



UNIVERSITE
JEAN LOROUGNON GUEDE

UFR AGROFORESTERIE

REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE

Union - Discipline - Travail

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique

ANNEE : 2024-2025

N° D'ORDRE : 157

CANDIDAT :

Nom : KOUASSI

Prénoms : Adingra Gustave

THESE DE DOCTORAT

Mention : Agriculture et Foresterie Tropicale

Spécialité : Microbiologie et Sécurité Alimentaire

Evaluation de la contamination microbienne et chimique de la laitue (*Lactuca sativa* L.) produite dans les villes d'Abidjan, Bouaké, Daloa et Yamoussoukro en Côte d'Ivoire

JURY

Président : Monsieur SORO Dogniméton, Professeur Titulaire, Université Jean LOROUGNON GUÉDÉ

Directeur : Monsieur KOUASSI Kouassi Clément, Maître de Conférences, Université Jean LOROUGNON GUÉDÉ

Rapporteur : Monsieur EHOUMAN Ano Guy Serge, Maître de Conférences, Université Jean LOROUGNON GUÉDÉ

Rapporteur : Monsieur ATOBLA Koua, Maître de Conférences, Université Félix HOUPHOUËT BOIGNY

Examineur : Monsieur YAO Kouadio, Maître de Recherches, Université NANGUI ABROGOUA

Examineur : Monsieur GNANWA Mankambou Jacques, Maître de Conférences, Université Jean LOROUGNON GUÉDÉ

Soutenu publiquement
le 12/09/2025

TABLE DES MATIERES

	Pages
TABLE DES MATIERES	I
DEDICACE.....	VIII
REMERCIEMENTS	IX
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS	XI
LISTE DES TABLEAUX.....	XIV
LISTE DES FIGURES.....	XVI
LISTE DES ANNEXES.....	XIX
INTRODUCTION.....	1
PREMIERE PARTIE : GENERALITES.....	5
1. AGRICULTURE.....	6
1.1. Définition.....	6
1.2. Enjeux de l'agriculture urbaine.....	6
1.3. Présentation des zones d'étude.....	6
1.3.1. Présentation de la ville d'Abidjan	6
1.3.1.1. Situation géographique.....	6
1.3.1.2. Climat	7
1.3.1.3. Végétation.....	8
1.3.2. Présentation de la ville de Bouaké	9
1.3.2.1. Situation géographique.....	9
1.3.2.2. Climat	10
1.3.2.3. Végétation.....	10
1.3.3. Présentation de la ville de Daloa	11
1.3.3.1. Situation géographique.....	11
1.3.3.2. Climat	11
1.3.3.3. Végétation.....	12
1.3.4. Présentation de la ville de Yamoussoukro.....	12
1.3.4.1. Situation géographique.....	12
1.3.4.2. Climat	13
1.3.4.3. Végétation.....	14
2 LAITUE (<i>LACTUCA SATIVA</i> L.).....	14
2.1. Présentation	14

2.2.	Taxonomie.....	15
2.3.	Composition nutritionnelle.....	15
2.4.	Importance de la consommation.....	16
2.5.	Variétés culturelles	17
3	EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES.....	18
3.1.	Identification du danger.....	19
3.2.	Evaluation de l'exposition.....	19
3.3.	Relation dose réponse.....	20
3.4.	Caractérisation du risque	20
4.	METHODES DE CONTROLE DES ALIMENTS.....	20
4.1.	Méthodes classiques de détection.....	20
4.2.	Méthodes phénotypiques	21
4.2.1.	Biotypage.....	21
4.2.2.	Sérotypage	22
4.2.3.	Antibiotypie.....	22
4.3.	Méthodes immunologiques	24
4.4.	Méthodes génotypiques	24
4.4.1.	Electrophorèse	24
4.4.1.1.	Sur gel d'agarose	24
4.4.1.2.	Sur gel de polyacrylamide	25
4.4.1.3.	En champ pulsé.....	25
4.4.1.4.	En gradient de dénaturant.....	25
4.4.1.5.	Sur gel de polyacrylamide en deux dimensions (PAGE-2D).....	25
4.4.2.	Réaction de Polymérisation en Chaîne (PCR).....	26
5.	COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS	27
5.1.	Méthodes d'analyse des composés organiques volatils	27
5.2.	Composés organiques volatils (COV) émis par les plantes	29
5.3.	Composés organiques volatils émis par les microorganismes	31
6.	PESTICIDES.....	32
6.1.	Classification et principales familles des pesticides.....	33
6.2.	Quantités de pesticides utilisées dans le monde.....	34
6.3.	Devenir des pesticides dans l'environnement	35
6.3.1.	Contamination des sols.....	36

6.3.2. Contamination de l'air	36
6.3.3. Contamination des eaux de surface et souterraines	36
6.4. Quelques facteurs influençant le devenir des pesticides	37
6.4.1. Facteurs anthropiques	37
6.4.2. Facteurs liés aux pratiques agricoles	37
6.4.3. Facteurs environnementaux	37
6.5. Effets des pesticides sur la santé	38
7. MICROORGANISMES CONTAMINANTS LA LAITUE	41
7.1. Microorganismes pathogènes de la laitue	41
7.1.1. <i>Escherichia coli</i>	41
7.1.1.1. Présentation générale et habitat	41
7.1.1.2. Caractères de culture	42
7.1.1.3. Impact sur la santé des consommateurs.....	42
7.1.2. <i>Salmonella</i>	43
7.1.2.1. Présentation générale et habitat	43
7.1.2.2. Caractères de culture	43
7.1.2.3. Impact sur la santé des consommateurs.....	43
7.1.3. <i>Staphylococcus aureus</i>	44
7.1.3.1. Présentation générale et habitat	44
7.1.3.2. Caractères de culture	44
7.1.3.3. Impact sur la santé des consommateurs.....	44
7.2. Flores microbiennes de salubrité	45
7.2.1. Levures et moisissures.....	45
7.2.1.1. Présentation générale et habitat	45
7.2.1.2. Caractères de culture	45
7.2.1.3. Impact sur la santé des consommateurs.....	46
7.2.2. Coliformes totaux	46
7.2.2.1. Présentation générale.....	46
7.2.2.2. Caractères de culture et spécificité	46
7.2.3. Germes aérobies mésophiles	46
7.2.3.1. Présentation générale et habitat	46
7.2.3.2. Intérêt.....	47
7.2.4. Entérobactéries	47

7.2.4.1. Présentation générale et habitat	47
7.2.4.2. Culture	47
7.2.4.3. Intérêt.....	48
DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET METHODES	49
1. MATERIEL.....	50
1.1. Matériel biologique	50
1.2. Matériel d'enquête.....	50
1.3. Matériel technique	50
1.3.1. Appareillage	50
1.3.2. Consommables et réactifs.....	51
1.3.3. Milieux de culture.....	51
1.3.4. Amorces utilisées pour l'étude	52
1.3.5. Antibiotiques utilisés pour l'étude.....	52
2. METHODES	53
2.1. Choix et description des zones d'étude	53
2.2. Critères inclusifs et exclusifs des sites enquêtés	54
2.3. Techniques de collecte des données sur le terrain.....	54
2.3.1. Taille et répartition des acteurs à enquêter	54
2.3.2. Technique d'enquête auprès des acteurs impliqués.....	55
2.4. Echantillonnage des laitues auprès des producteurs.....	56
2.4.1. Collecte et transport des échantillons de laitues.....	56
2.4.2. Taille et répartition des échantillons collectés.....	56
2.5. Analyse microbiologique des échantillons de laitue	56
2.5.1. Préparation des milieux de culture	56
2.5.2. Préparation de la suspension mère et des dilutions décimales	56
2.5.3. Enumération des germes dans les échantillons de laitue.....	57
2.5.4. Recherche de <i>Salmonella</i> spp.....	57
2.5.5. Expression des résultats de l'énumération	58
2.5.6. Méthode d'interprétation des résultats	59
2.5.7. Conservation des isolats de <i>E. coli</i> et de <i>Salmonella</i> spp.....	59
2.6. Evaluation des risques microbiologiques liés au genre <i>Salmonella</i>	59
2.6.1. Identification du danger.....	59
2.6.2. Caractérisation du danger	60

2.6.3. Evaluation de l'exposition	60
2.6.3.1. Schéma général du modèle d'évaluation	60
2.6.3.2. Evaluation des quantités de laitue ingérées et affections liées à leur consommation.....	60
2.6.3.3. Modélisation de l'évaluation de l'exposition	61
2.6.4. Caractérisation du risque	61
2.7. Evaluation des risques chimiques dans la laitue	62
2.8. Caractérisations biochimiques des isolats de <i>E. coli</i> et <i>Salmonella</i> spp.	62
2.8.1. Frottis coloré.....	62
2.8.2. Test de catalase.....	62
2.8.3. Test d'oxydase.....	63
2.8.4. Portoir réduit de Le Minor.....	63
2.8.4.1. Milieu urée-indole	63
2.8.4.2. Milieu Kligler-Hajna	63
2.8.4.3. Milieu Mannitol mobilité	64
2.8.4.4. Milieu Lysine-fer.....	64
2.8.4.5. Milieu Citrate de Simmons.....	64
2.9. Caractérisations moléculaires de <i>E. coli</i> et <i>Salmonella</i> spp.	64
2.9.1. Extraction d'ADN génomique.....	64
2.9.2. Préparation du gel d'agarose	65
2.9.3. Amplification de la région de l'ARNr 16S.....	65
2.9.4. Recherche des gènes de virulence	66
2.9.4.1. Amplification des gènes de virulence.....	66
2.10. Profils de résistance aux antibiotiques des souches de <i>E. coli</i> et <i>Salmonella</i>	68
2.10.1. Préparation de l'inoculum.....	68
2.10.2. Réalisation de l'antibiogramme	68
2.10.3. Lecture et interprétation des diamètres d'inhibition	69
2.11. Techniques d'analyse des pesticides	69
2.11.1. Extraction et séparation.....	69
2.11.2. Dosage des résidus de pesticides	70
2.12. Recherche des composés volatils dans les laitues des zones d'étude.....	71
2.12.1. Extraction des composés volatils	71
2.12.2. Dosage des composés volatils.....	71

2.13. Analyses statistiques.....	71
TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION	72
I. CARATERISTIQUES SOCIO DEMOGRAPHIQUES DE LA PRODUCTION ET LA CONSUMMATION DE LA LAITUE DANS LES VILLES D’ABIDJAN, BOUAKE, DALOA ET YAMOOUSSOUKRO	73
1. RESULTATS	73
1.1. Profil des cultivateurs urbains de laitue des villes d’étude	73
1.2. Principaux intrants utilisés pour la culture de la laitue	75
1.3. Affection et symptômes caractéristiques à <i>Salmonella</i> spp. liées à la consommation de la laitue produite dans les villes d’étude.....	77
2. DISCUSSION.....	80
3. CONCLUSION PARTIELLE	82
II. QUALITE SANITAIRE DE LA LAITUE DE PRODUCTION URBAINE A ABIDJAN, BOUAKE, DALOA ET YAMOOUSSOUKRO	83
1. RESULTATS	83
1.1. Caractéristiques microbiologiques des laitues produites dans les villes d’étude....	83
1.2. Prévalence de <i>Salmonella</i> spp. dans les laitues des villes d’étude.....	96
1.3. Qualité microbiologique des laitues des zones d’étude.....	96
1.4. Evaluation des risques microbiologiques liés au genre <i>Salmonella</i> spp.	96
1.4.1. Risque de salmonelloses lié à la consommation de laitue produite dans les villes d’étude.....	96
1.4.1.1. Quantité de laitue consommées journalièrement par personne et par repas.....	96
1.4.1.2. Fréquence de distribution de <i>Salmonella</i> spp. dans les laitues des villes d’étude	98
1.4.1.3. Risque lié à <i>Salmonella</i> spp dans les laitues des zones d’étude et évaluation de l’exposition.....	100
1.5. Evaluation des risques chimiques des résidus de pesticides dans la laitue	103
2. DISCUSSION.....	106
3. CONCLUSION PARTIELLE	109
III. CARACTERISTIQUES BIOCHIMIQUES ET MOLECULAIRES DES ISOLATS DE <i>ESCHERICHIA COLI</i> ET <i>SALMONELLA</i> SPP. ISOLES DE LA LAITUE	110
1. RESULTATS	110

