

UNIVERSITE DE YAOUNDE I

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

UNITE DE RECHERCHE EN
SCIENCES DE LA VIE

DEPARTEMENT DE BIOCHIMIE



THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I

CENTRE FOR RESEARCH AND
TRAINING SCHOOL FOR LIFE
SCIENCE, HEALTH AND
ENVIRONMENT

DOCTORATE TRAINING OF LIFE
SCIENCE

DEPARTMENT OF BIOCHEMISTRY

LABORATOIRE DE NUTRITION ET DE BIOCHIMIE NUTRITIONNELLE
LABORATORY OF NUTRITION AND NUTRITIONAL BIOCHEMISTRY

**Quelques profils biochimiques des cacaoculteurs
résidant dans la région de l'Est- Cameroun,
arrondissement de Yokadouma**

Mémoire soumis comme requis partiel en vue de l'obtention du diplôme de
Master en Biochimie,
Option : Sciences des Aliments et Nutrition

Par :
DONGMO TSAFACK Géorgie Vera
Matricule : 18C2956
Licencié ès Sciences



Sous la direction de :
NGONDI Judith Laure
Maître de Conférences

Année académique 2024-2025

UNIVERSITE DE YAOUNDE I

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

UNITE DE RECHERCHE EN SCIENCES
DE LA VIE

DEPARTEMENT DE BIOCHIMIE



THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I

*CENTRE FOR RESEARCH AND
TRAINING SCHOOL FOR LIFE
SCIENCE, HEALTH AND
ENVIRONMENT*

*DOCTORATE TRAINING OF LIFE
SCIENCE*

DEPARTMENT OF BIOCHEMISTRY

LABORATOIRE DE NUTRITION ET DE BIOCHIMIE NUTRITIONNELLE
LABORATORY OF NUTRITION AND NUTRITIONAL BIOCHEMISTRY

**Quelques profils biochimiques des cacaoculteurs
résidant dans la région de l'Est- Cameroun,
arrondissement de Yokadouma**

**Mémoire soumis comme requis partiel en vue de l'obtention du diplôme de Master
en Biochimie,**

Option : Sciences des Aliments et Nutrition

Par :

DONGMO TSAFACK Géorgie Vera

Matricule : 18C2956

Licencié ès Sciences

Sous la direction de :

NGONDI Judith Laure

Maitre de conférences

Année académique : 2024-2025

DEDICACE

A mes parents :

KENFACK Simon et KENNANG Célestine

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce travail n'aurait été possible sans l'aide de plusieurs personnes à qui j'adresse mes sincères remerciements. Ainsi, je tiens à remercier :

- ❖ Dieu Tout-Puissant, pour m'avoir donné la santé, la force et le courage pour mener ce travail à son terme ;
- ❖ **Pr. NGONDI Judith Laure**, qui n'a ménagé aucun effort pour la réalisation de ce travail. Merci de m'avoir encadré tout au long de ce travail, ceci au travers de vos conseils, remarques constructives, votre appui scientifique et financier ;
- ❖ **Pr. OBEN Julius ENYONG**, pour m'avoir accepté et accueilli dans son laboratoire ;
- ❖ **Pr. MOUNDIPA Paul**, Chef de Département de Biochimie de l'Université de Yaoundé I et à travers lui, tous les enseignants dudit Département pour leurs enseignements ;
- ❖ Mes aînés de laboratoire, particulièrement **Dr NGUEDJO WANDJI Maxwell, M. TCHUENTE TONOU Boris Ronald, Mlle HAGBE Pauline Vervaine, M. NANHAH KAMGA Jules Vidal, M. AMBAMBA AKAMBA Bruno Dupon**, et **M. GODA David** pour le travail abattu, la disponibilité, l'implication et les conseils;
- ❖ Mes camarades de laboratoire particulièrement **AHOTON NGUEPI Aroll** et mes amis de promotion avec qui j'ai partagé des moments de joies et de travail ;
- ❖ Mon grand frère **DONGMO NGUEFACK OREST NECKER**, pour sa dévotion, son soutien incessant
- ❖ Mes frères et sœurs **DONGMO Michael, DONGMO Dann, DONGMO Waren et DONGMO Lorice** pour leur présence, conseils et leur soutien indéfectibles
- ❖ Mes oncles et tantes pour leurs conseils et soutien ;
- ❖ Mes ami(e)s **NGUEFACK Freddy, KWENDAWOOU Samira, LAGMAGO Davila, AYIAGNIGNI Samira, Me MEKOUDJOU Johanna, TCHINDA Miriane** pour leur présence, leur soutien, leur amour

À tous ceux qui n'ont pas été nommément cités, veuillez accepter le témoignage de ma sincère reconnaissance.

TABLE DES MATIERES

DEDICACE	i
REMERCIEMENTS	ii
TABLE DES MATIERES	iii
LISTE DES ABBREVIATIONS.....	vi
LISTE DES FIGURES.....	vii
LISTE DES TABLEAUX	viii
RESUME	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCTION	1
Hypothèse.....	3
Objectif général.....	3
Objectifs spécifiques	3
CHAPITRE I : REVUE DE LA LITTERATURE	4
I-1- Généralités sur la cacaoculture au Cameroun	4
I-1-1- Pratiques agricoles : Techniques de culture et utilisation des pesticides	4
I-1-2- Impact de la Cacaoculture sur l'environnement et la santé.....	5
I-2- Différents types de pesticides utilisés, classification, mécanisme d'action et impact sur la santé	6
I-3- Classification des pesticides.....	7
I-3-1- Classification sur la base de la toxicité	7
I-3-2- Mécanisme d'action des pesticides	8
I-3-2-1. Métabolisme hépatique des pesticides	8
I-3-2-2. Mécanisme d'action sur les reins.....	9
I-3-2-3. Interaction entre le foie et les reins	9
I-3-2-4. Exemples de pesticides affectant les fonctions hépatiques et rénales.....	10
I-4- Impacts des pesticides sur la santé humaine	11
I-4-1- Effets sur les fonctions hépatiques	12
I-4-2- Effets sur la fonction rénale	13
I-4-3- Effets sur l'activité métabolique du foie	13

**Quelques profils biochimiques des cacaoculteurs résidant dans la région de l'Est- Cameroun,
arrondissement de Yokadouma**

I-4-4-Effets sur le taux des micronutriments sériques.....	13
I-4-5- Mesure des biomarqueurs de l'exposition aux pesticides dans l'organisme.....	14
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES	16
II-1- Situation géographique	16
II-2- Type et période d'étude.....	17
II-3- Population cible	17
II-4- Considérations éthiques et Covid-19	18
II-5- Critères d'inclusion, de non inclusion et d'exclusion.....	18
II-6- Taille de l'échantillon	19
II-7- Administration des questionnaires	19
II-8- Prise des mesures anthropométrique	20
II-9- Prélèvement sanguin et préparation de l'hémolysât	20
II-10- Dosage des paramètres biochimiques	21
II-10-1 Dosages des marqueurs de l'activité métabolique du foie.....	21
II-10-2 Dosage des marqueurs des atteintes rénales.....	24
II-10-3- Dosages des marqueurs des atteintes hépatiques.....	25
II-10-4 Dosages des marqueurs de l'effet des pesticides	28
II-11- Saisie, traitement et analyse statistique des données	30
III.1. Résultats	31
III-1-1- Description de la population d'étude.....	31
III-1-1-1- Répartition de la population d'étude en fonction du sexe.....	31
III-1-1-2- Variation moyenne des paramètres anthropométriques des agriculteurs- cacaoculteurs et des non cacaoculteurs	31
III-1-2- Variations des concentrations moyennes plasmatiques de cholestérol total, de triglycérides et de glucose chez les agriculteurs-cacaoculteurs et non cacaoculteurs	32
III-1-3-Variation des taux moyens des marqueurs des fonctions hépatique et rénale chez les agriculteurs-cacaoculteurs et non cacaoculteurs.	32

**Quelques profils biochimiques des cacaoculteurs résidant dans la région de l'Est- Cameroun,
arrondissement de Yokadouma**

III-1-3-1 Variation des taux plasmatiques moyens d'urée et de créatinine	32
III-1-4- Variation des activités enzymatiques des cholinestérases chez les agriculteurscacaoculteurs et non cacaoculteurs.....	34
III-1-5- Fréquence d'utilisation des différentes classes de pesticides chez les Cacaoculteurs	34
III-1-5-1- Classification toxicologique en fonction de dangerosité des molécules actives des classes de pesticides dans les différentes régions d'étude	35
III-2- Discussion	36
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	38
CONCLUSION.....	38
PERSPECTIVES	38
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	39
ANNEXES.....	a

LISTE DES ABBREVIATIONS

AAO	: Ascorbates Oxydates
AAP	: 4-Aminoantipyrine
ACh	: Acétylcholine
AChE	: Acétylcholinestérase
ALAT	: Alanine Aminotransférase
ASAT	: Aspartate Aminotransférase
BCh	: Butyrylcholine
BChE	: Butyrylcholinestérase
CE	: Cholestérol Estérase
CHOD	: Cholestérol Oxydase
DDT	: Dichlorodiphényltrichloroéthane
2,4-D	: 2,4- Dichlorophénoxyacétique
DL 50	: Dose Létale 50
DSBmT	: m-Toluidine-Disodium
DTNB	: 5,5-Dithio-bis-Acide 2-Nitrobenzoïque
EDTA	: Éthylènediaminetétraacétique
IMC	: Indice de Masse Corporelle
LMR	: Limites Maximales de Résidus
LSD	: Least Significant Difference
MCPA	: 2- Methyl-4- Chlorophénoxyacétique
OMS	: Organisation Mondiale de la Santé
OP	: Organophosphoré
PO	: Pesticide Organophosphoré
POD	: Peroxydase
QFA	: Questionnaire de Fréquence de Consommation Alimentaire

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Schéma de l'action des pesticides sur le foie et les reins.	11
Figure 2 : Valeurs moyennes du glucose, triglycérides et cholestérol total plasmatiques des agriculteurs-cacaoculteurs et non cacaoculteurs.....	32
Figure 3 : Valeurs moyennes d'urée et de créatinine plasmatiques des agriculteurscacaoculteurs et non cacaoculteurs.....	33
Figure 4 : Valeurs moyennes d'activités d'ALAT et d'ASAT plasmatiques chez les agriculteurs-cacaoculteurs et non cacaoculteurs.	33
Figure 5: Valeurs moyennes d'activités enzymatiques d'AChE érythrocytaire et de BCHE plasmatique des agriculteurs-cacaoculteurs et non cacaoculteurs.....	34
Figure 6: Classification selon la dangerosité des molécules actives des pesticides utilisées.....	35

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Les critères de classification des pesticides en fonction de la toxicité, exprimée en DL50 (mg / kg) (OMS, 2019).....	8
Tableau 2 : Préparation des tubes pour l'étalonnage ASAT.....	26
Tableau 3 : Préparation des tubes pour l'étalonnage ALAT	28
Tableau 4 : Valeurs moyennes des paramètres anthropométriques des agriculteurscacaoculteurs et des non agriculteurs	32

RESUME

Les pesticides sont des poisons utilisés en agriculture pour tuer les insectes, les mauvaises herbes et d'autres nuisances. Ce qui est toxique pour les insectes et certaines plantes peut aussi affecter la santé humaine et constituer un danger pour les travailleuses et les travailleurs exposés à ces poisons. Au Cameroun, la cacaoculture se pratique principalement dans la partie forestière. Cependant, les conditions de travail difficiles auxquelles font face les cacaoculteurs, augmentent leur vulnérabilité à des problèmes de santé liés à l'exposition des pesticides et à des conditions environnementales hostiles. L'objectif de ce travail était d'évaluer la contribution de la pratique de la cacaoculture sur les activités des cholinestérases et l'activité métabolique du foie ainsi que sur les marqueurs de l'atteinte hépatique et rénale chez les populations de l'arrondissement de Yokadouma. Une étude, de type transversal a été menée sur la période allant du 03 Octobre au 15 Décembre 2023 dans les communautés Bantous et pygmées Baka de la Région de l'Est. Cent quarante-deux agriculteurs-cacaoculteurs et témoins (autres agriculteurs) âgés de 20 à 65 ans ont été recrutés. Par la suite un questionnaire a été administré à chaque participants ce qui a permis de recueillir les données sociodémographiques et les informations sur l'utilisation des pesticides. Leurs paramètres anthropométriques ont été mesurés suivi d'un prélèvement sanguin à jeun ayant servi aux dosages des marqueurs de l'activité métabolique du foie (glucose, cholestérol total et triglycérides plasmatiques), des atteintes hépatiques (transaminases ASAT, ALAT) et des atteintes rénales (créatinine et urée) ainsi que les biomarqueurs de l'effet des pesticides (ACHE érythrocytaire et BCHE plasmatique). Les taux d'ACHe, de BChE de glucose, de Cholestérol Total et de Triglycérides) sont significativement plus élevés chez les agriculteurs-cacaoculteurs comparativement aux non cacaoculteurs. Les taux plasmatiques des marqueurs de la cytolysé hépatique (ASAT, ALAT) sont aussi élevés chez les agriculteurs-cacaoculteurs. Cette étude souligne l'urgence d'agir pour protéger ces communautés vulnérables et préserver leur santé et leur environnement. Des efforts coordonnés impliquant les autorités, les entreprises et les populations locales seront nécessaires pour relever ce défi complexe.

Mots clés : Cholinestérases, profil biochimique, Cacaoculture, pesticides, Est Cameroun

ABSTRACT

Pesticides are poisons used in agriculture to kill insects, weeds and other pests. What is toxic to insects and certain plants can also affect human health and pose a danger to workers exposed to these poisons. In Cameroon, cocoa farming is mainly practiced in the forested areas. However, the difficult working conditions faced by cocoa farmers increase their vulnerability to health problems linked to pesticide exposure and hostile environmental conditions. The aim of this study was to assess the contribution of cocoa farming to cholinesterase activity and liver metabolic activity, as well as to liver and kidney function markers in the Yokadouma district. A cross-sectional study was conducted from October 3 to December 15, 2023, among the Bantu and Baka Pygmy communities of the East Region. One hundred and forty-two cocoa farmers and control (others farmers) aged 20 to 65 were recruited. A questionnaire was administered to each participant, allowing for the collection of sociodemographic data and information on pesticide use. Anthropometric measurements were taken, followed by a fasting blood sample for the measurement of biomarkers of pesticide exposure (erythrocyte ACHE and plasma BCHE), markers of liver metabolic activity (glucose, total cholesterol, and triglycerides), liver damage (ASAT, ALAT), and kidney damage (creatinine and urea). The levels of ACHE, BCHE glucose, total cholesterol, and triglycerides were significantly higher in cocoa farmers compared to non-cocoa farmers. The plasma levels of markers of liver cytolysis (ASAT, ALAT) were also higher in cocoa farmers. This study highlights the urgent need to protect these vulnerable communities and preserve their health and environment. Coordinated efforts involving authorities, businesses, and local populations will be necessary to address this complex challenge.

Keywords : Cholinesterases, biochemical profile, dietary habits, cocoa cultivation,



INTRODUCTION

INTRODUCTION

La cacaoculture est une activité agricole importante dans de nombreuses régions tropicales du monde, notamment en Afrique de l'Ouest et Centrale, en Amérique du Sud et en Asie du Sud-Est (Ninnin, 2020). Le Cameroun, classé parmi les plus grands producteurs mondiaux, doit une part significative de ses revenus d'exportation à la culture du cacao, principalement dans les régions de l'Est, du Centre, et du Sud (Lescuyer et al., 2020). Cette activité implique une variété de pratiques, allant de la plantation et l'entretien des cacaoyers à la récolte et au traitement des fèves de cacao (MINADER, 2020). Derrière cette filière, se trouvent les producteurs de cacao, qui peuvent être à la fois des propriétaires des plantations et, dans la plupart des cas, des travailleurs agricoles. Ces derniers vivent souvent dans des conditions précaires et ont un accès limité aux soins de santé de base (Antonie, 2022). La cacaoculture peut être pratiquée de différentes manières, selon les conditions environnementales et les pratiques locales. Les méthodes de culture peuvent inclure la culture traditionnelle, la culture biologique, la culture intensive et la culture intégrée (van Melis et al., 2023). La culture intensive implique l'utilisation de pesticides et d'engrais synthétiques notamment des insecticides et des fongicides visant à protéger les cultures des maladies et des ravageurs, ce qui pose des risques significatifs pour les travailleurs qui manipulent ces produits sans protection adéquate (van Melis et al., 2023). Les cacaoculteurs de la région de l'Est Cameroun sont vulnérable par les contraintes financières qui limitent leur accès aux soins de la santé.

Plusieurs facteurs liés à la pratique de la cacaoculture peuvent contribuer à une variété de problèmes de santé, allant de symptômes bénins comme des maux de tête et des nausées à des problèmes plus graves tels que des cancers, des malformations congénitales et des troubles neurologiques, des atteintes hépatiques ; rénales et maladies cardiovasculaires. Ces pesticides utilisés dans la cacaoculture intensive peuvent être absorbés par l'organisme via la peau, l'inhalation ou le tube digestif par consommation de produits contaminés.

De nombreux pesticides sont des neurotoxiques, ce qui signifie qu'ils peuvent interférer avec le fonctionnement normal des cellules nerveuses. Les pesticides peuvent affecter la transmission des signaux nerveux, ce qui peut entraîner une variété de symptômes neurologiques, tels que des maux de tête, des étourdissements, des troubles de la mémoire, des difficultés de concentration et des problèmes de coordination.

