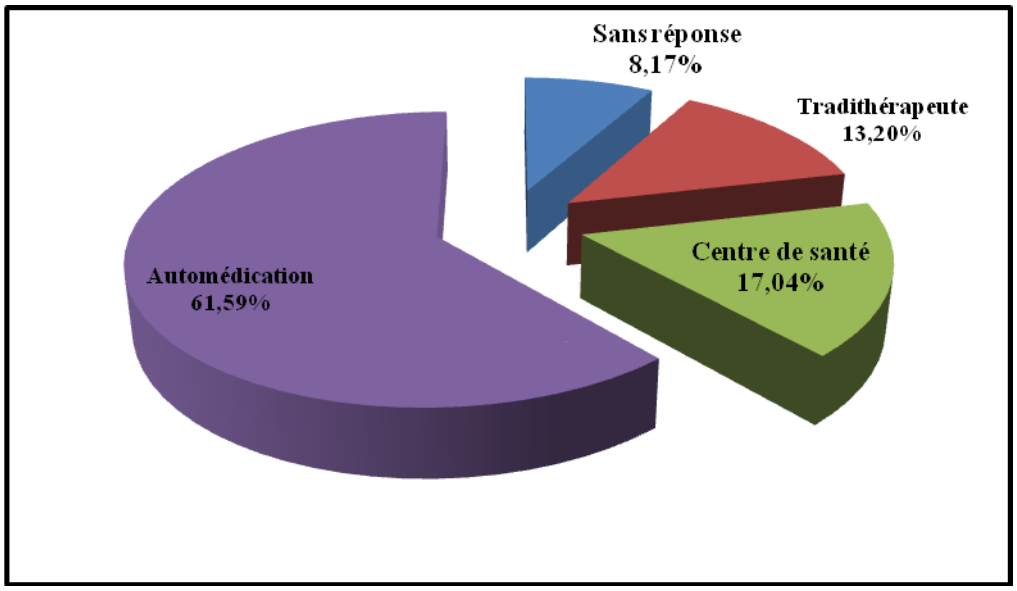


Figure 22 : Types d'antidotes utilisés par les producteurs

Source : Résultats d'enquêtes (Aïkpo, 2012-2013-2014)

Cette figure fait ressortir que la majorité des producteurs (61,59%) utilise l'automédication en cas d'intoxication aux pesticides. En la matière, les producteurs n'utilisent pas les mêmes produits pour leurs soins. En effet, 35,25% de ces producteurs prennent les médicaments du marché (paracétamol, ibuprofène, amoxycilline…) pour leur traitement, 52,10% se

lavent au savon et à l'eau (tiède ou salée) et 12,65% boivent des produits liquides (lait, huile, pétrole, décoction…). Des producteurs investigués (17,04%) se rendent dans les centres de santé pour se faire traiter en cas d'intoxication aux pesticides. Par contre, 13,20% se confient aux tradithérapeutes pour se faire soigner en cas d'intoxication aux produits phytosanitaires. Des répondants (8,17%) ne se sont pas prononcés sur la question.

5-10-1-8- Cas d'intoxication selon la circonstance de leur survenance

Des cas d'intoxication aux pesticides sont rapportés aussi bien par certains producteurs que des agents de santé en service dans la Commune. Il est dénombré 122 cas selon la gravité de l'intoxication (figure 23).

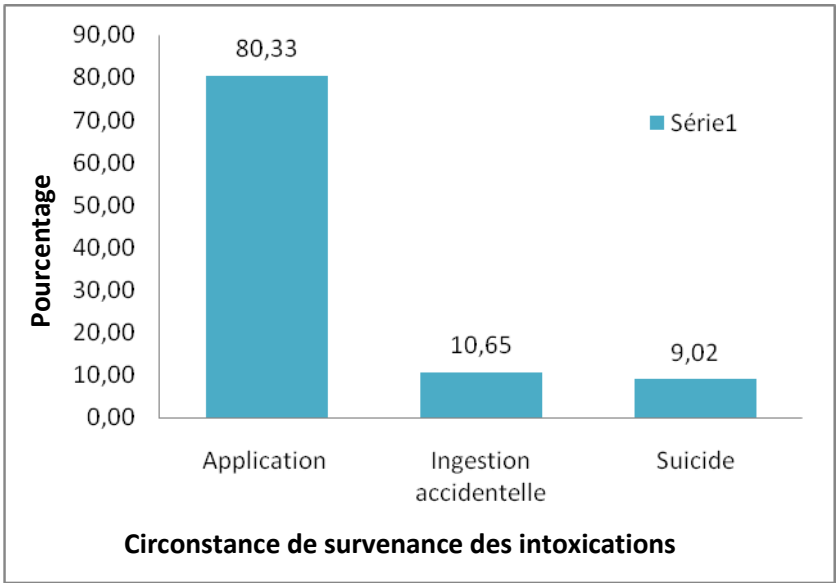


Figure 23 : Répartition des 122 cas d'intoxication selon la circonstance
Source : Résultats d'enquêtes (Aïkpo, 2012-2013-2014)

Cette figure met en évidence que 80,33% des cas d'intoxication sont survenus aux cours de l'application des pesticides dans le cadre agricole (traitement des champs, manipulation de semences traitées aux pesticides).

Selon les résultats des travaux de terrain, 10,65% des cas sont survenus suite à une ingestion accidentelle du pesticide par la victime. Ces intoxications sont survenues après consommation de céréales (ou du niébé) conservées à l'aide de pesticides et utilisées dans la préparation des mets. Elles sont aussi provoquées par l'absorption de formulation de pesticide liquide ou solide confondue avec l'eau, la boisson ou encore liées à la consommation d'eau ou d'aliment ayant été conservé dans un emballage vide de pesticide mal décontaminé. Pour 9,02% des cas c'est le suicide que tentent les victimes en ingérant une certaine quantité de pesticide face aux difficultés de tous ordres.

5-10-2-CONNAISSANCE DES ALTERNATIVES AUX PESTICIDES PAR LES PRODUCTEURS ET LEUR UTILISATION

L'enquête sur les méthodes traditionnelles de lutte contre les organismes nuisibles des cultures est effectuée afin de s'assurer de leur disponibilité et de leur utilisation dans la Commune.

5-10-2-1- Connaissance des alternatives aux pesticides

Le recensement des alternatives aux pesticides dans la Commune a donné certains résultats résumés au sein du tableau XXV.

Tableau XXV: Connaissance des alternatives aux pesticides.

Alternatives citées	Nombre de producteurs	Pourcentage (%) de producteurs
Tourteaux de graines de neem	27	8,36
Extrais aqueux des feuilles et des graines de neem	64	19,81
Huiles de graines de neem et d'arachide et du piment	41	12 ,69
Extraits aqueux des feuilles de papayer	28	8,67
Cendre	26	8,05
Rotation des cultures	35	10,84
Sans réponses	102	31,58
Total	**323**	**100**

Source : Résultats d'enquêtes (Aïkpo, 2012-2013-2014)

Un total de six (6) alternatives est recensé. Les tourteaux de graines de neem sont cités par 8,36% des producteurs. Les extraits aqueux des feuilles et des graines de neem sont reconnus comme alternatives aux pesticides par 19,81% des répondants. Les huiles de graines de neem et d'arachide et le piment sont cités par 12,69% des producteurs. Les extraits aqueux des feuilles de papayer sont rapportés par 8,67% des répondants. La cendre (8,05%) et la rotation des cultures (10,84%) sont aussi citées comme des alternatives aux pesticides. Des producteurs interviewés (31,58%) ne connaissent aucune alternative aux pesticides.

5-10-2-2- Utilisation des alternatives aux pesticides dans la Commune

Le tableau XXVI éclaire sur la fréquence d'utilisation des alternatives aux pesticides.

Tableau XXVI : Fréquence d'utilisation des alternatives aux pesticides.

Utilisation des alternatives	Nombre de producteurs	Proportion (%) de producteurs
Souvent utilisées	8	36,36
Rarement utilisées	5	22,73
Jamais utilisées	9	40,91
Total	**22**	**100**

Source : Résultats d'enquêtes (Aïkpo, 2012-2013-2014)

Une proportion de 36,36% des producteurs ayant déclaré avoir utilisé les alternatives aux pesticides les ont utilisées souvent. Certains producteurs (22,73%) les utilisent rarement. La majorité des producteurs (40,91%) bien que connaissant ces alternatives ne les ont jamais utilisées.

Tous les producteurs ont abandonné ces alternatives aux pesticides. Les raisons de leur abandon sont présentées dans le tableau XXVII.

Tableau XXVII : Raisons de l'abandon des alternatives aux pesticides.

Raisons	Nombre de producteurs	Pourcentage (%) de producteurs
Action insecticide lente	94	29,10
Efficacité partielle contre les bio-agresseurs	101	31,27
Difficile à fabriquer	128	39,63
Total	**323**	**100**

Source : Résultats d'enquêtes (Aïkpo, 2012-2013-2014)

L’analyse de ce tableau indique que 29,10% des producteurs estiment que les alternatives aux pesticides ont une action insecticide lente. Pour 31,27% des producteurs, ces alternatives aux pesticides ont une efficacité partielle contre les bio-agresseurs. Le reste (39,63%) des producteurs déclare que les alternatives aux pesticides sont difficiles à fabriquer du fait du coût élevé et du temps à y consacrer.

5-10-3- COMPARAISON DE L’EFFICACITE DU LAMBDA SUPER 25 EC ET DES EXTRAITS DES FEUILLES DE NEEM

Le nombre de thrips, de foreuses de gousses et de punaises suceuses de gousses par fleur est compté après chaque traitement. Les résultats sont obtenus en absence de lessivage après chaque traitement effectué. Les rendements moyens sont évalués. Des comparaisons sont faites.

5-10-3-1-Variation des thrips en fonction des différents traitements

Les différents produits ont eu des effets différentiels sur les populations de thrips (figure 24).

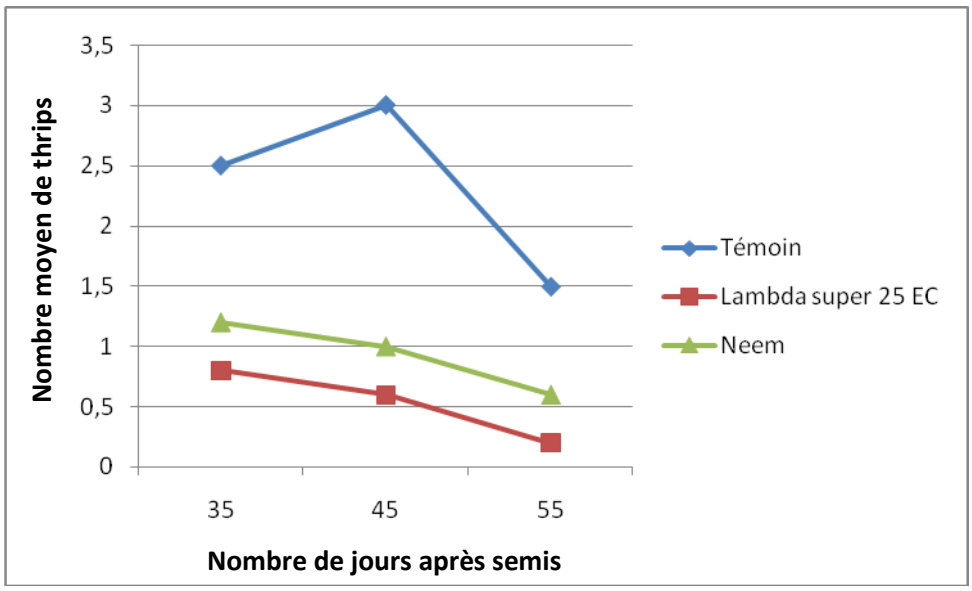


Figure 24 : Variation des thrips en fonction des différents traitements
Source : Résultats d'évaluation (Aïkpo, 2015)

La dynamique d'évolution des thrips sur le témoin est conforme à ce que l'on connaît du cycle de ces insectes. On note une augmentation régulière au 35e jour après semis, puis une décroissance régulière au cours du 55e jour après semis. Sur cette parcelle, les effectifs sont de 25, 30 et 15 thrips pour 10 fleurs respectivement au 35e, 45e et 55e jour après semis. Pour les traitements intervenus au 35e jour après semis, on constate un niveau de densité de 8 et de 12 thrips pour 10 fleurs respectivement pour le Lambda Super 25 EC et le neem, soit une efficacité de 68% pour le Lambda Super 25 EC et de 52% pour le neem. L'effectif est de 6 et de 10 thrips pour 10 fleurs respectivement pour le Lambda Super 25 EC et le neem au 45e jour après semis, soit un potentiel d'efficacité de 80% pour Lambda Super 25 EC et de 67% pour le neem. Les traitements effectués au 55e jour après semis ont permis de réduire l'effectif des populations de thrips qui sont de 2 et de 6 pour 10 fleurs respectivement pour le Lambda Super EC et le neem, donnant une efficacité de 87% pour le Lambda Super EC et de 60% pour le neem.

Les résultats obtenus montrent une efficacité élevée du traitement à l'insecticide Lambda Super 25 EC en comparaison au traitement au neem. Mais, les traitements au Lambda Super 25 EC et au neem ont donné des écarts de la population des thrips statistiquement non significatifs.

5-10-3-2- Variation des foreuses de gousses en fonction des différents traitements

La figure 25 présente la sensibilité des foreuses de gousses face aux différents traitements.

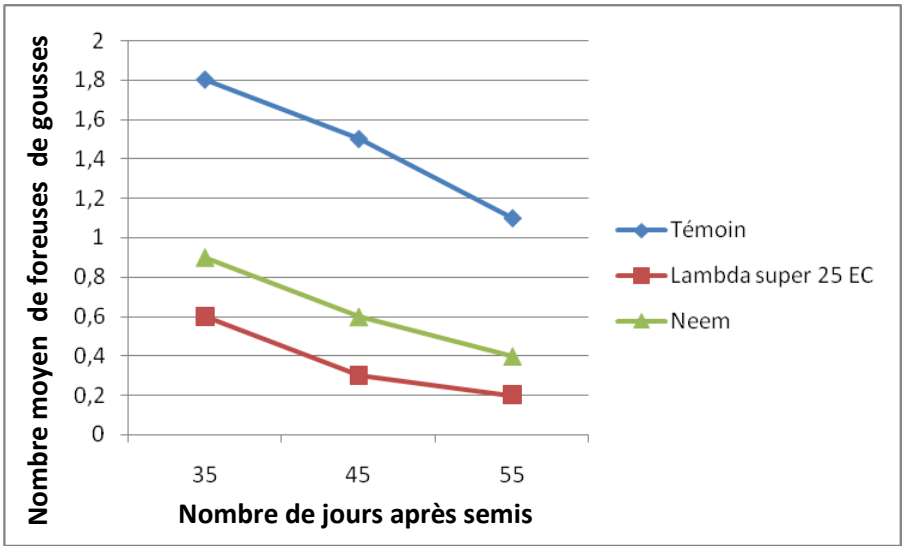


Figure 25 : Variation des foreuses de gousses en fonction des différents traitements
Source : Résultats d'évaluation (Aïkpo, 2015)

L'analyse des courbes permet de distinguer plusieurs tendances. L'accroissement d'effectifs des foreuses de gousses constaté pendant le 35e jour après semis au niveau du témoin s'explique par le début de la floraison des plantes du niébé. De 18 foreuses au 35e jour après semis, la densité passe à 15 foreuses au 45e jour après semis, puis à 11 foreuses au 55e jour après semis pour 10 fleurs. Les baisses d'effectif de foreuses sont consécutives à la chute des boutons floraux. Les traitements intervenus au 35e jour après semis ont montré une évolution atteignant 6 et 9 foreuses pour

10 fleurs respectivement pour le Lambda Super 25 EC et le neem par rapport au témoin. Les traitements effectués au 45e jour après semis ont permis de noter une diminution des foreuses qui sont de 3 et 6 pour 10 fleurs respectivement pour le Lambda Super 25 EC et le neem avec une efficacité de 80% pour le Lambda Super 25 EC et de 60% pour le neem par rapport au témoin. Les traitements réalisés au 55e jour après semis n'ont pas augmenté une baisse sensible des foreuses qui sont de 2 et 4 pour 10 fleurs respectivement pour le Lambda et le neem, ce qui donne une efficacité de 82% pour le Lambda et de 64% pour le neem.

Le Lambda a mieux contrôlé les foreuses de gousses que le neem. Cependant, les écarts du nombre de foreuses de gousses aux traitements avec le Lambda Super 25 EC et le neem sont statistiquement non significatifs.

5-10-3-3- Variation des punaises suceuses de gousses en fonction des différents traitements

Les courbes présentées dans la figure 26 affichent l'évolution des populations de punaises suceuses de gousses en fonction des différents traitements.

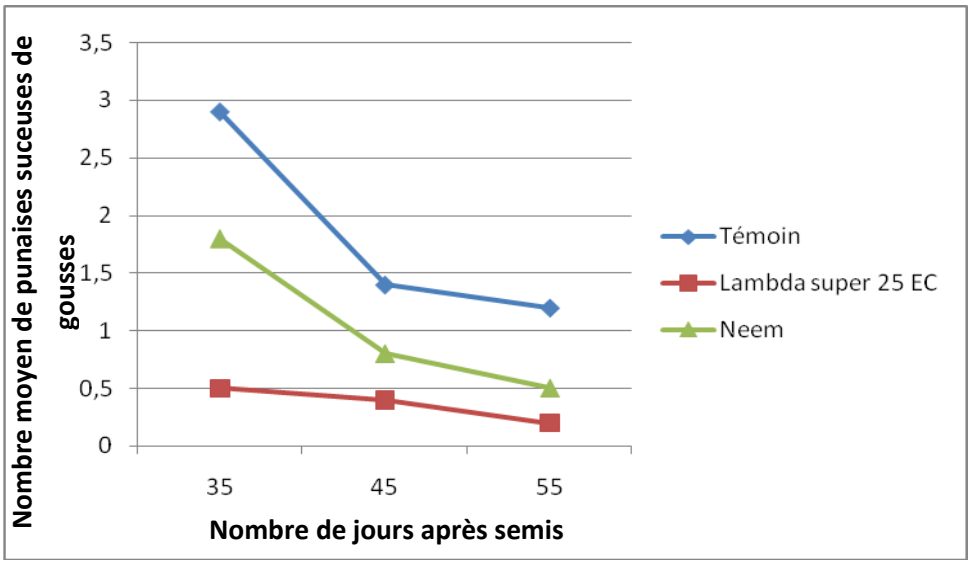


Figure 26 : Variation des punaises suceuses de gousses en fonction des différents traitements

Source : Résultats d'évaluation (Aïkpo, 2015)

L'augmentation du nombre de punaises suceuses de gousses au 35e jour après semis indique une forte attaque au niveau du témoin. On a compté 29 punaises pour 10 fleurs à cette date (35e jour après semis). Aux 45e et 55e jours après semis, le nombre de punaises passe de 14 à 12 pour 10 fleurs respectivement. Les traitements effectués au 35e jour après semis ont donné un effectif de 5 et 18 punaises pour 10 fleurs respectivement pour le Lambda Super 25 EC et pour le neem. Le potentiel d'efficacité est de 83% pour le Lambda Super 25 EC et de 38% pour le neem par rapport au témoin. Le nombre de punaises compté aux traitements de 45e jour après semis est de 4 et de 8 pour 10 fleurs respectivement pour le Lambda Super 25 EC et le neem, soit une efficacité de 71% pour le Lambda Super 25 EC et de 43% pour le neem par rapport au témoin. Les traitements réalisés au 55e jour après semis ont permis de recenser 2 et 5 punaises pour 10 fleurs respectivement pour le Lambda Super 25 EC et le neem, soit une efficacité de 83% pour le Lambda Super 25 EC et de 58% pour le neem.

Le Lambda Super 25 EC a mieux contrôlé les punaises que le neem. Les écarts des effectifs de punaises au niveau des traitements effectués aux 35e et 45e jours après semis sont statistiquement significatifs. Mais, ces écarts ne sont pas statistiquement significatifs aux traitements du 55e jour après semis.

5-10-3-4- Effet des différents traitements sur les rendements moyens en grains de niébé

Les gousses de niébé mûres des différentes parcelles sont récoltées. La photo 17 met en relief la parcelle traitée aux extraits aqueux des feuilles de neem et l'aspect des gousses par pied de niébé.



Photo 17 : Parcelle de niébé traitée au neem à Hounvi

Prise de vue : Aïkpo (2015)

Les rendements moyens en grains obtenus selon les différents traitements sont traduits par la figure 27.