1.1. Morphologie des isolats présumés de <i>E. coli</i> et <i>Salmonella</i> spp.....	110
1.2. Diversité des isolats de <i>E. coli</i> et <i>Salmonella</i> spp. isolés des laitues des zones d'étude	113
1.2.1. Diversité des isolats de <i>E. coli</i> virulentes des villes d'étude.....	114
1.2.2. Diversité des isolats de <i>Salmonella</i> spp. virulentes.....	117
1.3. Prévalence des gènes de virulence des isolats de <i>E. coli</i> et <i>Salmonella</i> spp. isolés des laitues des villes d'étude.....	119
1.3.1. Prévalence des gènes de virulence des isolats de <i>E. coli</i>	119
1.3.2. Prévalence des gènes de virulence des isolats de <i>Salmonella</i> spp.	121
1.4. Antibiorésistance de <i>E. coli</i> et <i>Salmonella</i> spp. isolés des laitues des villes d'étude... ..	121
1.4.1. Niveaux de résistance de <i>E. coli</i> et <i>Salmonella</i> spp. aux Bêtalactamines	121
1.4.1.1. Résistance des isolats de <i>E. coli</i> aux Bêtalactamines	121
1.4.1.2. Résistance des isolats de <i>Salmonella</i> spp. aux Bêtalactamines	124
1.4.2. Niveaux de résistance de <i>E. coli</i> et <i>Salmonella</i> spp. aux autres antimicrobiens .	126
1.4.2.1. Résistance des isolats de <i>E. coli</i> aux autres antimicrobiens	126
1.4.2.2. Résistance des isolats de <i>Salmonella</i> spp. aux autres antimicrobiens	128
2. DISCUSSION.....	130
3. CONCLUSION PARTIELLE	133
IV. RESIDUS DE PESTICIDES ET COMPOSES VOLATILS DE LA LAITUE DE PRODUCTION URBAINE A ABIDJAN, BOUAKE, DALOA ET YAMOOUSSOUKRO... ..	134
1. RESULTATS	134
1.1. Quantification des résidus de pesticides dans les laitues des villes d'étude	134
1.2. Conformité des échantillons analysés à la Limite Maximale de Résidu de pesticide (LMR).....	138
1.3. Identification et quantification des composés volatiles.....	140
2. DISCUSSION.....	144
3. CONCLUSION PARTIELLE	146
CONCLUSION GENERALE, PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS.....	147
REFERENCES.....	151
ANNEXES.....	186

DEDICACE

Je dédie cette modeste œuvre à :

*feu mon Père, **KOUASSI Yao Désiré**, pour tous les sacrifices et les efforts consentis.*

REMERCIEMENTS

Je voudrais adresser mes remerciements aux personnes ressources qui ont aidé à l'aboutissement de ce travail.

A Madame la Présidente de l'Université Jean LOROUGNON GUÉDÉ, Professeur ADOHI Krou Viviane, Professeur Titulaire de Physique Atomique et Nucléaire, je vous remercie pour avoir autorisé notre inscription en thèse au sein de l'Université. Je vous remercie aussi pour les initiatives et la bonne gouvernance ;

A Monsieur le Vice-Président en charge de la Pédagogie et la Vie Universitaire de l'Université Jean LOROUGNON GUÉDÉ, Professeur SORO Dogniméton, Professeur Titulaire en Agro-Pédologie, Président de ce jury de cette thèse, je vous adresse mes remerciements. C'est un grand honneur que vous me faites en présidant ce jury malgré vos nombreuses occupations. Je vous remercie pour votre disponibilité pour nous les étudiants ;

A Monsieur le Vice-Président de l'Université Jean LOROUGNON GUÉDÉ en charge de la Recherche, de l'Innovation et des relations extérieures, Professeur KONE Issiaka, Professeur Titulaire de Socio-Anthropologie, je vous remercie pour la facilitation des activités de recherche au sein de notre institution ;

A Monsieur le Directeur de l'UFR Agroforesterie à l'Université Jean LOROUGNON GUÉDÉ, Dr KOUASSI Kouassi Clément, Maître de Conférences en Microbiologie et Sécurité Alimentaire, par ailleurs Directeur de cette thèse, je vous remercie infiniment pour tous les moyens financiers et matériels mis à ma disposition pour l'accomplissement de ce travail. Je vous suis reconnaissant pour votre humilité, votre patience, votre disponibilité, votre rigueur dans le travail et votre dévouement à la recherche Scientifique. Vous m'avez fait confiance en me proposant cette étude de thèse. Je vous suis grée pour vos conseils ;

A Monsieur le Directeur du Laboratoire d'Agro-valorisation de l'Université Jean LOROUGNON GUÉDÉ, Professeur BEUGRE Grah Avit Maxwell, Professeur Titulaire de Biochimie, je vous exprime ma gratitude pour vos conseils et vos encouragements qui ont servi dans la réalisation de ce travail ;

A Monsieur EHOUMAN Ano Guy Serge, Maître de Conférences en Biochimie et Nutrition à l'Université Jean LOROUGNON GUÉDÉ, Rapporteur de cette thèse, je vous remercie pour votre contribution à l'amélioration de la qualité de ce document ;

A Monsieur ATTOBLA Koua, Maître de Conférences en Microbiologie et Sécurité Alimentaire à l'Université Félix HOUPHOUËT BOIGNY, Rapporteur de cette thèse, je vous adresse mes sincères remerciements pour l'amélioration du contenu de cette thèse ;

A Monsieur YAO Kouadio, Maître de Recherches en Biochimie et Microbiologie des Aliments à l'Université Nangui ABROGOUA, Examineur de la thèse, je vous exprime ma gratitude pour votre contribution à la qualité du document final ;

A Monsieur GNANWA Mankambou Jacques, Maître de Conférences en Biochimie à l'Université Jean LOROUGNON GUÉDÉ, Examineur de cette thèse, je vous suis reconnaissant pour votre contribution à la qualité du document final ;

A Monsieur KONATE Ibrahim, Professeur Titulaire en Microbiologie et Biologie Moléculaire à l'Université Jean LOROUGNON GUÉDÉ, j'adresse mes remerciements pour ses conseils et la confiance qu'il a placé en moi ;

A Monsieur ANGAMAN Djédou Maxime, Professeur Titulaire en Biochimie et Biologie Moléculaire à l'Université Jean LOROUGNON GUÉDÉ, j'adresse mes remerciements pour le soutien moral et son aide ;

A Monsieur KOUASSI Kra Athanase, Maître de Conférences en Microbiologie et Sécurité Alimentaire à l'Université Jean LOROUGNON GUÉDÉ, Je le remercie pour le temps qu'il m'a accordé, sa gentillesse, ses conseils, la confiance qu'il a placé en moi, son amour pour son prochain, sa grande disponibilité et les différentes propositions et remarques qui ont permis d'enrichir ce mémoire ;

A Monsieur KOKO Anauma Casimir, Maître de Conférences en Biochimie et Technologie des Aliments à l'Université Jean LOROUGNON GUÉDÉ, pour son assistance, ses conseils et sa grande disponibilité toutes les fois que son aide a été sollicitée durant la réalisation de ce travail ;

A feu ma Mère, DIBI Amani Jeannette et feu ma Belle-Mère, YAO Amenan, pour l'ensemble de leurs efforts consentis à la réalisation de l'être que je suis ;

A mon oncle GNAMIEN Kouamé Soungalo, je le remercie pour son soutien moral et financier ;

A mes frères et sœurs, je dis merci pour tous les encouragements ;

Tous ceux que je n'ai pu nommer, trouver ma gratitude du fond du cœur.

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

- ADN** : Acide Désoxyribonucléique
- AMC** : Amoxicilline + acide clavulanique
- AMI** : Amikacine
- AML** : Amoxicilline
- AMP** : Ampicilline
- ARfD** : Dose de Référence Aiguë
- ARNr** : Acide Ribonucléique Ribosomique
- Aw** : Activité de l'eau
- BCC** : Bouillon Cœur Cerveille
- BPA** : Bonne Pratique Agricole
- BPF** : Bonne Pratique de Fabrication
- C₀** : Concentration initiale
- CAR** : Carbénycilline
- Ce** : Concentration du standard (mg / L)
- CFM** : Céfixime
- CHL** : Chloramphénicol
- CIE** : Compagnie Ivoirienne d'Electricité
- CIP** : Ciprofloxacine
- CM** : Concentration Maximale
- CNRA** : Centre National de Recherche Agronomique
- COV** : Composé Organique Volatil
- Cp** : concentration de la matière active (mg / kg)
- CS** : Citrate de Simmons
- CT** : Coliformes Totaux
- DGGE** : Denaturing Gradient Gel Electrophoresis
- DJA** : Dose Journalière Admissible
- ECEA** : *Escherichia coli* Entéroagrégatifs
- ECEH** : *Escherichia coli* Entérohémorragiques
- ECEI** : *Escherichia coli* Entéroinvasifs
- ECEP** : *Escherichia coli* Entéropathogènes
- ECET** : *Escherichia coli* Entérotoxinogènes
- ECPA** : European Crop Protection Association

ELISA : *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*

EPT : Eau Peptonée Tamponnée

ERS : Evaluation des Risques Sanitaires

EU : Union Européenne

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

FEP : Céfépime

FOS : Fosfomycine

FOX : Céfoxitine

GAM : Germes Aérobie Mésophile

GC-SM : Chromatographie en phase Gazeuse couplé à une Spectrométrie de Masse

Ia : extrêmement dangereux

ICOV : COV Induit

INS : Institut National de Statistiques

ISO : Organisation internationale de normalisation

KAN : Kanamycine

Kb : Kilobase

KF : Céfalotine

LDA : Lysine Désaminase

LDC : Lysine Décarboxylase

LM : Levures Moisissures

LMR : Limites Maximales de Résidus

Man : Mannitol

Max : Maximum

Mb : Mégabase

MCOV : COV Microbien

MH : Mueller Hinton

Mob : Mobilité

NAL : Acide nalidixique

NIR : Nitroxoline

NPK : Azote Potassium Phosphore

NPP : Nombre le Plus Probable

NXN : Norfloxacin

Ø : Diamètre lu après antibiogramme

OB : Cloxacilline

OC : Organochloré
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
OP : Organophosphoré
Pb : Paire de base
PCA : Plat Count Agar
PCR : Réaction de Polymérisation en Chaîne
PFGE : Electrophorèse en champ Pulsé
PGP : Plan de Gestion des Pesticides
Q-PCR : PCR Quantitative
RFLP : Restriction Fragment Length Polymorphism
RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitat
RSC : Risque Sanitaire Chimique
RSM : Risque Sanitaire Microbiologique
RV : Rappaport de Vassiliadis
SHU : Syndrome Hémolytique et Urémique
SM : Solution Mère
SPME : Micro-Extraction sur Phase Solide
STR : Streptomycine
TE : Tétracycline
TGGE : Temperature Gradient Gel Electrophoresis
TIAC : Toxi-Infection Alimentaire Collective
Tmax : Température maximale
Tmin : Température minimum
TOB : Tobramycine
U : peu susceptible de présenter un danger aigu
UFC/g : Unité Formant Colonie par gramme
UIPP : Union des Industries de la Protection des Plantes
UNE : Union Nationale des Etudiants
UTM : Universal Transversal Mercator
UV : Ultra-Violet
VRBG : Violet Rouge Bile Glucose
VRBL : Violet Rouge Bile Lactose