Le foie et les reins sont deux organes importants qui jouent un rôle crucial dans l'élimination des toxines du corps. Les pesticides peuvent endommager le foie et les reins, ce

**Quelques profils biochimiques des cacaoculteurs résidant dans la région de l'Est- Cameroun,
arrondissement de Yokadouma**

qui peut entraîner une variété de problèmes de santé comme le cancer et la cirrhose (**van Melis et al., 2023**).

En effet, une exposition unique ou répétée à ces produits peut conduire à une altération du métabolisme énergétique au niveau de la mitochondrie entraînant une oxydation des lipides membranaires favorisant l'installation d'un stress oxydatif (**Peng et al., 2024**). Ce dernier entraînera une altération du métabolisme des glucides et lipidiques ainsi qu'un dysfonctionnement cholinergique (**Peng et al., 2024 ; Arab & Mostafalou, 2023**). Par ailleurs certaines pratiques agricoles, notamment l'utilisation d'engrais chimiques peuvent conduire à l'accumulation de métaux lourds dans les sols et les cultures. L'exposition aux métaux lourds, tels que le cadmium et le mercure, peut avoir des effets toxiques sur les reins, entraînant une néphropathie. De plus, une alimentation pauvre en nutriments essentiels, tels que les protéines, peut affecter la fonction rénale et augmenter le risque d'insuffisance rénale. Il est important de souligner que ces facteurs ne sont pas les seuls à contribuer aux atteintes hépatiques et rénales. Bien qu'il existe d'autres facteurs de risque, la cacaoculture peut aggraver ces facteurs prédisposants, augmentant le risque d'atteintes hépatiques et rénales chez les travailleurs agricoles. Il est essentiel de comprendre si la cacaoculture par l'intermédiaire des contaminants chimiques peut contribuer à l'augmentation des marqueurs biochimiques associés aux atteintes hépatiques, rénales et neurologiques chez les cacaoculteurs de la région de l'Est Cameroun qui sont vulnérable la fois par les contraintes financières, qui limitent leur accès aux soins de la santé. La surveillance des marqueurs biologiques des atteintes hépatiques et rénales ainsi que de l'effet des contaminants chimiques dans nos populations peut aider à identifier les expositions potentielles et à mettre en œuvre des mesures préventives pour réduire les risques pour la santé. Cette surveillance nécessite une approche complète, incluant des informations sur les antécédents médicaux, les antécédents familiaux des maladies hépatiques et rénales et des examens biochimiques marqueurs des atteintes rénales (créatinine et l'urée) et hépatiques (transaminases, lactate déshydrogénase), ainsi que des biomarqueurs de l'effet des contaminants chimiques comme les cholinestérases qui sont des enzymes essentielles dans le système nerveux. Il existe deux principaux types de cholinestérases : l'acétylcholinestérase (AChE) et la butyrylcholinestérase (BuChE). La mesure de leur activité dans le sang, le plasma ou d'autres tissus peut fournir des informations précieuses sur l'exposition à des pesticides inhibiteurs des cholinestérases.

Hypothèse

La pratique de la Cacaoculture détériore le profil biochimique sanguin des travailleurs agricoles résidant dans la région de l'Est Cameroun, arrondissement de Yokadouma

Objectif général

Analyser quelques caractéristiques biochimiques des cacaoculteurs résidant dans la région de l'Est Cameroun, arrondissement de Yokadouma.

Objectifs spécifiques

- Déterminer les valeurs moyennes plasmatiques des marqueurs biochimiques des altérations du métabolisme glucidique (glucose plasmatique) et lipidique (cholestérol total et de triglycérides plasmatique) chez les cacaoculteurs et les témoins;
- Déterminer les valeurs moyennes plasmatiques des marqueurs biochimiques des atteintes hépatiques (ASAT, ALAT) et rénales (urée et de créatinine) chez les cacaoculteurs et les témoins ;
- Déterminer les valeurs moyennes plasmatiques des marqueurs biochimiques de l'effet des pesticides (BCHE plasmatique et de l'ACHE érythrocytaire) chez les cacaoculteurs et les témoins.



CHAPITRE I : REVUE DE LA
LITTÉRATURE

CHAPITRE I : REVUE DE LA LITTERATURE

I-1- Généralités sur la cacaoculture au Cameroun

La Cacaoculture est un pilier de l'agriculture dans de nombreux pays tropicaux, et le Cameroun ne fait pas exception. Avec une production qui place le pays parmi les principaux producteurs de cacao en Afrique, cette culture revêt une importance économique significative. Dans l'Est du Cameroun, le cacao est non seulement une source essentielle de revenus pour les agriculteurs, mais il joue également un rôle crucial dans le développement socio-économique des communautés rurales. La Cacaoculture désigne l'ensemble des pratiques agricoles liées à la culture du cacao, un arbre tropical dont les fèves sont utilisées pour produire du chocolat, des confiseries et d'autres produits dérivés.

La Cacaoculture représente un pilier essentiel de l'économie dans de nombreux pays producteurs, notamment en Afrique, où elle joue un rôle crucial tant au niveau local que national. Plusieurs études soulignent que le cacao est non seulement une source de revenus pour les agriculteurs, mais également un moteur de développement économique. Par exemple, une recherche menée par **Kouadio et al. (2017)** a démontré que dans certaines régions du Cameroun, la Cacaoculture contribue à plus de 25% des revenus des ménages agricoles, ce qui en fait une activité économique vitale. De plus, la Cacaoculture génère des emplois directs et indirects, créant des opportunités pour des milliers de familles. Selon la **FAO, (2021)**, le secteur du cacao emploie près de 6 millions de personnes en Afrique, dont une part significative se trouve en milieu rural, ce qui contribue à réduire le chômage et à stabiliser les économies locales.

I-1-1- Pratiques agricoles : Techniques de culture et utilisation des pesticides

La Cacaoculture au Cameroun repose en grande partie sur des pratiques agricoles agroforestières, qui consistent à cultiver le cacao sous des arbres d'ombrage. Ces systèmes permettent non seulement de maintenir une certaine biodiversité, mais aussi de protéger les cacaoyers des rayons directs du soleil, qui peuvent endommager les jeunes plants et réduire la qualité des fèves. **Jagoret et al. (2011)** ont mené une étude sur les systèmes agroforestiers dans la région du Centre du Cameroun, montrant que les plantations de cacao associées à des arbres d'ombrage indigènes améliorent la fertilité des sols grâce aux apports de litière organique, réduisent l'érosion des sols et limitent la prolifération des mauvaises herbes (**Jagoret et al., 2011**).

Cependant, malgré les avantages de ces systèmes, la pression exercée par les ravageurs et les maladies oblige les agriculteurs à utiliser des pesticides. Une enquête menée par **Youmbi et al. (2017)** dans l'Est du Cameroun a révélé que 65 % des producteurs utilisent des pesticides pour lutter contre les attaques de capsides (*Sahlbergella singularis*) et d'autres nuisibles, même si leur formation sur les doses et les méthodes d'application reste limitée. En effet, la plupart des agriculteurs ont un accès restreint aux équipements de protection individuelle, ce qui les expose directement aux substances chimiques (**Youmbi et al., 2017**). Par ailleurs, **Van den Bosch et Tressens (2021)** ont signalé que cette utilisation de pesticides contribue également au développement de résistances chez les ravageurs, créant un cycle de dépendance aux pesticides qui menace la durabilité des pratiques agricoles en Cacaoculture.

I-1-2- Impact de la Cacaoculture sur l'environnement et la santé

L'expansion de la culture du cacao est l'un des principaux moteurs de la déforestation dans les zones tropicales humides, notamment en Afrique de l'Ouest. Une étude de **Moutinho et al. (2020)** montre que près de 70 % de la déforestation au Cameroun entre 2000 et 2019 est liée à la conversion des terres forestières en plantations agricoles, avec le cacao occupant une part significative (**Moutinho et al., 2020**). Cette déforestation entraîne une perte de biodiversité, car de nombreuses espèces animales et végétales dépendent de ces forêts. Par ailleurs, la réduction du couvert forestier a des répercussions sur les cycles hydrologiques locaux, aggravant la sécheresse dans certaines zones et perturbant les communautés de vie sauvage (**Van der Hoeven et al., 2018**).

Les effets néfastes de la Cacaoculture s'étendent également à la qualité des sols et des eaux. Les pesticides utilisés sur les plantations se retrouvent souvent dans les cours d'eau voisins par le biais du ruissellement, causant une pollution significative. Une étude menée par **Folefack et Louppe (2018)** a documenté la présence de résidus de pesticides dans les rivières de la région du Sud du Cameroun, notant des concentrations élevées de substances chimiques comme le lindane et le glyphosate, bien que certains de ces produits soient interdits. Ces pesticides impactent la vie aquatique et la qualité de l'eau pour les communautés riveraines qui dépendent de ces ressources pour la pêche et l'eau potable (**Folefack & Louppe, 2018**). Par ailleurs, **Cerdan et al. (2021)** ont constaté que les pesticides entraînent une diminution de la biodiversité du sol, affectant les micro-organismes et les invertébrés qui jouent un rôle essentiel dans le recyclage des nutriments et la santé des sols (**Cerdan et al., 2021**).

I-2- Différents types de pesticides utilisés, classification, mécanisme d'action et impact sur la santé

Depuis 1942, plusieurs molécules ont été synthétisées à diverses fins (militaires et agents neurotoxiques). Parmi ces molécules, les pesticides étaient les plus représentés (**Testud et al., 2020**). Les pesticides sont utilisés dans différents domaines tels que l'agriculture, la sylviculture, l'aquaculture, l'industrie alimentaire, etc. En raison de leur utilisation abusive, ces pesticides menacent la santé publique et l'écosystème (**Megha et al., 2018**). Le concept « pesticides » est une appellation générique couvrant toutes les substances (molécules) ou produits (formulations) qui éliminent les organismes nuisibles, qu'ils soient utilisés dans le secteur agricole ou dans d'autres applications (**Hasnaa, 2022**). L'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, définit le terme « pesticides » comme des produits formulés par l'homme destinés à détruire ou repousser les effets indésirables des plantes, ou d'animaux causant des dommages sur les cultures ou utilisé comme régulateur de croissance, défoliant ou dessicant (**FAO, 2018**).

Les principaux types de pesticides utilisés dans les plantations de cacao comprennent les insecticides, les fongicides et les herbicides, chacun ayant un mécanisme d'action distinct. Selon **Asogwa et Dongo (2009)**, les insecticides organophosphorés, tels que le Chlorpyrifos, sont couramment utilisés pour lutter contre les ravageurs du cacao. Ces composés agissent en inhibant l'acétylcholinestérase, une enzyme qui dégrade l'acétylcholine dans le système nerveux des insectes, entraînant une paralysie puis la mort. Cependant, ces composés sont également neurotoxiques pour les humains, et leur exposition prolongée peut provoquer des troubles neurologiques, notamment chez les travailleurs agricoles non protégés (**Asogwa & Dongo, 2009**).

Les pyréthriinoïdes, une classe d'insecticides considérée comme moins toxique pour les mammifères, sont également utilisés en cacaoculture. Toutefois, **Kouadio et al. (2019)** ont révélé que leur utilisation répétée dans les régions de culture intensive de cacao pouvait causer une toxicité cumulative pour les populations locales et les animaux sauvages (**Kouadio et al., 2019**). En ce qui concerne les fongicides, les Dithiocarbamates tels que le Mancozèbe sont largement employés pour prévenir les infections fongiques, mais ils sont également associés à des effets toxiques pour la santé humaine. Une étude de **Brown et al. (2016)** a mis en évidence un lien entre l'exposition au Mancozèbe et des effets négatifs sur le système reproducteur chez les agriculteurs et leurs familles (**Brown et al., 2016**).

Les impacts des pesticides sur la santé humaine vont au-delà des effets immédiats. Des recherches menées par **Aboua et al. (2020)** ont montré que l'exposition chronique aux pesticides est associée à une augmentation de l'incidence des cancers, des maladies respiratoires et des perturbations endocriniennes. **Aboua et al** soulignent que dans les zones rurales du Cameroun, les agriculteurs ont rarement accès à une information adéquate sur les dangers des pesticides et manquent souvent d'équipements de protection individuelle (**Aboua et al., 2020**). Par ailleurs, une étude de **Londoño et al. (2018)** a constaté que l'absorption de résidus de pesticides par les consommateurs est fréquente, augmentant ainsi le risque de toxicité pour les populations qui consomment régulièrement des produits agricoles provenant de zones à forte utilisation de pesticides (**Londoño et al., 2018**).

I-3- Classification des pesticides

I-3-1- Classification sur la base de la toxicité

La toxicité des pesticides dépend principalement de deux facteurs à savoir la dose et le temps. De ce fait, la quantité de substance impliquée (dose) et la fréquence de l'exposition à la substance (temps) donnent lieu à deux types de toxicité différents : la toxicité aiguë et la toxicité chronique.

- La toxicité aiguë désigne le degré de toxicité d'un pesticide pour un être humain, un animal ou une plante après une seule exposition de courte durée. Elle peut être mesurée en tant que toxicité orale aiguë, toxicité cutanée aiguë et toxicité par inhalation aiguë.
- La toxicité chronique est un effet toxique retardé dû à l'exposition à un pesticide. Cette toxicité concerne le grand public ainsi que les personnes qui travaillent directement avec des pesticides en raison de l'exposition potentielle aux pesticides dans les produits alimentaires, l'eau et l'air.

Il existe également une autre classification des pesticides par risque établie par l'organisation mondiale de la santé, qui classe les pesticides en fonction de leur toxicité avec comme critère la dose létale 50 (DL50). Le degré de toxicité des pesticides est étudié sur des rats et des animaux de laboratoire. Selon cette classification, il existe 5 classes (**OMS, 2019**).

**Quelques profils biochimiques des cacaoculteurs résidant dans la région de l'Est- Cameroun,
arrondissement de Yokadouma**

Tableau 1 : Les critères de classification des pesticides en fonction de la toxicité, exprimée en DL50 (mg / kg) (OMS, 2019).

Classes	Toxicités	DL50 pour le rat (mg/kg de poids corporel)		Exemples
		Orale	Dermique	
Ia	Extrêmement dangereux	<5	<50	Parathion, dieldrine, phorate
Ib	Très dangereux	5-50	50-200	Aldrine, Dichlorvos
II	Moyennement dangereux	50-2000	200-2000	DDT, Chlordane
III	Légèrement dangereux	Plus de 2000	Plus de 2000	Malathion
U	Peu susceptible de présenter un risque aigu	5000 ou plus		Carbétamide, Cycloprothrine

I-3-2- Mécanisme d'action des pesticides

Les mécanismes d'action des pesticides sur la fonction hépatique et rénale varient en fonction du type de pesticide (herbicide, insecticide, fongicide, etc.), de sa structure chimique, de sa solubilité et de sa capacité à être métabolisé dans l'organisme. Ces mécanismes peuvent provoquer des effets toxiques à différents niveaux, en particulier au niveau du foie et des reins, qui sont les principaux organes responsables de la détoxification et de l'élimination des produits chimiques.

I-3-2-1. Métabolisme hépatique des pesticides

Le foie est un organe clé dans le métabolisme et la détoxification des substances chimiques, y compris les pesticides. Les pesticides sont souvent métabolisés par des enzymes hépatiques, ce qui modifie leur structure chimique, soit pour les rendre plus solubles et donc plus faciles à éliminer, soit pour les rendre plus toxiques.

Phase I (Modifications chimiques)

Cytochrome P450 (CYP) : Ce groupe d'enzymes est responsable de l'oxydation des pesticides, rendant les composés plus réactifs. Ces réactions peuvent être bénéfiques pour la

détoxification, mais dans certains cas, elles peuvent transformer des pesticides relativement inoffensifs en métabolites plus toxiques.

Hydrolyse, réduction, et oxydation : D'autres enzymes hépatiques participent également à la transformation des pesticides en métabolites intermédiaires qui peuvent être éliminés par les reins ou les intestins.

Phase II (Conjugaison)

Les métabolites formés lors de la phase I sont souvent modifiés par des enzymes de conjugaison (par exemple, **glutathion-S-transférases**) qui les rendent plus solubles dans l'eau.

Ces métabolites sont ensuite excrétés soit par la bile, soit par les reins dans l'urine.

I-3-2-2. Mécanisme d'action sur les reins

Les reins jouent un rôle crucial dans l'excrétion des métabolites de pesticides après leur dégradation dans le foie. Cependant, l'exposition à certains pesticides peut avoir un effet direct sur la fonction rénale.

Néphrotoxicité directe :

- **Effets sur les cellules rénales** : Certains pesticides, comme ceux contenant des métaux lourds (par exemple, le cadmium ou l'arsenic), peuvent causer des lésions directes aux cellules des reins. Ces métaux lourds s'accumulent dans les tissus rénaux et peuvent interférer avec leur fonction, entraînant des troubles de filtration, de réabsorption et de sécrétion.
- **Effets sur les néphrons** : Les pesticides peuvent altérer les structures des néphrons (les unités fonctionnelles des reins), réduisant leur capacité à éliminer les déchets métaboliques et les toxines de l'organisme.