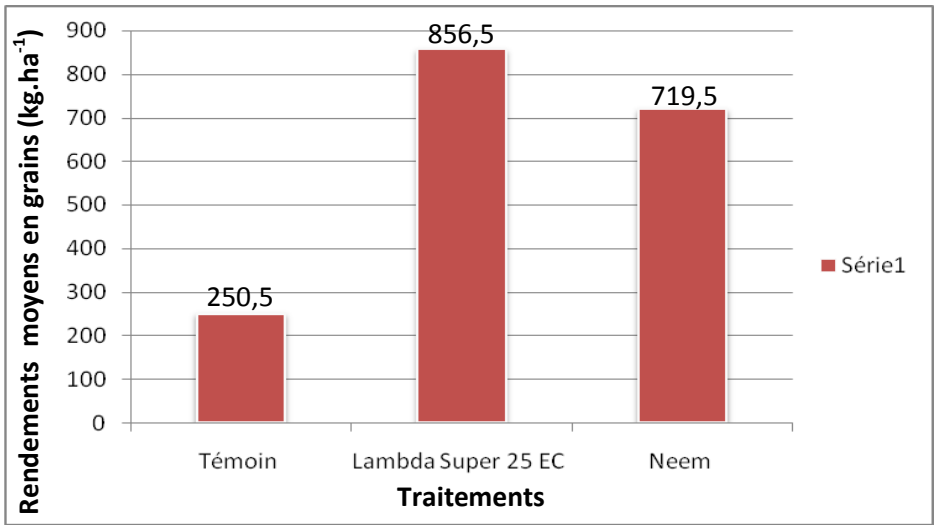


Figure 27 : Rendements moyens en grains de niébé selon les traitements

Source : Résultats d'évaluation (Aïkpo, 2015)

L'analyse des rendements moyens de grains du niébé par traitement fait ressortir que les parcelles traitées à l'insecticide chimique Lambda Super 25 EC et au neem ont donné de meilleurs rendements par rapport au témoin non traité. Le faible rendement constaté au niveau du témoin peut

s’expliquer par l’action des thrips qui n’attaquent que les fleurs du niébé, entraînant une abscission florale, donc une baisse de la production de grains (250,5 $kg.ha^{-1}$). Dans le cas des traitements au Lambda Super 25 EC et au neem, on a constaté une relation de cause à effet entre le degré d’infestation par les différents insectes ravageurs recensés et les rendements obtenus qui sont de 856,5 $kg.ha^{-1}$ pour la parcelle traitée au Lambda Super 25 EC et de 719,5 $kg.ha^{-1}$ pour celle traitée au neem. L’analyse statistique révèle une différence significative entre les différentes parcelles traitées et le témoin.

En conclusion partielle, on peut retenir à partir de ces résultats que l’application des pesticides dans la Commune de Djidja est une activité qui occupe des personnes de différentes catégories de sexe et d’âge. On y note diverses pratiques d’usage et de gestion des pesticides. Les analyses des échantillons de sols et de tubercules de manioc prélevés dans les champs de coton et celles des échantillons d’eaux et de *Tilapias guineensis* prélevés dans le fleuve Couffo dans la Commune ont révélé la présence du glyphosate, du profénofos, de l’acétamipride et de la cyperméthrine à des teneurs variables. Plusieurs symptômes causés par les pesticides sont signalés par les producteurs. Les résultats obtenus ont fait l’objet d’une discussion.

CHAPITRE 6 :
DISCUSSION DES RESULTATS

Le sixième et dernier chapitre est consacré à la discussion. Il permet de réfléchir sur plusieurs aspects de l'utilisation des pesticides dans la Commune de Djidja. Il discute des résultats relatifs aux caractéristiques socio-démographiques des producteurs, à la mauvaise organisation, aux pratiques de la commercialisation et de la distribution des pesticides et aux mauvaises pratiques d'utilisation et de gestion des pesticides. Il aborde aussi la pollution et l'endommagement chimique des sols par les pesticides, la contamination des tubercules de manioc, des eaux de surface et des poissons par les pesticides. Ce chapitre traite des effets des pesticides sur la biodiversité, des conséquences des pratiques d'utilisation et de gestion des pesticides sur la santé des producteurs et consommateurs. La mauvaise perception des méthodes alternatives aux pesticides chimiques, l'efficacité des extraits aqueux des feuilles de neem sur les insectes ravageurs du niébé et les limites de la recherche sont également présentées.

6-1- Caractéristiques socio-démographiques peu favorables à une utilisation et à une gestion sécuritaires des pesticides

Les caractéristiques socio-démographiques des producteurs contribuent à l'aggravation des problèmes liés aux pesticides dans la Commune de *Djidja*. Même si la majorité des applicateurs a moins de 50 ans (73,38%), on note l'existence d'utilisateurs âgés de plus de 50 ans (26,62%). Cette situation se révèle préoccupante quand on sait que chez l'homme, la capacité fonctionnelle de certains organes vitaux baisse avec l'âge (reins par exemple), a rapporté Toé (2002) en République du Burkina Faso. La conséquence est alors l'augmentation des risques sanitaires liés à l'exposition aux pesticides, car avec l'âge, l'organisme devient moins apte à éliminer les xénobiotiques après leur intrusion en son sein. L'âge peut

également être un facteur accentuant l'utilisation des pesticides parce qu'une main-d'œuvre assez vieillissante pour une activité aussi vigoureuse que l'agriculture peut susciter le recours systématique aux herbicides pour la maîtrise des mauvaises herbes dans les champs.

La population cible dans sa majorité (90,71%) a un bas niveau d'instruction. Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés par la FAO (2010b) en République du Burkina Faso. Le taux d'analphabétisme parmi les utilisateurs est élevé et l'incapacité de lire et de comprendre les instructions quoique complexes sur les étiquettes ne permettent pas de suivre les renseignements en rapport avec la bonne gestion des pesticides. Ce bas niveau ne favorise guère un processus de mise en place de système de réduction des risques environnementaux et sanitaires. Cependant, le fait qu'il existe au sein de cette population des producteurs alphabétisés en langue locale constitue un atout majeur.

Loin de l'idée que l'on peut se faire en pensant que l'ancienneté dans l'utilisation des pesticides confère une certaine expérience, on a constaté sur le terrain que certaines personnes ayant de longues années d'utilisation des pesticides n'ont pas donné le bel exemple. Elles ne portent pas les équipements de protection individuelle lors des traitements sous prétexte qu'elles ne craignent pas les dangers liés aux pesticides.

6-2- Mauvaise organisation et pratique de la commercialisation et de la distribution des pesticides

A travers cette recherche, on note une forte utilisation des pesticides par les producteurs. L'utilisation massive des pesticides trouve son origine dans l'insuffisance de contrôle sur la commercialisation et l'usage des pesticides dans le secteur agricole dans la Commune. Les résultats d'enquêtes sur les circuits d'approvisionnement des pesticides ont indexé quatre circuits à

savoir le circuit formel de distribution, le circuit de producteur à producteur, le marché local et le marché extérieur. Cette même typologie de distribution est retrouvée par OBEPAB (2006) à Gobé, Dani et Okéowo, dans le département des Collines en République du Bénin. Le circuit de distribution et de commercialisation des pesticides repose pour l'essentiel sur la vente informelle et la limitation de structures privées professionnelles agréées dans cette activité. Les fournisseurs qui importent les produits approvisionnent le marché par le biais de distributeurs, revendeurs qui fournissent aux étalagistes au niveau desquels les situations à risque font légion. Aussi, du fait de la faible capacité financière des producteurs et d'autres acquéreurs, les produits sont-ils vendus au détail. Cet exercice est effectué sans précaution, notamment avec les transvasements.

Certains revendeurs sont polyvalents et donc tiennent d'autres types de commerce dans le même local, notamment la vente de denrées alimentaires. La distribution est effectuée sans autorisation comme demandé par le règlement et avec du personnel n'ayant reçu aucune formation dans le domaine des pesticides et des produits chimiques en général. Ces résultats sont similaires à ceux signalés par la Banque Mondiale (2010) en Républiques du Ghana, du Mali et du Sénégal. En effet, ces acteurs ne disposent pas d'agréments. Ainsi, la grande majorité des revendeurs et distributeurs des pesticides dans la Commune effectue une vente anarchique et non autorisée. Un arsenal juridique constitué d'un vaste éventail de textes de Loi intégrant ou axé exclusivement sur les produits chimiques est en vigueur dans le pays du fait de la prise de conscience au niveau gouvernemental des répercussions environnementales et sanitaires potentielles de l'usage non rationnel des pesticides. Malheureusement, lesdits textes sont très peu diffusés et mal connus du public, ce qui se traduit par la circulation de certains produits contenant les matières actives

incriminées telle que le paraquat qui figure sur la liste PAN Dirty Dozen de PAN UK (2009). Ceci constitue un danger pour les producteurs, la population, mais aussi pour les vendeurs eux-mêmes car ne sachant pas exactement le caractère dangereux des produits qu'ils manipulent à longueur de journée.

Certains pesticides recensés sont modérément dangereux et leur utilisation n'est autorisée qu'à des producteurs entraînés et suivis qui respectent strictement les précautions prescrites. La population échantillonnée caractérisée par un bas niveau d'instruction, une formation insuffisante et un très faible niveau d'utilisation des équipements de protection individuelle ne doit en aucun cas utiliser ces pesticides. D'autres pesticides répertoriés sont des produits peu dangereux pouvant être utilisés par des producteurs entraînés respectant les précautions de routine. Si les producteurs sont bien formés et s'ils respectent les conditions et les précautions d'emploi, ils seront à même d'utiliser de tels produits sans trop de risques. Au courant de cette recherche, il n'est pas possible de relier directement les évolutions de consommation des pesticides à la baisse avec une évolution des modes de production résolument orientés vers une réduction des utilisations des produits de protection des plantes par les producteurs.

6-3- Mauvaises pratiques d'utilisation et de gestion des pesticides

Un écart est souvent constaté entre l'utilisation de pesticides préconisée par un expert en protection des cultures et celle observée chez les producteurs. Les résultats sur la dose appliquée par hectare pour les différents pesticides ont montré que les producteurs n'appliquent pas la norme. On peut donc dire qu'en matière de lutte contre les parasites dans la

Commune, l'adéquation est loin d'être réalisée entre pratiques paysannes et les recommandations de l'encadrement technique. Le corollaire de cette pratique est la faible ou la forte concentration des pesticides. Ces résultats viennent confirmer les travaux d'Akogbéto et *al*. (2005) sur l'utilisation des insecticides agricoles au Bénin.

On peut aussi dire que l'application des pesticides contre les ennemis des cultures n'est pas conditionnée par la présence de ceux-ci vue les fréquences de traitements des cultures (7 pour le coton et 5 pour le niébé dans des cas). Ces résultats sont conformes à ceux de Gomgnimbou et *al*. (2009) en République du Burkina Faso. Pour une bonne efficacité des pesticides, un programme de traitement sur un calendrier à raison d'un traitement tous les quatorze (14) jours à doses préétablies à partir du cinquantième jour après semis, soit six (6) traitements ne nécessitant aucune observation, est conçu par la recherche agricole pour le coton. A quelques modifications près, il est toujours vulgarisé par la SONAPRA.

La fréquence entre deux (2) traitements est parfois réduite à dix (10) voire sept (7) jours, conduisant alors à réaliser plusieurs traitements surtout à la suite d'erreurs dans le choix de la formulation. En l'absence de conseil technique, les producteurs réalisent jusqu'à un (1) ou deux (2) traitement (s) par semaine pour le niébé. Cette pratique est contraire aux recommandations qui exigent que le premier traitement peut être effectué dix (10) à quinze (15) jours après semis s'il y a présence d'insectes défoliateurs ou de pucerons (facultatif). Le deuxième traitement se fait dès l'apparition des boutons floraux (obligatoire). Le troisième traitement est effectué dix (10) à quinze (15) jours après le deuxième traitement (obligatoire) et le quatrième traitement dix (10) à quinze (15) jours après le troisième traitement (facultatif) devient obligatoire en cas de forte pression parasitaire ou si ce sont des variétés à croissance indéfinie.

Par ailleurs, le mélange des pesticides se fait au gré du producteur lui-même. Il n'est pas exclu de voir le mélange de deux (2) ou de trois (3) pesticides ou avec des décoctions, ce qui confirme les résultats de Bicaba (2009) en République du Burkina Faso. Certes, l'accoutumance des insecticides permet de contrôler plusieurs ravageurs à la fois, mais ces mélanges dont le produit final est totalement opposé au produit initial augmentent les effets nuisibles sur l'environnement et sur l'homme.

On peut retenir des lieux du stockage et de la gestion du reste de pesticides après traitement que la conservation dans les magasins à tout coulant ou à domicile expose les membres de la famille à des risques d'intoxication. Pour ce qui est des traitements d'autres cultures, il faut signaler que la majorité des producteurs ne semble pas avoir une grande connaissance du spectre d'activité des matières actives et des doses à utiliser en fonction des superficies à traiter. Ils répondent que la plupart des pesticides agissent sur les mêmes cibles, qu'il s'agisse des ravageurs ou des maladies. Une pareille situation est signalée par Sougnabé et *al*. (2010) en République du Cameroun. Cette méconnaissance est souvent la cause de l'utilisation abusive des produits. Tandis que les pesticides destinés au coton sont distribués aux producteurs par la SONAPRA sous forme de crédit remboursable après la récolte, les produits homologués sur les autres cultures (maraîchères, niébé …) ne sont pas toujours disponibles dans les centres de production et s'ils le sont parfois, leur coût est dissuasif. C'est la raison pour laquelle les pesticides destinés au coton sont souvent détournés pour être utilisés sur d'autres cultures vivrières qui ne bénéficient pas de crédits pour les intrants. Certains producteurs (17,37%) vendent le reste des produits phytosanitaires « coton », pour la désinfection des semences vivrières (17,34%), pour lutter contre les chiques des animaux d'élevage (5,26%) ou pour lutter contre les termites dans les habitations (6,81%) ou les

fourmis. Ces pratiques sont dangereuses et constituent des facteurs de risques environnementaux et sanitaires (Thiam et Sagna, 2009). Les résultats de la recherche sur la gestion des emballages vides justifient que dans la majorité des cas, les emballages vides sont réutilisés. Cette réutilisation des emballages vides augmente les risques sanitaires car il est difficile d'éliminer entièrement les résidus de pesticides par simple lavage à l'eau chaude ou fermentée des boîtes de pesticides comme le préconisent les producteurs en République du Burkina Faso (FAO, 2010b). L'abandon des emballages vides de pesticides dans la nature ou l'incinération de ces emballages constituent aussi des facteurs de risques pour la santé et l'environnement.

Dans l'ensemble, les résultats obtenus sur les pratiques d'utilisation et de gestion des pesticides usitées dans la Commune confirment partiellement la première hypothèse de la recherche.

6-4- Contamination des sols par les pesticides

Les échantillons de sols analysés ont montré la présence de glyphosate à des concentrations moyennes supérieures à celles des autres matières actives. Une des caractéristiques du glyphosate est sa très forte capacité à se fixer aux particules du sol, ce qu'exprime son indice Koc particulièrement élevé (24 000 mL/g), ont précisé Delabays et Bohren (2007). Les teneurs moyennes en cyperméthrine décelées dans tous les échantillons sont inférieures à celles trouvées par Nafees et Jan (2009) en République du Pakistan. Les concentrations moyennes en profénofos sont plus faibles que celles détectées par Ngan et *al*. (2009) en République du Cameroun et par Adam et *al*. (2010) à Gogounou, à Kandi et à Banikoara en République du Bénin. Les concentrations moyennes en acétamipride sont aussi faibles dans les échantillons de sols et sont inférieures à celles trouvées par Adam et *al*.

(2010) à Gogounou, à Kandi et Banikoara (République du Bénin). L'absence de dispositif équivalent à ceux relatifs à l'eau et à l'air par exemple pour la caractérisation de la contamination des sols par les pesticides ne permet pas de faire une comparaison.

Le glyphosate peut se lier à des particules du sol sous certaines conditions (Shushkova et *al*., 2009), en particulier dans des sols argileux. Il peut être rapidement lessivé dans des sols sablonneux, alors qu'il peut persister plus d'un (1) an dans des sols à forte teneur en argile (Bergström et *al*., 2011). Même lorsqu'il est lié à des particules du sol, il peut être dissout plus tard dans l'eau du sol, en présence par exemple de phosphates (Simonsen et *al*., 2008). Le glyphosate a la propriété de former des complexes chimiques avec des ions métalliques (Eker et *al*., 2006), ce qui peut avoir des conséquences sur la disponibilité des éléments nutritifs du sol. Il est prouvé que le glyphosate peut modifier l'absorption par les plantes agricoles, des minéraux essentiels (Zobiole et *al*., 2011). Aussi, l'application des herbicides totaux, des insecticides et la pression foncière avec l'abandon de la jachère constituent des risques potentiels d'abaisser la fertilité et de contaminer les sols.

Cependant, les sols constituent des écosystèmes à part entière et la biodiversité de ces écosystèmes est incomparable aussi bien en terme de richesse que de biomasse et beaucoup de fonctions assurées par la faune du sol sont cruciales pour la production agricole (Aubertot et *al*., 2005). Certains invertébrés terrestres (les lombrics, les enchytraéides, les limaces du sol, les larves d'insectes, les acariens, les collemboles, les cloportes, les myriapodes, les nématodes…) participent au maintien de la structure des sols et améliorent grandement la qualité de ces milieux et d'autres participent au processus de décomposition qui conduit au recyclage des nutriments. La microflore (bactérie surtout) du sol représente une part

majeure d'éléments essentiels à la vie, elle joue un rôle de premier ordre dans les cycles bio-géochimiques. Les pesticides peuvent, par exemple, provoquer au sein des communautés microbiennes l'émergence de populations, notamment bactériennes, susceptibles de les dégrader, avec pour conséquences une augmentation des doses ou des fréquences d'application et donc des effets délétères sur la faune et la flore (Le Roux et *al*., 2008).

Il est clair que les pesticides qui sont utilisés pendant de nombreuses années dans la commune ont probablement détruit les sols ou au moins modifié les organismes vivants qui y sont présents. Par conséquent, en raison de la destruction des écosystèmes des sols, il est fortement probable que ces pesticides ont gravement endommagé leur fertilité.

6-5- Contamination des tubercules de manioc par les pesticides

Les tubercules de manioc prélevés dans les champs de coton ont mis en exergue après analyse la présence du glyphosate, du profénofos, de l'acétamipride et de la cyperméthrine.

Globalement, peu de problèmes sont constatés au cours de cette campagne menée sur les tubercules de manioc dans la Commune puisque ceux analysés présentent peu de concentrations de pesticides recherchés. Toutes les valeurs décelées dans l'ensemble des échantillons sont inférieures à la limite maximale applicable aux résidus de pesticides présents dans ou sur les denrées alimentaires et les aliments pour animaux d'origine végétale et animale fixée par le Règlement CE N° 396/2005 qui est de 0,01 mg/kg et aussi inférieures à celle fixée par l'ARLA (2013) au Canada (0,01 mg/kg) et à celle rapportée par Bellec et Godar (2002) en Martinique. Les résultats ont indiqués que la contamination des tubercules de manioc est directement proportionnelle à celle des sols.

La contamination des tubercules se fait essentiellement par diffusion lors du contact avec le sol, la voie systémique (Cabidoche et *al*., 2006) restant marginale. Les pesticides présents dans le sol peuvent pénétrer dans la plante par absorption racinaire ou organes souterrains tels les tubercules (Clostre et *al*., 2011). Ce tranfert sol-plante dépend principalement des propriétés physico-chimiques des pesticides, en particulier la lipophilie, et de la composition du sol et de ses propriétés physico-chimiques (Letondor, 2014). L'utilisation fréquente et en quantité de ces pesticides et une absorption racinaire importante peuvent expliquer les concentrations retrouvées. Les résultats de ce travail confirment ceux rapportés par Glin et *al*. (2006) et Pazou et *al*. (2014) qui ont justifié la contamination des feuilles de niébé par les pesticides organochlorés à Dridji (Commune de Djidja).

6-6- Contamination des eaux de surface par les pesticides

L'analyse des échantillons d'eau du fleuve Couffo révèle la présence des quatre pesticides (glyphosate, profénofos, acétamipride et cyperméthrine) recherchés. Le glyphosate est détecté dans tous les échantillons d'eau à des dosages élevés, supérieurs à la norme recommandée pour l'eau potable par l'OMS (2004) qui a été de 0,1 µg/L par substance individualisée. La persistance et la rémanence du produit ne peuvent expliquer à elles seules les valeurs rencontrées. Sa présence généralisée dans tous les échantillons à des teneurs élevées laisse présager d'une utilisation incontrôlée de ce produit.

Ces concentrations sont inférieures à celles trouvées dans les ruisseaux Chamilles et Marais en Suisse par Corvi et *al*. (2005), à celles enregistrées aux Etats-Unis par Battaglin et *al*. (2005) et Coupe et *al*. (2011), en France par Villeneuve et *al*. (2011), en Hongrie par Mörtl et *al*. (2013) et en Norvège par Ludvigsen et *al*. (2001). Mais, les concentrations décelées dans

les échantillons suscitent des doutes sur les risques de contamination des eaux par le glyphosate longtemps considérés comme faibles. Les teneurs moyennes en profénofos dans les échantillons 1 de Zakan-Kossossa, 3 de Fonkpodji, 1 et 2 d'Aklinmè sont supérieures à la norme (0,1 µg/L), mais inférieures à celles décelées dans l'eau de puits en République de la Côte-d'Ivoire par Traoré et *al*. (2006). L'acétamipride est décelée à des concentrations inférieures à la valeur de référence recommandée pour l'eau potable par l'OMS (2004). Elles varient de 0,043 µg/L à 0,083 µg/L pour l'ensemble des échantillons et peut confirmer les renseignements sur le devenir dans l'environnement et l'écotoxicologie de l'acétamipride contenus dans la note réglementaire REG 2002-05 de l'ARLA. Les teneurs en cyperméthrine dans les échantillons 2 de Zakan-Kossossa, 1 et 3 de Fonkpodji, 1 et 3 d'Aklinmè dépassent la valeur 0,1 µg/L recommandée par l'OMS (2004). Les caractéristiques physico-chimiques influençant les risques de transfert de la cyperméthrine vers les eaux et le risque de pollution des eaux (Traoré et *al*., 2006) ont expliqué en partie les concentrations détectées qui sont supérieures à la norme.