LISTE DES TABLEAUX	Pages
Tableau I : Eléments nutritifs contenus dans la laitue.....	16
Tableau II : Toxicité aigüe des pesticides	39
Tableau III : Amorces de <i>E. coli</i> et de <i>Salmonella</i> spp. utilisées.....	52
Tableau IV : Familles, Noms, Sigles et charges des antibiotiques utilisés	53
Tableau V : Population enquêtée par localité.....	55
Tableau VI : Différents programmes d'amplification.....	67
Tableau VII : Critères de catégorisation de la résistance aux antibiotiques selon les valeurs Critiques.....	69
Tableau VIII : Profil des cultivateurs urbains de laitue à Abidjan.....	73
Tableau IX : Profil des cultivateurs urbains de laitue à Bouaké	74
Tableau X : Profil des cultivateurs urbains de laitue à Daloa	74
Tableau XI : Profil des cultivateurs urbains de laitue à Yamoussoukro	75
Tableau XII : Principaux intrants utilisés pour la culture urbaine de la laitue à Abidjan	76
Tableau XIII : Principaux intrants utilisés pour la culture urbaine de la laitue à Bouaké	76
Tableau XIV : Principaux intrants utilisés pour la culture urbaine de la laitue à Daloa	77
Tableau XV : Principaux intrants utilisés pour la culture urbaine de la laitue à Yamoussoukro	77
Tableau XVI : Charges (UFC / g) des germes isolés dans les laitues de la ville d'Abidjan....	84
Tableau XVII : Charges (UFC / g) des germes isolés dans les laitues de la ville de Bouaké..	87
Tableau XVIII : Charges (UFC / g) des germes isolés dans les laitues de la ville de Daloa ...	90
Tableau XIX : Charges (UFC / g) des germes isolés dans les laitues de la ville de Yamoussoukro	93
Tableau XX : Prévalence de <i>Salmonella</i> spp. dans les laitues des villes d'étude.....	96
Tableau XXI : Conformité des échantillons.....	96
Tableau XXII : Caractères biochimiques des isolats présomptifs de <i>E. coli</i> isolés des laitues	111
Tableau XXIII : Caractères biochimiques des isolats présomptifs de <i>Salmonella</i> spp. isolés des laitues	112
Tableau XXIV : Prévalence des gènes de virulence de <i>E. coli</i> isolées des laitues	120
Tableau XXV : Prévalence du gène de virulence <i>invA</i> de <i>Salmonella</i> spp. isolées des laitues	121

Tableau XXVI : Prévalence du gène de virulence <i>spvC</i> de <i>Salmonella</i> spp. isolées des laitues	121
Tableau XXVII : Concentration (mg / kg ou ppm) des résidus de pesticides extraits des laitues des différentes zones d'étude	136
Tableau XXVIII : Comparaison des teneurs de matières actives aux LMR dans la ville d'Abidjan	138
Tableau XXIX : Comparaison des teneurs de matières actives aux LMR dans la ville de Bouaké	139
Tableau XXX : Comparaison des teneurs de matières actives aux LMR dans la ville de Daloa	139
Tableau XXXI : Comparaison des teneurs de matières actives aux LMR dans la ville de Yamoussoukro.....	140
Tableau XXXII : Teneurs des composés organiques volatils émis par les laitues des zones d'étude	142

LISTE DES FIGURES	Pages
Figure 1: Situation géographique de la ville d'Abidjan	7
Figure 2 : Variation de la pluviométrie moyenne mensuelle d'Abidjan	8
Figure 3 : Situation géographique de la ville de Bouaké	9
Figure 4 : Variation de la pluviométrie de la ville de Bouaké	10
Figure 5 : Situation géographique de la ville de Daloa	11
Figure 6 : Evolution des précipitations et de la température à la station de Daloa	12
Figure 7 : Situation géographique de la ville de Yamoussoukro	13
Figure 8 : Courbe de la température de la ville de Yamoussoukro	14
Figure 9 : Différentes variétés de laitues cultivées	18
Figure 10 : Principe de la technique SPME.	29
Figure 11: Interactions de la plante avec son environnement.	30
Figure 12 : Répartition mondiale des produits phytosanitaires par catégories de produits utilisés en 2005	34
Figure 13 : Diffusion des pesticides après leur application sur des végétaux vers les différents compartiments de l'environnement.	35
Figure 14 : Mode d'exposition de l'homme et des milieux par les pesticides	38
Figure 15 : Matériel biologique de l'étude	50
Figure 16 : Situation géographique des zones d'étude	54
Figure 17 : Protocole pour la recherche des salmonelles	58
Figure 18 : Affections et symptômes liées à la consommation de la laitue à Abidjan.....	78
Figure 19 : Affections et symptômes liées à la consommation de la laitue à Bouaké	78
Figure 20 : Affections et symptômes liées à la consommation de la laitue à Daloa	79
Figure 21 : Affections et symptômes liées à la consommation de la laitue à Yamoussoukro .	79
Figure 22 : Quantités de laitue consommées journalièrement par personne et par repas à Abidjan.....	97
Figure 23 : Quantités de laitue consommées journalièrement par personne et par repas à Bouaké	97
Figure 24 : Quantités de laitue consommées journalièrement par personne et par repas à Daloa	98
Figure 25 : Quantités de laitue consommées journalièrement par personne et par repas à Yamoussoukro.....	98
Figure 26 : Fréquence de distribution de <i>Salmonella</i> spp. dans les laitues d'Abidjan.....	99

Figure 27 : Fréquence de distribution de <i>Salmonella</i> spp. dans les laitues de Bouaké.....	99
Figure 28 : Fréquence de distribution de <i>Salmonella</i> spp. dans les laitues de Daloa.....	100
Figure 29 : Fréquence de distribution de <i>Salmonella</i> spp. dans les laitues de Yamoussoukro	100
Figure 30 : Risque de salmonelloses liées à la consommation de la laitue produite à Abidjan selon la simulation de type Monte Carlo.....	101
Figure 31 : Risque de salmonelloses liées à la consommation de la laitue produite à Bouaké selon la simulation de type Monte Carlo.....	102
Figure 32 : Risque de salmonelloses liées à la consommation de la laitue produite à Daloa selon la simulation de type Monte Carlo	102
Figure 33 : Risque de salmonelloses liées à la consommation de la laitue produite à Yamoussoukro selon la simulation de type Monte Carlo	103
Figure 34 : Risque d'intoxication chronique avec le diméthoate à Abidjan.....	104
Figure 35 : Risque d'intoxication chronique avec le cyhalothrine à Bouaké.....	104
Figure 36 : Risque d'intoxication aiguë avec le parathion à Daloa	105
Figure 37 : Risque d'intoxication chronique et aiguë avec le spirodiclofen à Yamoussoukro	105
Figure 38 : Profil électrophorétique de l'ADN de <i>E. coli</i> et <i>Salmonella</i> spp.....	113
Figure 39 : Profil électrophorétique de l'ARN 16S de <i>E. coli</i> et <i>Salmonella</i> spp.....	113
Figure 40 : Profil électrophorétique du produit d'amplification du gène <i>aggA</i> de <i>E. coli</i> sur gel d'agarose à 1,5 %	114
Figure 41 : Profil électrophorétique du produit d'amplification du gène <i>bfpA</i> de <i>E. coli</i> sur gel d'agarose à 1,5 %	115
Figure 42 : Profil électrophorétique du produit d'amplification du gène <i>eastI</i> de <i>E. coli</i> sur gel d'agarose à 1,5 %	115
Figure 43 : Profil électrophorétique du produit d'amplification du gène <i>lt</i> de <i>E. coli</i> sur gel d'agarose à 1,5 %	116
Figure 44 : Profil électrophorétique du produit d'amplification du gène <i>stx1</i> de <i>E. coli</i> sur gel d'agarose à 1,5 %	116
Figure 45 : Profil électrophorétique du produit d'amplification du gène <i>stx2</i> de <i>E. coli</i> sur gel d'agarose à 1,5 %	117
Figure 46 : Profil électrophorétique du produit d'amplification du gène <i>invA</i> de <i>Salmonella</i> sur gel d'agarose à 1,5 %	118

Figure 47 : Profil électrophorétique du produit d'amplification du gène <i>spvC</i> de <i>Salmonella</i> sur gel d'agarose à 1,5 %	118
Figure 48 : Profil de résistance aux Bêtalactamines des isolats de <i>E. coli</i> issus des laitues des villes étudiées	123
Figure 49 : Profil de résistance aux Bêtalactamines des isolats de <i>Salmonella</i> spp. issus des laitues des villes étudiées	125
Figure 50 : Profil de résistance aux autres antibiotiques des isolats de <i>E. coli</i> issus des laitues des villes étudiées.....	127
Figure 51 : Profil de résistance aux autres antibiotiques des isolats de <i>Salmonella</i> spp. issus des laitues des villes étudiées	129
Figure 52 : Variabilités des teneurs en pesticides dans les zones d'étude	137
Figure 53 : Variabilités des teneurs en Composés Volatils (COV) dans les zones d'étude...	143

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 : Fiche d'enquête sur les producteurs de laitue urbaine des villes d'étude
- Annexe 2 : Risque sanitaire lié à la consommation de la laitue dans les villes d'étude
- Annexe 3 : Planches de laitues et sources d'eau d'arrosage des laitue
- Annexe 4 : Matériel technique provenant du laboratoire Agrovalorisation de
l'Université Jean LOROUGNON GUEDE
- Annexe 5 : Courbes de l'évaluation des risques chimiques des villes d'étude
- Annexe 6 : Présentation des tests biochimiques

INTRODUCTION

En Côte d'Ivoire, le taux d'urbanisation qui était de 32 % en 1975 a atteint 52,5 % en 2021 (RGPH, 2021). La tendance d'urbanisation croissante constatée s'est accompagnée d'une migration de populations vers les villes. En outre, la croissance démographique urbaine qui en résulte, a augmenté les besoins en vivriers et surtout en produits maraîchers. Ces derniers proviennent généralement en grande partie du maraîchage qui est une activité génératrice de revenus pour les producteurs. C'est aussi une source d'autonomisation et d'amélioration des conditions de vie des maraîchers (Koné *et al.*, 2018 ; Kouakou, 2019 ; AGRA, 2021). Cette activité fournit de nombreux fruits et légumes qui sont activement impliqués dans l'alimentation humaine en raison de leurs effets bénéfiques sur la santé (Yao *et al.*, 2016). Ils sont également de plus en plus consommés par les populations des pays en voie de développement et sont réputés pour leurs qualités organoleptiques et nutritionnelles (Dakuyo *et al.*, 2020).

La production maraîchère en Côte d'Ivoire se distingue par sa richesse en variétés de produits (Bancal & Tano, 2019). Elle englobe l'ensemble de la culture des légumes, y compris la laitue. Cependant, le manque de statistiques agricoles fiables, qui est particulièrement notable en Côte d'Ivoire (Ducroquet *et al.*, 2017), représente une faiblesse pour ce secteur, malgré son rôle significatif dans la sécurité alimentaire. Pourtant, la production maraîchère occupe une place de choix dans l'agriculture et dans l'économie des pays en voie de développement. Elle s'effectue dans les zones rurales, urbaines et périurbaines. C'est une activité qui répond souvent à la demande alimentaire urbaine (Bayendi *et al.*, 2017). De ce fait, les principales grandes villes de la Côte d'Ivoire à savoir Abidjan, Bouaké, Daloa et Yamoussoukro, se trouvent confrontées à cette forme d'agriculture (Zah, 2015).