Perturbation de l'équilibre électrolytique :

- **Excrétion excessive de minéraux** : Certains pesticides peuvent altérer la réabsorption des électrolytes comme le sodium, le potassium et le calcium dans les tubules rénaux, entraînant des déséquilibres électrolytiques.
- **Effets sur l'hydratation** : L'altération de la fonction rénale peut entraîner une mauvaise régulation de l'hydratation, avec des risques de déshydratation ou de rétention d'eau.

I-3-2-3. Interaction entre le foie et les reins

Quelques profils biochimiques des cacaoculteurs résidant dans la région de l'Est- Cameroun, arrondissement de Yokadouma

Le foie et les reins travaillent en collaboration pour éliminer les toxines de l'organisme. Après la métabolisation des pesticides dans le foie, les métabolites peuvent être éliminés soit par les reins, soit par la bile. Si la détoxification hépatique est perturbée ou saturée, une surcharge de métabolites toxiques peut atteindre les reins, provoquant des dommages rénaux.

De plus, la **néphrotoxicité** peut également résulter de l'accumulation de métabolites toxiques produits par la phase I du métabolisme, en particulier lorsque ces produits sont plus réactifs ou moins facilement éliminés.

I-3-2-4. Exemples de pesticides affectant les fonctions hépatiques et rénales.

Insecticides organophosphorés : Ces pesticides inhibent l'enzyme **acétylcholinestérase**, perturbant la communication neuronale. Bien qu'ils n'affectent pas directement les fonctions hépatiques et rénales, ils peuvent provoquer des symptômes neurologiques graves qui affectent le métabolisme global, incluant des effets indirects sur le foie et les reins.

Herbicides à base de glyphosate : Le glyphosate est souvent métabolisé dans le foie, et des études ont suggéré qu'il pourrait avoir des effets néphrotoxiques à des doses élevées. Il pourrait interférer avec les fonctions rénales en perturbant les mécanismes de filtration et en affectant les cellules tubulaires rénales.

Pesticides à base de cuivre et de cadmium : Ces métaux lourds sont très toxiques pour le foie et les reins. Le cuivre peut entraîner une accumulation dans le foie, tandis que le cadmium est directement néphrotoxique, affectant la fonction rénale.

Les mécanismes d'action des pesticides impliquant la fonction hépatique et rénale reposent sur plusieurs processus complexes, incluant la dégradation des pesticides dans le foie, leur excrétion par les reins, et les effets toxiques directs de certains métabolites. Les pesticides peuvent affecter les deux organes de manière directe (par exemple, par toxicité cellulaire) ou indirecte (par l'interruption du métabolisme et de l'excrétion).

Le diagramme schématisé ci-dessous illustre le mécanisme d'action des pesticides sur le foie et les reins. Il montre comment les pesticides sont absorbés, métabolisés dans le foie (phases I et II), et comment les métabolites sont excrétés par la bile ou les reins. Il met également en évidence les effets toxiques possibles sur ces organes.

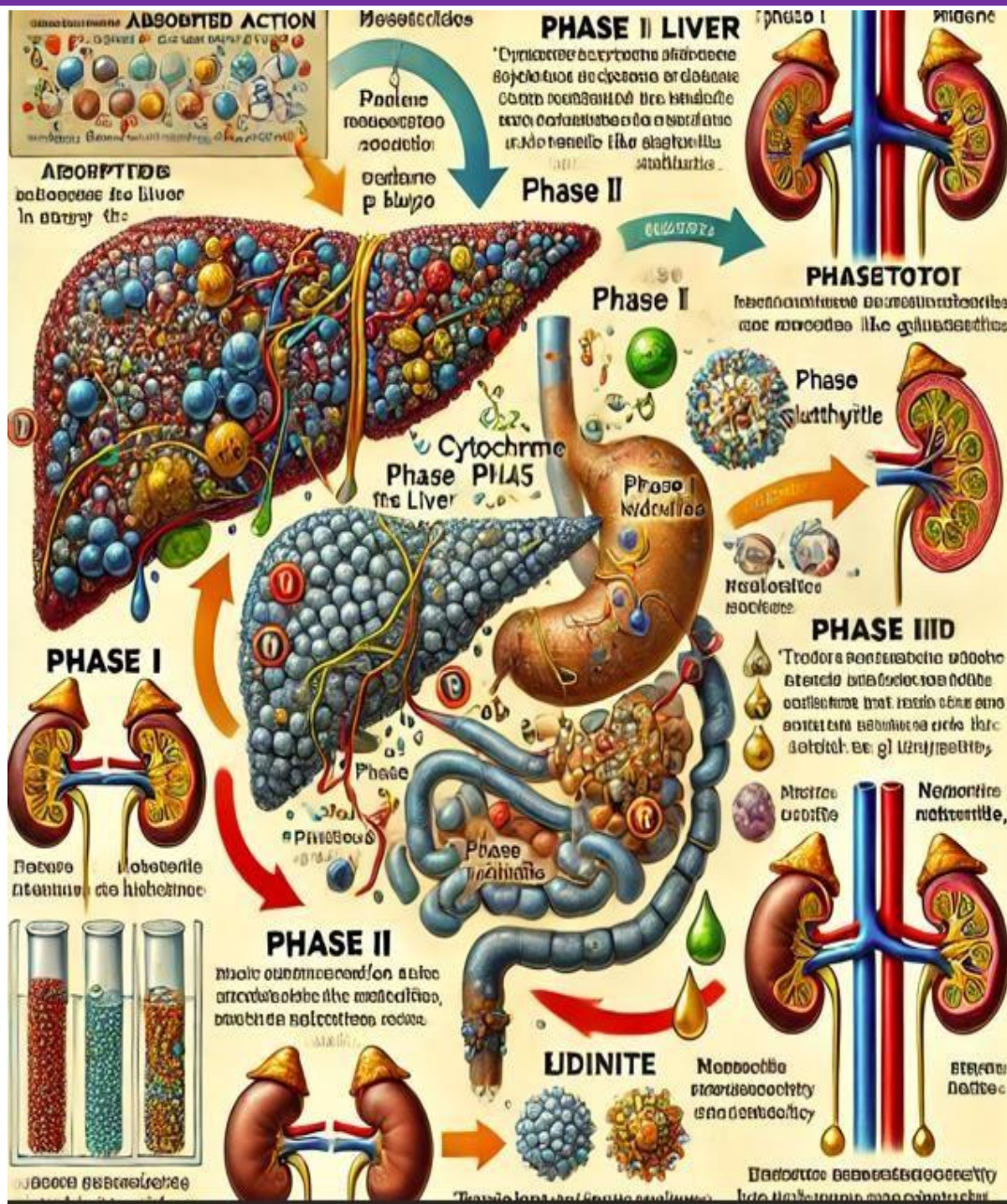


Figure 1 : Schéma de l'action des pesticides sur le foie et les reins.

I-4- Impacts des pesticides sur la santé humaine

Les pesticides ont été associés à de nombreux effets négatifs sur la santé humaine, notamment des troubles neurologiques, des problèmes de reproduction, des cancers et des maladies respiratoires. Ils peuvent avoir de nombreux impacts sur la santé humaine, notamment en raison de leur toxicité et de leur potentiel à causer des effets néfastes sur différents organes et systèmes du corps. Les pesticides peuvent affecter le système nerveux central et périphérique, entraînant des symptômes tels que maux de tête, vertiges, troubles de la mémoire et de la concentration, ainsi que des maladies neurodégénératives comme la maladie de parkinson, la maladie d'Alzheimer. Une étude publiée dans Environmental Health

Quelques profils biochimiques des cacaoculteurs résidant dans la région de l'Est- Cameroun, arrondissement de Yokadouma

Perspectives en 2020 a montré que l'exposition aux pesticides était associée à un risque accru de maladies neurodégénérative telles que la maladie de parkinson (**Pei Liu et al., 2020**). Dans cette étude, les personnes exposées aux pesticides présentaient un risque plus élevé de développer cette maladie par rapport à celles qui n'étaient pas exposées.

Sur la même logique, certains pesticides sont des perturbateurs endocriniens, ce qui signifie qu'ils peuvent interférer avec le fonctionnement normal du système hormonal. Cela peut entraîner des troubles hormonaux, des problèmes de fertilité, des anomalies du développement et d'autres effets sur la santé. Une revue publiée dans *Frontiers in Public Health* en 2021 a examiné les effets des pesticides sur le système endocrinien humain cette étude souligne l'importance de mieux comprendre ces effets pour protéger la santé humaine et met en lumière la nécessité de mesures pour limiter l'exposition aux pesticides afin de prévenir les impacts sur le système endocrinien. L'exposition aux pesticides peut également avoir des effets sur la santé respiratoire, provoquant des symptômes tels que la toux, essoufflement, irritation des voies respiratoires et exacerbation de l'asthme. En 2021, une étude publiée dans *Environmental Research* a examiné l'association entre l'exposition aux pesticides et les troubles respiratoires chez les agriculteurs. Les résultats de cette étude ont montré une association significative entre l'exposition aux pesticides et les troubles respiratoires tels que l'asthme, la bronchite chronique et la diminution de la fonction pulmonaire. Les chercheurs ont également constaté que l'effet de l'exposition aux pesticides sur les troubles respiratoires était plus prononcé chez les agriculteurs qui manipulaient directement les pesticides ou qui étaient exposés de manière intensive à ces produits (**Maria et al., 2021**).

I-4-1- Effets sur les fonctions hépatiques

Le foie, principal organe de détoxification, est particulièrement vulnérable à la toxicité des pesticides. Plusieurs études ont observé des altérations dans les enzymes hépatiques, suggérant une atteinte hépatique chez les personnes exposées. Par exemple, **Remor et al. (2009)** ont constaté une augmentation significative des taux d'aspartate Aminotransférase (ASAT) et d'alanine Aminotransférase (ALAT) chez des ouvriers agricoles exposés à des organophosphorés, enzymes qui, en quantités élevées, signalent un possible atteint du foie. Les travaux de **Casale et al. (2020)** confirment ces observations, montrant que l'exposition répétée aux pesticides affecte les fonctions hépatiques, notamment en perturbant les enzymes

responsables de la détoxification, entraînant une inflammation et un risque accru de maladies chroniques du foie.

I-4-2- Effets sur la fonction rénale

Les reins, essentiels dans l'excrétion des déchets toxiques, subissent également les effets néfastes des pesticides. Des études montrent que l'exposition à des pesticides peut entraîner une augmentation de la créatinine et de l'urée, témoignant de difficultés dans l'élimination des déchets. Par exemple, **Hoppin et al. (2016)** ont observé des niveaux élevés de créatinine dans le sérum des travailleurs agricoles américains, indiquant une altération de la fonction rénale. Les neonicotinoïdes, un type de pesticide très utilisé, ont été particulièrement associés à ces effets néphrotoxiques. **Mesnage et al. (2017)** ont également mis en évidence un lien entre l'exposition aux neonicotinoïdes et une augmentation des marqueurs de dysfonctionnement rénal, tels que l'urée et la créatinine, chez les populations rurales.

I-4-3- Effets sur l'activité métabolique du foie

L'exposition aux pesticides est associée à des changements dans le profil lipidique et glucidique, ce qui peut entraîner des risques métaboliques, notamment pour les maladies cardiovasculaires et le diabète. Par exemple, une étude menée aux Pays-Bas par **De Cock et al. (2014)** sur des enfants vivant dans des zones agricoles a révélé une augmentation des niveaux de cholestérol total et de triglycérides, indiquant un risque accru de dyslipidémie chez ces jeunes populations. En outre, les organochlorés et certains pesticides organophosphorés ont été liés à une résistance à l'insuline, facteur de risque pour le diabète de type 2. **Miech et al. (2018)** ont mené une revue de littérature qui montre comment ces substances chimiques perturbent les voies de signalisation de l'insuline, augmentant ainsi la probabilité d'un dysfonctionnement glucidique.

I-4-4- Effets sur le taux des micronutriments sériques

Les pesticides, en affectant la biodisponibilité des nutriments, peuvent contribuer à des carences en vitamines et minéraux chez les populations exposées. L'exposition aux pesticides est liée à des déficiences en vitamines, notamment la vitamine D, et en minéraux comme le fer, le zinc et le magnésium. Par exemple, **Perry et al. (2014)** ont trouvé des taux d'anémie et de déficience en fer élevés chez des travailleurs de plantations de thé en Inde, principalement dus à l'exposition chronique aux pesticides. Une carence en fer limite la capacité de l'organisme à transporter l'oxygène, aggravant ainsi l'état nutritionnel général. Les carences en vitamine D, comme rapporté par **Kamel et Hoppin (2014)**, sont également fréquentes chez

les travailleurs agricoles exposés, ce qui affaiblit leur système immunitaire et augmente le risque de maladies osseuses et d'infections. Le profil biochimique des populations exposées aux pesticides montre des altérations importantes liées aux fonctions hépatiques et rénales, des perturbations métaboliques, et des carences nutritionnelles significatives. Ces effets peuvent aggraver les risques de maladies chroniques et métaboliques,

I-4-5- Mesure des biomarqueurs de l'exposition aux pesticides dans l'organisme

Les biomarqueurs d'exposition sont des indicateurs biologiques permettant de mesurer la présence de pesticides et leurs effets dans l'organisme humain. Ces biomarqueurs se retrouvent dans divers fluides corporels (sang, urine, cheveux, ongles) et permettent de suivre l'exposition aux pesticides, d'évaluer le risque toxique pour la santé, et de mieux comprendre les relations entre l'exposition et les maladies chroniques.

➤ **L'acétylcholinestérase érythrocytaire et la butyrylcholinestérase plasmatique**

Les pesticides organophosphorés et carbamates inhibent des enzymes spécifiques, telles que la cholinestérase plasmatique et la butyrylcholinestérase. La mesure de l'activité de ces enzymes dans le sang est un biomarqueur important pour détecter l'exposition aux pesticides neurotoxiques. **Muñoz-Quezada et al. (2016)** ont rapporté une diminution de l'activité de la cholinestérase chez les ouvriers agricoles chiliens, corrélée à l'exposition aux organophosphorés, confirmant que les enzymes inhibées constituent un indicateur fiable d'exposition.

Ce type de biomarqueur enzymatique est essentiel pour surveiller les risques immédiats d'exposition dans les environnements de travail, car une diminution rapide de l'activité de la cholinestérase peut provoquer des symptômes graves d'intoxication aiguë, tels que des maux de tête, des vertiges et des troubles respiratoires

➤ **Autres marqueurs**

Métabolites urinaires

L'urine est le fluide corporel le plus couramment utilisé pour évaluer l'exposition aux pesticides, car elle permet de mesurer les métabolites, soit les produits de dégradation des pesticides, éliminés par l'organisme. Les organophosphorés, par exemple, se dégradent en métabolites tels que le diméthylphosphate (DMP) et le diéthylphosphate (DEP). **Barr et al. (2010)** ont démontré que les métabolites urinaires des organophosphorés sont des biomarqueurs fiables pour évaluer l'exposition récente, permettant de quantifier les niveaux d'exposition chez les travailleurs agricoles.