Ces concentrations détectées et qui sont supérieures à la norme de l'OMS confirment la deuxième hypothèse de cette recherche. Différents facteurs régulent les niveaux de contamination des pesticides vers les eaux de surface (Charbonnier et *al*., 2015). Il s'agit des facteurs structurels, notamment la topographie, la distance de la parcelle au cours d'eau et humains à savoir les pratiques agricoles; des facteurs climatiques, surtout la typologie des pluies sur le bassin versant et leur influence sur la variabilité spatiale et temporelle et les facteurs biogéochimiques tels que l'importance et la variation des teneurs en matière organique dissoute et particulaire et la

présence de micro-organismes et leur influence sur l'adsorption, la désorption et la dégradation des pesticides.

Malgré l'échantillonnage très restreint, ces résultats concordent avec les données étrangères et plaident pour une surveillance accrue au Bénin. Les niveaux de concentrations les plus élevés dans les échantillons, tous sites confondus, peuvent trouver encore leurs explications dans l'utilisation abusive et fréquente de ces matières actives pour le traitement des cultures. Leur détection dans les eaux, malgré leur capacité à être dégradée rapidement dans l'environnement, traduit non seulement une forte utilisation de ces produits, mais également la proximité des champs aux cours d'eau.

Les résultats sur les lieux de lavage de l'opérateur et de l'équipement de traitement phytosanitaire ont montré que des producteurs se lavent et nettoient leur équipement au niveau des points d'eau alors que ces opérations doivent se dérouler à une distance d'au moins 30 m du cours d'eau (Beaton et Jamieson, 2010). C'est aussi un facteur de risque pour cette ressource et peut affecter la santé humaine et animale. Bien que les concentrations observées soient faibles dans certains échantillons, les risques potentiels, résultats de l'utilisation d'une telle eau comme « eau de boisson » doivent être pris en considération. La qualité de l'eau est une priorité pour tous les résidents des milieux ruraux.

6-7- Contamination des poissons par les pesticides

Dans l'ensemble, les teneurs de chacun des principes actifs analysés sont inférieures à la norme concernant les limites maximales fixées par le Règlement CE N°396/2005 et le Codex Alimentarius (2014). Toutefois, les résidus de pesticides détectés dans la chair des *Tilapias guineensis* prélevés dans la Commune constituent un bel exemple de contamination indirecte. En effet, les concentrations reflètent le taux d'utilisation de ces pesticides par

les producteurs. Les pesticides utilisés aujourd'hui en agriculture sont très diversifiés. Pour l'environnement, cela se traduit par un plus grand nombre de produits présents dans l'eau. Ces mélanges de pesticides peuvent avoir des effets toxiques cumulatifs sur les espèces aquatiques.

Beaucoup de recherches sont effectuées pour examiner l'impact des pesticides sur la baisse de la population de poissons (Scholz et *al*., 2012). Les pesticides ont été directement la cause de la mortalité des poissons dans le monde. On trouve vingt sept (27) espèces de poissons d'eau douce affectés par les produits phytopharmaceutiques en Europe (Ibrahim et *al*., 2013). De nombreux tissus et organes des poissons tels que les branchies, le tube digestif, le foie et le cerveau de la carpe et du poisson-chat sont considérablement endommagés par les pesticides. Il est signalé que ce niveau de pesticides dans le poisson peut ainsi nuire aux consommateurs (Konar, 2011). Un autre effet majeur de contaminants toxiques est l'olfaction chez les poissons, car il peut affecter les activités telles que l'accouplement, la localisation de nourriture, éviter des prédateurs, la discrimination des parents, etc. (Tierney et *al*., 2010). Dans les 24 heures d'exposition à des concentrations élevées de glyphosate, 100% de mortalité de poissons est trouvé (Kelly et *al*., 2010). L'impact des pesticides dans un milieu aquatique est influencé par leur solubilité dans l'eau et la capacité de l'absorption dans un organisme (Pereira et *al*., 2013).

6-8- Effets des pesticides sur la biodiversité

Les résultats des recherches effectuées sur les organismes vivants menacés par les pesticides dans la Commune ont révélé que plusieurs organismes vivants sont en danger. L'usage des produits phytosanitaires de synthèse est aussi responsable du déclin de la biodiversité en République du Bénin. Plusieurs espèces animales sont menacées dans les champs de culture

de coton pendant la période des traitements phytosanitaires. Cela présente des conséquences très lourdes sur l'environnement avec un déséquilibre de la chaîne trophique (OBEPAB, 2002). Les herbicides ont un fort impact sur la diversité des biocénoses et plus particulièrement sur la composition des communautés végétales. En effet, les herbicides sont utilisés par les producteurs pour lutter contre les adventices. Ils vont induire une importante réduction de la diversité floristique au sein des surfaces cultivées, mais également en bordure (WWF, 2012). Les insecticides sont conçus dans le but de tuer des insectes, et par conséquent, la plupart des invertébrés sont sensibles à ces substances chimiques. La sensibilité aux autres pesticides varie, mais certains herbicides et fongicides sont aussi directement et hautement toxiques pour ces organismes (Grant et Tingle, 2002). Les pesticides éliminent les ravageurs, mais aussi leurs ennemis naturels et une utilisation excessive peut présenter des dangers pour les producteurs, les consommateurs et l'environnement. La première ligne de défense est un écosystème sain. On pense souvent que les ravageurs des plantes sont des facteurs externes, introduits dans la production agricole. Il s'agit là d'une idée erronée car, dans la plupart des cas, les ravageurs sont présents naturellement dans l'écosystème agricole. Les ravageurs et les espèces qui les accompagnent (prédateurs, parasites, pollinisateurs, concurrents et décomposeurs) sont des composantes de la biodiversité agricole associée aux cultures, qui remplissent tout un éventail de fonctions écosystémiques (FAO, 2011). D'habitude, les recrudescences ou les infections de ravageurs doivent faire partie intégrante de l'intensification durable des cultures, car celle-ci entraînera une augmentation de la nourriture disponible pour les ravageurs. Ces stratégies devront toutefois répondre aux préoccupations concernant les risques posés par les pesticides pour l'environnement et la santé humaine. Il convient donc d'appliquer une approche systémique pour résoudre tout

problème de ravageur se posant lors de l'intensification de la production. L'éradication totale d'un insecte nuisible réduit la nourriture disponible pour les ennemis naturels de ce ravageur, qui constituent un élément fondamental concourant à la résilience du système. Les organismes auxiliaires, utiles aux plantes cultivées dans leur protection contre leurs ennemis, peuvent être une aide précieuse dans le cadre de lutte biologique et sont de toutes façons à préserver dans le souci de maintien de la biodiversité dans les agrosystèmes (ACTA, 2000). L'objectif est donc de gérer la lutte contre les insectes nuisibles jusqu'au point où la prédation naturelle fonctionne de manière équilibrée et les pertes de culture dues aux ravageurs soient maintenues à un niveau minimum acceptable. L'utilisation excessive de pesticides pour lutter contre les organismes nuisibles mine l'équilibre naturel de l'écosystème agricole. Elle perturbe les populations de parasitoïdes et de prédateurs et provoque ainsi des infections de ravageurs secondaires. L'utilisation des pesticides résulte en une perturbation des équilibres écologiques, consécutifs à la quasi-élimination de peuplements d'insectes auxiliaires, prédateurs et parasites qui limitent les populations de ravageurs (Ramade, 2005). On a vu se multiplier les infections de ravageurs, du fait de l'utilisation inappropriée des pesticides (Wood, 2002).

Le constat est que dans la Commune de Djidja même les organismes non ciblés sont menacés par les pesticides.

6-9- Conséquences des pratiques d'utilisation et de gestion des pesticides sur la santé des producteurs et consommateurs

Les risques d'intoxication de l'applicateur dépendent en partie des conditions d'utilisation des pesticides, notamment l'emploi des équipements de protection individuelle. Un fait accablant qui atteste le faible niveau de protection des producteurs est que les équipements de protection individuelle

qu'ils utilisent sont majoritairement non adaptés. Ceux qui déclarent disposer de matériels de protection ne les utilisent pas souvent. Cette situation est déjà dépeinte par OBEPAB (2006) en République du Bénin. Pendant les pulvérisations, l'air est pollué et est chargé de particules d'aérosol qui sont inhalées par les traitants et les habitants au voisinage des champs. Aussi, le nombre élevé d'épandages des insecticides expose davantage les producteurs à une intoxication chronique dans la mesure où ils n'ont pas d'équipements de protection adéquats. Les maladies répertoriées qui affectent les producteurs de la Commune après les séances de pulvérisations sont les irritations cutanées, les maux de tête, la nausée, la fatigue, la perte d'appétit et les difficultés respiratoires. Ces résultats sont en accord avec certains symptômes rapportés par Ahouangninou et *al*. (2011) au cours de leurs travaux sur Tori-Bossito en République du Bénin et ceux signalés par des producteurs en Californie (Goldstein et *al*., 2002), en République du Burkina Faso (FAO, 2010b), en République du Sénégal (Thiam et Sagna, 2009) et aussi avec les formes d'intoxications retenues sur la base de la recherche réalisée par Mancini et *al*. (2005) en Inde. L'exposition des producteurs aux traitements pendant de longue durée et sans matériels de protection adéquats constitue la source de risque majeur d'intoxication. Les vêtements de protection et les masques sont généralement promus comme faisant partie de l'usage sûr des pesticides. Mais, très souvent, ils ne parviennent pas à aider parce qu'ils sont trop chers pour être achetés par des producteurs ; ils sont souvent trop chauds pour être portés sous les climats tropicaux et ils accumulent souvent des pesticides parce qu'ils ne sont pas proprement lavés entre les utilisations, exposant ainsi le porteur à plus de vulnérabilité. En effet, les mauvaises habitudes des utilisateurs dues au manque d'eau, de savon et d'initiative permettent aux pesticides de s'accumuler dans les vêtements de protection et les masques.

Les utilisateurs sont alors sujets à plus d'exposition et à de plus hautes doses avec chaque « matériel de sécurité » utilisé.

L'utilisation des boîtes vides de pesticides après ou sans lavage pour conditionner les eaux de consommation et d'autres aliments est une source de danger pour les populations. Des pratiques dangereuses telles que l'utilisation des pesticides du cotonnier pour d'autres cultures et l'association de certaines cultures (coton-maïs, coton-manioc…) constituent des risques pour la population humaine. Des cas d'intoxication alimentaires sont signalés pas les producteurs et d'autres acteurs lors des investigations. Ces cas rapportés sont en conformité avec les résultats des travaux de Toé et *al*. (2000) et de Toé et *al*. (2002) qui ont éclairé sur le problème des intoxications dans le Mouhoun (Burkina Faso). Ces considérations renseignent que l'utilisation des pesticides dans la Commune de Djidja doit être prise plus au sérieux. Face à la mondialisation des échanges, à l'apparition de nouveaux modes de consommations et à la diversité de l'offre, une grande vigilance s'impose pour prévenir de nouveaux risques dans la chaîne alimentaire. Dans de pareille situation, si des mesures ne sont pas prises, la contamination expose non seulement directement les utilisateurs, mais par le biais des produits agricoles, le consommateur aussi est en permanence exposé.

Les pesticides sont considérés comme des facteurs de risques pour la santé car les études épidémiologiques ont souvent enseigné une corrélation positive entre l'exposition professionnelle à ces composés et le risque d'apparition de certaines pathologies (Mehri et *al*., 2007 ; Alavanja et Bonner, 2012). L'exposition des utilisateurs pourrait aussi avoir des conséquences sur la santé de leurs descendants (Vinson et *al*., 2011). En effet, l'exposition prénatale du père ou de la mère aux pesticides via l'utilisation professionnelle ou ménagère, entraînerait chez l'enfant une

augmentation significative du risque de développer des cancers du cerveau, des leucémies ou des lymphomes (Van Maele-Fabry et *al*., 2011) qui sont aussi des symptômes méconnus par les producteurs de la Commune. Par ailleurs, certains auteurs ont justifié des corrélations positives entre les taux de métabolites de pesticides dans les fluides biologiques (méconium, urine) de la mère ou de l'enfant et l'apparition de troubles de la santé chez l'enfant (Lafiura et *al*., 2007).

L'exposition des consommateurs est différente de celle des utilisateurs (voie, dose, chronologie, fréquence). L'évaluation du risque encouru par le professionnel ne pouvant être applicable aux consommateurs, il est difficile de mettre en évidence une relation de causalité entre pesticides et santé chez le consommateur pour des raisons liées essentiellement à la multiplicité des composées (Métais et *al*., 2013). En effet, le consommateur est exposé via l'alimentation à des mélanges à faible dose et à long terme. Il est admis pendant longtemps que les commposés présents aux doses correspondant à leur NOAEL (No Observable Adverse Effect Level) et qui agissent via des mécamismes d'action différents, ne pouvaient pas exercer d'effet même lorsque ils étaient présents en mélange (Kortenkamp et Faust, 2010 ; Orton et *al*., 2012).

Les types de soins, notamment la tradithérapie et l'automédication adoptés par les producteurs représentent une menace, une atteinte à leur santé, car ils ignorent tout des impacts à long terme des pesticides. Le faible niveau de connaissance des pesticides se révèle être un grand handicap pour la prise en charge des cas d'intoxication. En effet, une prise en charge efficiente d'un état pathologique dû aux toxines doit bénéficier d'une étiologie correcte et complète.

6-10- Mauvaise perception des méthodes alternatives aux pesticides chimiques dans la Commune

Les enquêtes effectuées auprès des producteurs révèlent que des producteurs (31,58%) méconnaissent les alternatives aux pesticides chimiques et même ceux qui les connaissent (68,42%) ne sont pas prêts à les adopter. Les perceptions exprimées par les producteurs des méthodes alternatives aux pesticides chimiques ont un impact négatif sur leur adoption. La promotion des méthodes alternatives en vue de l'augmentation de leur niveau d'adoption passe indubitablement par l'amélioration des connaissances actuelles des producteurs.

Les plus expérimentés sont ceux qui pensent que préparer les extraits aqueux est une tâche ardue. Ces résultats sont contraires aux hypothèses avancées par Rahman (2003) et Adégbola (2008) qui pensent que l'expérience est un indicateur de maturité du producteur dans son habileté à prendre des décisions. Les producteurs ayant un faible niveau d'instruction comprennent difficilement certaines réalités et ne peuvent pas déchiffrer les instructions vitales pour eux. Une telle situation les plonge dans une ignorance dont l'une des conséquences est le constat que l'on fait de leur perception des dangers. Par contre, un bon niveau d'éducation confère aux individus la capacité de mieux comprendre les informations et d'avoir une meilleure connaissance des risques induits par les pesticides de synthèse et, comme le prétend Rahman (2003), leur donne l'habileté de percevoir et d'interpréter les innovations dans un environnement en perpétuel dynamisme. Il influence en effet leur point de vue comme l'ont affirmé Chianu et *al*. (2006) et leur permet d'appréhender tous bienfaits des alternatives aux pesticides chimiques surtout ceux relatifs à la santé du producteur lui-même et des consommateurs et à l'environnement. L'accès à

l'information dans le processus de changement de perception est important. En effet, si l'accès à l'information est déterminant dans le processus d'adoption des innovations agricoles (Adégbola et Adékambi, 2008), il l'est également dans la formation des perceptions qu'ont les producteurs des méthodes alternatives. Les perceptions de la préparation des extraits aqueux et de leur efficacité contre les ravageurs et les maladies des plantes ont réduit leur adoption. L'utilisation des alternatives aux pesticides chimiques par certains producteurs (36,36%) confirme partiellement la troisième hypothèse de la recherche.

Le niveau de disponibilité des méthodes alternatives influence leur adoption en République du Bénin. Les arguments contre l'utilisation des méthodes alternatives aux pesticides en production agricole dans la Commune sont similaires à ceux mentionnés par Adétonah et *al*. (2011) en République du Bénin et en République du Ghana en cultures maraîchères.

6-11- Efficacité des extraits aqueux des feuilles de neem dans la lutte contre les insectes ravageurs du niébé

Les résultats de ces travaux indiquent que le Lambda Super 25 EC est le meilleur pesticide. Ce produit chimique a montré son efficacité sur plus de la moitié des insectes pouvant causer de véritable danger à la culture. Ces résultats amènent à dire que la matière active contenue dans ce produit (Lambda-cyhalothrine 25 g/L) qui agit en perturbant le fonctionnement du système nerveux des insectes, sur la région post-synaptique en bloquant les récepteurs à l'acéthylcholine a certainement entraîné une paralysie ou la mort de ces derniers (thrips, foreuses de gousses, punaises suceuses de gousses).

L'extrait aqueux de neem s'est également montré efficace sur plus des deux tiers (2/3) des insectes observés. Des résultats similaires ont été rapportés

par To Bi (2006), Bodji et Yao (2007), Gnago et *al*. (2010) et Yao (2010) en République de la Côte-d'Ivoire et aussi par Honfoga (2007) et Mehinto et *al*. (2014) en République du Bénin. Mais, les résultats trouvés sont contraires à ceux obtenus par Bambara et Tiemtoré (2008) en République du Burkina Faso. Selon Behl (2000), les feuilles de neem sont reconnues comme possédant des substances actives insecticides telles que l'Azadirachtine ($C_{35}H_{44}O_{16}$), le Salanin ($C_{35}H_{44}O_9$) et le nimbin ($C_{30}H_{30}O_9$). Les résultats obtenus apparaissent comme une preuve de plus sur les propriétés fongicides du neem déjà mentionnées par un certain nombre de chercheurs. Häseli et Weibel (2004) ont montré l'efficacité des extraits de neem sur les maladies dans la production des cérises. Bélanger et Musabyimana (2005) les ont mentionnés comme étant efficaces sur un certain nombre de champions responsables des maladies des plantes cultivées (*Microspaera sp*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria panax*). Au Canada, le neem et surtout sa composante l'Azadirachtine a fait l'objet de nombreux tests au laboratoire, en serre et au champ dans le domaine de l'horticulture et de la foresterie avec des résultats positifs aussi bien sur les insectes que sur les champions (Bélanger et Musabyimana, 2005). Au Brésil, tous les producteurs et distributeurs de produits agricoles connaissent les extraits de neem dont les vertus sont multiples et dont ils en font une utilisation courante pour protéger les fruits et légumes (Silva et *al*., 2011 ; de Oliveira et *al*., 2012). Les extraits de neem servent aussi à lutter contre les maladies des hommes que celles des plantes (Kausik et *al*., 2002). Parmi les propriétés des extraits de neem par lesquelles ils agissent sur les insectes à savoir les effets répulsifs, anti appétant et régulateur de la croissance (Greger et *al*., 2001 ; D'Ambrosio et Guerriero, 2002 ; Weathersbee et Tang, 2002 ; Nakatani et *al*., 2004 ; Isman, 2006 ; Gueye et *al*. , 2011), seule leur action sur la croissance et le développement des champions est rapportée (Kabeh et

Jalingo, 2007). Les extraits des feuilles de neem et surtout des graines plus riches en Azadirachtine, capable de contrôler à la fois les ravageurs et les maladies des plantes ouvrent une voie de lutte intégrée. Ils constituent même une alternative comme le propose un certain nombre de chercheurs, car contrairement aux pesticides, leur utilisation présente une innocuité pour l'environnement et est sans effet sur les faunes bénéfiques et anatomique pour l'homme (Schenk et *al*., 2001 ; Condor- Golec, 2007 ; Regnault-Roger, 2007). Dans le cas précis des observations qui sont faites au niveau des parcelles traitées au neem, une réponse satisfaisante a été obtenue, ce qui peut réduire le coût de traitement. Pour toutes ces raisons, l'extrait des feuilles de neem est considéré comme un insecticide efficace contre les ravageurs des cultures, espoir pour les producteurs de la Commune de Djidja qui sans doute amélioreront leurs pratiques et leur productivité.

6-12- Limites de la recherche

Du point de vue méthodologique, cette recherche présente quelques limites.

La première limite méthodologique concerne le mode de collecte des données. En effet, le choix de l'administration des questionnaires d'enquêtes auprès des producteurs a donné un échantillon hétérogène formé de différents producteurs. Compte tenu du fait que la collecte des données sur les cas d'intoxication aux pesticides est faite de manière rétrospective, la recherche s'est heurtée à l'indisponibilité des informations portant sur l'identification des formulations des pesticides responsables des cas d'intoxication. Les circonstances de l'intoxication, les mesures de protection prises au cours de la manipulation des pesticides ainsi que les précautions d'emploi de ceux-ci sont méconnues.

La deuxième limite méthodologique porte sur l'administration des questionnaires. En effet, la difficulté de l'administration des questionnaires dans le contexte d'investigation a amené à collecter 323 réponses après plusieurs tentatives.

La troisième limite est liée au fait que l'enquête n'a pas pu vérifier si certaines mesures de précaution prises par les producteurs sont effectivement mises en application au moment des traitements. Un producteur peut rapporter qu'il porte les équipements de protection individuels (EPI) pendant l'application des pesticides alors que non.

Au courant de cette recherche, on note une forte utilisation des pesticides par les producteurs qui ignorent pour la plupart les bonnes pratiques agricoles (BPA). L'intensification de l'agriculture constitue un facteur important d'utilisation des pesticides dans la Commune de Djidja. L'objectif recherché dans l'usage de ces substances chimiques reste un accroissement de la productivité de lopins de terres exploitables par l'élimination des prédateurs des cultures dont parfois le seuil d'infestation ne nécessite pas l'emploi de pesticides. L'usage de ces substances chimiques nécessite un minimum de connaissances théoriques et pratiques pour pallier tout risque sur l'environnement et sur la santé des utilisateurs et des consommateurs de produits agricoles.