Le maraîchage est souvent exercé dans des zones vulnérables et de faible altitude. Cette activité agricole se déroule parfois au cœur de certains quartiers centraux des villes. Cependant, elle est confrontée à de multiples défis, notamment la proximité de certaines exploitations agricoles avec des zones où se déversent des eaux usées domestiques et industrielles (Kanda *et al.*, 2013). De plus, l'irrigation des cultures utilise fréquemment des eaux usées (Dan-Badjo *et al.*, 2013). Cela peut entraîner une contamination microbienne des légumes par les microorganismes pathogènes comme *Salmonella* spp., ce qui représente un risque pour la santé des consommateurs. De nombreuses recherches ont signalé la présence de *Salmonella* spp. dans les légumes, en particulier dans la laitue (Kroupitski *et al.*, 2009 ; Alio *et al.*, 2017). En outre, la consommation d'aliments contaminés par ces bactéries peut provoquer des toxiinfections alimentaires collectives (TIAC), souvent responsables de cas de fièvre typhoïde pouvant aller jusqu'à des conséquences mortelles (Harizi, 2009). Malheureusement, la culture de la laitue (*Lactuca sativa* L.) se fait dans des contextes difficiles, marqués par le manque de moyens

financiers pour l'approvisionnement en eau potable, en produits phytosanitaires homologués et en engrais de synthèse pour la fertilisation des sols. Ce qui pousse des maraîchers à utiliser les eaux usées pour l'irrigation, les déjections d'animaux comme engrais pour le sol et de manière abusive et illégale des produits phytosanitaires dont la plupart ne sont plus ou pas homologués dans le pays. Ces pratiques culturelles peuvent favoriser une forte contamination de la laitue par des substances chimiques toxiques et des microorganismes dont certains peuvent se révéler dangereux pour la santé de l'homme (N'Guessan *et al.*, 2015 ; Koné *et al.*, 2018 ; Kouadio *et al.*, 2019 ; Diakité *et al.*, 2020).

En outre, avec la mise en œuvre des programmes de productions alimentaires d'urgence, on assiste à une forte utilisation des pesticides. Cette utilisation accrue des pesticides est observée dans l'agriculture en générale et en particulier dans la production de laitues (Soro *et al.*, 2018). Les pesticides sont des agents chimiques ou biologiques capables de détruire les parasites ou de contrôler leur croissance et leur reproduction (Son, 2018). Ils permettent de réduire significativement les pertes de récolte en éliminant les ravageurs et les adventices, ce qui augmente les rendements des cultures.

Cependant, en dépit de leurs effets bénéfiques, les pesticides peuvent entraîner des conséquences néfastes sur la santé de l'homme et la qualité de l'environnement (Saliou *et al.*, 2013). En effet, les mauvaises pratiques phytosanitaires et l'utilisation intensive des pesticides provoquent des problèmes respiratoires, des maux de tête, l'irritation de la peau et des muqueuses, le cancer, et même la mort (Kpan *et al.*, 2019 ; Mambe - Ani *et al.*, 2019).

Ainsi, la consommation d'un tel légume constituerait un facteur de risque potentiel d'infection par des bactéries entéropathogènes telles que *Salmonella* spp, *Escherichia coli* et d'intoxication par des substances chimiques. Des cas d'intoxications alimentaires liés à l'ingestion de légumes contaminés ont été signalés un peu partout dans le monde (Koffi *et al.*, 2012 ; Cuq *et al.*, 2015). Ces intoxications alimentaires sont souvent provoquées par certaines souches de *E. coli* telles que *E. coli* entérotoxigènes (ECET / angl. ETEC), *E. coli* entéropathogènes (ECEP / angl. EPEC), *E. coli* entéroagréatifs (ECEA / angl. EAEC), *E. coli* entérohémorragiques, productrices de Shiga-toxines (ECEH / angl. EHEC ou STEC) et *E. coli* entéroinvasifs (ECEI / angl. EIEC) proches des shigelles. Elles sont également liées à certaines souches de *Salmonella* notamment *Salmonella typhimurium*, *Salmonella typhi* A, B et C responsables de salmonelloses. Les intoxications dues à *E. coli* pathogène se manifestent par l'apparition de diarrhées, allant des diarrhées aqueuses sans glaires ni accompagnés de vomissements et de douleurs abdominales, aux diarrhées sanglantes parfois associées à une atteinte rénale et hématologique dénommée syndrome hémolytique et urémique (SHU) pouvant

même conduire au décès du patient. Ces différentes affections, particulièrement les diarrhées liées à la consommation de légumes contaminées sont récurrentes au sein de la population ivoirienne notamment dans les villes d'Abidjan, Bouaké, Daloa et Yamoussoukro. De ce fait, la laitue (*Lactuca sativa* L.), un légume largement consommé en Côte d'Ivoire peut être un vecteur de maladies transmises par les aliments en raison de sa contamination microbienne et chimique. La laitue produite et consommée dans ces villes serait contaminée par les microorganismes pathogènes, des composés chimiques et les populations consommatrices seraient exposées à des risques sanitaires. L'objectif de cette étude est de contribuer à évaluer les risques sanitaires associés à la contamination microbienne et chimique de la laitue de production urbaine. De façon spécifique, il s'agit de :

- déterminer les caractéristiques socio-démographiques de la production et la consommation de la laitue dans les localités concernées ;
- évaluer la qualité sanitaire des laitues cultivées dans les localités concernées par l'étude ;
- caractériser les isolats de *E. coli* et *Salmonella* spp. issus de la laitue ainsi que leurs risques sanitaires ;
- identifier les résidus de pesticides et les composés volatils de la laitue ainsi que le risque d'exposition d'étude.

Outre l'introduction, la conclusion et les perspectives, le présent manuscrit est subdivisé en trois parties. La première partie présente les généralités réalisées sur les différentes villes d'étude, la laitue, spécialement sur *E. coli*, *Salmonella* spp, *Staphylococcus aureus* et chimiques de la laitue en générale. La deuxième partie décrit le matériel et les méthodes employées en fin la dernière partie présente les principaux résultats obtenus au cours de cette étude suivie de la discussion.

**PREMIERE PARTIE :
GENERALITES**

1. AGRICULTURE

1.1. Définition

L'agriculture se définit comme étant un « ensemble des activités développées par l'homme, qui a pour objet la transformation de son milieu naturel afin de produire les végétaux et les animaux qui lui sont utiles, en particulier ceux qui sont nécessaires à son alimentation. La notion d'agriculture urbaine peut être abordée de façon très limitée comme la pratique d'activités agricoles sur le territoire même d'une ville (Gaudreault, 2011). Ces activités agricoles comprennent la production de légumes, de fruits, d'herbes, de fleurs, de champignons, l'élevage ; l'aquaculture, l'apiculture, les activités de production forestière (Bhatt & Kongshaug, 2005). L'agriculture urbaine se présente sous deux formes : la culture en sol et la culture hors-sol. Seule la culture en sol nous intéresse dans cette étude. Elle requiert de grandes surfaces au niveau du sol. Elle peut se faire sur les terres privées de même que les terres publiques. Pratiquée généralement dans des jardins ou espaces collectifs, l'agriculture urbaine en sol implique plusieurs personnes (Massé & Beaudry, 2008).

1.2. Enjeux de l'agriculture urbaine

La condition environnementale des villes soulève un questionnement quant à la qualité des aliments que peut fournir l'agriculture urbaine. Les activités anthropiques et les pressions exercées sur le milieu récepteur ont des conséquences sur l'environnement physique. L'agriculture urbaine et la santé humaine dépendent en partie de la qualité de leur biotope. La contamination des sols est une problématique fréquente due aux activités antérieures et actuelles de types industriels et commerciaux. Les terrains contaminés sont peu propices à la production alimentaire. En outre, peu d'agglomérations sont soumises à des réglementations de protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés (Oberndorfer *et al.*, 2007 ; Gaudreault, 2011).

1.3. Présentation des zones d'étude

1.3.1. Présentation de la ville d'Abidjan

1.3.1.1. Situation géographique

La ville d'Abidjan est située dans la partie sud de la Côte d'Ivoire entre les latitudes 5°10 et 5°30 Nord et les longitudes 3°45 et 4°21 Ouest. Elle comporte dix (10) communes auxquelles s'ajoutent trois (3) sous-préfectures : Bingerville, Songon et Anyama (Figure 1). Le district d'Abidjan s'étend sur une superficie totale de 57735 ha dont 8981 ha de lagune soit 16 % de la superficie totale, et 48754 ha de terre ferme soit 84 % de la superficie totale. La figure 1 présente la situation géographique d'Abidjan. Ce district regroupe une population estimée à environ 3 125 890 habitants en 1998. Cette population s'est accrue à la suite de la crise socio-

politique qu'a connue la Côte d'Ivoire en 2002. En effet, en 2009 (après regroupements de plusieurs documents) une population de plus de 5 millions d'habitants à Abidjan a été estimée.

Le District d'Abidjan est limité par :

- La ligne de contact du socle-bassin sédimentaire au Nord ;
- La lagune Ebrié au Sud ;
- Les cours d'eau l'Agnéby et le Niéké à l'Ouest ;
- La rivière la Mé et les lagunes Aghien et Potou à l'Est (Saley *et al.*, 2003).

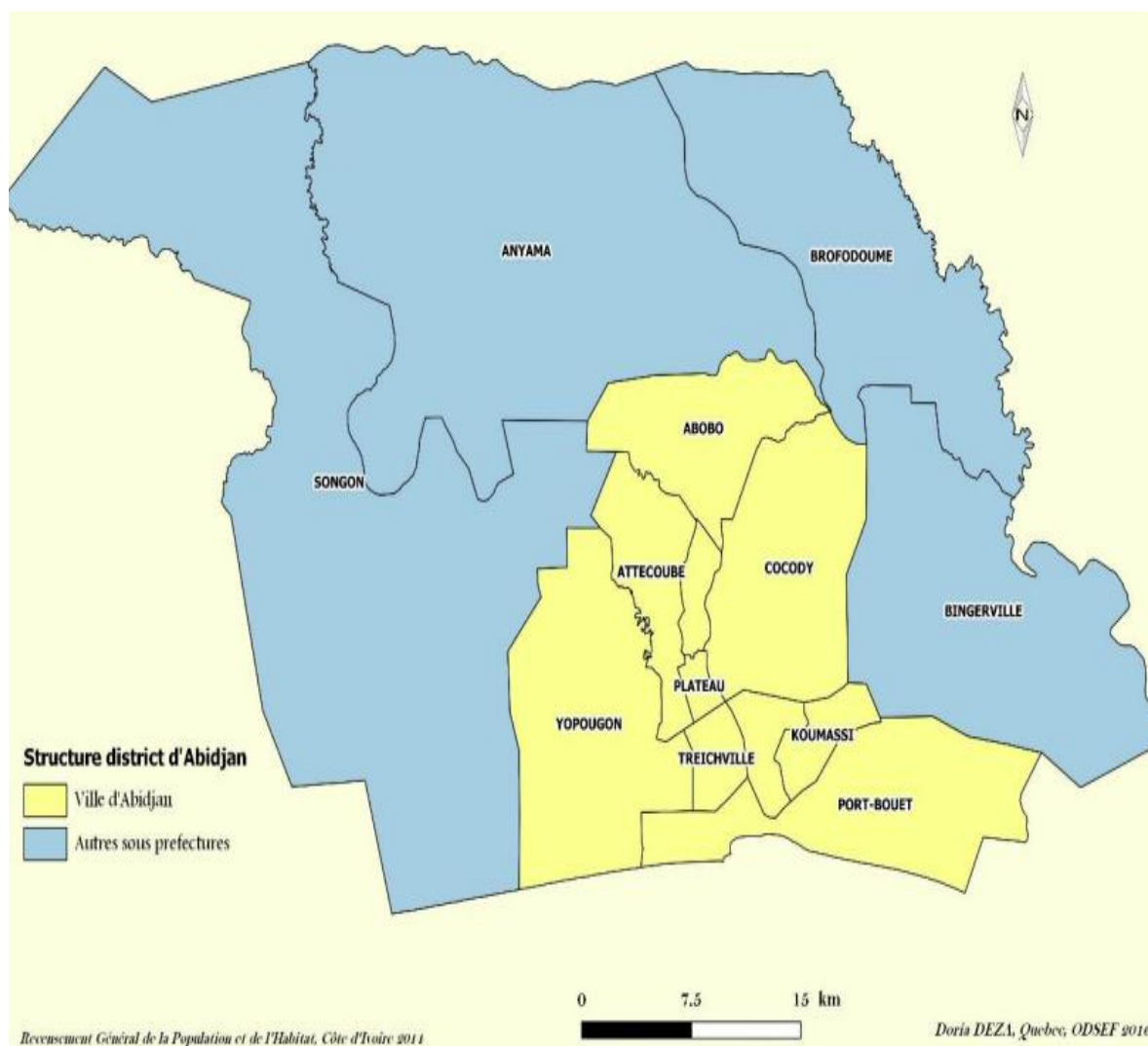


Figure 1: Situation géographique de la ville d'Abidjan (RGPH, 2014)