Pesticides et métabolites dans le sang

Le sang est également un fluide utile pour évaluer l'exposition aux pesticides, surtout pour les pesticides organochlorés et certains organophosphorés qui sont lipophiles et se stockent dans les graisses corporelles. Les niveaux de Chlorpyrifos, par exemple, peuvent être mesurés dans le plasma pour estimer l'exposition professionnelle, comme l'ont montré **Ye et al. (2017)**. Ce type de mesure est particulièrement utile pour les pesticides persistants qui s'accumulent dans l'organisme au fil du temps. Les pesticides liposolubles comme les organochlorés par exemple, le DDT sont souvent détectés dans le sérum. En raison de leur longue demi-vie, ils restent dans l'organisme bien après l'exposition. Cela permet une évaluation à long terme de l'exposition, même si l'exposition active a cessé. L'étude de **Laurent et al. (2021)** a révélé des niveaux élevés de DDT dans le sang de populations rurales, même des années après l'interdiction de ce pesticide, indiquant la persistance de ces produits chimiques dans le corps humain



CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

II-1- Situation géographique

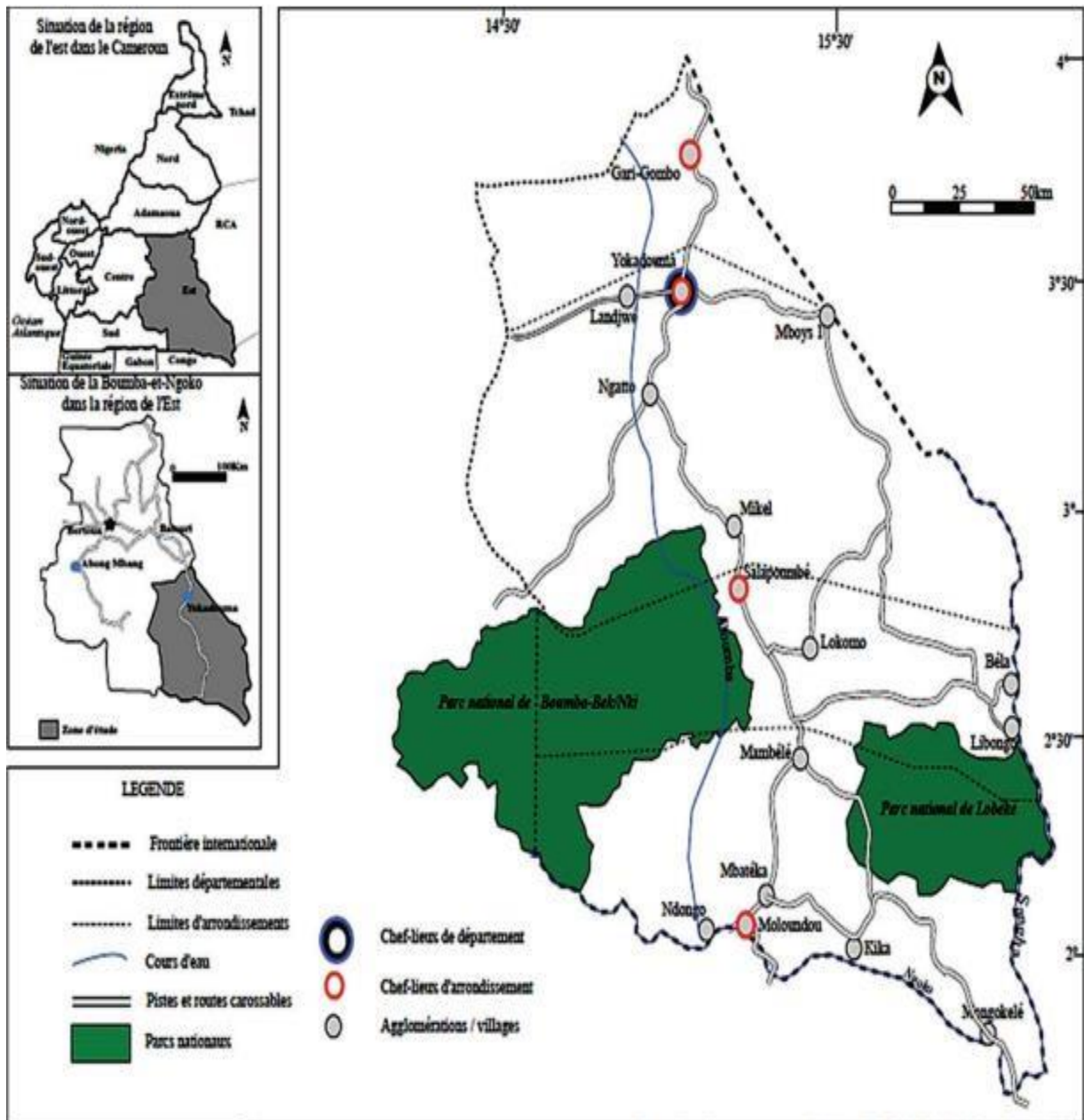
L'étude a été réalisée dans l'arrondissement de Yokadouma Sud situé dans le Département de la Boumba-et-Ngoko, Région de l'Est du Cameroun.

L'arrondissement de Yokadouma est limité au Nord par la commune de Gari – Gombo ; au Sud par la commune de Salapoumbé ; à l'Est par la République Centrafricaine et à l'Ouest par la Commune de Messok.

Sa population était estimée à 64.000 habitants en 2005 et probablement 75 648 habitants en 2012 sur la base d'un taux d'accroissement annuel de 2,6%. Les populations sont regroupées en 3 cantons (MPOU-MPONG, KONABEMBE et BIDJOUKI) répartis dans 73 chefferies de 3e degré et 43 campements pygmées Baka. Les Baka, peuples autochtones de la forêt, représentent environ 20% de la population de la commune de Yokadouma 3ème. Les ethnies allogènes sont constituées de Bamiléké, Bamoun, Maka et les anglophones.

Les principaux produits alimentaires consommés sont pour la plupart les tubercules (manioc) et les oléagineux (arachides, mangue sauvage), légumes (kokok, feuilles de manioc). A cela, on peut ajouter les ingrédients séchés qui sont très répandus (légumes, gombo, haricot...) et les décoctions de plantes. Il est important de préciser que les habitudes alimentaires varient d'une ethnie à une autre. A cela s'ajoute la production importante des produits de rente tels que le cacao, dont la culture fait recours à une utilisation expansive des pesticides.

Quelques profils biochimiques des cacaoculteurs résidant dans la région de l'Est-Cameroun, arrondissement de Yokadouma



II-4- Considérations éthiques et Covid-19

L'étude a été approuvée par le Comité National d'Ethique du Ministère de la santé publique sous le numéro N°2019/04/447/CE/CNERSH/SP (**Annexe I**). Des lettres d'information ont été adressées aux différents Gouverneurs des Régions, aux Sous-préfets, aux Chefs de village qui étaient chargés de relayer l'information aux chefs de quartiers et autres. Sur le terrain, après vérification de l'éligibilité du participant, un entretien dans le ménage sélectionné était fait afin de l'informer plus précisément des objectifs de l'étude pour susciter l'adhésion du ménage à l'enquête. Une mention sommaire des types d'informations recherchées concernant le participant et le ménage a été effectuée. En cas d'accord, le consentement matérialisé était recueilli sous forme de signature du chef de ménage apposée sur la fiche de consentement. Un rendez-vous était alors pris pour la première visite de l'enquête dans le ménage sélectionné. Les informations et données recueillies ont été tenues confidentielles et des codes ont été attribués au cours des manipulations au laboratoire.

Prévention de la Covid-19 ;

Il a été développé un protocole spécial pour permettre la formation et la collecte des données dans le strict respect des mesures barrières et sanitaires en s'inspirant des « Orientations provisoires sur le démarrage des enquêtes au niveau de la population et la collecte de données au niveau des ménages dans les situations humanitaires pendant la pandémie de Covid-19 » publiées par l'initiative SMART le 8 octobre 2020 (en annexe).

II-5- Critères d'inclusion, de non inclusion et d'exclusion

Critères d'inclusion communs aux deux groupes

- ✓ Appartenir aux groupes d'ethniques Baka ou bantous (konambébé, Mvong-Mvong, Mbimos etc..)
- ✓ Avoir un âge compris entre 20-65 ans
- ✓ Résider dans le département de la Boumba et Ngoko depuis au moins 1 an
- ✓ N'avoir pas consommé de médicaments pendant une période ≤ 30 jours avant l'étude

Critères d'inclusion propres aux agriculteurs

- ✓ Pratiquer la cacaoculture pendant une période ≥ 5 ans
- ✓ N'avoir pas appliqué les pesticides pendant les 30 jours précédant la phase de collecte des données.

Critères d'inclusion propres aux témoins

- ✓ Ne pas pratiquer la cacaoculture
- ✓ Ne pas habiter à proximité des sites de pulvérisation des pesticides
- ✓ N'avoir aucun antécédent de tabagisme, d'alcoolisme ou d'allergie

Critères de non-inclusion et d'exclusion des agriculteurs et témoins

- ✓ Refus de participer
- ✓ Personnes atteintes de pathologies chroniques (diabète, MCV), hépatites, insuffisance rénale, cancer etc...), maladies de la thyroïde et de troubles neurologiques ;
- ✓ Femmes enceintes ou ménopausées

II-6- Taille de l'échantillon

Trois facteurs déterminent essentiellement la taille de l'échantillon pour une enquête faite dans une population : la prévalence estimative des atteintes hépatiques au Cameroun, la marge d'erreur à 5% et le niveau de confiance à 95%. La taille de l'échantillon requise est calculée en appliquant la formule suivante (**Magnani, 1997**) :

$$N = \frac{t^2 \times P(1-P)}{m^2}$$

N = taille d'échantillon requise **t** = niveau de confiance à 95%
(valeur type de 1,96) **p** = prévalence estimative des atteintes
hépatiques au Cameroun (10,4%) **m** = marge d'erreur à 5% (valeur
type de 0,05)

Etape 1 : Taille d'échantillon de base pour échantillonnage randomisé

La prévalence estimative des atteintes hépatiques au Cameroun 10,4%

$$N_x = 128,298 = 129$$

Etape 2 : Correction de la taille d'échantillon pour raison des erreurs

10% de cette taille d'échantillon calculé doit donc être ajouté, comme valeur relative des erreurs liées au remplissage du questionnaire et à l'entrée des données.

Ainsi l'application de la formule suivante permet d'avoir cette taille d'échantillon corrigée : $N_z = 129 + 13$, donc $N_z = 142$.

II-7- Administration des questionnaires

Une grille d'entretien a été utilisée pour collecter des données sur les caractéristiques sociodémographiques, la pratique de la cacaoculture.

II-8- Prise des mesures anthropométrique

Des mesures anthropométriques (poids, taille) ont été effectuées au cours de la matinée dès le premier jour.

➤ Mesure du poids

La mesure du poids a été faite à l'aide d'une balance électronique de marque TANITA™.

i- Méthode

Le sujet légèrement habillé et à jeun depuis environ 12 heures, monte sur la balance placée sur une surface horizontale, les pieds nus et place la plante des pieds sur les parties métalliques de la balance. Le poids en kilogramme (Kg) du sujet s'affiche directement sur le cadran de la balance.

- Mesure de la taille

Elle a été faite à l'aide d'une toise verticale graduée au centimètre près.

i. Méthode

Le sujet, pieds nus et joints, se tient debout, le dos, les fesses, les mollets et les talons contre la colonne de l'anthropomètre. Cet appareil permet la lecture directe de la taille du sujet sur la graduation de l'appareil précis au centimètre.

➤ Calcul de l'indice de masse corporelle (IMC)

La détermination de l'IMC s'est faite en utilisant la formule ci-dessous :

$$[\text{IMC} = \text{Poids (kg)} / \text{Taille}^2 (\text{m})^2]$$

II-9- Prélèvement sanguin et préparation de l'hémolysât

➤ Le prélèvement sanguin

Le prélèvement sanguin a été effectué par un assistant du corps médical chez les participantes à jeun depuis au moins 12 heures avant la demi-journée. Environ 5 mL de sang ont été prélevés par ponction veineuse au niveau du pli du coude et recueillis dans des tubes *Vacutainer* contenant un anticoagulant EDTA. Après une heure de repos, le plasma obtenu par centrifugation à 1500 g pendant 10 minutes a été aliquoté dans des tubes *Eppendorf* et conservé à -20°C. Le culot a servi à la préparation de l'hémolysât

➤ **Préparation de l'hémolysât**

Après centrifugation du sang total, un volume de 100 µL de culot a été introduit dans des tubes coniques. Le culot a été lavé dans 2 mL d'une solution de NaCl (0,9 %) et centrifugé à 1500 g pendant 10 min, à température ambiante. Ce processus a été répété 2 fois. L'hémolyse a été réalisée en ajoutant 2 mL d'eau distillée. Ce dernier a été centrifugé à 1500 g pendant 10 min à 25 °C le surnageant (hémolysât) a été récupéré, aliquoté et conservé à -20 °C.

II-10- Dosage des paramètres biochimiques

II-10-1 Dosages des marqueurs de l'activité métabolique du foie

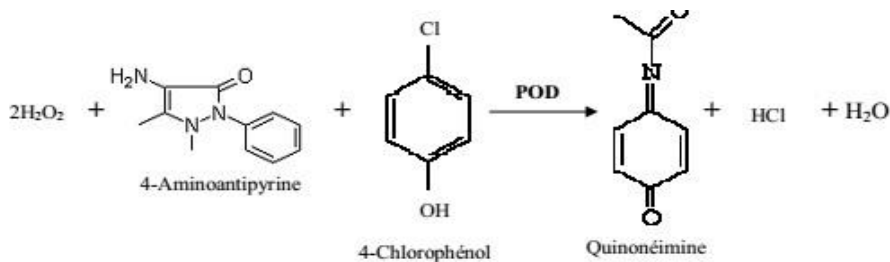
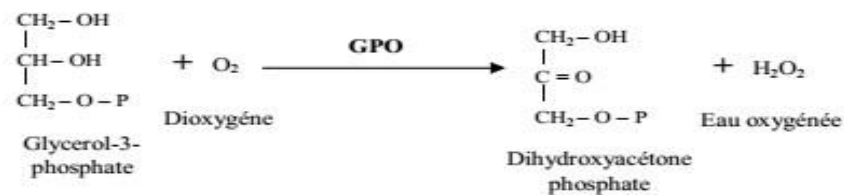
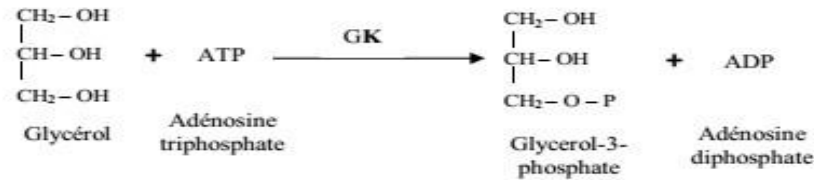
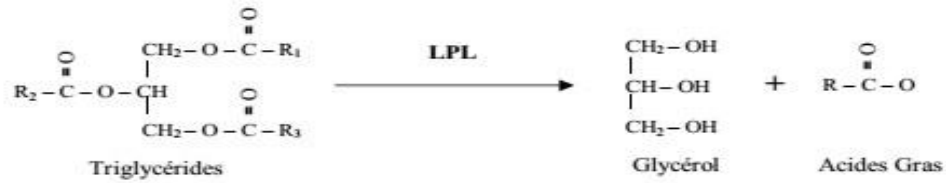
➤ **Dosage des triglycérides plasmatiques**

La méthode décrite par **Fossati et Principe (1982)** a été utilisée.

✚ Principe

Le glycérol produit par hydrolyse enzymatique des triglycérides par la lipoprotéine lipase est phosphorylé par l'ATP pour produire la glycérol-3-phosphate et l'ADP à travers une réaction catalysée par la glycérol-kinase (GK). La glycérol-3-phosphate oxydase (GPO) catalyse l'oxydation du glycérol -3-phosphate en le dihydroxyacétone-3-phosphate et H₂O₂. Le H₂O₂, 4-aminoantipyrine et 4-chlorophénol sous l'action de la peroxydase (POD) entraînent la formation d'un complexe coloré (quinonéimine). L'intensité de la coloration est lue à 505 nm et est proportionnelle à la concentration du glycérol du mélange réactionnel ainsi qu'au taux de triglycérides dans l'échantillon.

**Quelques profils biochimiques des cacaoculteurs résidant dans la région de l'Est- Cameroun,
arrondissement de Yokadouma**



✚ **Mode opératoire** (le Kit de diagnostic biolabo SAS a été utilisé, 80351, composition : R1= étalon, R2= enzyme, R3= étalon)

Dans des tubes contenant 10 µL de plasma ou de standard, 1000 µL de réactif ont été ajoutés. Après mélange et incubation pendant 10 minutes à température ambiante, les absorbances ont été lues à 505 nm contre le blanc. Le blanc était constitué de l'eau distillée et du réactif.

✚ **Expression des résultats**

La concentration plasmatique de triglycéride a été calculée à partir de la formule suivante :

$$\text{Triglycérides (mg/dL)} = \frac{\text{absorbance essai}}{\text{absorbance de l'étalon} \times \text{valeur de l'étalon}}$$

Valeur de référence= < 1,5 g/L

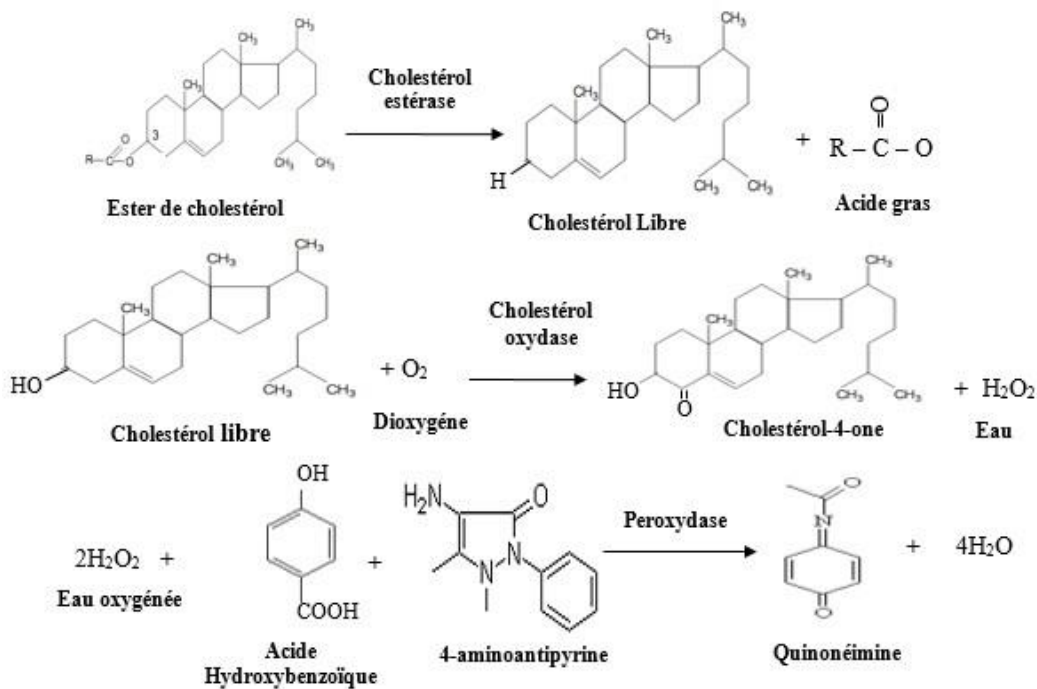
➤ **Dosage du cholestérol total plasmatique**

La méthode décrite par **Roeschlau et al. (1974)** a été utilisée.