CONCLUSION

L'objectif général de cette recherche est d'évaluer le niveau de contamination de certains compartiments environnementaux par les pesticides dans la Commune de Djidja. La recherche a permis de recenser les principaux pesticides en usage dans la Commune, de décrire les pratiques paysannes d'utilisation et de gestion de ces pesticides et de comparer les niveaux de contamination des sols et des tubercules de manioc, des eaux et des *Tilapias guineensis* du fleuve Couffo et des sols des champs. Il ressort des résultats obtenus de la recherche que les pratiques d'utilisation des pesticides sont peu respectueuses des normes de protection de l'écosystème environnant aussi bien que des utilisateurs. Ces mauvaises pratiques sont entre autres, le non respect des directives pour les doses des pesticides, l'utilisation des pesticides du cotonnier sur d'autres cultures, le lavage correct du matériel d'épandage au niveau des points d'approvisionnement et d'abreuvement en eau et la non utilisation des équipements de protection individuelle. Les analyses des échantillons de sols ont montré la présence de pesticides. Les teneurs sont généralement faibles. Les analyses effectuées sur les eaux du Couffo révèlent de grandes disparités de contamination selon les sites considérés. Ces contaminations sont quelques fois ponctuelles, lors de la manipulation des produits, du remplissage ou du rinçage des matériels de pulvérisation ; elles sont le plus souvent diffuses, après l'application des produits, par ruissellement vers les eaux de surface. On se retrouve parfois en présence d'une contamination généralisée de celles-ci avec la présence simultanée de plusieurs pesticides (2 à 3) à des concentrations supérieures à la norme relative à l'eau potable. Ce type de constat constitue l'un des principaux problèmes soulevés lors de l'interprétation des résultats des analyses des eaux car les effets cumulatifs à long terme de l'ensemble de ces produits sur la santé sont encore peu connus. C'est une inquiétude grandissante, sachant que l'eau est consommée en grande quantité. Il existe

donc un risque réel d'atteinte à la santé. Et ce risque est d'autant plus élevé que les molécules présentes sont utilisées de plus en plus en quantités importantes dans la Commune. Les résultats des analyses sur les poissons et les tubercules de manioc enseignent que les niveaux de contamination par les molécules étudiées restent globalement faibles. Elles sont en dessous des niveaux des normes des résidus permis par la communauté européenne. Le risque encouru par le consommateur de ces produits reste très faible. Mais, il est extrêmement difficile de prédire les effets cumulés et synergiques des micros quantités de ces pesticides présents dans l'environnement. Le risque lié à la banalisation que l'on fait de l'usage de ces produits est aussi préoccupant. En effet, par négligence ou par manque de moyens, les équipements de protection individuelle adaptés ne sont portés que par une infime minorité des producteurs. De même, les comportements à risques environnementaux et sanitaires comme conserver les pesticides dans la chambre à la portée des membres non avertis de la famille, l'utilisation domestique, l'abandon dans la nature et l'enterrement dans le sol des emballages vides restent fréquents. La manifestation d'effets indésirables pendant ou après l'application des pesticides chez les producteurs évoque l'existence d'une menace permanente que l'utilisation des pesticides fait peser sur la santé des producteurs avec la possibilité de développement d'une toxicité chronique. Mieux évaluer et maîtriser les risques associés à l'utilisation des pesticides nécessitent, entre autres, la compréhension des voies d'exposition des espèces cibles et non cibles ainsi que des mécanismes d'action responsables de leurs effets. En outre, il est important de considérer les espèces dans leur écosystème, qu'ils soient terrestres ou aquatiques. Certains animaux sont nécessaires pour optimiser l'utilisation des pesticides et réduire les risques de contamination de l'environnement et les impacts écotoxicologiques sur les espèces non cibles. Se passer des pesticides tout en

garantissant une certaine productivité ne semble plus être une utopie et ne justifie donc plus que ces substances soient toujours aussi activement utilisées, connaissant à présent une partie des effets néfastes qu'ils engendrent sur l'environnement. C'est à présent qu'il faut prendre des mesures réglementaires, mais aussi morales vis-à-vis de ces substances chimiques. Dans ce contexte et à partir d'expériences menées ailleurs, on peut s'interroger sur les mesures nouvelles qu'il faut instaurer au Bénin pour mieux protéger l'environnement, la santé humaine et sur les mesures existantes peu appliquées à renforcer en tenant compte du contexte économique, agricole et environnemental propre au Bénin. Différentes actions de réduction des risques liés aux pesticides pour l'environnement et la santé humaine doivent être mises en œuvre. Ces actions se déclinent sous plusieurs aspects :

- renforcement de la règlementation et l'importation des pesticides dans le pays ;
- dotation de l'administration béninoise et en particulier de CNAC de pouvoir de coercition, de ressources humaines et matérielles nécessaires pour le contrôle du respect des dispositions légales, réglementaires et normatives ;
- évaluation des actions de sensibilisation, d'informations conduites jusqu'ici de façon à pouvoir mieux les adapter aux groupes cibles ;
- organisation des séances de formation, de sensibilisation et d'éducation approfondies des producteurs sur tous les aspects de la filière des pesticides ainsi que sur les réponses d'urgence ;
- dotation des producteurs d'équipements de protection et incitation à leur port au complet ;
- mise en place d'un plan de suivi sanitaire des producteurs ;

- organisation de sessions de formation au profit des agents de santé pour une meilleure prise en charge des cas d'intoxication ;
- entretien des bords des champs non cultivés pour favoriser le développement des insectes auxiliaires.
- évaluation de l'impact socio-économique et environnemental des extraits aqueux des feuilles de neem comme alternatives aux pesticides chimiques.

Il urge de mettre en application ces différentes actions de réduction des risques liés aux pesticides pour l'environnement et la santé humaine en République du Bénin.

REFERENCES

Abbot W. **S**. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Ent*., 18: 263-267.

ACTA (Association de Coordination Technique Agricole). 2000. Index Phytosanitaire, 36ème édition, Paris, France, 644 p.

ACTA (Association de Coordination Technique Agricole). 2008. Index Phytosanitaire, 44ème édition, Paris, France, 844 p.

Adam S., **Edorh P**., **Totin H**., **Koumolou L**., **Amoussou E**., **Aklikokou K**., **Boko M**. 2010. Pesticides et métaux lourds dans l'eau de boisson, les sols et les sédiments dans la ceinture cotonnière de Gogounou, Kandi et Banikoara. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 4: 1170-1179.

Adégbola P. 2008. Perception paysanne et adoption des biopesticides et/ou extraits botaniques en production maraîchère au Bénin. Programme Analyse de la Politique Agricole (PAPA/INRAB), Porto-Novo, Bénin, 21 p.

Adégbola P. & **Adékambi S**. **A**. 2008. Taux et déterminants de l'adoption des variétés améliorées d'igname développée par l'IITA. Rapport d'étude, 31 p

Adétonah S., **Koffi-Tessio E**., **Coulibaly O**., **Sessou E**., **Mensah G**. **A**. 2011. Perceptions et adoption des méthodes alternatives de lutte contre les insectes des cultures maraîchères en zone urbaine et péri-urbaine au Bénin et au Ghana. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, Numéro 69, 10 p.

Adeyeye A. & **Osibanjo O**. 1999. Residues of organochlorine pesticides in fruits vegetables and tubers from Nigerian market. *Sci. Total Environ.*, 231: 227-233.

Adigoun F. **A**. 2002. Impact des traitements phytosanitaires de niébé sur l'environnement et la santé des populations : cas de Klouékanmè et de la

basse vallée de l'Ouémé (Bénin). Mémoire de Maîtrise professionnelle, FLASH/UAC, Bénin, 77 p.

Affédjou B. 1999. Niveau de l'activité cholinestérasique et état de santé des enfants exposés aux pesticides à Aplahoué au Bénin : Résultats Préliminaires. Thèse de Doctorat en Médecine, FSS/UNB, Bénin, 120 p.

Affodégon W. **S**. 2007. Etude socio-économique de l'allocation de la main-d'œuvre salariée et l'utilisation des pesticides chimiques de synthèse (PCS) en zone de production cotonnière : cas du village de Dridji (Commune de Djidja). Mémoire d'Ingénieur en Agronomie, FSA/UAC, Bénin. 120 p.

ARLA (Agence de Réglementation de la Lutte Antiparasitaire). 2010. Projet de décision d'homologation Acétamipride, Ottawa (Ontario), Canada, 80 p.

ARLA (Agence de Réglementation de la Lutte Antiparasitaire). 2013. Sécurité des produits de consommation. Santé Canada, 10 p.

Ahouangninou C., **Fayomi B**. **E**., **Martin T**. 2011. Evaluation des risques sanitaires et environnementaux des pratiques phytosanitaires des producteurs maraîchers dans la commune rurale de Tori-Bossito (Sud-Bénin). *Cahiers Agricultures*, 20 (3) : 216-222.

Aïkpo H. **F**. 2006. La production agricole dans la commune de Djidja: évolution et problèmes. Mémoire de Maîtrise de Géographie, FLAH/UAC, Bénin, 80 p.

Aïkpo H. **F**. 2011. Utilisation abusive des pesticides en milieu rural au Bénin: état de la situation environnementale dans la commune de Djidja. Mémoire de Diplôme d'Etude Approfondie (DEA) de Géographie, FLASH/UAC, Bénin, 79 p.

Akogbéto M. **C**., **Djouaka R**., **Noukpo H**. 2005. Utilisation des insecticides agricoles au Bénin. *Bul. Soc. Pathol. Exot.*, 98 (5) : 400-405.

Akomagni L. **A**. 2006. Monographie de la commune de Djidja. Programme D'Appui au Démarrage des Communes. Afrique Conseil, 44 p.

Alavanja M. **C**. & **Bonner M**. **R**. 2012. Occupational pesticides exposures and cancer risk. *Journal of Toxicology and Evironmental Health*. Part B, Critical Reviews, 15: 238-263.

Alcock R., **Johnson A**. **E**., **McGrath S**. **P**., **Berrow M**. **L**., **Jones K**. **C**. 1993. Long – term changes in the polychlorinated biphenyl content of United Kingdom soils. *Environ. Sci. Technol*., 27: 1918-1923.

Assogba-Komlan. **F**., **Anihouvi P**., **Achigan E**., **Sikirou R**., **Adjè C**., **Ahlé V**., **Vodouhè R**., **Assa Y**. 2007. Pratiques culturales et teneurs en résidus en éléments anti-nutritionnels (nitrate et pesticides) du *Solanum macrocarpum* au Sud du Bénin. *African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development*, 7: 1684-1694.

Assongba M. 1997. Recherche de résidus de pesticides organochlorés et de polychlorobiphényles (PCBs) dans les exploitations agricoles de Banikoara. Mémoire de Fin d'Etude d'Ingénieur des Travaux, CPU/UNB, Bénin, 123 p.

Aubert C., **Liaison D**., **Lefebvre A**. 2012. Manger bio, c'est mieux ! Terre vivante, 160 p.

Aubertot S. **N**., **Barbier J**. **M**., **Carpentier A**. 2005. Pesticides, agriculture et environnement, réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux. Rapport d'expertise scientifique collective, INRA et CEMAGREF, France, 86 p.

Aurousseau P., **Gascuel-Odoux C**., **Squividan H**. 1998. Eléments pour une méthode d'évaluation d'un risque parcellaire de contamination des eaux superficielles par les pesticides. Application aux cas de la contamination par les herbicides utilisés sur culture de maïs sur des bassins versants américains. *Etudes et gestion des sols*, 5: 143-156.

Ayadokoun A. 1992. Impacts de l'utilisation des pesticides organochlorés et du tarif de produits pétroliers sur l'environnement côtier au Bénin. Exemple de la lagune de Cotonou. Mémoire de Fin d'Etude d'Ingénieur

des Travaux, CPU/UNB, Bénin, 52 p.

Aydin M. **E**., **Tor A**., **Ozcan S**. 2006. Determination of selected polychlorinated biphenyl in soil by miniaturized utrasonic solvent extraction and gas chromatography-mass selective detection. *Analytica Chimica Acta*, 577: 232-237.

Bailly A. **S**. 1991. Les concepts de géographie humaine. Masson, 2ème édition, Paris/Milan/Barcelone/Bonne, 274 p.

Bambara D. & **Tiemtoré J**. 2008. Efficacité biopesticide de *Hyptis Spicigera Lam*., *Azadirachta indica A. Juss*. et *Euphobia balsamifera Ait*. sur le niébé (*Vigna unguiculata*). *Tropicultura*, 26 (1): 53-55.

Banque Mondiale. 2012. Actualisation du plan de Gestion des Pesticides. Rapport final (Ghana, Mali, Sénégal), 69 p.

Barriusso E., **Calvet R**., **Schiavon M**., **Soulas G**. 1996. Les pesticides et les polluants organiques des sols. Transformations et dissipation. *Etud. Gest. Sols*, 3 (4): 279-295.

Battaglin W. **A**., **Kolpin D**. **W**., **Scribner E**. **A**., **Kuivila K**. **M**., **Sandstrom M**. **W**. 2005. Glyphosate, other herbicides, and transformation products in Midwestern Streams, 2002. *Journal of the American Water Resources Association*, 41: 323-332.

Beaton D. & **Jamieson A**. 2010. Contamination des sources d'approvisionnement en eau par les pesticides dans les exploitations agricoles- Recommandations sur la prévention, le nettoyage et les responsabilités. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des affaires Rurales (MAFRA), Ontario, Canada, 12 p.

Bedu L., **Martin C**., **Knepfler M**., **Tallec M**., **Urbino A**. 1987. Appui pédagogique à l'analyse du milieu rural dans une perspective de développement. Documents, systèmes Agraires n°8, CIRAD, 173 p.

Behl H. **M**. 2000. Collection, Processing and commercial utilization of neem. Published by the Fragrance & Flavour Development Centre, Ministry of industries, Govt. of India, 271 p.

Bélanger A. & **Musabyiamana T**. 2005. Le neem contre les insectes et les maladies. Journées Horticoles au Canada en 2005, 4 p.

Bellec S. & **Godar E**. 2002. Contamination par les produits phytosanitaires organochlorés en Martinique : caractérisation de l'exposition des populations. DSDS (Direction de la Santé et du Développement Social) de Martinique, 36 p.

Bempah K. **C**., **Buah- Kwofie A**., **Enimil E**., **Blevu B**., **Agyei-Martey G**. 2012. Residues of organochlorine pesticides in vegetables market in Greater Accra Region of Ghana. *Food Control*, 25: 537-542.

Bergstöm L., **Borjesson E**., **Stenström J**. 2011. Laboratory and Lysimeter Studies of Glyphosate and Aminomethylphosphonic Acid in a Sand and Clay Soil. *Journal of Environmental Quality*, 40: 98-108.

Berny P. 2010. Animal poisoning in Europe. Part 3: Wildlife. *The Veterinary Journal*, 183: 260-265.

Beven K. & **Germann P**. 1992. Macrospores and water flow in soils. *Water Resources Research*, 6: 1311-1325.

Bicaba Y. **R**. 2009. Risques et intoxications liés à l'usage des pesticides en zone cotonnière du Burkina Faso. Mèmoire de Diplôme d'Etude Approfondie (DEA), FLASH/UAC, Bénin, 80 p.

Biesmeijer J. **C**., **Roberts S**. **P**. **M**., **Reemer M**., **Ohlemuller R**., **Edwards M**., **Thomas C**. **D**., **Settele J**., **Kumin W**. **E**. 2006. Parallel Declines in Pollinators and Insect-Pollinated Plants. In *Britain and the Netherlands Science*, 313: 351- 354.

Blacquière T., **Smaggle G**., **van Gestel C**. **A**. **M**., **Mommaerts V**. 2012. Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, side-effects and risk

assessment. *Ecotoxicology*, 19: 207-215.

Bodji J. **L**. & **Yao K**. **A**. 2007. Etude de l'efficacité des extraits végétaux de neem (*Azadirachta indica Juss*) et de papayer (*Carica papaya L*.) dans la lutte contre les ravageurs des cultures maraîchères. Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur des Techniques Agricoles, Ecole Supérieure d'Agronomie de Yamoussokro, Côte-d'Ivoire, 56 p.

Bolognesi C., **Bonattis S**., **Degan P**., **Gallerani E**., **Peluso M**., **Rabboni P**. & **Abbondandolo A**. 1997. Genotoxic activity of glyphosate and its technical formulation Roundup. *J. Agric. Food chem.*, 45: 1957-1962.

Brundtland G. **H**. 1987. Notre avenir à tous. Rapport de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement, Oslo, Norvège, 349 p.

Brunet R. 1992. Les mots de la géographie, Reclus. La Documentation française, 518 p.

Cabidoche Y., **Clermont-Dauphin C**., **Lafont A**., **Sansoulet J**., **Cattan P**., **Achard R**., **Caron A**., **Chabrier C**. 2006. Stockage dans les sols à chargesvariables et dissipation dans les eaux de zoocides organochlorés autrefois appliqués en bananeraies aux Antilles : relation avec les systèmes de culture. Rapport final, programme Pesticides (APR 2002), 99 p.

Calvet R., **Barriuso E**., **Benoît P**., **Bedos C**., **Charnay M**. **P**., **Coquet Y**. 2005. Les pesticides dans le sol. Conséquences agronomiques et environnementales. Editions France Agricoles, Paris, 637 p.

Cantlon J. **E**. & **Koenig H**. **E**. 1999. Substainable ecological economics. *Ecological economics*, 31: 107-121.

Capkin E., **Altinok I**., **Karahan S**. 2006. Water quality and fish size affect toxicity of endosulfan, and organochlorine pesticide, to rainbow trout. *Chemosphere*, 64: 1793-1800.

Carlsen E., **Giwercman A**., **Keiding N**., **Skakkeback N**. **E**. 1992. Evidence

for decreasing quality of semen during the past 50 years. *Brit. Med. J*., 306: 509- 513.

Carson R. 1962. Le printemps silencieux. Plon, 288 p.

Charbonnier E., **Ronceux A**., **Carpentier A**. **S**., **Soubelet H**., **Barriuso E**. 2015. Pesticides. Des impacts aux changements de pratiques, éditions Quae, 399 p.

Chauvel B. 2012. Agroécologie, INRA, Dijon, France, 43 p.

Chianu J., **Vanlanwe B**., **Mukalana J**., **Adesina A**., **Sanginga N**. 2006. Farmer evaluation of improved soybean varieties being screened in five locations in Kenya: Implications for research in development. *African Journal of Agriculture Researc*h, 1 (5): 143-150.

Cissé I., **Tandia A**. **A**., **Fall S**.**T**., **Diop E**. **H**. **S**. 2003. Usage Incontrôlé Des Pesticides En Agriculture Périurbaine : Cas De La Zone Des Niayes Au Sénégal. *Cahiers d'Etudes Et De Recherches Francophones En Agricultures*, 12: 181-186.

Clostre F., **Lesueur Jannoyer M**., **Turpin B**. 2011. Impact des modes de préparation des aliments sur l'exposition des consommateurs à la chlordécone. Rapport final projet JAFA, Cirad, mars 2011, 14 p.

CNAC (Comité National d'Agrément et de Contrôle des Produits Phytopharmaceutiques). 2012. Liste des produits phytopharmaceutiques sous autorisation provisoire de vente (APV) et agrément homologation, Porto-Novo, Bénin, 5 p.

Codex Alimentarius. 2014. Résidus de pesticides dans les aliments et les aliments pour animaux: OMS/FAO, 178 p.

Condor-Golec A. **F**. 2007. Effect of neem (*Azadirachta indica A. Juss*) insecticides on parasitoids. *Rev. Per. Biol*., 4 (1): 69-74.

Conseil canadien des ministres de l'environnement. 2011. Manuel des protocoles d'échantillonnage pour analyse de la qualité de l'eau au Canada, 219 p.

Corvi C., **Zimmmerli P**., **Ortelil D**., **Khim-Heang S**., **Becker Van Slooten K**. 2005. Métaux et micropolluants organiques dans les eaux, les moules et les poissons du Léman. *Rapp. Comm. Int. Prot. Eaux Léman contre pollut*., Compagne 2004: 55-78.

Coupe R. **H**., **Kalkhoff S**. **K**., **Capel P**. **D**., **Gregorie C**. 2011. Fate and transport of glyphosate and aminomethylphosphonic acid in surface waters of agricultural basin. *Pesticides Management Science*, 67, doi: 10. 1002/PS 2212.

CSPR. (Centrale de Sécurisation des Paiements et de Recouvrement). 2006. Bilan des activités pour la filière coton au titre des 3 dernières campagnes. GIE, Cotonou, Bénin, Novembre, 39 p.

Cuppen J. **G**. **M**., **Van den Brink P**. **J**., **Camps E**., **Uil K**. **F**., **Brock T**. **C**. **M**. 2000. Impact of the fungicide carbendazin in freshwater microcosms I. Water quality breakdown of particulate organic matter and responses of macro invertebrates. *Aquat. Toxicol*., 48: 233-250.

D'Ambrosio M. & **Guerriero A**. 2002. Degradel limonoids from Melia azedarach and biogenetic implications. *Phytochemistry*, 60: 419-424.

Dassou T. **S**., **Adoho V**., **Vodouhè F**. 2004. Etude sur les cas d'accident dus aux pesticides chimiques de synthèse dans le village de Dridji de la commune de Djidja. Rapport d'Etude, OBEPAB-Ecosanté, 112 p.

Davidson C., **Shaffer H**. **B**., **Jennings M**. **R**. 2002. Spatial tests of pesticides drifts, habitants destruction, UV-B, and climate-change hypotheses for California amphibian declines. *Conservation Biology*, 16: 1588-1601.

Delabays N. & **Bohren C**. 2007. Le glyphosate : bilan de la situation mondiale et analyse de quelques conséquences malherbologiques pour la Suisse. Revue Suisse *Vitic. Arboric. Hortic*., 39 (5): 333-339.

Delbard O. 2005. Dictionnaire de l'environnement et du développement

durable. Editeur Porcket, 351 p.