1.3.1.2. Climat

Les hauteurs de pluies annuelles enregistrées dans le district d'Abidjan au cours de la période 1950-1997 varient de 3 128 mm en 1951 à 1 050 mm en 1988 avec une moyenne de 2 089 mm. De manière générale dans les années 1950, la pluviométrie annuelle variait entre 2

000 et 3 000 mm. Le district d'Abidjan est soumis à un climat équatorial de transition de type qui se divise en quatre (4) saisons dans le cycle annuel :

- la grande saison sèche de décembre à avril ;
- la grande saison de pluies de mai à juillet ;
- la petite saison sèche de juillet à septembre ;
- la petite saison des pluies d'octobre à novembre (Saley *et al.*, 2003).

La variation de la pluviométrie moyenne d'Abidjan est donnée par la figure 2.

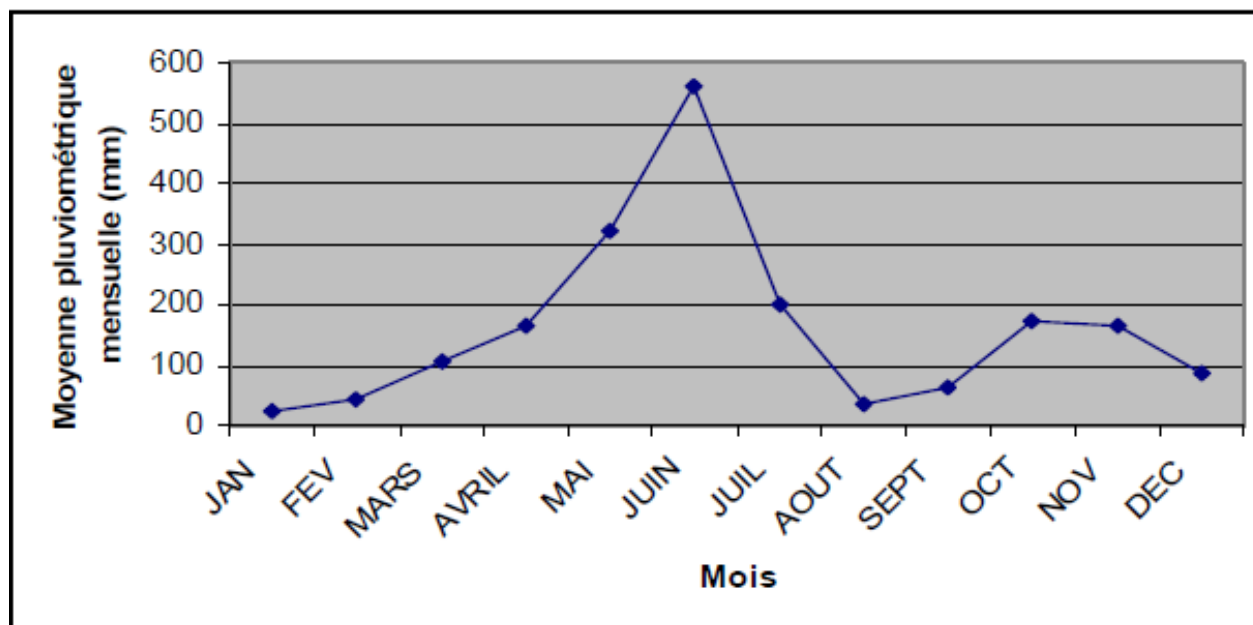


Figure 2 : Variation de la pluviométrie moyenne mensuelle d'Abidjan (Saley *et al.*, 2003)

1.3.1.3. Végétation

Nichée au sud de la Côte d'Ivoire, le long des rives du golfe de Guinée, la ville d'Abidjan s'étend sur 57 735 hectares. Elle bénéficie d'un climat chaud et humide de type sous-équatorial, caractérisé par des pluies abondantes dépassant 1 500 mm par an et un taux d'humidité moyen supérieur à 80 %. Ce climat favorise une végétation luxuriante, principalement composée de forêts sempervirentes denses, riches en espèces d'arbres et en sous-bois épais. On observe une stratification végétale bien développée, avec une haute canopée, de nombreuses lianes, et une flore diversifiée adaptée aux fortes pluies et à un ensoleillement intense. Ce couvert forestier met en lumière l'importance écologique de la région et abrite une biodiversité exceptionnelle. Présentation de la ville de Bouaké (N'Guessan, 2019 Bamba, 2020)

1.3.2. Présentation de la ville de Bouaké

1.3.2.1. Situation géographique

Situé au centre de la Côte d'Ivoire, la ville de Bouaké fait partie de la Région du Gkêkê. Elle s'étend sur une superficie de 3429 km², soit moins de 1,4 % du territoire national. Elle est limitée au Nord par le département de Katiola, au Sud par le département de Tiébissou, à l'Est par celui de M'Bahiakro et à l'Ouest par les départements de Béoumi, Sakassou et Botro. La ville compte cinq Sous-préfectures (Bouaké, Brobo, Mamini, Bounda et Djébonoua), 3 communes (Bouaké, Djébonoua, et Brobo). De par sa situation géographique, la ville de Bouaké est une zone de rencontre entre la forêt et la savane. Les conditions naturelles de la zone d'étude sont peu favorables aux cultures de café et de cacao même si aujourd'hui l'on note un développement de la culture d'anacarde (Kouamé *et al.*, 2017) (Figure 3).

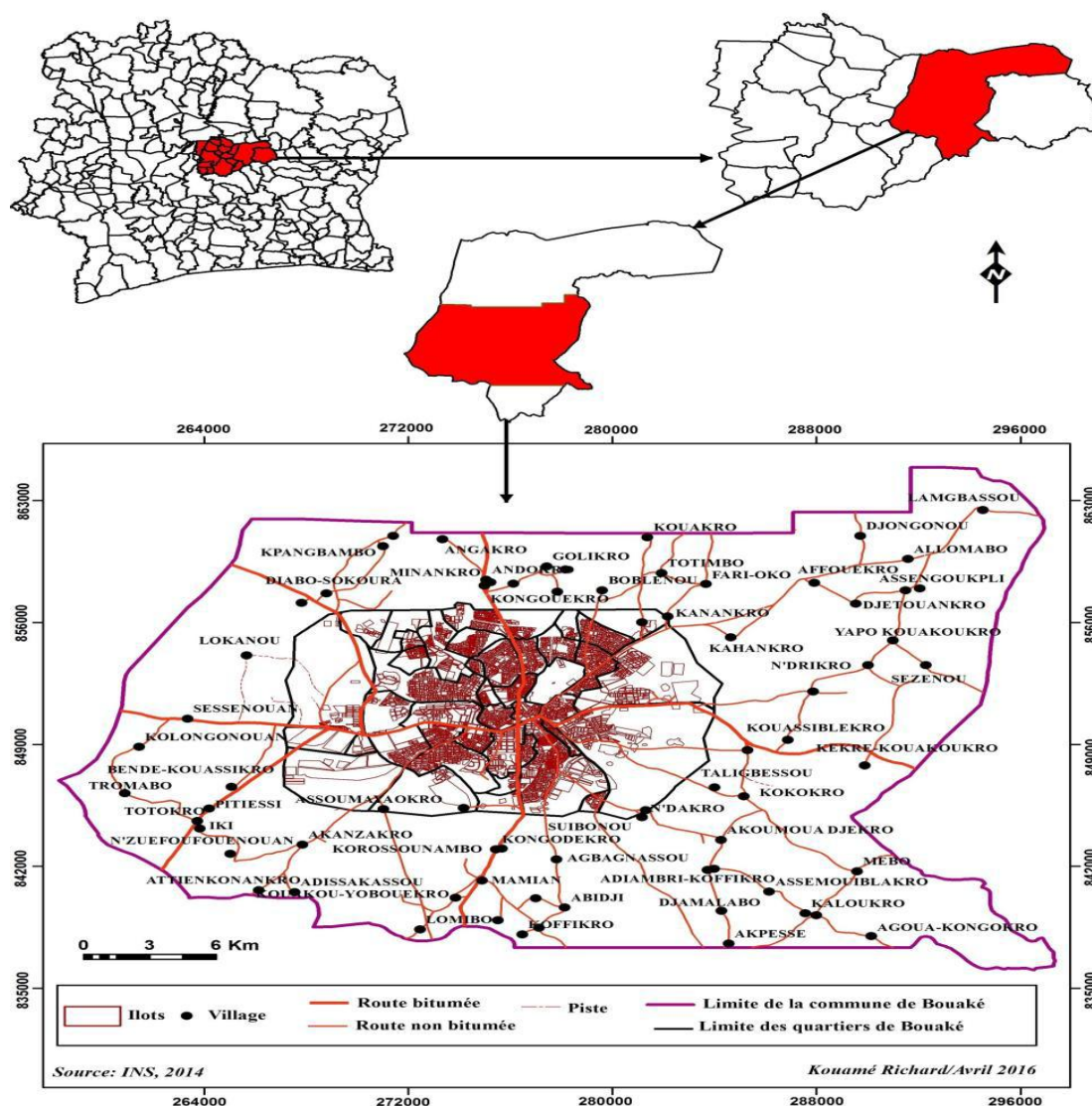


Figure 3 : Situation géographique de la ville de Bouaké (Kouamé *et al.*, 2017)

1.3.2.2. Climat

La ville de Bouaké est recouverte d'une savane boisée traversée par la rivière Kan. La ville jouit d'un climat subéquatorial de transition dit « baouléen » caractérisé par quatre saisons. La pluviosité moyenne y est de 1200 mm / an. La température moyenne de la ville oscille autour de 26°C et varie peu durant l'année. Par ailleurs, la direction des rayons solaires s'écarte peu de la verticale. Bouaké est au centre d'une diffluence fluviale coïncidant avec le sommet du dôme granitique entre le Bandama et le Nzi (Figure 4) (N'Guessan, 2019).