**Quelques profils biochimiques des cacaoculteurs résidant dans la région de l'Est- Cameroun,
arrondissement de Yokadouma**

✚ Principe

La cholestérol estérase catalyse l'hydrolyse des esters de cholestérol en cholestérol libre et acides gras. Le cholestérol libre est oxydé en 4-cholesten-3-one et peroxyde d'hydrogène par le cholestérol oxydase. Le phénol et le 4-aminoantipyrine se combinent avec le peroxyde d'hydrogène en présence de la peroxydase pour former la quinonéimine de coloration rouge absorbant à 505 nm. L'intensité de la coloration est directement proportionnelle à la concentration de cholestérol total dans l'échantillon.



✚ Mode opératoire (le kit de diagnostic biolabo a été utilisé, REF : LP80106, composition : R1= réactif, R2= étalon)

Dix (10 µL) de plasma ou de standard ont été introduits dans 1000 µL de réactif, après mélange et incubation pendant 10 minutes à 25°C, l'absorbance de l'échantillon contre le blanc réactif a été lue à 505 nm.

✚ Expression des résultats

La concentration plasmatique en cholestérol total a été calculée à partir de la formule suivante :

$$\text{Cholestérol total (mg/dL)} = \frac{\text{absorbance de l'échantillon}}{\text{absorbance de l'étalon}} \times \text{valeur de l'étalon}$$

Valeur de référence= < 2 g/L

Valeur référence : Sérum - Plasma < 150 mg/dL.

➤ **Dosage du glucose par la méthode des bandelettes imprégnée de la glucose oxydase**

La méthode utilisée était celle de **Trinder (1959)**

i. Principe :

Le glucose contenu dans l'échantillon sanguin a été mélangé aux composants chimiques spécifiques de la bandelette de test (Glucose oxydase) et un faible courant électrique a été produit durant la réaction chimique. L'intensité du courant électrique varie selon la quantité de glucose présente dans l'échantillon sanguin. Le lecteur mesure l'intensité du courant, calcule la glycémie, affiche le résultat et le conserve en mémoire.

ii. Mode opératoire

Le dosage a été effectué avec du sang capillaire. Une goutte de sang obtenue à l'aide d'un stylo auto-piqueur appuyé sur l'un des doigts de la main, a été déposée sur la bandelette réactive de marque "*One Touch Ultra*" imprégnée de glucose oxydase. La valeur de la glycémie s'affichait sur le cadran du glucomètre 10 secondes après le dépôt de la goutte de sang.

Valeur référence : sang total < 100 mg/dL.

II-10-2 Dosage des marqueurs des atteintes rénales

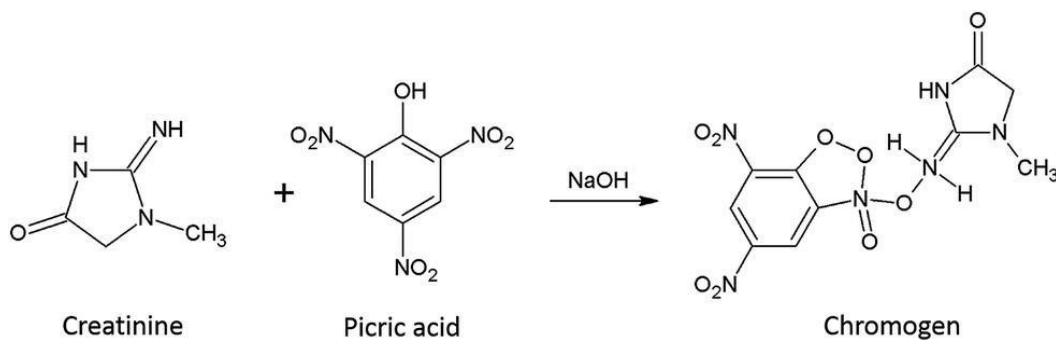
➤ **Dosage de la créatinine plasmatique**

Elle a été effectuée *via* le dosage de la créatinémie par la méthode décrite par **Bartels et al. (1972)**.

✚ **Principe**

En milieu alcalin, la créatinine forme un complexe jaune orange avec l'acide picrique.

L'intensité de la coloration varie en fonction de la concentration de la créatinine présente dans le milieu.



✚ **Mode opératoire** (le Kit de diagnostic biolabo SAS a été utilisé, REF : 90107, composition : R1= créatinine réactif 1, R2= créatinine réactif 2)

**Quelques profils biochimiques des cacaoculteurs résidant dans la région de l'Est- Cameroun,
arrondissement de Yokadouma**

Dans un tube à essai, ont été introduits 1000 µL de la solution de travail et 100 µL de plasma ou de standard suivi d'une agitation pendant une minute. L'absorbance a été lue 2 à 3 secondes après stabilisation du mélange à 510 nm contre le blanc.

✚ Expression des résultats

La formule ci-dessous a été utilisée pour le calcul de la créatinine dans les échantillons.

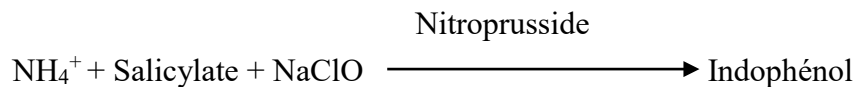
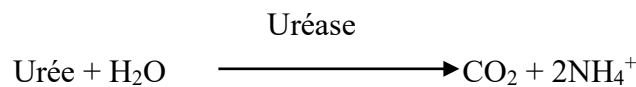
$$[\text{Créatinine}] \text{ en } \left(\frac{\text{mg}}{\text{dL}} \right) = \frac{\text{Abs essai ou éch}}{\text{Abs étalon}} \times [\text{étalon}]$$

Valeur de référence= 6 à 13 mg/L

➤ Dosage de l'urée plasmatique

i. Principe :

L'urée est hydrolysée en NH_4^+ et CO_2 . NH_4^+ formé réagit avec le salicylate et l'hypochlorite pour former un indophénol de couleur verte dont l'intensité de la coloration est proportionnelle à la concentration d'urée (Bartels *et al.*, 1972).



ii. Mode opératoire

(le Kit de diagnostic biolabo SAS a été utilisé, REF : 80221, composition : R1= salicylate, R2= uréase, R3= réactif alcalin, R4= étalon urée)

Dans des tubes à essai, 10 µL d'échantillon ou de standard ont été ajoutés à 1 mL de la solution de travail. Le mélange obtenu a été agité et incubé pendant 10 minutes à température ambiante, ensuite 1 mL du réactif 2 a été ajouté et après agitation et incubation à température ambiante pendant 10 minutes, l'absorbance a été lue à 580nm contre le blanc.

iii. Expression des résultats

$$\text{Concentration urée (mg/dL)} = \frac{\text{DO de l'essai}}{\text{DO de l'étalon}} \times \text{concentration de l'étalon } \left(\frac{\text{mg}}{\text{dL}} \right)$$

Valeur de référence= 0,15 à 0,45 g/L

II-10-3- Dosages des marqueurs des atteintes hépatiques

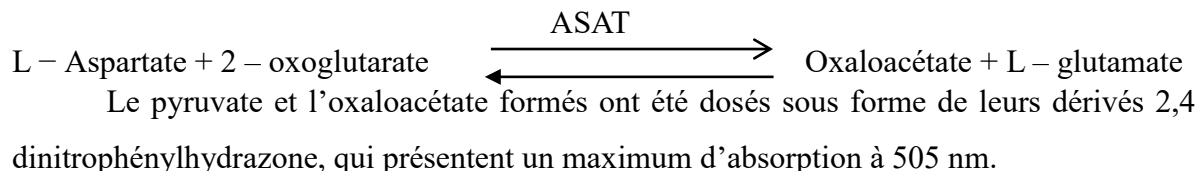
➤ Evaluation de l'activité de l'aspartate aminotransférase (ASAT) [EC 2.6.1.1]

Les activités de l'aspartate aminotransférase (ASAT) [EC 2.6.1.2] tel que décrit par **Reitman et Frankel (1957)**.

**Quelques profils biochimiques des cacaoculteurs résidant dans la région de l'Est- Cameroun,
arrondissement de Yokadouma**

○ **Principe**

La glutamate oxaloacétate transaminase (GOT ou ASAT) catalyse la réaction suivante :



– **Mode opératoire**

Réalisation de l'étalonnage ASAT

Les différents étalonnages ont été réalisés selon la méthodologie décrite dans le tableau II.

Dosage de l'ASAT

Cent (100) µL de substrat ont été pipetés dans les tubes blancs et essais. Ils ont été préincubés à 37 °C pendant 5 minutes, puis 20 µL de sérum y ont été ajoutés. Après homogénéisation, tous les tubes ont été incubés à 37 °C pendant 1 heure. Ensuite, 100 µL du réactif de DNPH y ont été ajoutés suivi d'une incubation de 20 minutes à température ambiante. La réaction a été arrêtée après ajout de 1 mL de NaOH (0,4 N) dans chacun des tubes.

L'absorbance a été lue à 505 nm contre le tube blanc (L'échantillon a été remplacé par de l'eau distillée).

Tableau 2 : Préparation des tubes pour l'étalonnage ASAT

Tubes	1	2	3	4	5
Eau distillée (mL)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Substrat ASAT (mL)	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06
Volume Pyruvate (mL)	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04
DNPH	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Incubation 20 min à température ambiante					
NaOH (mL) (0,4N)	1	1	1	1	1
Laisser à température ambiante pendant 5 min et lire la DO à 505 nm contre le blanc					
Activités correspondantes					
ASAT (UI/mL)	00	22	55	95	150

ASAT : aspartate aminotransférase ; DNPH : dinitrophénylhydrazone DO : densité optique ; min : minute ; nm : nanomètre.

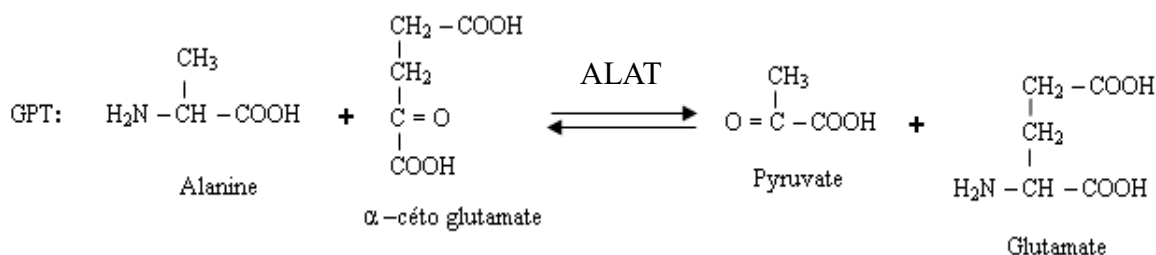
– Expression des résultats

Les résultats ont été exprimés en activité d'ASAT déterminées à partir des équations d'étalonnage $y = ax + b$ avec $y = 0,0036x$; $R^2 = 0,9824$ pour l'ASAT, puis exprimée sous forme d'UI de plasma.

➤ Evaluation de l'activité de l'alanine aminotransférase (ALAT) [[EC 2.6.1.2] ○

Principe

La glutamate pyruvate transaminase (GPT ou ALAT) catalyse la réaction suivante :



Le pyruvate formé a été dosé sous forme du dérivé 2,4 dinitrophénylhydrazone, qui présente un maximum d'absorption à 505 nm.

– Mode opératoire

Réalisation de l'étalonnage ALAT

L'étalonnage a été réalisé selon la méthodologie décrite dans le tableau III.

Dosage de l'ALAT

Cent (100) μL de substrat ont été pipetés dans les tubes blancs et essais. Ils ont été préincubés à 37 °C pendant 5 minutes, puis 20 μL de sérum y ont été ajoutés. Après homogénéisation, tous les tubes ont été incubés à 37 °C pendant 30 minutes. Ensuite, 100 μL du réactif de DNPH y ont été ajoutés suivi d'une incubation de 20 minutes à température ambiante. La réaction a été arrêtée après ajout de 1 mL de NaOH (0,4 N) dans chacun des tubes.

L'absorbance a été lue à 505 nm contre le tube blanc (L'échantillon a été remplacé par de l'eau distillée).

**Quelques profils biochimiques des cacaoculteurs résidant dans la région de l'Est- Cameroun,
arrondissement de Yokadouma**

Tableau 3 : Préparation des tubes pour l'étalonnage ALAT

Tubes	1	2	3	4	5
Eau distillée (mL)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Substrat ALAT (mL)	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06
Pyruvate (mL)	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04
DNPH	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Incubation 20 min à température ambiante					
NaOH (mL) (0,4N)	1	1	1	1	1
Laisser à température ambiante pendant 5 min et lire la DO à 505 nm contre le blanc					
Activités correspondantes					
ALAT (UI/mL)	00	25	50	83	125

ALAT : alanine aminotransférase ; DNPH : dinitrophénylhydrazone DO : densité optique ; min : minute ; nm : nanomètre.

– Expression des résultats

Les résultats ont été exprimés en activités d'ALAT déterminées à partir des équations d'étalonnage $y = ax + b$ ($y = 0,0044x$; $R^2 = 0,9384$)

II-10-4 Dosages des marqueurs de l'effet des pesticides

Mesures de l'activité de la Butyrylcholinestérase (BChE) (EC 3.1.18)

i. Principe

Le principe de la mesure repose sur l'hydrolyse de la Butyrylcholine par la BChE pour produire la thiocholine et l'acétate. La thiocholine à son tour réduit l'acide dithiobis nitrobenzoïque (DNTB) en nitrobenzoate qui est jaunâtre et qui absorbe à 450 nm (**Worek et al. 1999**). Dans notre étude, l'activité de la BChE a été mesurée à 436 nm à 37°C en utilisant des cuves en polystyrène de 3 ml.

ii. Mode opératoire

Ont été introduits dans une cuve en polystyrène 3 ml de solution tampon phosphate, 100 µL de DNTB (10mM) et 10 µL de plasma. Le mélange a été incubé à 37°C pendant 20 minutes. Puis 50 µL de butyrylcholine (63,2 mM) ont été ajoutés dans la cuve et mélangés. L'absorbance a été enregistrée par minute pendant cinq minutes dans le mélange réactionnel.

iii. Expression des résultats

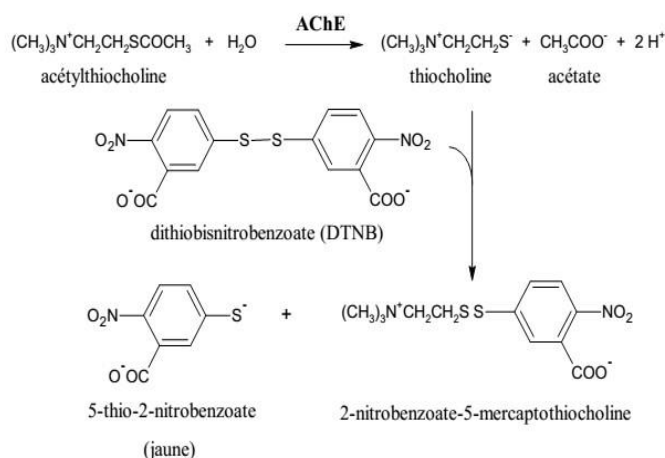
$$\text{Activité } (\mu\text{mol/L/min}) = [\text{échantillon (mE/min)} - \text{blanc (mE/min)}] / 10,6$$

➤ Mesures de l'activité de l'Acétylcholinestérases (ACHE) (EC 3.1.17)

La méthode d'Ellman, modifiée par Worek *et al.* (1999), a été utilisée pour le dosage de l'acétylcholinestérase dans des dilutions de sang.

i. Principe

La méthode d'Ellman est basée sur le clivage de l'acétylthiocholine par l'AChE. Cette réaction produit de la thiocholine qui réagit alors à son tour avec le 5,5'-dithiobisnitrobenzoate (DTNB) pour former un anion de couleur jaune qui absorbe à 410 nm au spectrophotomètre de marque «Spectrumlab 752S ».



ii. Réactifs

- DTNB ((10 mM)
- Tampon phosphate (0,1mM ; pH=8)
- Acétylcholine (0,075M)

iii. Mode opératoire

Un volume de 100 µL d'enzyme provenant des hémolysât et 4 mL de tampon phosphate (0,1mM ; pH=8). Ce mélange a été préincubé à 25 °C pendant 15 minutes. Par la suite, 40 µL de solution de DTNB et 40 µL d'acétylcholine ont été ajoutés. Le mélange obtenu a été incubé au bain-marie pendant 10 minutes à 37 °C. L'absorbance a été lue à 410 nm au spectrophotomètre de marque «Spectrumlab 752S ».

iv. Expression des résultats

L'activité enzymatique de l'AChE a été déterminée comme suit : activité enzymatique (µmol/l/min) = absorbance de l'échantillon/10,6

II-11- Saisie, traitement et analyse statistique des données

- **Logiciel SPSS version 20.0 pour Windows** : analyse statistique des résultats ;
- **La normalité** de la distribution des variables a été établie à l'aide du test de **Shapiro-Wilk**
- **Test-t de Student** pour échantillons non appariés pour Déceler les différences de moyennes entre deux groupes
- **Résultats exprimés en Moyennes \pm ES ou Fréquences (%)**
- **Logiciel Excel** a été utilisé pour le traitement des données et le traçage des graphes
- **Seuil de significativité fixé à 95%.**



CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. Résultats

III-1-1- Description de la population d'étude

III-1-1-1- Répartition de la population d'étude en fonction du sexe

La répartition de la population d'étude en fonction du sexe révèle que les femmes représentaient plus de la moitié de la population d'étude (55,10%).