Dem S. B., Cobb J. M., Mullins D. E. 2007. Pesticide residues in soil and water from four cotton growing areas of Mali. West Africa. *Journal of Agricultural, Food and Environmental Research*, 1: 134-152.

De Oliveira F. Q., Malaquias J. B., de Souza Figueiredo W. R., de Luna Batista J., Barbosa Beserra E. 2012. Inhibition of fruit infestation by Mediterranean fruit fly using natural products. *African Journal of Biotechnology*, 11 (74): 13922-13927.

De Roos A. J., Blair A., Rusiecki J. A., Hoppin J. A., Svec M., Dosemeci M., Slander D. P., Alavanja M. C. 2005. Cancer incidence among glyphosate -exposed pesticide applicators in the agricultural health study. *Environ. Health Perspect.*, 113: 49-54.

Dewailly E., Ayote P., Bruneau S. 2000. Susceptibility to infections and immune status in Inuit infants exposed to organoclorines. *Environment Health perspectives*, 108: 205-2011.

Diop A. 2013. Diagnostic des pratiques d'utilisation et quantification des pesticides dans la zone des Niayes de Dakar (Sénégal). Thèse de Doctorat de l'Université du Litorral Côte d'Opole Sénégal, 240 p.

Djaneye-Boundjou G., Bawa L. M., Boukari Y. 2000. Organochlorinated pesticides residues in vegetable food. *Microbiologie et Hygiène Alimentaire,* 12: 42-46.

DPV (Direction de la Protection des Végétaux). 2004. Détermination du niveau de pollution des sites contaminés par les pesticides lors de la campagne 2004 de lutte contre le criquet pèlerin et formulation de solutions alternatives de décontamination et / ou de sécurisation. Rapport définitif, Dakar, Sénégal, 12 p.

Dubos R. 1985. Santé et maladie. Time life, 198 p.

Dubus I. **G**., **Hollis J**. **M**., **Brown C**. **D**. 2000. Pesticides in rainfall in Europe. *Environ. Poll*., 110: 331-334.

Eker S., **Ozturk L**., **Yazici A**., **Erenogly B**., **Römheld V**., **Cakmak I**. 2006. Foliarapplied Glyphosate substantially reduced uptake and transport of iron and manganese in sunflower (*Helianthus annus L*.) plants. *J. Agric. Food Chem*., 54: 10019-10025.

FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture). 1990. Code international de conduite pour la distribution et l'utilisation des pesticides (version amendée), Rome, Italie, 39 p.

FAO (Food and Agricultural Organisation). 1992. State of food and agricultural, Rome, Italie, 55 p.

FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture). 2002. Agriculture mondiale 2015/2030. Rapport abrégé du Département économique et social, Rome, Italie, chap. 4, 75-81.

FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture). 2009. Comment nourrir le monde en 2050 ? Forum d'experts de haut niveau, Rome 12-13 Octobre, Italie, 29 p.

FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture). 2010a. Agriculture mondiale : Horizon 2010. Rome, Italie, 132 p.

FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture). 2010b. Etude pilote des intoxications dues aux pesticides agricoles au Burkina Faso. Rapport final, Burkina Faso, 55 p.

FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture). 2011. Produire plus avec moins. Guide à l'intention des décideurs sur l'intensification durable de l'agriculture paysanne, Rome, Italie, chap. 6 p. 65-76.

FAO/**OMS** (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture/Organisation Mondiale de la Santé). 2001. Les quantités de pesticides de mauvaise qualité vendues dans les pays en voie de

développement sont alarmantes. Communiqué de presse de l'OMS /04-1er février, Genève, Suisse, 2 p.

Farag R. S., **Abdel Latif M. S.**, **Abd El-Gawad A. E.**, **Dogheim S. M.** 2011. Monitoring of pesticide residues in some Egyptian herbs, fruits and vegetables. *International Food Research Journal*, 18: 659-665.

Fatoki O. S. & **Awofolu R. O.** 2003. Methods for selective determination of persistent organochlorine pesticide residues in water and sediments by capillary gas chromatography and electron-capture detection. *Journal of chromatography A.*, 983: 225-236.

Faucheux S. & **Hue C.** 2005. Les risques environnementaux (économie de l'environnement). *Encyclopaedia Universalis*, 50: 26-32.

Feigenbrugel V. 2005. Devenir atmosphérique des pesticides : Distribution entre les différentes phases de l'atmosphère et oxydation photochimique. Thèse de Doctorat de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg, 215 p.

FNUAP (Fonds des Nations-Unies pour la Population). 2011. Etat de la population mondiale. New York, Etats-Unis, 132 p.

Fox J. E., **Gulledge J.**, **Engelhaupt E.**, **Burow M.**, **McLachlan J. A.** 2007. Pesticides reduce symbiotic efficiency of nitrogen-fixing rhizobia and host plants. *PNAS.*, 24: 10282-10287.

Franquin P. 1969. Analyse agroclimatique en régions tropicales : saison pluvieuse et saison humide. *Cah. ORSTOM, Sér. Biol.*, 9: 15-24.

Fried G., **Chauvel B.**, **Rebou X.** 2008. Evolution de la flore adventice des champs cultivés au cours des dernières décennies : vers la sélection de groupes d'espèces répondant aux systèmes de culture. *Innovations Agronomiques*, 3: 15-26.

Gbaguidi B., **Allagbé C.**, **Bani G.**, **Dohoué E.**, **Gbèboutin E.**, **Houndékon R.** 2004. Analyse des aspects socio-économiques de l'utilisation des POP. Rapport final, MEHU, Cotonou, Bénin, 34 p.

Gbaguidi M. A. N., **Soclo H. H.**, **Issa Y. M.**, **Fayomi B.**, **Dognon R.**, **Agagbé**

A., **Bonou C**., **Youssao A**., **Dovonou L**. **F**., **Sanni A**. 2011. Evaluation quantitative des résidus de pyréthrinoïdes, d'aminosphosphates et de triazines en zones de production de coton au Bénin par la méthode ELISA en phase liquide : cas des eaux de la rivière Agbado. *Int. J. Biol. Chem. Sci*., 5 (4): 1476-1490.

Gendron A. & **Branchaud A**. 1997. Impact potentiel de contamination du milieu aquatique sur la reproduction du suceur cuivré (*Moxostoma hubbsi*) : synthèses des connaissances, 31 p.

George P. 1984. Dictionnaire de géographie humaine. Paris, PUF, 3ème édition, 485 p.

Gilliom R. **J**., **Marcogliese D**. **J**., **Barbeau S**. 2006. The quality of our Nation's Waters – Pesticides in the Nation's Streams and Ground water 1992-2001. US Geological Survery Circular 1291.

Giroux I., **Robert C**., **Dassylva N**. 2006. Présence de pesticides dans l'eau au Québec, bilan dans des cours d'eau de zones en culture de maïs et de soya en 2002, 2003 et 2004 et dans les réseaux de distribution d'eau potable. *Environ.* n° ENV/2006/13, Collection n°QUE/173, 50 p.

Glin L. **J**., **Kuiseau J**., **Thiam A**., **Vodouhè D**.**S**., **Dinham B**., **Ferrignos S**. 2006. Living with Poison: Problèms of Endosulfan in West Africa Cotton Growing Systems. Pesticides Action Network UK, London, England,48 p.

Gnago J. **A**., **Danho M**., **Atcham Agneroh T**., **Fofana I**. **K**., **Kohou A**. **G**. 2010. Efficacité des extraits de neem (*Azadirachta indica*) et de papayer (*Carica papaya*) dans la lutte contre les insectes ravageurs du gombo (*Abelmoschus esculentus*) et de chou (*Brassica oleracea*) en Côte – d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci*., 4 (4): 953-966.

Goldstein D. **A**., **Acquavella J**. **N**., **Mannion R**. **M**., **Farmer D**. **R**. 2002. An analysis of glyphosate data from the California Environmental Protection Agency pesticide illess survaillances programm. *J. Toxicol. Clin. Toxicol*., 40: 885-892.

Gomgnimbou A. **P**. **K**., **Savadogo P**. **W**., **Niago A**. **J**., **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.

Grant I. **F**. & **Tingle C**. **C**. **D**. (éditeurs). 2002. Méthodes de suivi écologique pour évaluer les effets des pesticides dans les Tropiques. Natural Resources Institue, Chatham, Royaume-Uni, 266 p.

Graymore M., **Stagnitti F**., **Allison G**. 2001. Impact of atrazine in aquatic ecosystems. *Environ. Inter*., 26: 483-485.

Greger H., **Pacher T**., **Brem B**., **Bacher M**., **Hofer F**. 2001. Flavaglines and other compound from Figian Aglaia species. *Phytochemistry*, 57: 57-64.

Gueye M. **T**., **Seck D**., **Wathelet J**. **P**., **Lognay G**. 2011. Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique Occidentale : Sythèse biographique. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*., 15 (1): 183-194.

Guilherme S., **Gaivao I**., **Santos M**. **A**., **Pacheco M**. 2010. European eel (*Anguilla anguilla*) genetoxic and pro-okident responses following short-terme exposure to Roundup-a glyphosate-based herbicide-Mutagenesis, 25: 523-530.

Hanson M. **L**., **Sibley P**. **K**., **Mabury S**. **A**., **Solomon K**. **R**., **Muir D**. **C**. **G**. 2002. Trichloroacetic acid (TCA) and Trifluoacetic (TFA) mixture toxicity to the macrophytes *Myriophyllum spicatum* and *Myriophyllum sibiricum* in aquatic microcosms. *Science of Total Environment*, 285: 247-259.

Hardell L., **Erikson M**., **Nordsrom M**. 2002. Exposure to pesticides as risk factor for non- Hodgkin's lymphoma and hairy cell leukaemia: pooled analysis of two Swedisch case-control studies. *Leuk. Lymphoma*, 43: 1043-1049.

Häseli A. & **Weibel F**. 2004. Disease control in organic cherry production with new products and early plastic cover of the tree. In Boos Markus (Ed) Ecofruit -11th international conference on cultivation technique and

problems in organics fruit - growing. 3rd February-5th 2004, Weinsbererg/Germany, 122- 130.

Henry L. & **Kishimba M**. **A**. 2003. Levels of pesticide residues in water, soil and sediments from Southerm Lake Victoria and its basin. Tanzania *Journal of Science*, 29: 77-90.

Honfoga A. **J**. 2007. Etude expérimentale de la production du biopesticide Mavi NPV et de son efficacité au champ sur *Maruca Vitrata Fabricus* (Lepidotera: Pyralidae), Foreuse des fleurs et gousses du niébé. Mémoire pour l'obtention du diplôme d'ingénieur des travaux : EPAC/UAC, Bénin, 73 p.

Houndékon A. **V**., **De Groote H**., **Lomer C**. 2006. Health cost and externalities of pesticide use in the sahel. In: *Outlook on Agriculture*, 35 (1): 25-31.

Houze E. 2003. Mesures et traitement des pollutions et nuisances. Université de Pau et des pays de l'Adour, 78 p.

Howard Q. & Bertran J. 2003. Domestic water quantity Service Level and health. Word Health Organization (WHO/WSH/) 03-02, 39p.

Ibrahim L., **Preuss T**. **G**., **Ratte H**. **T**., **Homman U**. 2013. A list of fish specifies that are potentially exposed to pesticides in edge-of-field water bodies in the European Union - a first step towards identifying vulnerable representatives for risk assessment. *Environmental Science and Pollution Reasearch*, 20: 2679-2687.

INSAE (Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique). 2002. Résultats du Troisième Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH 3), Cotonou, Bénin, 42 p.

INSAE (Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique). 2013. Résultats du Qatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH 4), Cotonou, Bénin, 40 p.

Isenring R. 2010. Les pesticides et la perte de la biodiversité. Rapport du PAN

Europe (Pesticide Action Network), Bruxelles, Belgique, 31 p.

Isman M. B. 2006. Botanical insecticides, deterrents and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Ann. Rev. Entomol*., 51: 45-66.

Kaba N. 1992. Résidus d'organochlorés dans les milieux lagunaire et marin. Communication à la Journée AISA (Association Ivoirienne des Sciences Agronomiques), Abidjan, mai 1992. Abidjan, Côte-d'Ivoire, Centre de recherches océanologiques.

Kabeh J. D. & **Jalingo M. G. D. S. S**. 2007. Mini review exploiting neem (*Azadirachta indica*). Resources for improving the quality of life in Taraba state, Nigeria. *Int. J. Agri-Biol*., 9 (3): 530-532.

Kaczmaryk A. 2011. Contamination de l'environnement par les produits phytosanitaires en Poitou-Charantes (période 2006 - 2010). Poitou-Charantes, 31 p.

Kaske R. 1992. Recensement des résidus de pesticides au Bénin : Exploitation et interprétation des résultats. Rapport de mission, CDD, Bénin, 24 p.

Kausik B., **Ishita C**., **Ranajit K. B**., **Uday B**. 2002. Biological activities and medicinal properties of neem (*Azadirachta indica*). *Current Science*, 82 (11): 1336-1345.

Kayser B. 1990. La reconnaissance rurale : Sociologie des campagnes du monde occidental. Paris, A. Colin Ed., 316 p.

Kelly D. W., **Poulin R**., **Tompkins D. M**., **Towsend C. R**. 2010. Synergistic effects of glyphosate formulations and parasite infection on fish malformations and survival. *Journal of Applied Ecology*, 47: 498-504.

Kjeller L. O., **Jones K. C**., **Johnston A. E**., **Rappe C**. 1991. Increases in the polychlorinated dibenzo-p-dioxin and furan content of soil and vegetation since the 1840s. *Environ. Sci. Tech*., 25: 1619-1627.

Kortenkamp A. & **Faust M**. 2010. Combined exposures to anti- androgenic chemical: steps towards cumulative risk assessment. *International*

Journal of Andrology, 33: 463-474.

Kuijper D. **P**. **J**., **Oosterveld I**., **Wymenga I**. 2009. Decline and potentiel recovery of the European grey partridge (*Perdrix perdrix*). Population-a review. *European Journal of Wildlife Research*, 55: 455-463.

Lafiura K. **L**., **Bielawski D**. **M**., **Posecion N**. **C**. **Jr**., **Osttea E**. **M**. **Jr**., **Matherly L**. **H**., **Taub J**.**W**., **Ge Y**. 2007. Association between prenatal pesticide exposures and the generation of leukemia- associated T (8; 21). *Pediatric Blood and Cancer*, 49: 624-628.

Le Roux X., **Barbault R**., **Baudry J**., **Burel F**., **Doussan I**., **Garnier E**., **Herzog F**., **Lavorel S**., **Lifran R**., **Roger-Estrade J**., **Sarthou J**. **P**., **Trommetter M**. 2008. Agriculture et Biodiversité. Valoriser les synergies. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport. INRA, France, 116 p.

Letondor C. 2014. Etude des mécanismes histologiques et physiologiques du transfert de la chlordécone (insecticide organochloré) dans les végétaux. Thèse de Doctorat, Université de Toulouse, France, 158 p.

Ludvigsen G. **H**. 2006. The Agricultural Environmental Monitoring Program in Nordic Workshop on pesticide monitoring in the environment. UPPsala, 78- 82.

Ludvigsen G. **H**. & **Lode O**. 2001. Results from the agricultural and environmental monitoring program of pesticide in Norway 1995-1999. *Fresenius Environmental Bulletin*, 10: 470-474.

MAEP (Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche). 2008. Plan Stratégique de Relance du Secteur Agricole au Bénin. Orientations Stratégiques et Plan d'Action, Cotonou, Bénin, 70 p.

MAEP (Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche). 2010. Analyse de l'insécurité alimentaire et des inégalités d'accès à l'alimentation au Bénin. Rapport, Cotonou, Bénin, 27 p.

Mancini F., **van Bruggen A**. **H**. **C**., **Jiggins J**. **L**. **S**., **Ambatipudi A**. **C**., **Murphy H**. 2005. Aculte pesticides poisoning among female and male

cotton growers in India. *Int. J. Occup. Eniron. Health*, 11: 221-232.

Mavura W. J. & **Wangila P. T.** 2004. Distribution of pesticide residues in various lake matrices: water, sediment, fish and algae, the case of lake Nakuru, Kenya, Arusha, Tanzania.

Mawussi G. 2008. Bilan environnemental de l'utilisation des pesticides organochlorés dans les cultures de coton, café et cacao au Togo et recherche d'alternatives par l'évaluation du pouvoir insecticide d'extraits des plantes locales contre le scotyle du café (*Hypothernemus hampei Ferrari*). Thèse de Doctorat en Sciences des Agroressources, Institut National Polytechnique de Toulouse/ Université de Toulourse, 332 p.

Mbome L. I. & **Mbi C. M.** 1991. Aldrin and lindane content of marine fishery products from Cameroun Unpublished WACAF-2 project result. Yaoundé, Cameroun, Centre de Nutrition.

MDR/GTZ (Ministère du Développement Rural/Deutsche Gesellshaft Für Tecnische Zusammenarbeit). 2000. Initiative sur la fertilité des sols (IFS, FAO/ Banque Mondiale). In : Etude des filières des instants agricoles au Bénin (engrais minéraux, produits phytosanitaires, semences, matériels et équipements agricoles, fertilisants organiques), Tome 3, Annexe 11.

Mehinto J. T., **Atachi P.**, **Elégbédé M.**, **Domo-Kpindou O. K.**, **Tamo M.** 2014. Efficacité comparée des insecticides de natures différentes dans la gestion des insectes ravageurs du niébé au Centre du Bénin. *Journal of Applied Biosciences*, 84: 7674-7681.

Melquiot P. & **Bertolini G**. 2010. Dictionnaire de d'environnement. 1001 mots et abréviations de l'environnement et du développement durable, RECYCONSULT, 192 p.

MEPN (Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature). 2006. L'élaboration du plan de mise en œuvre de la Convention de Rotterdam relative aux produits chimiques dangereux faisant l'objet de commerce international. Rapport de l'atelier de formation, Cotonou, Bénin, 27 p.

Mehri M., **Raynal H.**, **Cahuzac E.**, **Vinson F.**, **Cravedi J. P.**, **Gamet-**

Payrastre L. 2007. Occupational exposure to pesticides and risk of hematopoietic cancer: meta- analysis of control studies. *Cancer Causes and Control*, 18:1209-1226

Métais B., **Fouche E**., **Canlet C**., **Lespine A**., **Galinier A**., **Sutra J**. **F**., **Gamet-Payrastre L**. 2013. Exposition alimentaire aux pesticides seuls ou en mélange : caractérisation métabolique et impact sur la barrière intestinale. *Innovation Agronomique*, 28: 49-57.

Mhlanga A. **T**. & **Madziva T**. **J**. 1990. Pesticides residues in Lake Mcllwaine. *J. Human Environ*., 19 (8): 368-372.

Mitema E. **S**. & **Gitau F**. **K**. 1990. Organochlorine residues in lake Victoria, Kenya. *Afri. J. Ecol*., 28: 234-239.

Montain S. **J**., **Latzka W**. **A**., **Swka M**. **N**. 1995. Control of thermoregulatory sweating in altered by hydration level and exercise intensity. *Journal of Applied Physiology*, 79: 1434-1439.

Mörtle M., **Németh G**., **Juracsek J**., **Dorvas B**., **Kamp L**., **Rubio F**., **Székas A**. 2013. Determination of Glyphosate residues in Hungarian water samples by immunoassay. *Microchemical Journal*, 107: 143-151.

Mwevura H. 2000. Study on the levels of organochlorine pesticide residues from selectedd aquatic bodies of Tanzania. Tanzania, University of Dar es Salaam.

Nafees M. & **Jan M**. 2009. Les résidus de cyperméthrine et de l'endosulfan dans les sols de la vallée de Swat. *Sol et Environnement*, 28 (2): 113-118.

Nakatani M., **Abdelgaleil S**. **A**. **M**., **Sadd M**. **M**. **G**., **Huang R**. **C**., **Doe N**., **Iwagawa T**. 2004. Phragmalin limonoids from Chukrasia tobularis. *Phytochemistry*, 65: 2833-28441.

Naser B., **Fathipour Y**., **Talebi A**. **A**. 2009. Population density and spatial distribution pattern of *Empoasea decipiens* (Hemiptera: Cicadellidae) on

different beans species. *J. Agric. Technol*., 11: 239-248.

Nébié R. **C**., **Yaméogo T**. **R**., **Sié S**. 2002. Résidus de pesticides dans quelques produits alimentaires de grande consommation au Burkina Faso. *Bull*. *Inf. SOACHIM*, 4: 68-78.

Ngan C. **K**., **Cheat U**. **B**., **Wan Abdullah W**. **Y**., **Lim K**. **P**., **Ismail B**. **S**. 2005. Sort de Chlorothaloniel, Chlorpyrifos et Profénofos dans une ferme de légumes à Highlands de Cameroun, la Malaisie. *Focus*, 5 (1-2): 125-136.

Nirascou F. 2006. Les pesticides dans les eaux. Données 2003 et 2004. Les Dossiers IFEN (Institut français de l'environnement), 5, 38 p.

Nwankwoala A. **U**. & **Osibanjo O**. 1992. Baseline levels of selected organochlorine pesticides in surface waters in Ibadan (Nigeria) by electron capture gas chromatography. *Sci*. *Total Environ*., 119: 179-90.

OBEPAB (Organisation Béninoise pour la Promotion de l'Agriculture Biologique). 2002. Le coton au Bénin. Rapport de consultation sur le coton conventionnel et le coton biologique au Bénin, PAN UK's, 36 p.

OBEPAB (Organisation Béninoise pour la Promotion de l'Agriculture Biologique). 2006. Identification des problèmes sanitaires et environnementaux liés aux POPs au Bénin, 42 p.