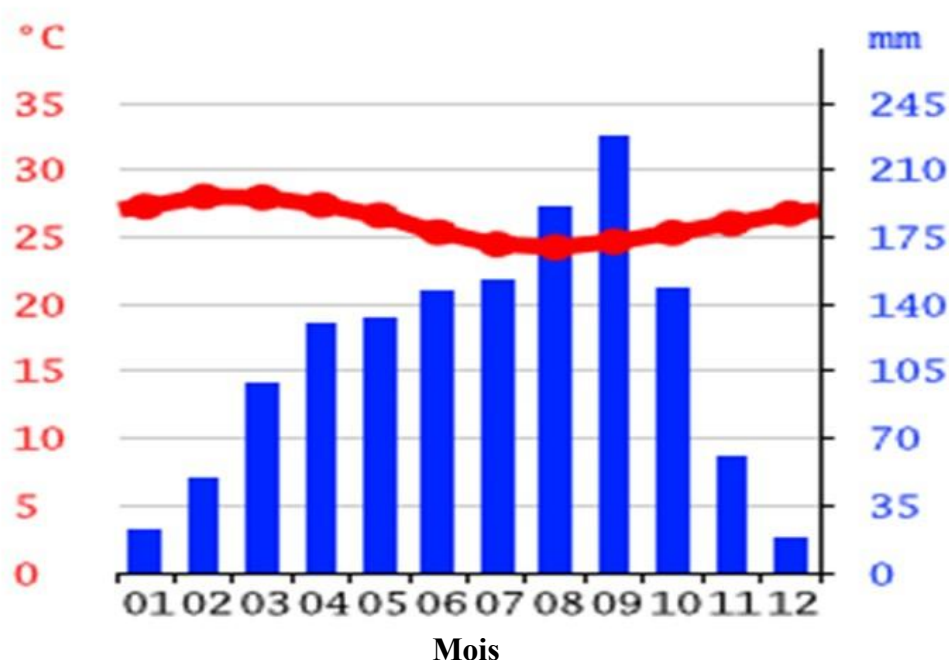


Figure 4 : Variation de la pluviométrie de la ville de Bouaké (Climat-data, 2019)

1.3.2.3. Végétation

La ville de Bouaké se développe sur un plateau disséqué par un réseau hydrographique secondaire assez lâche. Ce plateau est partagé entre trois sous bassins versants tributaires du fleuve Bandama : au Nord le bassin versant de la Loka, celui du Kan au Sud et à l'Est le bassin versant du Soungourou. De nombreux marigots à écoulement périodique sont observés. Les rubans marécageux de la Loka et du Kan morcellent l'espace de la ville. Selon Atta (1978), Bouaké possède des sols de type ferrugineux (favorables au cuirassement) et des sols de type ferralitique.

1.3.3. Présentation de la ville de Daloa

1.3.3.1. Situation géographique

Daloa est une ville du Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. Chef-lieu du département de Daloa, elle est située dans le quadrilatère de coordonnées Universal Transversal Mercator (UTM), zone 29 Nord, entre les longitudes Ouest $6^{\circ}24'$ et $6^{\circ}29'$ et les latitudes Nord $6^{\circ}50'$ et $6^{\circ}55'$. Elle a une superficie de 530,5 ha. C'est la troisième ville la plus peuplée de la Côte d'Ivoire, avec une population de 255 734 habitants après Abidjan et Bouaké. Elle comprend 39 quartiers (INS, 2014) (Figure 5).

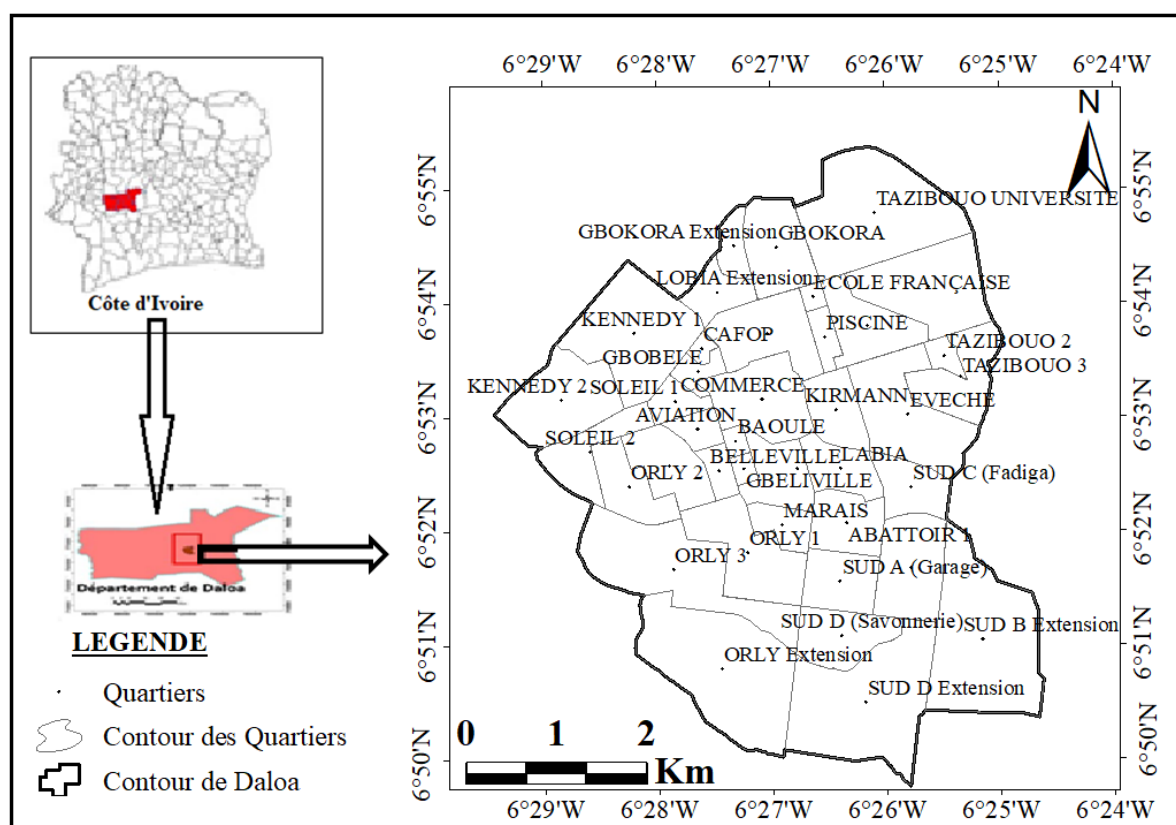


Figure 5 : Situation géographique de la ville de Daloa (Abozan, 2020)

1.3.3.2. Climat

La ville de Daloa est sous l'influence du régime équatorial de transition atténué (climat baouléen). Ce régime pluviométrique se caractérise par deux saisons (Figure 6) :

- une saison de pluie de Mars à Octobre avec des précipitations moyennes mensuelles variant de 108 à 156 mm ;
- une saison sèche de Novembre à Février avec des pluies moyennes variant entre 54 à 62 mm.

Les températures moyennes mensuelles sont comprises entre 25°C (Tmin) en Juillet et 28°C (Tmax) en Février.

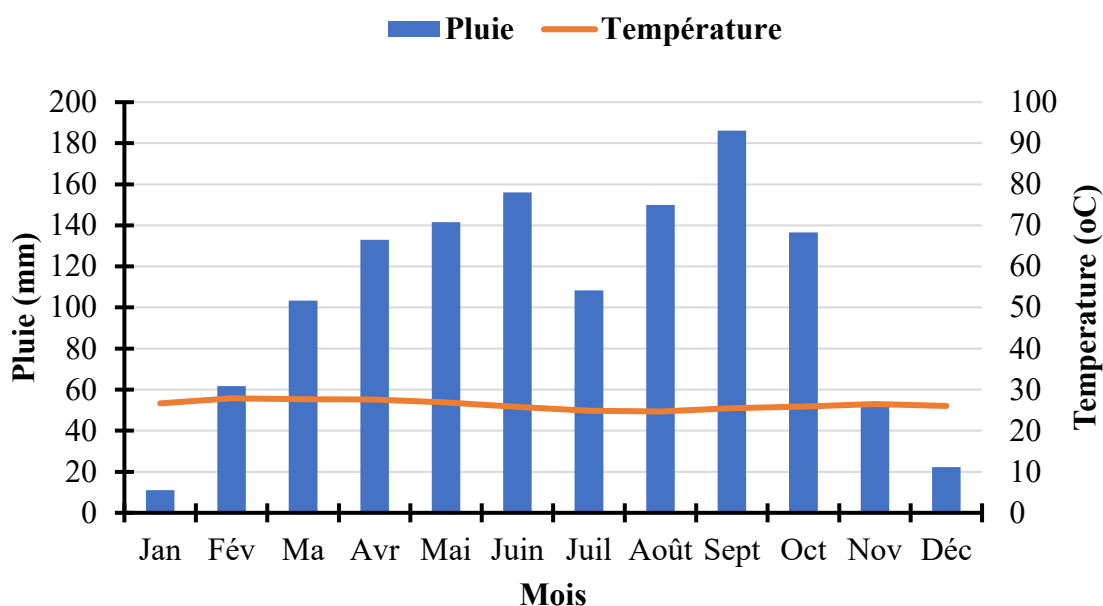


Figure 6 : Evolution des précipitations et de la température à la station de Daloa (Abozan, 2020)

1.3.3.3. Végétation

La ville de Daloa est localisée dans la zone forestière propice à l'agriculture. Cette forêt renferme de nombreuses essences telles que la Samba *Triplochiton scleroxylon*, l'Ako *Antiaris africana*, le bété *Mansonia altissima* (Yao, 2015). La destruction importante de la forêt fait que progressivement, l'influence de la zone de forêt défrichée se développe et la forêt naturelle devient clairsemée. La forêt dégradée devient de plus en plus l'élément dominant de cette végétation marquée par l'exploitation agricole. L'analyse des superficies cultivées sur le bassin, indique une prédominance des cultures pérennes avec en priorité le couple café-cacao (Koukougnon, 2013).

1.3.4. Présentation de la ville de Yamoussoukro

1.3.4.1. Situation géographique

La ville de Yamoussoukro est située au centre de la Côte d'Ivoire. Précisément entre le 6°24'00'' et le 7°24'15'' de latitude Nord et le 4°33'00'' et le 5°33'30'' de longitude Ouest. Le District Autonome de Yamoussoukro est une entité territoriale particulière dotée d'une personnalité morale et à autonomie financière couvrant une superficie de 3500 kilomètres carrés. La région du Bélier a une superficie de 5 344 km², soit 2,08 % du territoire national et fait partie intégrante du « V Baoulé » (Gnahoua *et al.*, 2019) (Figure 7).