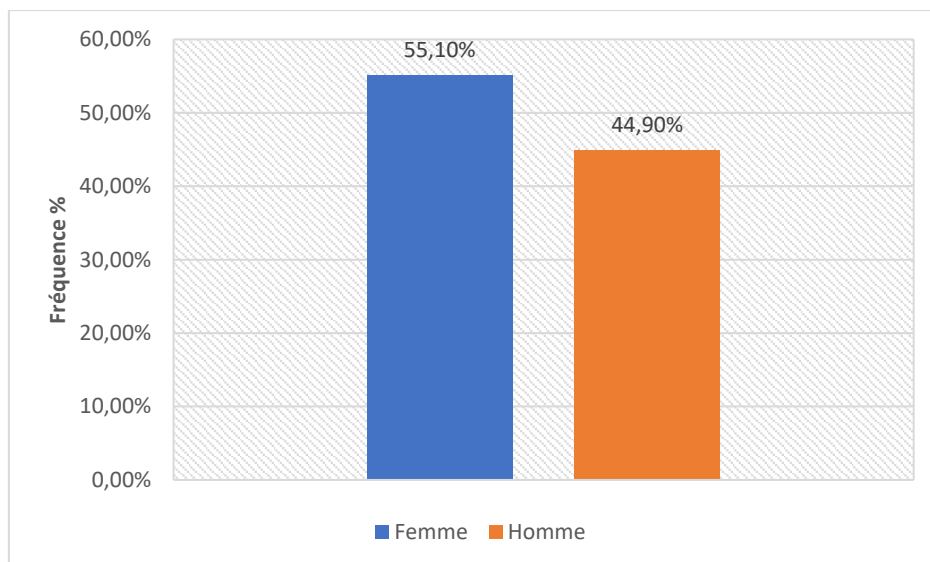


Figure 3 : Répartition de la population d'étude en fonction du sexe

III-1-1-2- Variation moyenne des paramètres anthropométriques des agriculteurs-cacaoculteurs et des non cacaoculteurs

Les résultats présentés dans le tableau IV ressortent la variation moyenne des paramètres anthropométriques chez les agriculteurs-cacaoculteurs et les non agriculteurs. De ce tableau, il ressort que la moyenne d'âge était plus élevée chez les non agriculteurs ($35,08 \pm 9,62$ ans) comparés aux agriculteurs-cacaoculteurs ($33,34 \pm 10,24$ ans). L'indice de masse corporelle était normal et similaire entre les 2 groupes. Le sexe ratio (Homme/Femme) montre que les hommes étaient plus représentés que les femmes.

**Quelques profils biochimiques des cacaoculteurs résidant dans la région de l'Est- Cameroun,
arrondissement de Yokadouma**

Tableau 4 : Valeurs moyennes des paramètres anthropométriques des agriculteurs, cacaoculteurs et des non agriculteurs

	Agriculteur-cacaoculteurs	Témoins
IMC (kg/m²)	22,34±2.10	22,65±2,80
Age (ans)	33,34±10,24	35,08±9,62
Ratio homme/femme	1,4	1,33

IMC : indice de masse corporel ; Moyenne ± écart type

III-1-2- Variations des concentrations moyennes plasmatiques de cholestérol total, de triglycérides et de glucose chez les agriculteurs-cacaoculteurs et non cacaoculteurs

L'exploitation de la figure 4 montre que les concentrations moyennes de CT montrent des variations par rapport aux valeurs de référence dans les deux groupes. Les concentrations plasmatiques de cholestérol total et de glucose étaient significativement plus élevées chez agriculteurs-cacaoculteurs comparés aux non-cacaoculteurs ($p < 0,05$) tandis que celle des TG était significativement plus élevée chez les non-cacaoculteurs comparés aux agriculteurs-cacaoculteurs.

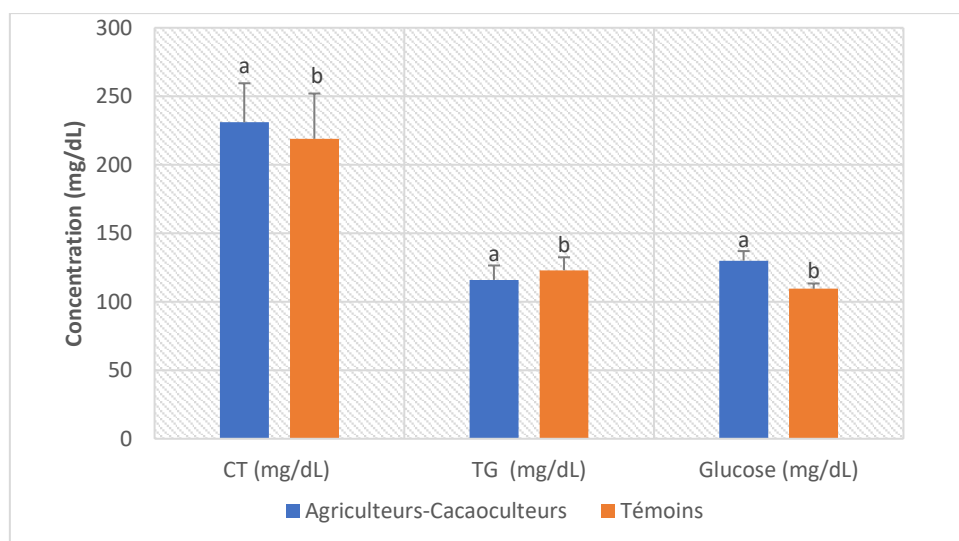


Figure 2 : Valeurs moyennes du glucose, triglycérides et cholestérol total plasmatiques des agriculteurs-cacaoculteurs et non cacaoculteurs

III-1-3-Variation des taux moyens des marqueurs des fonctions hépatique et rénale chez les agriculteurs-cacaoculteurs et non cacaoculteurs.

III-1-3-1 Variation des taux plasmatiques moyens d'urée et de créatinine

La figure 5 montre les concentrations moyennes plasmatiques d'urée et de créatinine chez les agriculteurs-cacaoculteurs et non cacaoculteurs. La valeur moyenne d'urée

Quelques profils biochimiques des cacaoculteurs résidant dans la région de l'Est- Cameroun, arrondissement de Yokadouma

plasmatique des agriculteurs-cacaoculteurs était significativement plus élevée que celle des témoins ($p < 0,05$). S'agissant de la créatinine, aucune différence n'a été observée entre les deux groupes.

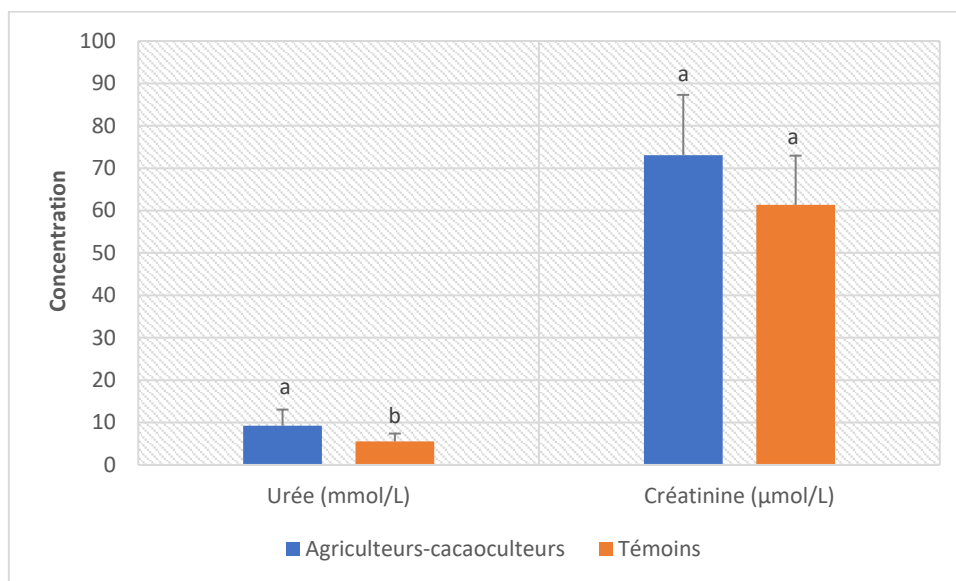


Figure 3 : Valeurs moyennes d'urée et de créatinine plasmatiques des agriculteurscacaoculteurs et non cacaoculteurs

III-1-3-2-Variation des activités moyennes plasmatiques d'ASAT et d'ALAT

La figure 6 montre les variations des activités enzymatiques moyennes d'ASAT et d'ALAT chez les agriculteurs-cacaoculteurs et témoins. Les activités enzymatiques d'ASAT et d'ALAT étaient significativement plus élevées chez les agriculteurs-cacaoculteurs comparativement aux non-caoculteurs ($p < 0,05$).

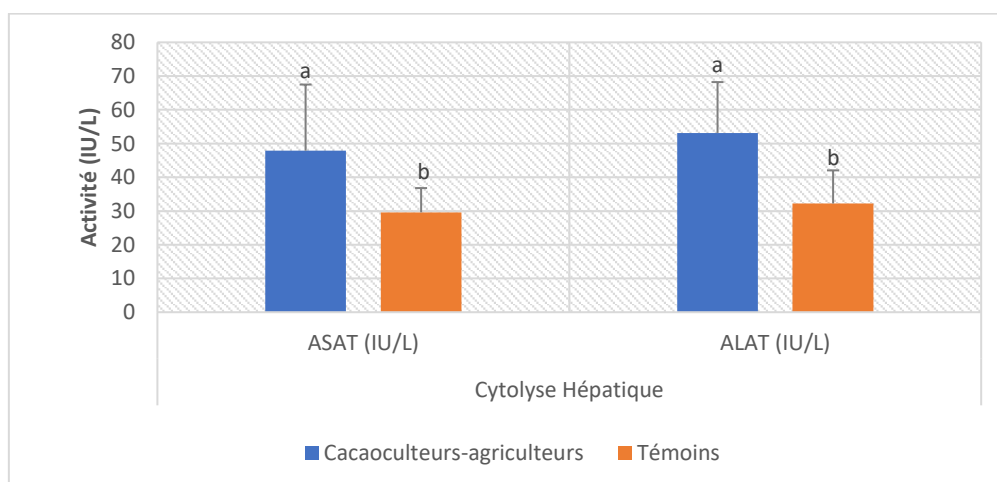


Figure 4 : Valeurs moyennes d'activités d'ALAT et d'ASAT plasmatiques chez les agriculteurs-cacaoculteurs et non cacaoculteurs.

III-1-4- Variation des activités enzymatiques des cholinestérases chez les agriculteurs-cacaoculteurs et non cacaoculteurs

Les résultats consignés sur la figure 7 montrent la variation d'activités d'AChE érythrocytaire et de BChE plasmatique chez les agriculteurs-cacaoculteurs et témoins. Comparativement aux témoins non cacaoculteurs, les agriculteurs-cacaoculteurs présentaient des activités des enzymes cholinergiques (AChE, BChE) significativement plus élevées ($p < 0,05$).

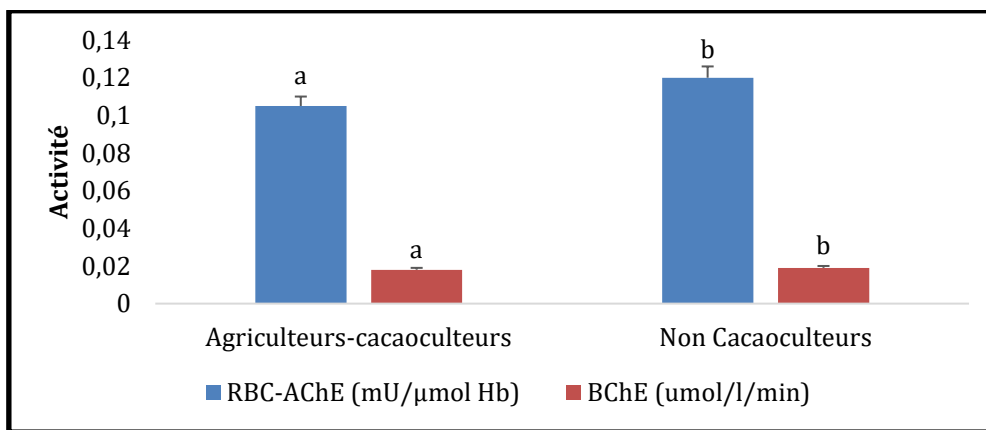


Figure 5: Valeurs moyennes d'activités enzymatiques d'AChE érythrocytaire et de BCHE plasmatique des agriculteurs-cacaoculteurs et non cacaoculteurs.

III-1-5- Fréquence d'utilisation des différentes classes de pesticides chez les Cacaoculteurs

La fréquence d'utilisation des différentes classes de pesticides par les agriculteurs cacaoculteurs sont présentés sur la figure 8. Les pesticides les plus utilisés dans le site d'étude étaient largement représentés par les insecticides, fongicides, et herbicides. La classe de pesticides majoritairement utilisés était les insecticides (38,90%), suivi des fongicides et herbicides avec des fréquences respectives de 34,40%, et 21,80%.

Quelques profils biochimiques des cacaoculteurs résidant dans la région de l'Est- Cameroun,
arrondissement de Yokadouma

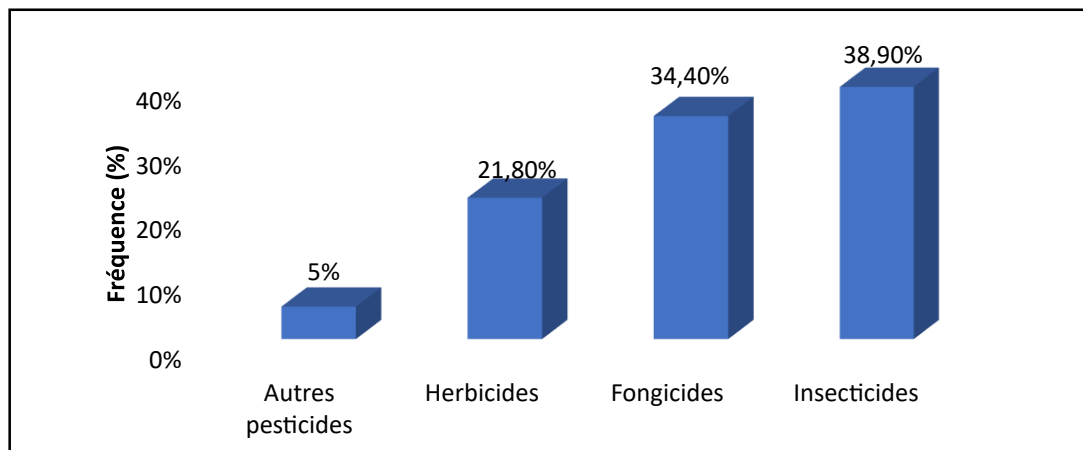


Figure 8 : Fréquence d'utilisation des différentes classes de pesticides par les Cacaoculteurs

III-1-5-1- Classification toxicologique en fonction de dangerosité des molécules actives des classes de pesticides dans les différentes régions d'étude

La classification toxicologique des insecticides selon l'OMS montre que les molécules actives se trouvant dans les différents insecticides sont pour la majorité classée modérément (59,20%), contre 6,60 % de molécules actives des fongicides. Toutes fois la plupart des molécules actives des fongicides utilisés avaient un risque de dangerosité légère (97,30 %).

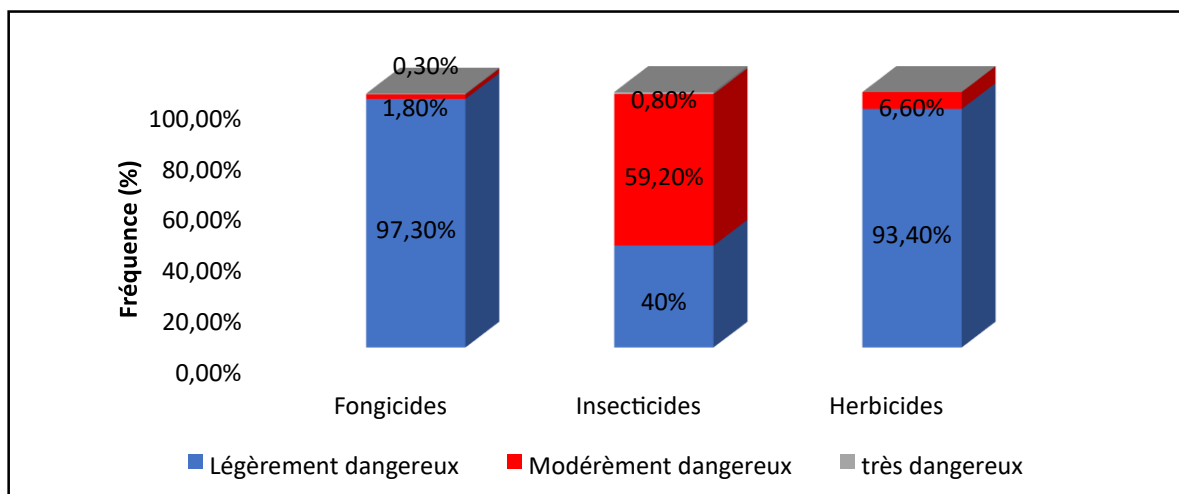


Figure 6: Classification selon la dangerosité des molécules actives des pesticides utilisées

III-2- Discussion

Dans la présente étude, une augmentation significative de la concentration plasmatique des paramètres de la fonction rénale (Urée) et de la fonction hépatique (d'ASAT, ALAT) chez les agriculteurs-cacaoculteurs. Ces déséquilibres peuvent s'expliquer, car le foie est le principal organe de détoxification de l'organisme qui agit par catalyse enzymatique médiée par les cytochromes p450 (**Peter Guengerich et Avadhani, 2018**). Cependant, la biocatalyse des pesticides à médiation p450 a fini par être inhibée en raison des lésions hépatiques et de la mort cellulaire induites par les pesticides (**VoPham et al., 2017**). Cette inhibition n'est pas seulement le résultat d'une toxicité direct, mais aussi d'une défaillance des mécanismes de réparation cellulaire. Par conséquent, ces déséquilibres métaboliques peuvent être dus au fait que l'exposition chronique aux mélanges de pesticides peut entraîner des perturbations endocriniennes qui, à leur tour, dérèglent les enzymes de plusieurs voies métaboliques, et causer une insuffisance rénale (**Mansouri & Reggabi, 2021; Rosenbaum et al., 2017**). Ces résultats corroborent un nombre croissant d'études selon lesquelles l'exposition aux pesticides entraînerait une augmentation des transaminases (ALAT, ASAT) et des enzymes des voies métaboliques qui sont des précurseurs de troubles du profil hépatiques, bien que les résultats soient contradictoires (**Cassereau et al., 2017**).