OCDE (Organisation pour la Coopération et le Développement Economique). 1995. Le Plan d'Environnement pour le Développement Durable (PEDD). Version définitive adoptée, Paris, France, 225 p.

Omar I. E. M. 2010. Quantification des résidus de pesticide sur la tomate et le poivron et l'étude de la dégradation de difenoconazole sous l'effet de photooxydants atmosphériques à l'interface solide/ gaz. Thèse de Doctorat ph. D, Université de Reims, Champagne-Ardenne.

OMS (Organisation Mondiale de la Santé). 1976. Réservoir des maladies et

résistance des vecteurs aux pesticides. Rapport, Genève, Suisse, 72 p.

OMS (Organisation Mondiale de la Santé). 1997. Guide pour le calcul prévisionnel des quantités de résidus de pesticides apportées par l'alimentation (révision), Genève, Suisse, 44 p.

OMS (Organisation Mondiale de la Santé). 2004. Directives de qualité pour l'eau de boisson, 3e Edition, volume **1**, Recommandations, Genève, Suisse, 110 p.

Oparaeke A. **M**. 2006. Bioefficacity of plant extract mixtures for the protection of Cowpea flowers against *Megalurothrips sjostedti*, Trybom (*Thripidae*). *J. Plant. Sci*., 1 (1): 1-7.

Orton F., **Rosivatz E**., **Scholze M**., **Kortenkamp A**. 2012. Competitive androgen receptor antagonism as a factor determining the predictability of cumulative antiandrogenic effects of widely used pesticides. *Environmental Health Perspectives*, 120: 1578-1584.

Osbrun S. 2000. Do pesticides cause lymphomas? Research Report. Lymphoma Foundation of America, 234 p.

Oyedele J. **A**. **O**., **Ogunfowokan A**. **O**., **Torto N**., **Akanni M**. **S**. 2011. Determination of organochlorine pesticides in the agricultural soil of Oke-Osun form settlement, osogbo, Nigerian. *Environ Monit*. *Assess*., 177: 51-61.

PAN (Pesticide Action Network). 2013. La semaine pour les alternatives aux pesticides du 20 au 30 Mars, 8e Edition, Dakar 1ère partie, 4 p.

Parsons T. 2005. Mapping Security. The Corporate security sourcebook for today's global economy. Addison Wesley, 405 p.

Paterson S., **Mackay D**., **Tam D**., **Shiu W**. **Y**. 1990. Uptake of organic Chemicals by plants, a reviw of process correlations and model. *Chemosphere*, 21: 297-331.

Patty L. 1997. Limitation du transfert par ruissellement vers les eaux superficielles de deux herbicides (isoproturon et diflufénicanil) : Méthodologie analytique et étude de l'efficacité de bandes enherbées.

Thèse universitaire, Grenoble-I-CEMAGREF, groupement de Lyon, 217 p.

Pazou E. 2005. Les résidus de pesticides chimiques de synthèse dans les eaux, les sédiments et les espèces aquatiques du bassin versant du fleuve Ouémé et du lac Nokoué. Thèse de Doctorat, FLASH/UAC, 217 p.

Pazou E., **Glin L**. **C**., **Vodouhè D**. **S**., **Fanou J**., **Babadankpodji A**. **P**., **Dassou S**., **Vodouhè S**., **Van Hattum B**., **Swart K**., **van Gestel C**. **A**. **M**. 2014. Pesticide contamination of the Dridji cotton plantation area in the Republic of Benin. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 14 (3): 8885-8902

PDUNE-BENIN (Protection Ecologiquement Durable du Niébé). 2000. Rapport d'activité, campagne 1999-2000, 18 p.

Pereira L., **Fernandes M**. **N**., & **Martinez C**. **B**. 2013. Hematological and biochemical alteration in the fish *Prochilodus lineatus* caused by the herbicide Clomazone. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 36: 1-8.

Pichéral H. 2001. Dictionnaire raisonné de géographie de la santé. GEOS, Université Montpellier III, 308 p.

Plan de développement de la commune de Djidja. 2004. Vision stratégique et programme pluriannuel d'investissements (2004-2008). Rapport principal, Djidja, Bénin, 198 p.

PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement). 2003. Débarrasser le monde des POP : visite guidée de la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants, 18 p.

Porta M. & **Zumeta E**. 2002. Implementting the Stockholm Treaty on Persiste Organic Polluants. *Occupationnal and environmental medecine*, 59: 651-652.

Porter W. **P**., **James W**. **J**. & **Carlson I**. **H**. 1999. Endocrine, immune and nitrate mixtres and groundwater concentrations. *Toxicology and industriel health*, vol. 15: 133-150.

Rahman S. 2003. Environmental impacts of modern agricultural technology diffusion in Bengladesh: an analysis of farmer's perceptions and their deterninants. *Journal of Environmental Management*, 68: 183-191.

Ramade F. 2005. Elément d'écologie. Ecologie appliquée, 6ème édition. Paris, France : Dunod, 864 p.

REG (Règlement 05). 2002. Acétamipride, insecticides Assail Brand 70 WP, insecticide Chipco Brand Tristar 70 WSP, insecticide Pristine Brand RTU. Ottawa, Canada, 140 p.

Règle M. 2001. La contamination des eaux souterraines destinées à la consommation humaine par les pesticides dans le département de la Seine-Maritime. Amiens, 66 p.

Règlement (CE) N°396/2005 du Parlement européen et du Conseil du 23 Février 2005 contenant les limites maximales applicables aux résidus de pesticides dans ou sur les denrées alimentaires et les aliments pour animaux d'origine végétale et animale et modifiant la Directive 91/414/CEE du Conseil. Paru dans le Journal officiel de l'Union Européenne du 16/3/2005, 16 p.

Regnault-Roger C. 2007. Biopesticides : une alternative aux pesticides conventionnels? *Mer, Littoral, Lacs, et Cours d'eau*, 73: 60-64.

Reichenberger S. **M**., **Bach A**., **Skitschak A**., **Frede H**. G. 2007. Mitigation strategies to reduce pesticide inputs into ground and surface water and their effectiveness. *Sci. Total Environ*., 38 (4): 1-35.

Richard S., **Moslemi S**., **Sipahutar H**., **Benachour N**., **Seralini G**. **E**. 2005. Differantial effects of glyphosate and Roundup on human placental celle and aromatase. *Environmental Health Perspective*, 113: 716-720.

Roch H. & **Tidou A**. 2009. First Ecotoxicological Assessment Assay in a Hydroelectric Reservoir: The Lake Taabo (Côte-d'Ivoire). *Bulletin of*

Environmental Contamination and Toxicology, 82: 322-326.

Saïzonou S. 1999. Campagne de détermination de résidus laissés par les produits phytopharmaceutiques dans les végétaux et produits végétaux. Rapport de mission, Cotonou, Bénin, 30 p.

Samuel O. & **ST**. **Laurent L**. 2001. Guide de prévention pour les utilisateurs de pesticides en agriculture maraîchère. Rapport de l'Institut International de la Santé Publique du Québec, 79 p.

Sarah H. **A**. & **Ali E**. **A**. 2008. Impact of insecticide spray regimes on insect abundance in Cowpea (*Vigna unguiculata*) in North Eastern Nigeria. *Int. J. Biol*., 10: 255-260.

Savadogo W. **P**., **Traoré O**., **Topan M**., **Tapsoba K**. **H**., **Sedogo P**. **M**., **Bonzi-Coulibaly L**. **Y**. 2006. Variation de la teneur de résidus de pesticides dans les sols de la zone cotonnière du Burkina Faso. *J. Afr. Sci. Environ*., 1: 29-39.

Schenk P., **Imdorf A**., **Fluri P**. 2001. Effets de l'huile de neem sur l'acarien varroa et les abeilles. *Revue suisse d'apiculture*, 98 (3): 114-1919.

Scholz N. **L**., **Fleishman E**., **Brown L**., **Werner I**., **Johnson M**. **L**., **Brooks M. L**., **Michaelmore C**. **L**., **Schlenk D**. **A**. 2012. Perspective on modern pesticides, pelagic fish declines, and unknown ecological resilience in highly managed ecosystem. *Bio Science*, 62: 428-434.

Schrack D., **Coquil X**., **Ortar A**., **Benoît M**. 2009. Rémanence des pesticides dans les eaux issues de parcelles agricoles récemment converties à l'Agriculture Biologique. *Innovations Agronomiques*, 4: 259-258.

Schwartz D. 1993. Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. Paris, Ed. Flammarion, 314 p.

SDS (Schéma de Développement Sectoriel). 2004. Document de synthèse, Diagnostic, Vision et Planification de projets sur 2004 – 2008 du secteur de l'agriculture, de l'élevage et de l'exploitation des ressources naturelles

dans la commune de Djidja. PADeCOM/Zou, 159 p.

Seck M. 1997. Effet de l'extrait aqueux des feuilles de neem (*Azadirachta indica A. Juss*) sur la population des thrips et le rendement du niébé (*Vigna unguiculata*). Rapport de stage, projet PEDUNE, Sénégal, 40 p.

Shuskhova T., **Ermakova I**., **Leontiesvsky A**. 2009. Glyphosate bioavailability in the soil. *Biodegradation*, 21: 403-410.

Siebert J. **D**., **Leonard R**. **B**., **Stewart M**. **A**. 2006. Cotton (*Gossypium hirsutum L*.) yield and fiber quality response to premature insect - simulated and harvest-aid defoliation. *Journal of Cotton Science*, 10: 9-19.

Silva M. **A**., **Alvarenga C**. **D**., **Bezerra-Silva G**. **C**. **D**., **Mastrangelo T**., **Lopes-Mielezaski G**. **N**., **Giustolin T**. 2011. Toxic effects of neem seed cake on the larval-pupal (*perpupal*) stage of Mediterranean fruit fly (*Diptera: Tephritidae*). *Fruits*, 66 (5): 363-369.

Simonsen L., **Fomsgard I.S**., **Svensmark B**., **Splid N**. **H**. 2008. Fate and availibility of glyphosate and AMPA in agricultural soil. *Journal of Environmental Science and Health*, Part B, 43: 363-375.

Skark C., **Zullei-Siebert N**., **Schotter U**., **Schlett C**. 1998. The occurrence of glyphosate in surface water. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 70: 93-104.

Soclo H. **H**., **Azontondé A**. **H**., **Dovonon L**. **F**., **Djibril R**., **Sagbo A**. **U**. 2003. Etude de l'impact de l'utilisation des engrais chimiques et des pesticides par les populations riveraines sur les écosystèmes (eau de surface, substrats des réserves de faune) dans les complexes des aires protégées de la Pendjari et du W du Bénin. Rapport final, MAEP, CENAGREF, Cotonou, Bénin, 135 p.

Soclo H. **H**. & **Kaba N**. 1992. Rapport de stage sur l'analyse des pesticides organochlorés par chromatographie en phase gazeuse, janvier 1992. AIEA, Monaco-Mimeo, Abidjan, Côte-d'Ivoire, Centre de recherches

océanologiques, 7 p.

Sougnabé S. **P**., **Yandia A**., **Acheleke J**., **Brevault T**., **Vaissayre M**., **Ngartoubam L**. **T**. 2010. Pratiques phytosanitaires paysannes dans les savanes d'Afrique centrale. Savanes africaines en développement : innover pour durer, Ghana, Cameroun, Cirad, 13 p.

Ssebugere P., **Wasswa J**., **Mbabazi J**., **Nyanzi S**. **A**., **Kiremire B**.**T**., **Marco J**. **A**. **M**. 2010. Organochlorine pesticides in soils from South-western Uganda. *Chemospere*, 78: 1250-1255.

Suleiman M. **N**. & **Emua S**. **A**. 2009. Efficacity of four plants extracts in the control of root disease of Cowpea (*Vigna unguiculata*). *Afr*. *J*. *Biotechnol*., 8 (16): 3006-3008.

Sunday M. 1990. Determination of chlorinated pesticide residues and metals in sediments from rivers and streams in Ibadan, Oyo State, Nigeria Msc. Thesis. Departement of chemisty, University of Ibadan, Nigeria.

Tanzubil B. **P**., **Zakariah M**., **Alem A**. 2008. Integrating host plant resistance and chemical control in the management of Cowpea pest. Australian *Journal of Crop Science*, 2 (3): 115-120.

Teme B., **Henk B**., **Keffing S**. 1995. Intensification agricole au Sahel : Mythe ou Réalité? Rapport de synthèse sur les travaux de colloque international, Bamako, Mali, 37 p.

Thiam A. & **Sagna M**. **B**. 2009. Monitoring des pesticides au niveau des communautés à la base. Rapport Régional Afrique, PAN Africa, Dakar, Sénégal, 57 p.

Tilman D. 2001. Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science*, 292: 281-284.

Tierney K. **B**., **Baldwin D**. **H**., **Hara T**. **J**., **Ross P**. **S**., **Scholz N**. **L**., **Kennedy C**. **J**. 2010. Olfactory Toxicity in fishes. *Aquatc*. *Toxicology*, 96: 2-26.

TO BI T. J. L. 2006. Contribution à l'étude de l'efficacité des extraits végétaux en cultures maraîchères : cas d'*Azadirachta indica Juss* et de *Carica papaya L*. Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur des Techniques Agricoles, Ecole Supérieure d'Agronomie de Yamoussokro, Côte-d'Ivoire, 66 p.

Toko I. 2008. Etude de la variété spatiale de la biomasse herbacée, de la pédologie et de la structure de la végétation le long des toposéquences du bassin supérieur du fleuve Ouémé au Bénin. Thèse de Doctorat Unique de l'Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 241 p.

Tor A., **Aydin M**. **E**., **Ozcan S**. 2006. Determination of selected of polychlorinated biphenyls in soil by miniaturised utrasonic solvent extraction and gaz chromatography-mass selective detectiion. *Analytica Chemical Acta*, 577 (2): 232-237.

Traoré S. **K**., **Mamadou K**., **Dembélé A**., **Lafrance P**., **Houénou P**. 2006. Contamination de l'eau souterraine par des pesticides en régions agricoles en Côte-d'Ivoire (centre-Sud et Sud-ouest). *Journal Africain des Sciences de l'Environnement,* 1 (1) : 1-9.

Traoré S. **K**., **Dembélé A**., **Mamadou K**., **Mambo V**., **Lafrance P**., **Berko Y**. **A**., **Houénou P**. 2008. Contrôle des pesticides organochlorés dans le lait et produits laitiers : Bioaccumulation et risques d'exposition. *Afrique Sciences*, 4 (1): 87-98.

Tuner R. **K**. 1988. Pluralism in environmental economics: a survey of the sustainable economy development debate. *Journal of Agricultural Economics*, 39: 352-359.

UNESCO (Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture). 2009. Proposition d'un nouveau thème dans le contexte du Programme MAB : les agroécosystèmes, Paris, France, 7 p.

US EPA (Environmental Protection Agency). 1996. Method 351 OC, Separatory Funnel Liquid-Liquid Extraction (Revision 3-December, 1996) SW 846 CH4. 2-1.

Van den Brink P. **J**., **Hattink J**., **Bransen F**., **Van Donk E**., **Brock T**. **C**. **M**. 2000. Impact of the fungicide carbendazin in freshwater microcosms II. Zooplankton, primary producers and final conclusion. *Aquat. Toxicol*., 48: 251-264.

Van Der Werf H. 1996. Evaluer l'impact des pesticides sur l'environnement. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 60: 81-96.

Van Maele-Fabry G., **Lantin A**. **C**., **Hoet P**., **Lison D**. 2011. Residential exposure to pesticides and childhood leukaemia: a systematic review and meta-analysis. *Environment International*, 37: 280-291.

Veillerette F. 2002. Pesticides. Le piège se referme. Mens, France : Terre Vivante, 160 p.

Vera M. **S**., **Di Fiori E**., **Lagomasino L**., **Sinstro R**., **Escaray R**., **Lummato M**. **M**., **Juarez A**., **Rios de Molina Mdel C**., **Tell G**., **Pizarro H**. 2012. Direct and indirect effects of the glyphosate formulation Glifosato Atanor on frehwater microbial communities. *Ecotoxicology*, 21 (7): 1805-1816.

Vielajus J. **L**. 2011. Nourrir un monde aux ressources limitées. Alternatives économiques, septembre 2011, n°305 BIS, 16 p.

Villeneuve A., **Larroudé S**., **Humbert J**. **F**. 2011. Herbicide Contamination of Freshwater Ecosystem: Impact on Microbial Communities. In Pesticides: Formulations, Effects, Fate, Stoytcheva M. (Ed.). HAL, In Tech Open: France, 285-312. HAL Id: bioenxo-00567203.

Vinson F., **Merhi M**., **Baldi I**., **Raynal H**., **Gamet-Payrastre L**. 2011. Exposure to pesticides and risk of childhood cancer: a meta-analysis of recent epidemiological studies. *Occupational and Evironmental Medicine*, 68: 694-702.

Walker C. **H**. 2003. Neurotoxic pesticide and behavioural effects upon bird. *Ecotoxicolgy*, 12: 307-316.

Weathersbee A. **A**., **Tang Y**. **Q**. 2002. Effect of neem seed extract on feeding, growth, survival and reproduction of *Diaprepes abbreviates* (Coleoptera:

Curculionidae). *Journal of Economic Netomology*, 95 (4): 661-667.

Wendt-Rasch L., **Van den Brink P. J.**, **Crum S. J. H.**, **Woin P**. 2004. The effects of a pesticide mixture on aquatic ecosystems differing in trophic status: responses of the macrophyte (*Myriophyllum spicatum*) and the periphytic algal community. *Ecotox. Environ. Safe*, 57: 383-398.

Williams G. M., **Kroes R.**, **Munro I. C**. 2000. Safety evaluation and risk assessment of the herbicide Roundup and its active ingredient, glyphosate, for humans. *Regulary Toxicology and Pharmacology*, 31: 117-165.

Wohlfahrt J. 2008. Développement d'un indicateur d'exposition des eaux de surface aux pertes de pesticides à l'échelle du bassin versant. Thèse de Doctorat, Sciences Agronomiques, INPL, France, 192 p.

Wood B. J. 2002. Pest control in Malaysia's perennial crops: A half century perspective tracking the pathway to integrated pest management. *Integrated pest Management Reviews*, 7: 173-190.

WSSA (Weed Science Society of America). 1994. Herbicide handbook. 7th edition, Champaign, 352 p.

WWF (Word Wide Fund for nature). 2012. Biodiversité: victime silencieuse des pesticides. Rapport, Paris, France, 81 p.

Yamaguchi N., **Gazzard D.**, **Scholey G.**, **Macdonald D. W**. 2003. Concentrations and hazard assessment of PCBs, organochlorine pesticides and mercury in fish species from the upper Thames: River pollution and its potential effects on top predator. *Chemosphere*, 50: 265-273.

Yao N. D. 2010. Etude de l'efficacité des extraits de feuilles et graines de neem (*Azadirachta indica Juss*) sur les insects du gombo (*Abelmoschus esculenta L.*): Altises, Chenilles et Punaises. Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome, EFCPC de l'INP-HB, Yamoussokro, Côte-d'Ivoire, 60 p.

Yousaf A. & **Sawar G**. 2008. Genotypic X environmental interaction of Cowpea genotypes. *Int. J. Environ. Res*., 2 (2): 125-132.

Zobiole L. **H**. **S**., **Kremer R**. **J**., **Oliveira R**. **S**., **Constantin J**. 2011. Glyphosate Affects, chlorophyll, nodulation and nutriment accumulation of "second generation" Glyphosate resistant soybean (*Glycine max L*.). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 99: 53-60.

REFERENCES WEBOGRAPHIQUES

Actu-environnement. 2010. Dictionnaire environnement. www. Actu-environnement. Com (consulté le 10 mars 2011).

FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture). 1996. Programme spécial pour la sécurité alimentaire. Dossier, septembre. http:// www.fao.org (consulté le 20 novembre 2012).

FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture). 2005. Manuel de référence-évaluation de la contamination des sols. Département de l'Agriculture. http://www.fao.org/docrep/005/ X2570F08. htm≠an x 2 (consulté le 14 août 2013).

Footprint PPDB. 2010. Base de données sur les propriétés physico-chimiques, écotoxicologiques et toxicologiques des pesticides. htt:// www.eu.footprint.org/fr/ppdb.html (consulté le 8 février 2014)

Rana S. 2010. Global agrochemical market back in growth mode in 2010. Agrow www.agrow.com (consulté le 5 avril 2012).

UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature). 2012. A propos de la biodiversité. http://www.iucn.org/fr/faisons/biodiversite/ a-propos-de-la-biodiversite/ (consulté le 29 juillet 2014).

Agrochemical. 2013. Profenofos. www.Xb-agrochemical.Fr/2-4. Profenofos-fr /130446 (consulté le 11 janvier 2014).

Envirochem. 2012. Cyperméthrine Technique 40/60 et cyperméthrine

Technique50/50.www.Envirochem.europe.com./produits/cypermthrine.html (consulté le 04 mars 2013).

Mtaterre. 2013. Les sols : pourquoi et comment les protéger ? www.mtaterre.fr/dossier-mois/chap/868/Les-sols-menaces-par-les-activités-humaines (consulté le 28 avril 2015).

ANNEXES

"UTILISATION DES PESTICIDES EN MILIEU RURAL AU BENIN : ETAT DE LA SITUATION ENVIRONEMENTALE DANS LA COMMUNE DE DJIDJA".

Annexe 1 : QUESTIONNAIRE A L'ADRESSE DES PRODUCTEURS.

Date…….. Village…….. N° Fiche…… Arrondissement…….

1- IDENTIFICATION DE L'ENQUETE.

1-1- Age…… 1-2- Sexe…… 1-3- Profession…….