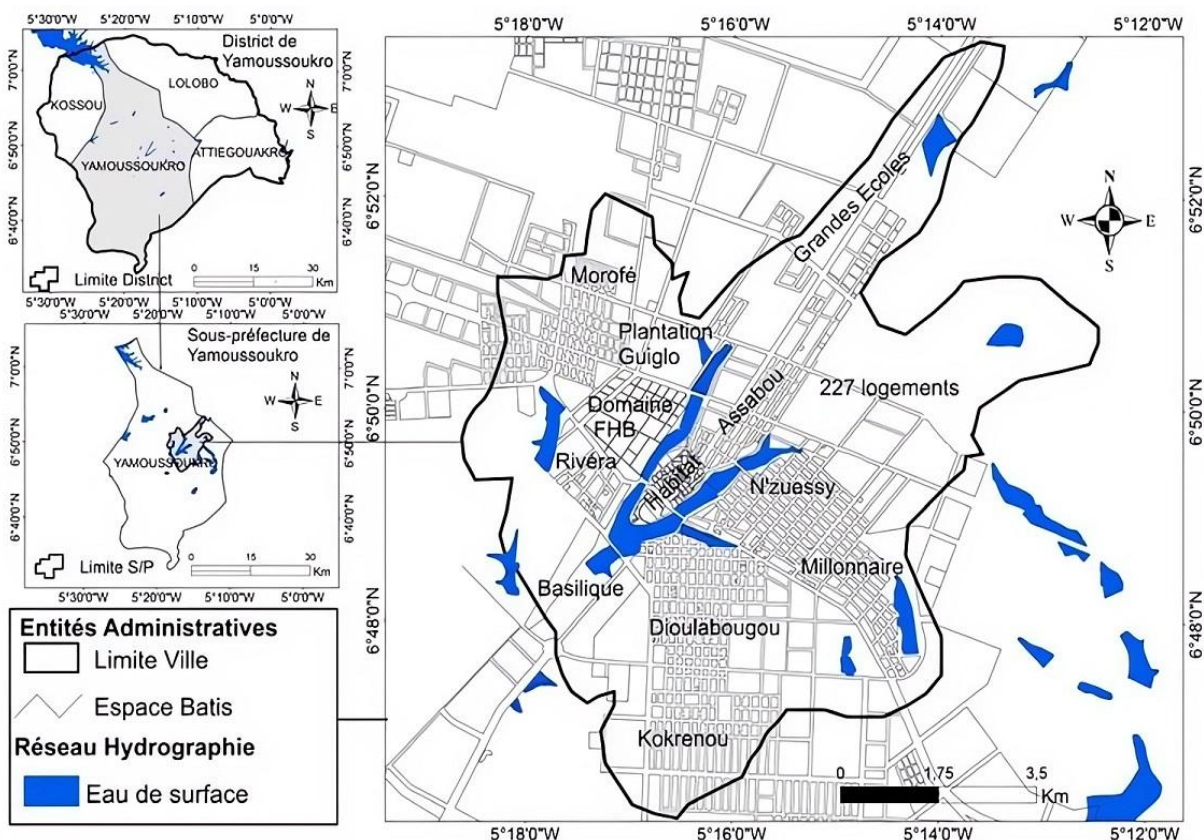


Figure 7 : Situation géographique de la ville de Yamoussoukro

1.3.4.2. Climat

Le climat de la ville de Yamoussoukro est caractérisé par une saison sèche. Cette saison s'étend de novembre à mars avec une température de 25,8 °C. La saison des pluies est marquée par deux maxima pluviométriques, l'un en juin et l'autre, une pluviométrie de l'ordre de 1145,6 mm (Figure 8) (Kouadio, 2018)

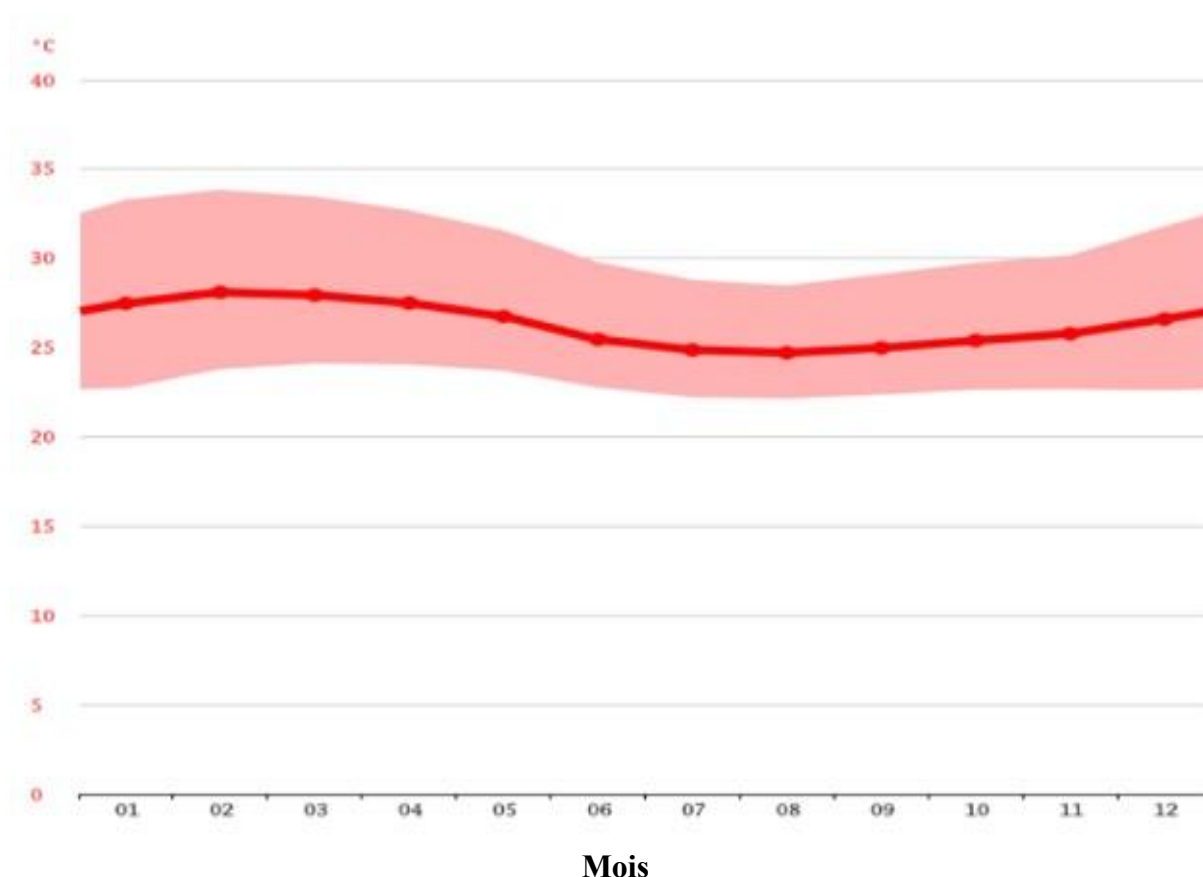


Figure 8 : Courbe de la température de la ville de Yamoussoukro (Lourenço *et al.*, 2015)

1.3.4.3. Végétation

La végétation de la ville de Yamoussoukro se caractérise par des savanes pré-forestières qui se présentent comme des étendues herbeuses essentiellement graminées, parsemées plus ou moins de petits arbres d'origine septentrionale, entre coupes de galeries et de bosquets ou îlots forestiers dont la composition floristique est celle de la forêt semi décidue. Les galeries forestières sont liées à la présence de l'eau tandis que les îlots forestiers sont bien développés sur le birrimien (Kouadio, 2018).

2 LAITUE (*LACTUCA SATIVA* L.)

2.1. Présentation

La laitue serait d'origine méditerranéenne et sa découverte serait survenue avant Jésus-Christ. Ensuite, sa culture se serait poursuivie en Europe du Nord, et en Amérique du Nord. Toutes les laitues du continent Africain sont issues de variétés européennes. La laitue est une culture adaptée aux climats frais, avec des températures optimales de croissance oscillant entre 7 °C et 24 °C. C'est une plante annuelle de jours longs à cycle court, consommée à l'état jeune avant la montée en graine. La croissance végétative est d'autant plus rapide que les jours sont

longs et la température élevée (optimum à 20°C), mais elle est également possible sous faible éclaircissement et basses températures selon les cultivars. La laitue s'adapte tout de même à une grande variété de sols, mais elle préfère les sols avec un taux élevé de matière organique et avec une bonne fertilité comme les sols organiques. Pour ces sols, un pH de 5,4 et une bonne capillarité favorisent grandement le développement de la laitue. La plante de laitue montre différents aspects à différents stades végétatifs (Ramirez, 2015).

2.2. Taxonomie

La laitue appartient à la famille des Astéraceae. Les Asteraceae sont une famille appartenant aux dicotylédones comprenant plus de 1500 genres et plus de 25000 espèces décrites dont 750 endémiques. Cette famille présente des caractères morphologiques divers : herbes annuelles ou vivaces, plus rarement des arbustes, arbres ou plantes grimpantes et quelques fois, plantes charnues. En revanche, cette famille est très homogène au niveau de ses inflorescences très caractéristiques (Brahim, 2011). La laitue appartient à la classification suivante (USDA & NRCS, 2017) :

Règne	: Plantae
Sous règne	: Viridiaeplantae
Division	: Magnoliophyta
Classe	: Equisetopsida
Sous classe	: Magnoliidae
Super ordre	: Asteranae
Ordre	: Asterales
Famille	: Asteraceae
Genre	: <i>Lactuca</i>
Espèce	: <i>Lactuca sativa</i> L.

2.3. Composition nutritionnelle

Les éléments nutritifs de la laitue sont consignés dans le tableau I ci-après. Ainsi, il y a plusieurs vitamines et minéraux constituant la composition nutritionnelle de la laitue.

Tableau I : Eléments nutritifs contenus dans la laitue

Nutriments	Teneur moyenne	Min	Max
Eau (g/100g)	95,5	94,1	97
Protéines (g/100g)	1,3	1	1,88
Glucides (g/100g)	1,37		
Lipides (g/100g)	0,2	0,1	0,42
Sucres (g/100g)	0,73	0,38	0,94
Amidon (g/100g)	0		
Fibres alimentaires (g/100g)	0,88	0,2	1,7
Sel chlorure de sodium (g/100g)	0,021	0,0034	0,12
Calcium (mg/100g)	64,6	18	74,3
Cuivre (mg/100g)	0,036	0	0,058
Fer (mg/100g)	0,82	0,31	3,4
Iode (μ g/100g)	0,4		
Magnésium (mg/100g)	14,9	6	18,9
Manganèse (mg/100g)	0,4	0,09	0,78
Phosphore (mg/100g)	29,5	17	41
Potassium (mg/100g)	239	116	323
Sélénium (μ g/100g)	2,33	2,2	7,3
Sodium (mg/100g)	8,47	1,35	48
Zinc (mg/100g)	0,2	0,1	0,34
Bêta-Carotène (μ g/100g)	3640	1580	7190
Vitamine E (mg/100g)	0,18	0,04	0,79
K1 (μ g/100g)	126	75,5	258
Vitamine C (mg/100g)	11,8	0,9	18

(Anonyme 1, 2016)

2.4. Importance de la consommation

La laitue offre une richesse nutritionnelle incomparable, légère et rafraîchissante, elle regorge de minéraux, de vitamines et de nutriments indispensables. La laitue est riche en nitrates qui sont impliqués dans la vasodilatation et la fluidification du sang. Une dose quotidienne de laitue peut potentiellement prévenir la démence et la baisse cognitive en améliorant cet afflux sanguin cérébral (Tennille *et al.*, 2010). Les feuilles contiennent des

substances amères qui améliorent l'appétit et favorisent la digestion. La laitue est riche en eau et très peu calorique. Ses vitamines et minéraux sont indispensables pour la vision, la santé de la peau et des tissus. Elle contient des fibres douces qui stimulent le transit intestinal avec douceur (Smith, 2010).

2.5. Variétés culturelles

Il existe plusieurs milliers de variétés de laitues (*lactuca sativa L.*) cultivées.

- Laitue pommée : cette variété forme une belle pomme bien serrée avec des feuilles lisses et fondantes.
- Laitue batavia : cette variété est semblable à la laitue pommée mais avec des feuilles plus croquantes.
- Laitue romaine : c'est une variété avec une pomme allongée de belle taille avec des feuilles craquantes, plus ou moins gaufrées.
- Laitue à couper : cette variété est intéressante pour les petits espaces et la culture en bac. Les feuilles se récoltent une à une au fur et à mesure des besoins.
- Laitue asperge : cette variété est également appelée "Romaine Asperge".