En ce qui concerne les marqueurs de l'activité métabolique du foie chez les agriculteurs cacaoculteurs, notre étude a révélé que des concentrations du cholestérol Total et de glucose plasmatiques ont augmentées significativement chez les agriculteurs cacaoculteurs comparés aux non agriculteurs et les valeurs étaient tous supérieurs aux valeurs seuils de diagnostics d'une hypercholestérolémie, et d'une hyperglycémie. Une partie de l'énergie absorbée par l'intestin est stockée dans le tissu adipeux en vue d'une utilisation ultérieure. L'altération de l'absorption d'énergie dans l'intestin par les pesticides provoque l'augmentation de l'adiposité, ce qui se traduit par une augmentation des triglycérides dans le sang (**Das, 2010 ; Jin et al., 2016**). Ces résultats indiquent que l'efficacité et l'accélération de l'absorption des lipides dans l'intestin pourraient être affectées par les pesticides via la régulation de la synthèse des acides biliaires d'où les taux élevés de cholestérol plus élevé chez agriculteurs-cacaoculteurs. Cependant, il a été démontré que les pesticides provoquent une cytotoxique dans le pancréas et affectent sa fonction car une étude a montré peuvent entraîner la mort des cellules pancréatiques et réduire la taille du pancréas, affectant ainsi l'homéostasie du glucose (**Khalil et al., 2017**).

Quelques profils biochimiques des cacaoculteurs résidant dans la région de l'Est- Cameroun, arrondissement de Yokadouma

Les pesticides ne se limiteraient pas à leurs impacts environnementaux. Des travaux de recherche suggèrent qu'ils pourraient également avoir des conséquences néfastes sur la santé mentale, augmentant le risque de troubles de l'humeur et de comportements suicidaires (Ventriglio et al., 2021; James & OShaughnessy, 2023). Étant donné le rôle crucial des hormones dans la régulation du métabolisme et du stockage des graisses, il est plausible que les perturbateurs endocriniens, comme certains pesticides, perturbent ces processus et favorisent ainsi l'obésité. Des études expérimentales chez l'animal et des observations chez l'homme tendent à corroborer cette hypothèse (Hatch, et al., 2010).

Comparativement aux non cacaoculteurs, les agriculteurs-cacaoculteurs présentaient des activités des enzymes cholinergiques (AChE, BChE) significativement plus élevées. La présente étude a montré la présence des pesticides dans le sang des participants, avec une forte fréquence d'insecticides. Une diminution de l'activité de l'AChE érythrocytaire et de BCHE, ce qui sont considérées comme une preuve de l'exposition aux insecticides. L'activité de l'AChE et la BCHE sont des caractéristiques principales et des marqueurs biologiques essentiels de l'exposition à certains insecticides comme les organophosphorés. Ces résultats corroborent plusieurs études antérieures (Xu et al., 2022; Jia et al., 2022; Leonel Javeres et al., 2021). En fait, les composés insecticides peuvent potentiellement se lier à la cholinestérase et la Butyrylcholine et bloquer leur hydrolyse, ce qui entraîne leur accumulation rapide et provoque des symptômes neurologiques (perte de coordination, convulsions, paralysie et éventuellement décès) (M et al., 2020).

Ce résultat peut aussi s'expliquer par la forte fréquence des insecticides par les cacaoculteurs. L'étude a montré que la plupart de leurs insecticides sont préoccupants car leurs mécanismes. Les pesticides, conçus pour perturber le métabolisme des insectes, peuvent également interférer avec celui de l'homme. Ces substances toxiques s'accumulent dans notre organisme majoritairement au niveau du tissu adipeux, entraînant une multitude de problèmes de santé (Gérin et al., 2003). Des études scientifiques ont établi un lien entre une exposition chronique aux pesticides et l'apparition de cancers, de troubles neurologiques, de maladies hormonales et de problèmes de fertilité. La toxicité de ces produits varie considérablement selon les molécules actives qui sont présents dans les différentes classes de pesticides (Tron, 2001 ; Momas, et al., 2004 ; DGS, 2005 ; Multigner, 2005).



CONCLUSION AND PERSPECTIVES

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

CONCLUSION

Parvenu au terme de ce travail, dont l'objectif général d'évaluer la contribution de la pratique de la cacaoculture sur les activités des cholinesterases et l'activité métabolique du foie ainsi que sur les marqueurs des fonctions hépatique et rénale chez les populations de l'arrondissement de Yokadouma, Il en ressort que la pratique de la cacaoculture était associée à :

- Une élévation significative de la glycémie et des marqueurs du profil lipidique chez les cacaoculteurs.
- Une élévation significative des biomarqueurs des atteintes hépatiques (ALAT et ASAT et des atteintes rénales (urée et de créatinine) chez les cacaoculteurs
- Une élévation significative des activités des cholinestérasés AChE et BChE (biomarqueurs de l'effet des pesticides) chez les cacaoculteurs

PERSPECTIVES

- Rechercher les résidus de pesticides dans le sang des participants à l'étude;
- Etudier les associations entre l'exposition à des mélanges de pesticides et les altérations métaboliques et inflammatoires



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Aboua, M. E., Bissada, A., & Tchabi, A. M. (2020).** Exposition chronique aux pesticides et risques sanitaires dans les zones rurales du Cameroun. *Journal of Agricultural Health*, 42(3), 245-253.
2. **Aidoo, R., Anarfi, J. K., & Kwaku, A. (2019).** Access to markets and food security in rural areas of Cameroon. *Journal of Rural Development*, 35(2), 92-105.
3. **Aidoo, R., Gyasi, R. M., & Sarpong, K. (2019).** L'impact des infrastructures sur le développement économique dans les zones productrices de cacao. *Agricultural Economics Review*, 31(4), 376-388.
4. **Asogwa, E. U., & Dongo, L. N. (2009).** Utilisation des insecticides organophosphorés en cacaoculture : Impact sur la santé des travailleurs agricoles. *African Journal of Agricultural Science*, 12(6), 1021-1028.
5. **Baker, J. S., Elangovan, R., & Lami, D. (2019).** Le manque de réglementation sur l'utilisation des pesticides dans les plantations de cacao : Conséquences pour la santé des travailleurs. *Environmental Policy and Law Review*, 20(2), 115-130.
6. **Banque Mondiale. (2020).** Rapport sur l'économie du cacao au Cameroun : Impact et vulnérabilités des exportations. *World Bank Economic Reports*, 45, 88-92.
7. **Barr, D. B., Bravo, R., Weerasekera, G., Caltabiano, L. M., Whitehead, R. D., & Needham, L. L. (2010).** Urinary metabolites of organophosphate pesticides and their use as biomarkers of exposure. *Environmental Health Perspectives*, 118(8), 1046-1052.
8. **Betti, J. L., & Ngoule, N. (2018).** Alimentation des populations rurales du Cameroun:
Une analyse des habitudes alimentaires. *Journal of African Nutrition*, 11(4), 232-243.
9. **Brown, J., Smith, T., & Lee, R. (2016).** Effets des fongicides sur la santé humaine : Une étude de cas sur le mancozèbe en cacaoculture. *Journal of Environmental Health*, 56(1), 42-49.
10. **Casale, M. P., Figueira, R., & Oliveira, P. (2020).** Impact of pesticide exposure on liver function and the role of detoxification enzymes. *Journal of Toxicology*, 15(2), 113122.
11. **Cerdan, O., Bouvier, C., & Leblanc, M. (2021).** Impacts des pesticides sur la biodiversité des sols et la santé des écosystèmes. *Soil Biology and Biochemistry Journal*, 65(4), 127-136.

12. **Choudhary, M., Kumar, R., & Rani, S. (2019).** Pesticides exposure and its association with anemia in agricultural workers: A review. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 67, 40-47. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2019.03.006>
13. **De Cock, E., Berghmans, J., & Demeulemeester, J. (2014).** Effects of pesticide exposure on lipid and glucose metabolism in children from agricultural communities. *Environmental Research*, 133, 87-94.
14. **Dhananjayan, V., Ravichandran, B., Anitha, N., Rajmohan, H. R. (2012).** Assessment of acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase activities in blood plasma of agriculture workers. *Indian J Occup Environ Med*, 16(3), 127-30.
15. **Ewane, A. M., & Mbeh, D. (2020).** Impact of seasonal agricultural cycles on food security in the East region of Cameroon. *African Journal of Agricultural Economics*, 41(1), 76-88.
16. **FAO. (2021).** L'impact de la cacaoculture sur l'emploi en Afrique : Focus sur le Cameroun. *FAO Agriculture and Employment Report*, 39(5), 58-64.
17. **Folefack, T. M., & Louppe, D. (2018).** Pollution des eaux et des sols par les pesticides dans les régions productrices de cacao du Cameroun. *Environmental Toxicology*, 45(7), 234-241.
18. **Hong, S. H., Kim, Y. J., & Lee, Y. (2019).** Impact of pesticide residues on the health of cocoa farmers in the Western Highlands. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(11), 2038.
19. **Baldi, I., Lebailly, P., Jean, S., Rougetet, L., Dulaurent, S., & Marquet, P. (2006).** Pesticide contamination of workers in vineyards in France. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 16(2), 115-124.
20. **Bandiera, S., Angeline, J. M., Armfield, W. M., et al. (2022).** Butyrylcholinesterase mediates the anti-inflammatory effects of triiodothyronine in adipose tissue. *Journal of Lipid Research*, 63, 100090. <https://doi.org/10.1016/j.jlr.2021.100090>
21. **Bouchard, M. F., Chevrier, J., Harley, K. G., Kogut, K., Vedar, M., Calderon, N., Trujillo, C., Bradman, A., Barr, D. B., & Eskenazi, B. (2016).** Prenatal exposure to organophosphate pesticides and IQ in 7-year-old children. *Environmental Health Perspectives*, 124(6), 822-830.
22. **Butinof, M., Fernandez, R. A., Stimolo, M. I., Lantieri, M. J., Blanco, M., Machado, A. L., Franchini, G., & Díaz, MdP. (2015).** Pesticide exposure and health

**Quelques profils biochimiques des cacaoculteurs résidant dans la région de l'Est-
Cameroun, arrondissement de Yokadouma**

conditions of terrestrial pesticide applicators in Córdoba Province, Argentina. *Cadernos de Saúde*

Pública, 31, 633-646. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00218313>

23. **Camp, S., Zhang, L., Ahmed, M. S., Chen, E., Li, C., Daniels, J. S., et al. (2020).** Acetylcholinesterase: a primary target for drugs and insecticides. *Molecules*, 25(16), 3710. <https://doi.org/10.3390/molecules25163710>
24. **Casida, J. E., & Quistad, G. B. (1995).** Golden age of insecticide research: past, present, or future? *Annual Review of Entomology*, 40, 1-29.
25. **Chen, L., et al. (2024).** Changes in specific serum proteins as potential indicators of pesticide exposure in agricultural setting. *Toxicology Letters*, 315, 66-78. <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2023.09.002>
26. **Choi, J., Leung, C. K., Fung, C. K., et al. (2016).** Recent developments in toxicological research on organophosphate neurotoxicity: Mechanisms and potential therapeutic strategies. *Toxicological Research*, 32(1), 13-30. <https://doi.org/10.5487/TR.2016.32.1.013>
27. **Colletier, J. P., Fournier, D., Greenblatt, H. M., Stojan, J., Sussman, J. L., Zaccai, G., Silman, I., & Weik, M. (2017).** Structural insights into substrate traffic and inhibition in acetylcholinesterase. *The EMBO Journal*, 36(8), 1155-1162.
28. **Costa, L. G., Giordano, G., Cole, T. B., et al. (2023).** Developmental neurotoxicity of organophosphorous pesticides: fetal and neonatal exposure. In G. J. Harm, J. R. Moffett, & W. Slikker Jr. (Eds.), *Emerging Issues in Pesticide Toxicology*. Academic Press.
29. **Dinham, B., & Malik, S. (2003).** Pesticides and human rights. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 9(1), 50-67.
30. **Eaton, S. B., & Konner, M. (1985).** Paleolithic nutrition: A consideration of its nature and current implications. *New England Journal of Medicine*, 312(5), 283-289.
31. **Fanucchi, M. V., et al. (2021).** Carbamate pesticides and respiratory health: A review of the current state of the science. *Current Opinion in Pulmonary Medicine*, 27(2), 124-130. <https://doi.org/10.1097/MCP.0000000000000766>

**Quelques profils biochimiques des cacaoculteurs résidant dans la région de l'Est-
Cameroun, arrondissement de Yokadouma**

32. **Ganzeboom, H. B. G., et al. (2016).** Comparative analysis of anthropometric parameters in agricultural and non-agricultural workers in Cameroon. *Journal of African Health*, 5(2), 33-41.
32. **Gauthier, J., & Ogilvie, P. (2016).** Santé et bien-être des travailleurs agricoles face à l'exposition prolongée aux pesticides au Cameroun. *Journal of Environmental Health and Safety*, 28(3), 129-138.
33. **Geiger, T., et al. (2020).** Effets de l'exposition aux pesticides sur la fertilité et les fonctions hormonales. *Journal of Endocrinology and Metabolism*, 11(4), 145-156.
34. **Gielen, A., & Sauer, P. (2019).** Surveillance de l'alimentation et des habitudes de vie des populations rurales au Cameroun. *Public Health Nutrition*, 22(10), 1896-1907.
35. **Gomes, E., Martins, A., & Silva, J. (2020).** Prévalence des troubles nutritionnels parmi les communautés agricoles exposées aux pesticides. *International Journal of Environmental Studies*, 33(4), 458-469.
36. **Henson, S., & Jones, J. (2020).** The nutritional value of cocoa-based diets in rural populations. *Journal of Rural Development and Agriculture*, 39(2), 62-74.
37. **Houngbédji, J., et al. (2021).** Efficacité des stratégies agricoles durables pour réduire les risques d'intoxication chez les producteurs de cacao. *Agricultural Sustainability Journal*, 16(7), 409-418.
38. **Hummel, J., & Prager, R. (2019).** Agriculture et nutrition en Afrique : Une analyse des interactions entre la cacaoculture et la sécurité alimentaire. *Food Security Journal*, 28(3), 82-94.
39. **Inoue, T., & Hashimoto, S. (2018).** L'exposition aux pesticides et le développement de maladies métaboliques : Un examen des risques pour la santé publique. *Toxicology Reviews*, 17(4), 255-265.
40. **Jafari, S., & Haddad, P. (2017).** Impact de l'exposition aux pesticides sur la santé cardiaque des travailleurs agricoles au Cameroun. *Journal of Environmental Health Science*, 45(8), 674-682.
41. **Johnson, A., & Thompson, S. (2022).** Anemia and malnutrition in the cocoa farming community: Impact of pesticide exposure on health. *Journal of Agricultural Health*, 48(5), 303-310.