1-4- Niveau d'instruction : Aucun ☐ Primaire ☐ Secondaire ☐

1-5- Langue d'alphabétisation : Français ☐ Langue locale ☐

2- EXPERIENCE DES PRODUCTEURS DANS L'UTILISATION ET LA GESTION DES PESTICIDES.

2-1- Nouveau (x) utilisateur (s) 1 – 10 ans ☐

2-2- Ancien (s) utilisateur (s) 10 – 20 ans ☐ 20 – 30 ans ☐ 30 – 40 ans ☐

3- POSITION DES PRODUCTEURS PAR RAPPORT A L'UTILISATION DES PESTICIDES.

3-1- Utilisez-vous les pesticides chimiques ?

Oui ☐ Non ☐

3-2- Si oui, pourquoi ? ……..

……

……

3-3- Sinon, pourquoi ? .....

……

……

4- TYPOLOGIE DES PRODUCTEURS.

4-1- Groupe 1 : 1 ha ☐ 2 ha ☐ 3 ha ☐ 4 ha ☐ 5 ha ☐ 6 ha ☐

4-2- Groupe 2 : 7 ha ☐ 8 ha ☐ 9 ha ☐ 10 ha ☐ 11 ha ☐ ≥12 ha ☐

5- CONNAISSANCE DES PESTICIDES.

5-1- Quels sont les pesticides que vous utilisez ? (Citer les noms et préciser l'aspect physique : solide, liquide ou gaz)……...

……

……

……

5-2- Quelles sont les sources d'approvisionnement de ces pesticides ?

SONAPRA ☐ Producteur à producteur ☐ Marchés locaux ☐
Marchés extérieurs ☐

6- PRATIQUES D'UTILISATION DES PESTICIDES.

6-1- Quelle dose de pesticides appliquez-vous par hectare ? (Préciser le type de pesticides et la culture traitée)……

……
……
……

6-2- Quel nombre d'épandages faites-vous en une campagne :

Sur le cotonnier ? (Préciser le nombre de jours après semis pour le premier traitement et le délai entre deux traitements)……..

……
……
……

Sur le niébé ? (préciser le nombre de jours après semis pour le premier traitement et le délai entre deux traitements) …….

……
……
……

6-3- Quels mélanges de pesticides effectuez-vous ?

Pesticides + eau ☐ Pesticides + décoction + eau ☐ Deux différents pesticides + eau ☐ Autre ☐ (Précisez)……..……

6-4- Quels appareils utilisez-vous pour le traitement ?

Pulvérisateurs ☐ Arrosoir ☐ Rameaux ☐

7- **GESTION DES PESTICIDES**.

7-1- Où stockez-vous les pesticides ?

Maison d'habitation ☐ Magasins à tout coulant ☐ Brousse ☐ Apatam ☐

7-2- En cas de reste de produit, qu'en faites-vous ? ……

……
……
……

7-3- Que faites-vous des emballages vides ? ……

……
……
……

7-4- Où vous nettoyez-vous après les séances de pulvérisation ainsi que les équipements de traitement ?

Champs ☐ Point d'eau ☐ Maisons ☐

8- PERCEPTION DES RISQUES ENVIRONNEMENTAUX.

8-1- Avez-vous remarqué la mort ou la disparition de certains insectes ou animaux depuis que vous utilisez les pesticides ?

Oui ☐ Non ☐

Si oui, lesquels ?.....

8-2- Selon vous, ces produits sont-ils dangereux pour l'environnement ?

Oui ☐ Non ☐

Si oui, pourquoi ?.....

……
……

Sinon, pourquoi ?.....

……
……

9- CONDITIONS D'UTILISATION DES PESTICIDES ET EFFETS SANITAIRES.

9-1- Portez-vous des équipements de protection lors des applications de pesticides ?

Oui ☐ Non ☐

Si oui, lesquels ? Gants ☐ Bottes ☐ Combinaisons ☐ Lunette ☐
Masques cartouches ☐ Masques poussières ☐ Autres ☐

……

Sinon, pourquoi ?.....

……
……

9-2- Etes-vous satisfaits de ces matériels ?

Oui ☐ Non ☐

Si oui, pourquoi ?.....

……
……

Sinon, pourquoi ?.....

……
……

9-3- Que ressentez-vous pendant et après l'utilisation des pesticides ?.....

……
……
……

9-4- Quelle a été votre réaction face aux effets ressentis ?.....

……
……
……

9-5- Avez-vous eu un accident lors de l'utilisation des pesticides?

Oui ☐ Non ☐

Si oui, donner la nature de l'accident : Application ☐ Suicide ☐ Injection accidentelle ☐

10- CONNAISSANCE DES ALTERNATIVES AUX PESTICIDES DE SYNTHESE ET LEUR UTILISATION.

10-1- Connaissez-vous des alternatives aux pesticides de synthèse ?

Oui ☐ Non ☐

Si oui, lesquelles ?.....

……
……

10-2- Les alternatives aux pesticides de synthèse sont-elles disponibles ?

Oui ☐ Non ☐

Si oui, pourquoi ?.....

……
……

Sinon, pourquoi ?.....

……
……

10-3- Utilisez-vous les alternatives aux pesticides de synthèse ?

Souvent ☐ Rarement ☐ Jamais ☐

10-4- Donner les raisons de l'abandon des alternatives aux pesticides de synthèse : ……

……
……
……

11- SUGGESTIONS.

Quelles sont vos suggestions en rapport avec l'utilisation des pesticides en général ?

.....

……
……

"UTILISATION DES PESTICIDES EN MILIEU RURAL AU BENIN : ETAT DE LA SITUATION ENVIRONEMENTALE DANS LA COMMUNE DE DJIDJA".

Annexe 2 : FICHE DESTINEE AUX DISTRIBUTEURS DE PESTICIDES.

Date …… Village …….. N° Fiche ……..… Arrondissement …….....

1- IDENTIFICATION DE L'ENQUETE.

1-1- Fonction……

1-2- Nom de la structure……

1-3- Distributeur agréé ☐ Distributeur non agréé ☐

2- IDENTIFICATION DES PRODUITS.

Quelles formulations de pesticides vendez-vous ?.....

……
……

3- GESTION DES PESTICIDES.

3-1- Avez-vous un magasin de stockage des pesticides ?

Oui ☐ Non ☐

Si oui, le local de stockage est-il approprié ?

Oui ☐ Non ☐

3-2- Vendez- vous d'autres produits ?

Oui ☐ Non ☐

Si oui, lesquels ?.....

……
……

3-3- Etes-vous au courant d'autres sources d'approvisionnement des producteurs en pesticides ?

Oui ☐ Non ☐

Si oui, lesquelles ?.....

……
……

3-4- Y a-t-il des restes de pesticides retournés par les producteurs à votre niveau ?

Oui ☐ Non ☐

Si oui, lesquelles ?.....

……
……

3-5- Que faites vous des emballages vides pesticides ? ……...

……
……

4- MESURES DE PREVENTION ET DE PROTECTION.

4-1- Connaissez-vous des risques liés à l'utilisation des pesticides ?

Oui ☐ Non ☐

Si oui, lesquels ?.....

……
……

4-2- Donnez-vous à vos clients des informations sur :

- Les risques liés à l'utilisation des pesticides ?

  Oui ☐ Non ☐
- Les techniques d'utilisation des pesticides ?

  Oui ☐ Non ☐

4-3- Selon vous ces produits sont-ils dangereux pour la santé ?

Oui ☐ Non ☐

Si oui, pourquoi ?.....
……
……
Sinon, pourquoi ?.....
……
……

4-4- Selon vous ces produits sont-ils dangereux pour l'environnement ?

Oui ☐ Non ☐

Si oui, pourquoi ?.....

……
……

Sinon, pourquoi ?.....

……
……

4-5- Connaissez-vous les réglementations en vigueur au Bénin en matière de l'utilisation des pesticides ?

Oui ☐ Non ☐

Si oui, lesquelles ?.....

……
……

5- SUGGESTIONS.

Quelles sont vos suggestions en rapport avec l'utilisation des pesticides en général ?

.....

……
……

"UTILISATION DES PESTICIDES EN MILIEU RURAL AU BENIN : ETAT DE LA SITUATION ENVIRONEMENTALE DANS LA COMMUNE DE DJIDJA".

Annexe 3 : QUESTIONNAIRE A L'ADRESSE DES AGENTS DE SANTE.

Date …….. N° Fiche ……

1- IDENTIFICATION DE L'AGENT.

1-1- Sexe ……

1-2- Profession ……..

2- CONNAISSANCE DES PESTICIDES ET GESTION DES INTOXICATIONS.

2-1- Connaissez-vous les pesticides couramment utilisés par les producteurs dans votre zone d'intervention ?

Oui ☐ Non ☐

Si oui, citez quelques uns ?.....
……
……

2-2- Avez-vous reçu une formation relative à la prise en charge des cas d'intoxication aux pesticides ?

Oui ☐ Non ☐

Si oui, où ? Ecole de formation ☐ Séminaire ☐ Atelier ☐

Autre …….....

2-3- Quel a été le nombre de cas d'intoxication admis dans votre formation sanitaire ?.....
..

2-4- Avez-vous connaissance d'autres cas d'intoxication aux pesticides non référés à la formation sanitaire ?

Oui ☐ Non ☐

Si oui, commentaire sur ces cas .....

……
……

3- SUGGESTIONS.

Quelles sont vos suggestions en rapport avec l'utilisation des pesticides en général ?

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

VULNERABILITE ALIMENTAIRE.

Annexe 4 : QUESTIONNAIRE DESTINE AUX MENAGES.

Date……... Village…….. N° Fiche…….. Arrondissement…….…….

1- IDENTIFICATION DE L'ENQUETE.

1-1 Age…… 1 -2- Sexe……..… 1-3- Profession…….……

2- COMPOSITION DU REPAS DES DERNIERES 24 H.

Hier matin	Hier midi	Hier soir	Ce matin	Ce midi	Ce soir
Plat de base	Plat de base	Plat de base	Plat de base	Plat de base	Plat de base
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
Ingrédients	Ingrédients	Ingrédients	Ingrédients	Ingrédients	Ingrédients
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
Boisson	Boisson	Boisson	Boisson	Boisson	Boisson
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3

3- NOMBRE DE REPAS PAR JOUR DANS LE MENAGE DEPUIS LES 7 DERNIERS JOURS : ……..……

4- ORIGINE DES REPAS CONSOMMES : Achat ☐ Grenier ☐

Emprunt ☐ Donnés ☐ (par qui?)……

5- DERNIER REPAS AVEC VIANDE DANS LE MENAGE (Nombre de jours)……..

6- DERNIER REPAS AVEC POISSON DANS LE MENAGE (Nombre de jours)……..

7- Quelles améliorations souhaitez-vous voir prioritairement réalisées ? …….

……

……

Annexe 5 : GRILLE D'OBSERVATION.

Date…..…... Village…..…….. N° Fiche…….. Arrondissement……...…….

Début d'observation……..… Fin d'observation……..……

EMISSION DES PESTICIDES VERS LES COMPARTIMENTS DE L'ENVIRONNEMENT.	
Y a-t-il émission de pesticides dans l'environnement ?	Origine de l'émission
Sol Oui ☐ Non ☐	- Lutte contre les parasites agricoles ☐ - Lutte contre les parasites non agricoles ☐ - Autres ☐
Eau Oui ☐ Non ☐	- Lutte contre les parasites agricoles ☐ - Lutte contre les parasites non agricoles ☐ - Autres ☐
Air Oui ☐ Non ☐	- Lutte contre les parasites agricoles ☐ - Lutte contre les parasites non agricoles ☐ - Autres ☐
EXPOSITION DE L'APPLICATEUR AU PESTICIDE.	
L'applicateur est-il exposé au pesticide	Type d'exposition
Oui ☐ Non ☐	- Professionnel ☐ - Au niveau résidentiel ☐ - Accident / Empoisonnement ☐ - Autre ☐

Annexe 6

Station de Bohicon : moyenne mensuelle annuelle des précipitations (1965-2005)

Mois	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
janv	3,6	0	0	6,4	0	1,2	1,5	0	0	10,3
fevr	56	4,3	25,8	50,1	22,4	48,7	53,5	71	0,2	29,6
mar	109,8	34,3	95,4	73,4	135	71,8	89,6	96,6	64	41,1
avr	132,6	118,8	266,9	161,8	100	126,5	133,7	215,3	70,3	128,9
mai	125,5	161,4	107,8	141,9	144,9	138,5	100,6	185,2	106,6	179,9
juin	191,5	263,5	180,3	145	122,3	133,2	129,2	238,5	162,1	198,4
juil	75,8	123,2	35	260,7	89,6	78,4	115,9	111,1	15,3	138,9
aout	119,4	75,5	70,8	213	125,8	235	117,9	81,9	144,7	63,4
sept	101,2	95,2	190,2	212,6	96,3	190,7	214,8	117,7	243,4	197,9
oct	43,2	57,5	44,3	238,5	131,6	170,7	32,8	66,8	154,2	88,8
nov	26,8	48,6	76,2	12,8	10,6	26,6	23,4	0,1	9,3	7,6
dec	0,4	26,5	5	0	0	0	0,2	15,8	1,4	0
Moyenne	82,15	84,0666667	91,475	126,35	81,5416667	101,775	84,425	100	80,9583333	90,4

Mois	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
janv	0	0	0,3	17,5	5,8	0	1,7	4,2	0	2,9
fevr	15,7	95,5	4,8	19,2	8,4	89,8	5,2	69,9	0	0
mar	115,8	107,6	6,4	112,6	16,8	31,4	25,8	103,6	30,6	104,3
avr	220,3	124,8	80,1	177,8	140,6	141,6	59,6	70,2	96,9	55,5
mai	98,5	35,8	66,8	228,8	250,5	147,8	166,8	150,2	234,6	119,7
juin	109,9	101,4	153,6	288,7	244,7	167,8	275,5	100,1	116,2	96,3
juil	195,7	55,4	51,4	126,7	246	212	68,8	63,2	22,6	112
aout	68,1	31	24,9	4,7	249,4	200,1	107,6	25,8	14,3	170,9
sept	68,5	45,3	110,2	141,9	126,1	70,5	74,3	21,3	76,9	179,6
oct	113,4	169,1	50,3	90	126,3	204,6	204,5	155,3	27,3	116,7
nov	53,1	14,3	2,8	59,1	33,6	42,4	2,7	2,2	24,1	19,9
dec	76,4	67,9	0	0	0	0	0	0	35,9	30
Moyenne	94,6166667	70,675	45,9666667	105,583333	120,683333	109	82,7083333	63,8333333	56,6166667	83,9833333

Mois	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
janv	0	0,4	0	5,9	0	0,8	0	0	0	1,6
fevr	0	50	34,9	29	0	7	25,5	0	85,4	15,4
mar	46,5	70,3	110,8	124,9	57,2	22,6	72,5	31,3	76,9	56,7
avr	91,1	139,5	61,6	99,8	76,6	119,3	287	110,5	182,4	158,1
mai	147,1	124	118,8	243,5	151,9	48,6	80,6	173,2	62,9	95,2
juin	99	100,6	140,7	193,3	276,7	85,5	65,5	109,5	92,6	76,5
juil	201,8	236,5	79,5	211,7	204,4	301,2	152,4	84,2	110	110
aout	28,8	89,3	297,1	203,3	176,7	68,5	124,1	3,8	107,4	93,3
sept	172,4	124,5	233,5	144,5	68,9	178,4	152,8	166,8	188,7	127
oct	109	97,8	103,5	104,3	208,4	85,2	97,8	36,7	34,4	206,2
nov	1,5	20,3	0	33,6	4,6	18,9	0	3,7	29,3	57,6
dec	0	0	12	3,2	0	123,2	0	0	20,1	0

Source : ASECNA (1965-2015)

Mois	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
janv	0	0,4	0	5,9	0	0,8	0	0	0	1,6
fevr	0	50	34,9	29	0	7	25,5	0	85,4	15,4
mar	46,5	70,3	110,8	124,9	57,2	22,6	72,5	31,3	76,9	56,7
avr	91,1	139,5	61,6	99,8	76,6	119,3	287	110,5	182,4	158,1
mai	147,1	124	118,8	243,5	151,9	48,6	80,6	173,2	62,9	95,2
juin	99	100,6	140,7	193,3	276,7	85,5	65,5	109,5	92,6	76,5
juil	201,8	236,5	79,5	211,7	204,4	301,2	152,4	84,2	110	110
aout	28,8	89,3	297,1	203,3	176,7	68,5	124,1	3,8	107,4	93,3
sept	172,4	124,5	233,5	144,5	68,9	178,4	152,8	166,8	188,7	127
oct	109	97,8	103,5	104,3	208,4	85,2	97,8	36,7	34,4	206,2
nov	1,5	20,3	0	33,6	4,6	18,9	0	3,7	29,3	57,6
dec	0	0	12	3,2	0	123,2	0	0	20,1	0
Moyenne	74,7666667	87,7666667	99,3666667	116,416667	102,116667	88,2666667	88,1833333	59,975	82,5083333	83,1333333

Mois	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
janv	0	0	14,8	0	2,5	0	0	49,4	21,9	49,9	0
fevr	2	99	6,2	14,8	45,3	0	0	0	33,4	25	74,7
mar	118,9	104	59,3	7,7	80,4	51,5	50,8	58,2	1	19,7	156,8
avr	223,7	50,9	141,8	56,9	59	111,4	174,6	159,9	288,8	83,8	80,1
mai	137,7	127,1	194,3	193,8	111,9	59,3	111,9	154	47,2	198,8	143,3
juin	148,8	116	194,8	212,7	187,3	152,9	178,3	251,9	113,3	185,2	217,2
juil	112,1	349,4	126,6	154,2	520	212,1	50,6	223	157,6	215,3	134,3
aout	290,7	82,6	91	134,3	193,6	212,1	21	144,1	52,1	157,7	50
sept	163,8	104,9	56,7	185	146,6	153,3	192,5	74,1	282,6	189,3	115,2
oct	94,2	74,4	272,4	156,2	136,5	118	70,5	215,7	55,4	161,8	73,1
nov	22,7	0	1,1	30	57,1	0	11,3	27,4	53,8	32,4	48,7
dec	28,3	0	121,1	2,3	0	0	0,5	0	0	0	5,6
Moyenne	111,908333	92,3583333	106,675	95,6583333	128,35	89,2166667	71,8333333	113,141667	92,2583333	109,908333	91,5833333

Source : ASECNA (1965-2005)

Annexe 7

Tableau : Résultats d'analyses des sols.

Sites	Echantillons (S)	Glyphosate (µg/kg)	Profénofos (µg/kg)	Acétamipride (µg/kg)	Cyperméthrine (µg/kg)
KOSSOSSA	S1	0,303	0,121	0,098	0,165
	S2	0,287	0,130	0,149	0,170
	S3	0,293	0,121	0,112	0,190
FONKPODJI	S1	0,317	0,113	0,088	0,182
	S2	0,271	0,123	0,129	0,169
	S3	0,228	0,110	0,137	0,166
AKLINME	S1	0,311	0,118	0,153	0,183
	S2	0,291	0,115	0,119	0,188
	S3	0,303	0,109	0,129	0,177

Source : Aïkpo (2014)

Tableau : Teneurs en résidus de pesticides dans les tubercules de manioc.

Sites	Echantillons (P)	Glyphosate (µg/kg)	profénofos (µg/kg)	acétamipride (µg/kg)	cyperméthrine (µg/kg)
ZAKAN	T1	0,157	0,123	0,132	0,149
	T2	0,156	0,125	0,095	0,138
	T3	0,146	0,117	0,137	0,143
FONKPODJI	T1	0,149	0,121	0,097	0,151
	T2	0,151	0,128	0,139	0,153
	T3	0,134	0,123	0,151	0,139
AKLIME	T1	0,142	0,119	0,129	0,133
	T2	0,153	0,126	0,127	0,147
	T3	0,151	0,115	0,145	0,145

Source : Aïkpo (2014)

Tableau : Teneurs en résidus de pesticides dans l'eau du Couffo dans la commune de Djidja.

Sites	Echantillons (E)	Glyphosate (µg/kg)	profénofos (µg/kg)	acétamipride (µg/kg)	cyperméthrine (µg/kg)
ZAKAN	E1	0,198	0,097	0,082	0,095
	E2	0,205	0,105	0,043	0,113
	E3	0,210	0,100	0,067	0,098
FONKPODJI	E1	0,215	0,099	0,063	0,102
	E2	0,221	0,095	0,072	0,096
	E3	0,195	0,103	0,058	0,101
AKLIME	E1	0,211	0,103	0,082	0,107
	E2	0,217	0,102	0,061	0,097
	E3	0,210	0,093	0,059	0,105

Source : Aïkpo (2014)

Tableau : Résultats d'analyse des poissons.