**Quelques profils biochimiques des cacaoculteurs résidant dans la région de l'Est-
Cameroun, arrondissement de Yokadouma**

42. **Kim, K., & Park, J. (2018).** Understanding the effect of pesticides on the immune system: A review of mechanisms and consequences. *Toxicology Letters*, 276, 90-104.
43. **Koudou, J., & Sombié, B. (2018).** L'impact de la déforestation liée à l'agriculture sur la biodiversité et la santé dans les régions de production de cacao. *African Environmental Studies Journal*, 29(6), 215-225.
44. **Laoyan, O., et al. (2020).** Intoxication par les pesticides dans les populations rurales : Étude des biomarqueurs de l'exposition. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 59, 104-114.
45. **Leclerc, J., & Gerson, P. (2022).** L'impact de l'exposition prolongée aux pesticides organophosphorés sur les fonctions endocriniennes. *Endocrine Journal*, 29(1), 9-18.
46. **Ma, X., et al. (2023).** Pesticide exposure and childhood obesity: A growing concern. *Pediatric Health Journal*, 14(5), 290-297.
47. **Marchand, C., et al. (2021).** Enquête sur l'impact des habitudes alimentaires sur la santé des populations agricoles du Cameroun. *Journal of Global Nutrition*, 34(2), 112121.
48. **Ména, N., et al. (2017).** Influence des pesticides sur les carences nutritionnelles dans les communautés agricoles. *African Journal of Food and Nutrition*, 12(3), 230-240.
49. **Monfort, C., & Dugué, A. (2015).** Nutrition et santé des communautés agricoles : Focus sur les populations rurales exposées aux pesticides. *Journal of Rural Nutrition*, 18(4), 75-84.
50. **Moreau, B., et al. (2019).** Effets de l'exposition aux pesticides sur les pathologies cardiaques et vasculaires. *Journal of Environmental Medicine*, 23(2), 142-154.
51. **Mvogo, S. M., & Bouboutou, R. (2020).** Les biomarqueurs de l'exposition aux pesticides dans les zones agricoles du Cameroun. *Environmental Research Journal*, 42(6), 521-531.
52. **Nambo, G., et al. (2021).** Assessment of pesticide residue levels and human exposure in rural farming communities. *Journal of Food Safety and Security*, 15(1), 34-43.
53. **National Institute of Health. (2021).** Effects of pesticide exposure on neurological health in children. *NIH Review*, 33(3), 167-178.
54. **Pimentel, D., & Ryan, E. (2005).** The economic and environmental costs of the application of pesticides. *Journal of Economic Entomology*, 98(6), 18-22.

**Quelques profils biochimiques des cacaoculteurs résidant dans la région de l'Est-
Cameroun, arrondissement de Yokadouma**

55. **Ritchie, H., & Roser, M. (2019).** Pesticides and their role in food production: Risks and benefits. *Our World in Data*, 45, 1-8.
56. **Ross, D., & Bazile, D. (2020).** Cocoa production and pesticide management: Enhancing sustainability in Cameroon. *International Journal of Agricultural Science*, 35(2), 54-63.
57. **Smith, L., & Jackson, R. (2021).** Dietary habits in cocoa farming communities: A case study from the East region of Cameroon. *Global Nutrition*, 49(3), 125-134.
58. **Taylor, A., & Griffin, L. (2017).** Pesticide exposure in agricultural populations: A review of health risks. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(10), 91439155.
59. **World Health Organization (WHO). (2018).** Assessment of pesticide residues in food products: Risk and health assessments. *WHO Technical Report Series*, 1015, 45-67.
60. **Wug, J., & Becker, D. (2021).** Metabolic disorders related to pesticide exposure in agricultural workers: A systematic review. *Toxicology and Environmental Health*, 29(4), 118-130.
61. **Zhang, Y., & Li, W. (2018).** Effets des pesticides sur les maladies cardiovasculaires et métaboliques dans les zones rurales du Cameroun. *International Journal of Environmental Health*, 44(5), 258-269.
62. **Ziegler, S., & Tanaka, M. (2019).** The role of diet in mitigating the health risks associated with pesticide exposure in farming communities. *Journal of Agricultural Health*, 39(7), 207-220.
63. **Zou, H., & Zhang, Y. (2020).** The impact of pesticide residues on the biochemical profiles of agricultural workers. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 42(3), 323-332.



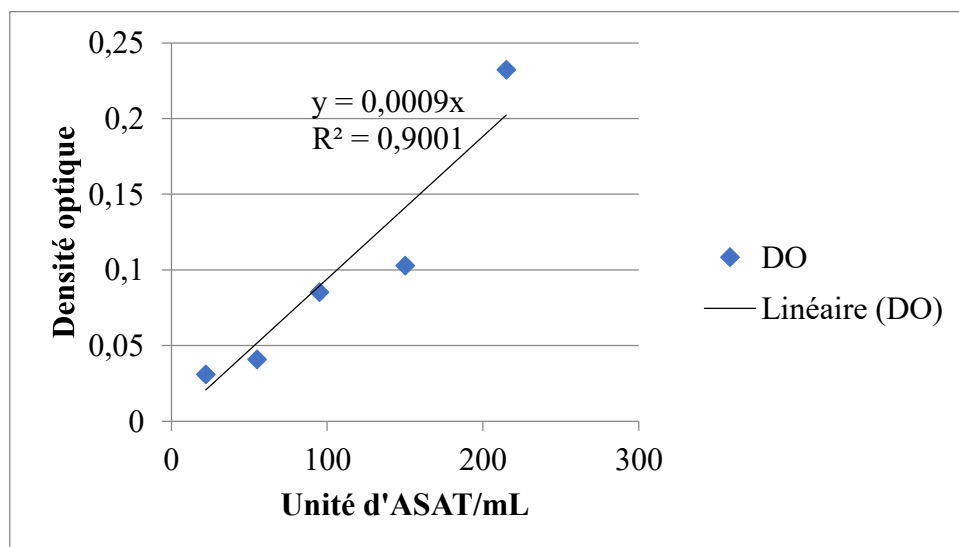
ANNEXES

ANNEXES

Annexe 1: Courbes d'étalonnages des transaminases

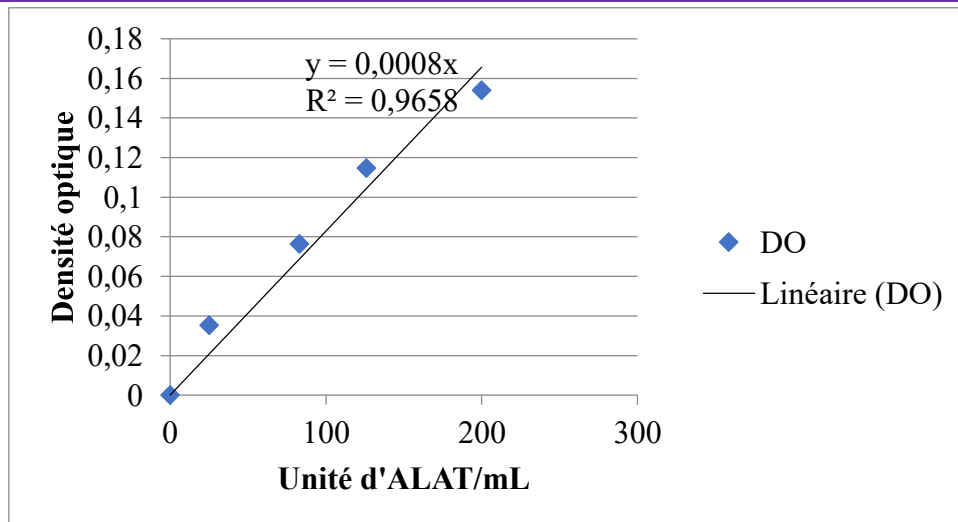
Préparation des tubes pour l'étalonnage de l'activité des transaminases

Tubes	1	2	3	4	5	6
Eau distillée (mL)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Substrat ASAT (mL)	0,1	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05
Pyruvate de sodium (mL)	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
DNPH	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Incubation 20 minutes à température ambiante						
NaOH (mL)	1	1	1	1	1	1
Laisser à température ambiante pendant 5 minutes et lire la DO à 505 nm contre le blanc						
Activités correspondantes						
ASAT (unités d'ASAT/mL)	00	22	55	95	150	215
ALAT (unités d'ALAT/mL)	00	25	50	83	126	200



Courbe d'étalonnage ASAT

Quelques profils biochimiques des cacaoculteurs résidant dans la région de l'Est- Cameroun,
arrondissement de Yokadouma



Courbe d'étalonnage ASAT

**Quelques profils biochimiques des cacaoculteurs résidant dans la région de l'Est- Cameroun,
arrondissement de Yokadouma**

Annexe 2: clairance éthique

**Quelques profils biochimiques des cacaoculteurs résidant dans la région de l'Est- Cameroun,
arrondissement de Yokadouma**

**COMITE NATIONAL D'ETHIQUE DE LA RECHERCHE
POUR LA SANTE HUMAINE**

Arrêté N° 0977/A/MINSANTE/SESP/SG/DROS/ du 18 avril 2012 portant création, organisation et fonctionnement des comités d'éthique de la recherche pour la santé humaine au sein des structures relevant du Ministère en charge de la santé publique

N° 2019/07/1169/CE/CNERSH/SP

Yaoundé, le 12 juillet 2019

Cnethique_minsante@yahoo.fr

CLAIRANCE ETHIQUE

Le Comité National d'Éthique de la Recherche pour la Santé Humaine (CNERSH), en sa session ordinaire du 12 juillet 2019, a examiné le projet de recherche intitulé : «**Le rôle des forêts dans la sécurité alimentaire et nutritionnelle des communautés vulnérables de l'Est-Cameroun**» soumis par le Professeur NGONDI Judith Laure, Investigateur Principal, Université de Yaoundé1.

Le projet est d'un grand intérêt scientifique et social. Cette étude vise à mieux comprendre la contribution des ressources naturelles fauniques et floristiques, les infestations parasitaires, les pratiques d'hygiène et d'assainissement inadéquates et l'impossibilité d'avoir de l'eau potable (WASH) à l'état nutritionnel particulièrement chez les groupes plus vulnérables à la malnutrition dans les communautés riveraines des forêts de la région de l'Est du Cameroun. La procédure de l'étude est bien documentée et claire. Les risques liés au prélèvement de sang sont précisés ainsi que les mesures pour les éviter et les minimiser. La notice d'information et le formulaire de consentement éclairé, en français et en anglais, sont bien élaborés et simples à comprendre. Les mesures prises pour garantir la confidentialité des données collectées sont présentes dans le document. Les CVs des Investigateurs les décrivent comme des personnes compétentes, capables de mener à bien cette étude. Pour toutes ces raisons, le Comité National d'Éthique approuve pour une durée d'un an, la mise en œuvre de la présente version du protocole.

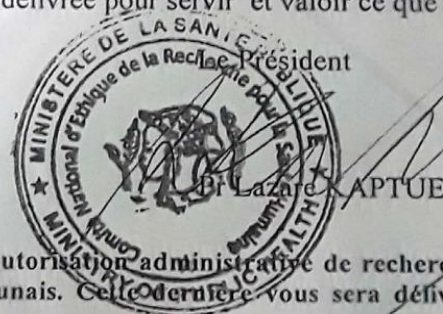
Les Investigateurs sont responsables du respect scrupuleux du protocole approuvé et ne devraient y apporter aucun amendement aussi mineur soit-il, sans avis favorable du CNERSH. Les investigateurs sont appelés à collaborer pour toute descente du CNERSH pour le suivi de la mise en œuvre du protocole approuvé. Le rapport final du projet devra être soumis au CNERSH et aux autorités sanitaires du Cameroun.

La présente clairance peut être retirée en cas de non respect de la réglementation en vigueur et des recommandations susmentionnées.

En foi de quoi, la présente clairance éthique est délivrée pour servir et valoir ce que de droit.

Ampliations

- MINSANTE



N.B : cette clairance éthique ne vous dispense pas de l'autorisation administrative de recherche (AAR), exigée pour mener cette étude sur le territoire camerounais. Celle-ci sera délivrée par le Ministère de la Santé Publique.

Annexe 3: Questionnaire



**ENQUETE SUR L'IMPACT DE L'EXPOSITION CHRONIQUE
AUX PESTICIDES SUR LA SANTE MENTALE CHEZ LES
PEUPLES AUTOCHTONES DE LA RÉGION DE L'EST-
CAMEROUN**

Ce questionnaire est rédigé à l'intention des populations de la région de l'est Cameroun

Consentement:

Bonjour, je m'appelle..... Nous effectuons actuellement une enquête qui a pour but d'évaluer l'impact de l'exposition chronique aux pesticides sur la santé chez les peuples autochtones vivant en communauté dans la région de l'est-Cameroun.

Le répondant accepte d'être interrogé.....CONTINUER

Le répondant n'accepte pas d'être interrogé.....FIN

SECTION 1: IDENTIFICATION ET CARACTÉRISTIQUES SOCIODÉMOGRAPHIQUES	
1. CODE:	Noms et prénoms :
2. VILLAGE:	Sexe :
3. Age (années):	
4. Groupe ethnique , (spécifier) :	Région d'origine :
5. Religion 1. Musulman <input type="checkbox"/> 2 Chretien : <input type="checkbox"/> 3 Sans religion <input type="checkbox"/> 4. Autre (Préciser).....	
6. Statut matrimonial ? 1. Mariée <input type="checkbox"/> ;2. Célibataire <input type="checkbox"/> ; 3. Veuve <input type="checkbox"/> ; 4. Divorcée <input type="checkbox"/>	
7. Niveau d'instruction : 1. Primaire <input type="checkbox"/> ; 2.Secondaire <input type="checkbox"/> ; 3. Supérieur <input type="checkbox"/> ; 4. Aucun <input type="checkbox"/>	
8. Source de revenu de la mère ? 1. Salaire <input type="checkbox"/> ; 2. Commerce <input type="checkbox"/> ; 3 Champ <input type="checkbox"/> ; 4.Conjoint <input type="checkbox"/> ; 5. Aucun <input type="checkbox"/>	
9. Profession?	
10 Types de famille 1. Famille Nucleaire (Famille constituée du père, de la mère et des enfants) <input type="checkbox"/> 2. Famille Mono parentales (père ou mère) <input type="checkbox"/> 3. Famille reconstituée (père remarié ou mère remarié) <input type="checkbox"/> 4. Famille élargie (père, mère, oncle, tante, grands-parents, autre) <input type="checkbox"/> 5. polygame (Famille constituée du père, de la mère et d'autres épouses du père) <input type="checkbox"/>	
11 Source de revenu? Parents: a. Père <input type="checkbox"/> ; b. Mere <input type="checkbox"/> ; c. Les deux <input type="checkbox"/> ; d. Tierce personne (préciser) Vous-même : a Qui <input type="checkbox"/> b. Non <input type="checkbox"/> Si oui comment :	

**Quelques profils biochimiques des cacaoculteurs résidant dans la région de l'Est- Cameroun,
arrondissement de Yokadouma**

	a- Activités génératrices de revenus (ouverture d'un commerce) __ b-Prêt auprès d'un particulier ou banque __ c-Employé __ d-Autres (Préciser) __
11	Pendant combien de temps l'enquête a-t-elle résidé dans la zone d'étude? (0)<12 mois __ ; (1) 1-2 ans __ ; (2) 2<x<5 ans __ ; (3) 5<x<10 ans __ ; (4) >10 ans __

SECTION 2: CONSOMMATION D'ALIMENTS POTENTIELLEMENT CONTAMINES						
Groupes d'aliments	Aliments	Combien de jours durant les 7 derniers jours avez-vous consommez cet aliment?	Quelle est votre source d'approvisionnement pour les aliments suivants?			
			Auto production		Auto production	
			oui	oui	oui	oui
Céréales entieres	Mais					
	Riz					
	Mil					
	Sorgho					
	Autres (préciser)					
Tubercules	Igname					
	Manioc					
	Couscous de manioc					
	Macabo					
	Plantes					
	Plantain					
Legumineuses	Arachides					
	Haricot					
	Soja					
	Koki					
	Autres (préciser)					
Legumes feuilles	Kokoh					
	Feuilles de					

**Quelques profils biochimiques des cacaoculteurs résidant dans la région de l'Est- Cameroun,
arrondissement de Yokadouma**

Vous ou quelqu'un de votre famille, vivant dans votre maison (cohabitant) exerce-t-il une des activités suivantes?	1. Vous	2. cohabitant	3. aucun	
a. Culture ou travail dans un champ de cacao				
b. Culture de céréales ou légumineuses (haricot et assimilés)				
c. Culture de légumes				
d. Culture de fruits				
e. Culture de fleurs				
Entretien des espaces verts (gazon)				
g. Utilisation d'insecticide pour la conservation des céréales ou tubercules à vendre				
h. Gestion de champ de coton				
i. Gestion de stock d'insecticides ou de produits contenant des insecticides				
j. Vendeur d'insecticides				
k. Pulvérisation d'insecticides dans les champs ou les maisons				
l. Impregnation de grande quantité de moustiquaires				
m. Mesures de sécurité prise		oui	non	
	Masque			
	Lunette			
	Gang			
	Botte			
	Longue manche			
Devenir des emballages utilisés				
Utilisez-vous des pesticides dans votre maison?	1. Oui		2. Non	
Utilisez-vous les produits suivants?	1. Oui		2. Non	
Insecticide en atomiseur				
a. Spirale anti moustique/Piège à insecte				
b. Insecticide en repellant cutané				
c. Moustiquaire imprégnée d'insecticide				
d. Insecticide pour moustiquaire				
e. Insecticides pour jardinage				
f. Autres (préciser)..... ...				
Habitez-vous près d'un champ ou un jardin de	1. Oui			

**Quelques profils biochimiques des cacaoculteurs résidant dans la région de l'Est- Cameroun,
arrondissement de Yokadouma**

légumes?	2. Non		
A quelle distance se situe ce champ de votre maison?	1. Oui	2. Non	
a. <10 mn de marche			
b. 10-30 mn de marche			
c. >30 mn de marche			
SECTION 5: PARAMETRES D'INTERETS			
Poids (kg)			
Taille debout (cm)			
IMC (Kg/m²)			
Tension artérielle (mm Hg)	Mesure 1	Mesure 2	
Pression artérielle Systolique			
Pression artérielle Diastolique			
FC			
Glycémie (mg/L)			
Bio-impédance électrique (D)			
Masse hydrique			

Je reconnais avoir librement participé à cette enquête et confirme que les informations fournies sont exactes

Signature