Sites	Echantillons (P)	Glyphosate (µg/kg)	profénofos (µg/kg)	acétamipride (µg/kg)	cyperméthrine (µg/kg)
ZAKAN	P1	0,185	0,123	0,112	0,131
	P2	0,169	0,118	0,117	0,139
	P3	0,162	0,125	0,116	0,129
FONKPODJI	P1	0,157	0,117	0,114	0,132
	P2	0,191	0,120	0,125	0,130
	P3	0,123	0,095	0,114	0,128
AKLIME	P1	0,190	0,126	0,117	0,138
	P2	0,171	0,128	0,120	0,133
	P3	0,145	0,113	0,121	0,127

Source : Aïkpo (2014)

Annexes 8

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I :	Répartition des sites d'enquêtes et des échantillons ……...	110
Tableau II :	Répartition des parcelles par cours d'eau ……...	115
Tableau III :	Sites de prélèvement et nombre d'échantillons……...	120
Tableau IV :	Répartition des producteurs enquêtés selon leur âge……...	132
Tableau V :	Répartition des producteurs selon l'année d'utilisation et de gestion des pesticides……...	134
Tableau VI :	Liste des principales formulations de pesticides livrées par la SONAPRA …….	140
Tableau VII :	Liste des pesticides recensés chez les vendeurs non agréés……	142
Tableau VIII :	Classification des pesticides recensés en fonction de leur toxicité….	144
Tableau IX :	Classification chimique des matières actives des pesticides recensés.	145
Tableau X :	Dose de pesticides appliquée par hectare ……...	150
Tableau XI :	Fréquences de traitement du cotonnier ……...	152
Tableau XII :	Fréquences de traitement du niébé …….	153
Tableau XIII :	Modes de gestion des restes de pesticides……...	159
Tableau XIV:	Gestion des emballages vides de pesticides…….	160
Tableau XV :	Distances des parcelles de coton aux cours d'eau ……..	162
Tableau XVI :	Pentes relevées pour les parcelles ……...	163
Tableau XVII :	Longueurs des parcelles ….....	163
Tableau XVIII :	Nature des organismes vivants en danger ……...	186
Tableau XIX :	Comparaison de la dose journalière admissible (DJA) avec la dose journalière de gros consommateurs (DJGC) d'eau (5 L/j)……..	187
Tableau XX :	Comparaison de la dose journalière admissible (DJA) avec la dose journalière de gros consommateurs (DJGC) de poisson (150 g/j)…..	188
Tableau XXI :	Comparaison de la dose journalière admissible (DJA) avec la dose journalière de gros consommateurs (DJGC) de tubercules (250 g/j)..	189
Tableau XXII:	Estimation de l'absorption alimentaire globale……...	190
Tableau XXIII:	Types de mesures de protection au cours des traitements……..	191
Tableau XXIV :	Symptômes causés par les pesticides chez les producteurs….....	193
Tableau XXV :	Connaissance des alternatives aux pesticides de synthèse…….	196

Tableau XXVI: Fréquence d'utilisation des alternatives aux pesticides de synthèse... 197

Tableau XXVII: Raisons de l'abandon des alternatives aux pesticides de synthèse…… 198

Annexes 9

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Modes de transfert des produits phytosanitaires vers les eaux et l'atmosphère ……..	39
Figure 2 :	Processus impliqués dans le devenir des pesticides ……..	64
Figure 3 :	Diagramme du bilan climatique de Bohicon …….	76
Figure 4:	Niveau d'instruction des producteurs enquêtés…….....	133
Figure 5 :	Position des producteurs par rapport à l'utilisation des pesticides……	136
Figure 6 :	Typologie des producteurs…….	137
Figure 7 :	Circuits de distribution des pesticides dans la commune de Djidja…….**.....**	146
Figure 8 :	Evolution du tonnage des pesticides dans la commune de Djidja de 2000 – 2014……...	149
Figure 9 :	Types de mélanges de pesticides effectués……	155
Figure 10 :	Appareils de traitement des champs utilisés……..	156
Figure 11 :	Lieux de stockage des pesticides…….....	158
Figure 12 :	Lieux de nettoyage de l'opérateur et des équipements……...	164
Figure 13 :	Comparaison des teneurs moyennes en résidus de pesticides dans les sols et les tubercules de manioc à Zakan Kossossa…….....	177
Figure 14:	Comparaison des teneurs moyennes en résidus de pesticides dans les sols et les tubercules de manioc à Fonkpodji……	178
Figure 15 :	Comparaison des teneurs moyennes en résidus de pesticides dans les sols et les tubercules de manioc à Aklinmè…….....	179
Figure 16 :	Comparaison des teneurs moyennes en résidus de pesticides dans les eaux et les poissons à Zakan Kossossa……..	180
Figure 17 :	Comparaison des teneurs moyennes en résidus de pesticides dans les eaux et les poissons à Fonkpodji……...	181

Figure 18 :	Comparaison des teneurs moyennes en résidus de pesticides dans les eaux et les poissons à Aklinmè…….	182
Figure 19 :	Comparaison des teneurs moyennes en résidus de pesticides dans les sols et les eaux à Zakan Kossossa…….	183
Figure 20 :	Comparaison des teneurs moyennes en résidus de pesticides dans les sols et les eaux à Fonkpodji……...	184
Figure 21 :	Comparaison des teneurs moyennes en résidus de pesticides dans les sols et les eaux à Aklinmè……..	185
Figure 22 :	Types d'antidotes utilisés par les producteurs ……...	194
Figure 23 :	Répartition des 122 cas d'intoxication selon la circonstance….....	195
Figure 24 :	Variation des thrips en fonction des différents traitements……	199
Figure 25 :	Variation des foreuses de gousses en fonction des différents traitements……...	200
Figure 26 :	Variation des punaises suceuses de gousses en fonction des différents traitements……..	201
Figure 27 :	Rendements moyens en grains de niébé selon les traitements …..	203

Annexes 10

LISTE DES CARTES

Carte 1 :	Situation de la Commune de Djidja…….	74
Carte 2 :	Zones agroécologiques et pratiques agricoles dans la Commune de Djidja……	107
Carte 3 :	Occupation du sol dans la Commune de Djidja…….....	114
Carte 4 :	Lieux et aires de prélèvement des échantillons…….....	119
Carte 5 :	Pourcentage des distributeurs de pesticides par marché dans la Commune…….	138
Carte 6 :	Teneurs moyennes en résidus de pesticides dans les sols…….....	166
Carte 7 :	Teneurs moyennes en résidus de pesticides dans les tubercules de manioc……..	169
Carte 8 :	Teneurs moyennes en résidus de pesticides dans les eaux …….	172
Carte 9 :	Teneurs moyennes en résidus de pesticides dans les poissons……	175

Annexes 11

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 :	Affleurement rocheux à Kouissagon (Lalo) arrondissement de Dan.....	77
Photo 2 :	Troupeau de bœufs au pâturage à Monsourou ……	89
Photo 3 :	Marché de Dan en animation…….....	93
Photo 4 :	Buttes d'igname à Koutagba ……...	97
Photo 5 :	Boîtes de profénofos (1) et d'Ema Super (2) à Agohohohoun …..	141
Photo 6 :	Boîte de coton Plus TM à Fonkpodji ……..…….……..	141
Photo 7 :	Boîte de Sumitex à Hounvi …….……	143
Photo 8:	Boîtes de Lambda Super à Dridji ……...	143
Photo 9 :	Etalage de boîtes de pesticides dans le marché de Djidja. ……...	147
Photo 10 :	Etalage de boîtes de pesticides associé à la vente d'huile de palme dans le marché de Djidja.…….....	147
Photo 11 :	Producteur traitant un champ de coton à Bookou …….	153
Photo 12 :	Producteur traitant un champ de niébé à Hounvi ……...	154
Photo 13 :	Pulvérisateur à dos à Djidja…….	157
Photo 14 :	Pulvérisateur à disque rotatif caché au plafond d'une cabane à Hounvi…….	157
Photo 15 :	Boîte de Coton Plus TM en décomposition dans le lit du Couffo à Zakan……..	161
Photo 16 :	Boîte de profénofos flottant à la surface de l'eau du Couffo à Fonkpodji. ……..	161
Photo 17 :	Parcelle de niébé traité au neem à Hounvi…….	203

TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE ……...……... 1

DEDICACE ……. 3

REMERCIEMENTS ……... 4

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS …….. 6

RESUME /ABSTRACT ……...……... 9

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES……... 10

INTRODUCTION ……...……... 11

CHAPITRE I : PROBLEMATIQUE, OBJECTIFS ET HYPOTHESES ……... 14

1-1- PROBLEMATIQUE ET JUSTIFICATION DU SUJET…… 15

1-1-1- Problématique……..... 15

1-1-2- Justification du sujet ……. 24

1-2- OBJECTIFS ET HYPOTHESES DE RECHERCHE…….. 27

1-2-1- Objectifs ……... 27

1-2-2- Hypothèses…… 27

1-3- CLARIFICATION CONCEPTUELLE……..... 28

1-3-1- Pesticide…… 28

1-3-2- Milieu rural…….. 29

1-3-3- Environnement……..... 30

1-3-4- Santé……... 31

1-3-5- Risque……. 32

1-3-6- Agriculture durable..…….. 33

1-3-7- Agriculture intensive…… 34

1-3-8- Agrosystème……... 35

1-3-9- Développement durable…….. 36
1-3-10- Organochlorés ……. 36
CHAPITRE II : REVUE DE LITTERATURE …….. 38

2-1- MODES DE CONTAMINATION DE L'ENVIRONNEMENT…. 39
2-2- CONTAMINATION DES SOLS PAR LES PESTICIDES……. 41
2-3- CONTAMINATION DES EAUX, DES POISSONS ET DES SEDIMENTS PAR LES PESTICIDES…….. 45
2-4- CONSEQUENCES DES PESTICIDES SUR L'AGROSYSTEME ……..... 50
2-5- CONTAMINATION DES PRODUITS AGRICOLES PAR LES PESTICIDES…..... 52
2-6- CONSEQUENCES DE L'UTILISATION DES PESTICIDES POUR L'HOMME……..……. 57
2-7- TEXTES JURIDIQUES POUR UNE BONNE GESTION DES PESTICIDES……. 60
2-7-1- Au niveau international. ……..... 60
2-7-2- Au niveau national…… 61
2-8- GENERALITES SUR LES CARACTERISTIQUES PHYSICO- CHIMIQUES DES PESTICIDES……..... 63
2-8-1- Dégradation des molécules de pesticides……. 64
2-8-2- Mobilité des molécules de pesticides. ……. 66
2-8-3- Caractéristiques des matières actives recherchées……. 67
2-8-3-1- Glyphosate…… 67
2-8-3-2- Profénofos……..... 68

2-8-3-3- Acétamipride……. 69
2-8-3-4- Cyperméthrine……... 70
CHAPITRE III : CADRE GEOGRAPHIQUE DE LA RECHERCHE ……..... 72
3-1- LOCALISATION DE LA COMMUNE DE DJIDJA……. 73
3-2- DETERMINANTS DU MILIEU PHYSIQUE…… 75
3-2-1- Bilan climatique …… 75
3-2-2- Relief et sols…… 77
3-2-3- Hydrographie…….. 77
3-2-4- Végétation…… 80
3-3- POPULATION ET GROUPES SOCIOCULTURELS……..... 82
3-3-1- Etat de la population…… 82
3-3-2- Groupes socioculturels……... 83
3-4- SECTEURS D'ACTIVITES…… 84
3-4-1- AGRICULTURE ET ORGANISATION DU PAYSAGE AGRAIRE……..... 84
3-4-1-1- Agriculture……..... 85
3-4-1-2- Organisation du paysage agraire. ……. 87
3-4-2- ELEVAGE ET PECHE……... 88
3-4-2-1- ELEVAGE……... 88
3-4-2-1-1- Elevage de bovin……..... 89
3-4-2-1-2- Petit élevage……. 90
3-4-2-2- PECHE……..... 91
3-4-3- EXPLOITATION FORESTIERE ET ACTIVITES DE TRANSFORMATION……..... 91
3-4-3-1- Exploitation forestière……. 91

3-4-3-2- Activités de transformation…… 92
3-4-4- COMMERCE ET TRANSPORT…….. 92
3-4-4-1- Commerce…….. 93
3-4-4-2- Transport…….. 94
3-5- EFFETS GENERAUX DES ACTIVITES HUMAINES SUR L'ENVIRONNEMENT DANS LA COMMUNE…….. 95
3-5-1- SYSTEMES DE PRODUCTION DU COTON ET ACTEURS IMPLIQUES DANS LA DEGRADATION DE L'ENVIRONNEMENT……... 95
3-5-1-1- Systèmes de production de coton ……. 95
3-5-1-2- Acteurs impliqués dans la dégradation de l'environnement ……..... 97
3-5-2- Systèmes d'élevage et dégradation de l'environnement…… 98
CHAPITRE IV : APPROCHES METHODOLOGIQUES ....…..... 100
4-1- MATERIEL……..…… 101
4-1-1- Enquêtes socio-anthropologiques……... 101
4-1-2- Connaissance des éléments du paysage……. 102
4-1-3- Réalisation des cartes……. 102
4-1-4- Prélèvement des échantillons……. 103
4-1-5- Matériels de laboratoire …… 103
4-1-6- Recherche documentaire…… 104
4-2- METHODES ADOPTEES…….. 105
4-2-1- Stratification de la commune…….. 105
4-2-2- Choix des sites d'enquêtes et d'observations……. 109
4-2-3- POPULATION CIBLE ET ECHANTILLONNAGE……... 111
. 4-2-3-1- Population cible ….……. 111

4-2-3-2- Echantillonnage ……... 111
4-3- COLLECTE DES DONNEES SUR LE TERRAIN…… 112
4-4- EVALUATION DE RISQUES DE PESTICIDES DANS LA COMMUNE DE *DJIDJA*…… 113
4-4-1- Evaluation du risque parcellaire de contamination des eaux superficielles par les pesticides……..... 113
4-4-2- Evaluation du risque alimentaire : bases du calcul du risque……. 116
4-4-2-1- Approche de la consommation réelle……. 116
4-4-2-2- Approche quantitative d'exposition aux pesticides…..... 117
4-5- CHOIX DES SITES ET PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS……..... 118
4-5-1- Choix des sites de prélèvement…….. 118
4-5-2- Prélèvement des échantillons……. 120
4-5-2-1- Echantillonnage des sols……..... 120
4-5-2-2- Protocole de prélèvement des tubercules de manioc…. 121
4-5-2-3- Prélèvement des échantillons d'eau de surface……. 122
4-5-2-4- Protocole de prélèvement des poissons……. 123
4-6- PREPARATION DES ECHANTILLONS ET ANALYSE DES PESTICIDES……..... 123
4-6-1- PREPARATION DES ECHANTILLONS…….. 123
4-6-1-1- Réactifs et solvants…….. 123
4-6-1-2- Extraction…… 124
4-6-1-2-1- Echantillons de sols…….. 124
4-6-1-2-2- Echantillons d'eau……..... 124

4-6-1-2-3- Echantillons de tubercules de manioc et de poissons.. 125
4-6-2- ANALYSE DES PESTICIDES…… 125
4-7- EVALUATION DE L'EFFICACITE DES EXTRAITS AQUEUX DES FEUILLES DE NEEM……... 126
4-7-1- Préparation des extraits aqueux des feuilles de neem…… 126
4-7-2- Traitement des parcelles……..... 127
4-7-3- OBSERVATIONS……. 127
4-7-3-1- Observations phytopathologiques…… 127
4-7-3-2- Observations enthomologiques…… 128
4-7-3-3- Observation agronomiques……... 129
4-8- TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNEES……... 129
CHAPITRE V : RESULTATS DE LA RECHERCHE ……. 131
5-4- CARACTERISTIQUES SOCIO-DEMOGRAPHIQUES DES PRODUCTEURS ET DES DISTRIBUTEURS ……..... 132
5-1-1- Sexe et âge des producteurs interviewés ……..……. 132
5-1-2- Niveau d'instruction des producteurs interviewés …… 133
5-1-3- Expérience des producteurs dans l'utilisation et la gestion des pesticides…… 134
5-1-4- Position des producteurs par rapport à l'utilisation des pesticides……..... 134
5-1-5- Typologie des producteurs…….. 136
5-1-6- Caractéristiques des distributeurs de pesticides…….. 137
5-2- PRINCIPAUX PESTICIDES RECENSES, PRINCIPALES SOURCES D'APPROVISIONNEMENT ET EVOLUTION DU TONNAGE…..……. 139
5-2-1- principales formulations de pesticides livrées par la

SONAPRA……. 139
5-2-2- Principaux pesticides recensés chez les vendeurs non agréés……..... 141
5-2-3- Classes de toxicité des pesticides recensés dans la commune…… 143
5-2-4- Familles chimiques des matières actives identifiées…….. 145
5-2-5- Principales sources d'approvisionnement des pesticides…… 146
5-2-6- Evolution du tonnage des pesticides livrés par la SONAPRA…….. 147
5-3- PRATIQUES D'UTILISATION ET DE GESTION DES PESTICIDES DANS LA COMMUNE…… 150
5-3-1- Dose de pesticides appliquée par hectare……... 150
5-3-2- Fréquences de traitement des champs…… 151
5-3-2-1- Fréquences de traitement du cotonnier…… 152
5-3-2-2- Fréquences de traitement du niébé…….. 153
5-3-3- MELANGES DE PESTICIDES EFFECTUES ET APPAREILS DE TRAITEMENT UTILISES…….. 155
5-3-3-1- Mélanges de pesticides effectués……..... 155
5-3-3-2- Appareils de traitement utilisés……..... 156
5-4- GESTION DES PESTICIDES PAR LES PRODUCTEURS……... 157
5-4-1- Stockage des pesticides…… 157
5-4-2- Gestion des restes de pesticides…….. 158
5-4-3- Gestion des emballages vides de pesticides……... 159
5-5- DISTANCES DES PARCELLES DE COTON AUX COURS D'EAU, PENTES ET LONGUEUR DE LA PENTE ……..... 161

5-5-1- Distances des parcelles de coton aux cours d'eau…… 161
5-5-2- Pentes relevées…….... 163
5-5-3- Longueur des parcelles…… 163
5-6- LIEUX DE NETTOYAGE DE L'OPERATEUR ET DES EQUIPEMENTS DE TRAITEMENT……..... 164
5-7- TENEURS EN RESIDUS DE PESTICIDES DANS LES SOLS, LES TUBERCULES DE MANIOC, LES EAUX DU FLEUVE *COUFFO* ET LES POISSONS ECHANTILLONNES.. 165
5-7-1- Teneurs en résidus de pesticides dans les sols…….. 165
5-7-2- Teneurs en résidus de pesticides dans les tubercules de manioc. …….. 168
5-7-3- Teneurs en résidus de pesticides dans les eaux du fleuve *Couffo*……..... 171
5-7-4- Teneurs en résidus de pesticides dans les poissons…….. 174
5-8- ANALYSE COMPAREE DE LA CONTAMINATION DES COMPARTIMENTS ENVIRONNEMENTAUX PAR LES PESTICIDES…….…….. 177
5-8-1- Comparaison des teneurs en résidus de pesticides détectées dans les sols et les tubercules de manioc……... 177
5-8-2- Comparaison des teneurs en résidus de pesticides décelées dans les eaux et les poissons du fleuve *Couffo*…… 179
5-8-3- Comparaison des concentrations moyennes en pesticides dans les sols et les eaux du *Couffo*…… 182
5-9- INCIDENCE DES PESTICIDES SUR LA FAUNE SAUVAGE……..... 185
5-10- RISQUES SANITAIRES LIES A L'USAGE ET A LA

GESTION DES PESTICIDES DANS LA COMMUNE…… 186
5-10-1-RISQUES ALIMENTAIRES LIES A LA CONSOMMATION DES EAUX, DES POISSONS ET DES TUBERCULES…… 187
5-10-3-1- Risques de la consommation des eaux du fleuve *Couffo*. 187
5-10-1-2- Risques de la consommation des poissons analysés……. 188
5-10-1-3- Risques de la consommation des tubercules de manioc... 189
5-10-1-4- Risques alimentaires associés à l'eau……. 190
5-10-1-5- Mesures de protection des manipulateurs de pesticides 191
5-10-1-6- Symptômes causés par les pesticides chez les producteurs……. 192
5-10-1-7- Types d'antidotes utilisés par les producteurs en cas d'intoxication aux pesticides…….. 193
5-10-1-8- Cas d'intoxication selon la circonstance de leur survenance…… 194
5-10-2- CONNAISSANCE DES ALTERNATIVES AUX PESTICIDES DE SYNTHESE PAR LES PRODUCTEURS ET LEUR UTILISATION…… 196
5-10-2-1- Connaissance des alternatives aux pesticides de synthèse…… 196
5-10-2-2- Utilisation des alternatives aux pesticides de synthèse dans la commune…….. 197
5-10-3- COMPARAISON DE L'EFFICACITE DU LAMBDA SUPER 25 EC ET DES EXTRAITS DES FEUILLES DE NEEM……... 198

5-10-3-1- Variation des thrips en fonction des différents traitements…….. 198
5-10-3-5- Variation des foreuses de gousses en fonction des différents traitements…….. 200
5-10-3-6- Variation des punaises suceuses de gousses en fonction des différents traitements……. 201
5-10-3-7- Effet des différents traitements sur les rendements moyens en grains de niébé…… 202
CHAPITRE VI : DISCUSSION DES RESULTATS ……..... 205
6-1- Caractéristiques socio-démographiques peu favorables à une utilisation et gestion sécuritaires des pesticides……... 206
6-2- Mauvaise organisation et pratique de la commercialisation et de la distribution des pesticides…… 207
6-3- Mauvaises pratiques d'utilisation et de gestion des pesticides……..... 209
6-4- Contamination des sols par les pesticides…… 212
6-5- Contamination des tubercules de manioc par les pesticides….. 214
6-6- Contamination des eaux de surface par les pesticides…….. 215
6-7- Contamination des poissons par les pesticides…….. 217
6-8- Effets des pesticides sur la biodiversité…….. 218
6-9- Conséquences des pratiques d'utilisation et de gestion de pesticides sur les producteurs et consommateurs…… 220
6-10- Mauvaise perception des méthodes alternatives aux pesticides chimiques dans la Commune…….. 223
6-11- Efficacité des extraits aqueux des feuilles de neem dans la lutte contre les insectes ravageurs du niébé…….. 222

6-12- Limites de la recherche..……..... 224
CONCLUSION ……. 226
REFERENCES ……. 231
ANNEXES…….. 260
TABLE DES MATIERES……..... 284