Selon le CNRA (Centre National de Recherche Agronomique), au moins quatre types de laitue sont produits en Côte d'Ivoire : la laitue batavia, la laitue batavia Eden, la blonde de Yamoussoukro et la blonde de Paris. (Figure 9).



A



B



D



C



E

A : laitue pommée

B : Laitue batavia

C : Laitue romaine

D : Laitue à couper

E : Laitue asperge

Figure 9 : Différentes variétés de laitues cultivées (Zhang *et al.*, 2017)

3 EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

L'évaluation des risques sanitaires (ERS) est un processus scientifique qui consiste à évaluer les éléments toxiques d'un produit chimique ou d'un micro-organisme pathogène et les conditions de l'exposition humaine à ce produit ou à ce micro-organisme. Elle permet de constater la réalité d'une exposition humaine et de caractériser la nature des effets qui peuvent en résulter (National Research Council (NRC), 1983). Le risque sanitaire lié à la consommation de l'eau de boisson est déterminé par le risque sanitaire chimique (RSC) et le risque sanitaire microbiologique (RSM). La démarche générale de l'évaluation du risque sanitaire s'articule en

quatre étapes: l'identification du danger, l'étude de la relation dose-réponse, l'estimation de l'exposition et la caractérisation des risques (NRC, 1983 ; Institut de Veille Sanitaire (IVS), 2002).

3.1. Identification du danger

Cette étape consiste d'abord à identifier et à recenser l'ensemble des substances chimiques ou micro-organismes pathogènes potentiellement dangereux pour la santé humaine. Elle conduit ensuite à sélectionner et à justifier ceux qui seront réellement étudiés ainsi qu'à rassembler l'ensemble des connaissances acquises sur leurs effets toxiques. C'est une étude qualitative basée largement sur la littérature (*Codex Alimentarius*, 2003). L'étape de l'identification du danger est précédée par l'élaboration d'un scénario ou arbre de défaillance (le cadre conceptuel) qui prend en compte la problématique sanitaire posée par les dangers émis ou qui seront émis (*Codex Alimentarius*, 2003). Le scénario présente les stressors (substances chimiques ou micro-organismes pathogènes), les éléments à risque ou de récepteurs (les individus, milieux ou écosystèmes susceptibles d'être affectés), les échelles spatiales et temporelles des phénomènes (les voies, l'intensité et la durée de transmission).

3.2. Evaluation de l'exposition

L'évaluation de l'exposition consiste à estimer le niveau de danger auquel le consommateur est exposé au moment de la consommation (Thomas *et al.*, 2015). L'élaboration de l'approche de l'évaluation de l'exposition est basée sur deux processus distincts. Le premier, purement scientifique, est relatif au niveau de contamination de l'eau par la substance chimique ou à la prévalence du pathogène dans l'eau (Haas & Eisenberg, 2001). Le second est basé sur la collecte d'informations relatives aux principaux paramètres que sont : le potentiel de croissance ou d'inactivation du pathogène (le mode de consommation de l'eau considéré, la durée de stockage et la distribution à l'utilisateur) ; l'estimation de la fréquence, la durée, l'intensité et la taille des portions d'eau ingérées en fonction des populations susceptibles et non susceptibles d'être contaminées ; les données descriptives sur les personnes exposées (âge, sexe, caractéristiques physiologiques) et les voies de pénétration des agents toxiques. Cette étape nécessite l'évaluation des niveaux microbiologiques de l'eau brute suivie de l'étude des changements probables de concentrations avec le traitement, le stockage et la distribution à l'utilisateur (Rose & Mackenzie, 1991).

3.3. Relation dose réponse

C'est l'évaluation qualitative et/ou quantitative de la nature des effets néfastes sur la santé associée aux agents chimiques ou biologiques qui peuvent être présents dans l'eau (FAO/OMS, 2004). Lorsque les données sont disponibles la relation dose effet doit être établie (Sanaa & Cerf, 2002). On détermine la relation dose-réponse en rassemblant pour un danger donné, des informations qualitatives et quantitatives des effets négatifs sur la santé d'une exposition à différentes doses (Thomas *et al.*, 2015). Les sources de données relatives aux études expérimentales sur volontaires sains et animaux et aux études épidémiologiques disponibles dans la littérature sont prises en compte (Bonnard, 2001). Pour l'évaluation du rapport dose-effet, deux types de modèles existent : les modèles empiriques qui reposent sur l'hypothèse d'une dose minimale et les modèles mécaniques qui ne reposent sur aucun seuil de tolérance ou aucune dose minimale. Les modèles mécaniques englobent les trois principaux modèles utilisés en appréciation quantitative des risques microbiologiques que sont : le modèle exponentiel, le modèle Bêta Poisson et le modèle Weibull-Gamma (Sanaa & Cerf, 2002). Cependant, le modèle Bêta Poisson est mieux adapté aux aliments liquides et est applicable aux bactéries entériques (*Vibrio*, *Salmonella*, *Shigella*, *Campylobacter* et *E. coli*) (Haas, 1999).

3.4. Caractérisation du risque

Au cours de la phase de caractérisation des risques, les résultats des trois étapes précédentes sont intégrés pour faire une estimation du risque et produire un conseil approprié pour les gestionnaires du risque (Yu *et al.*, 2012). La caractérisation des risques doit également englober tous les facteurs qui peuvent avoir un effet sur le risque et indiquer le degré de fiabilité de l'estimation du risque. Il faut toutefois noter que la probabilité avec laquelle un danger donné se présente ne peut jamais être réduite à zéro. Il faudra donc toujours accepter un certain niveau de risque. Cette acceptation dépendra fortement de l'effet induit sur la santé de l'homme, de la perception des risques, des aspects culturels, des aspects sociaux et des problèmes économiques qui y sont liés, ainsi que de la législation en vigueur (*Codex Alimentarius*, 2003).

4. METHODES DE CONTROLE DES ALIMENTS

4.1. Méthodes classiques de détection

Les analyses microbiologiques des aliments fournissent des informations sur la qualité hygiénique de ces derniers. L'application des règles d'hygiène permettent de détecter la présence ou l'absence d'agents pathogènes tels que *Salmonella* ainsi que le nombre d'unités formant des colonies des autres micro-organismes indicateurs de contamination tels que les *enterobacteriaceae*, les coliformes et les entérocoques (Sperber *et al.*, 2009 ; Macé, 2013). Les

méthodes quantitatives de détection des micro-organismes pathogènes d'origine alimentaire utilisées sont le plus souvent des méthodes de standardisation EN/ISO et UNE (Lee *et al.*, 2008), ces dernières dépendent de la croissance de ces derniers, soit sous forme de colonies visibles sur milieu solide impliquant les différentes étapes, de pré enrichissement, d'enrichissement et d'ensemencement sur milieux sélectifs, suivi par une confirmation biochimique (Nollet & Toldra, 2009 ; Macé, 2013), ou bien sur milieu liquide en utilisant la méthode du NPP (nombre le plus probable) de micro-organismes viables dans un échantillon, en préparant des dilutions décimales de ce dernier et en transférant des sous-échantillons de 3 dilutions en série de 9 ou 15 tubes contenant un milieu de culture liquide. Les tubes sont mis à incubation et le résultat final est comparé à une table NPP, qui indiquera le NPP de bactéries dans le produit (Blodgett, 2010), cette méthode est plus laborieuse et plus coûteuse que la plaque de comptage. Par ailleurs, les procédures qualitatives sont utilisées quand il n'est pas nécessaire de connaître la quantité d'un micro-organisme présent dans un échantillon, mais seulement la présence ou l'absence de la bactérie. La technique requiert un échantillon pesé avec précision (25 g). Les colonies typiques du micro-organisme cible qui poussent sur des milieux sélectifs différentiels solides, sont souvent appelées présomptives. Pour confirmer le micro-organisme recherché, différents tests biochimiques et sérologiques doivent être effectués sur des colonies pures obtenues à partir des colonies présumées (Betts & Blackburn, 2009 ; Lopez Campos *et al.*, 2012).

4.2. Méthodes phénotypiques

Ce sont des propriétés comme la forme, la taille, les couleurs, les propriétés biochimiques et antigéniques qui peuvent être mesurées sans référence au génome. Ces méthodes phénotypiques sont limitées par la capacité des micro-organismes à modifier l'expression des gènes, ce qui peut se produire spontanément en réponse à des stimuli environnementaux (Greewood *et al.*, 2012).

4.2.1. Biotypage

Le biotypage utilise les activités métaboliques exprimées par l'isolat, la morphologie des colonies et les tolérances environnementales. Le biotypage peut être effectué manuellement ou à l'aide de systèmes automatisés. Parmi les méthodes de biotypage, la fermentation du sucre, la décarboxylation ou désamination des acides aminés, les tests de citrate et de l'uréase (Greewood *et al.*, 2012).

4.2.2. Sérotypage

Le sérotypage est basé sur l'identification des souches de la même espèce pouvant être différentes dans les déterminants antigéniques exprimés sur la surface de la cellule. En effet, les structures de surface telles que les lipopolysaccharides, les protéines membranaires, les polysaccharides capsulaires et les flagelles présentent des variations antigéniques. Les souches différenciées par ces variations antigéniques sont nommées les sérotypes. Le sérotypage est utilisé dans plusieurs bactéries Gram négatifs et Gram positifs et, est réalisé en utilisant plusieurs tests sérologiques tels que l'agglutination bactérienne, co-agglutination et fluorescence (Greewood *et al.*, 2012).

4.2.3. Antibiotypie

Un antibiotique est une substance naturelle ou synthétique, d'origine microbienne ou dérivée chimiquement, utilisée pour guérir les infections causées par des bactéries. Le mode d'action des antibiotiques permet de tuer les bactéries sensibles (bactéricides) ou d'inhiber leur développement (bactériostatique). Il existe des antibiotiques à spectre étroit ou à large spectre, qui ciblent une large gamme d'espèces bactériennes. Le but de la réalisation d'un antibiogramme est de prédire la sensibilité d'un germe à un ou plusieurs antibiotiques dans une optique essentiellement thérapeutique. Il sert également à la surveillance épidémiologique de la résistance bactérienne, à l'identification bactérienne par la mise en évidence de résistances naturelles (Freney *et al.*, 2000 ; Parvez *et al.*, 2004). Il doit être pratiqué en raison de la qualité, de la densité de l'espèce ou des espèces isolées, soit de l'état clinique du patient ou du siège de l'infection sur les espèces susceptibles d'engendrer un processus infectieux (Freney *et al.*, 2000). Il existe diverses méthodes pour déterminer la sensibilité d'une bactérie à un antibiotique donné. L'une des plus utilisées pour des raisons de vitesse d'exécution, de coût et de souplesse dans le choix des antibiotiques, est l'antibiogramme par diffusion en milieu gélosé. Cette méthode permet également de visualiser certaines images de synergie ou d'antagonisme entre antibiotiques, qui sont d'une aide précieuse pour l'identification des mécanismes de résistance. Des disques préimprégnés des antibiotiques à tester sont déposés à la surface d'un milieu gélosé préalablement ensemencé avec un inoculum standardisé d'une culture bactérienne pure et préalablement identifiée (Haenni *et al.*, 2011).

Après incubation, des zones d'inhibition circulaires correspondant à une absence de culture sont visibles autour des disques. Le diamètre de la zone d'inhibition observée pour chaque couple bactérie-antibiotique est alors comparé aux diamètres critiques définis par des comités spécialisés (NCCLS, 2007 ; CA-SFM, 2010 ; Haenni *et al.*, 2011, EA-SFM, 2013). Cette

méthode a été utilisée dans plusieurs recherches sur des bactéries isolées dans les aliments (Musa *et al.*, 2008 ; Monzur *et al.*, 2011 ; Rokibul *et al.*, 2013 ; Latha *et al.*, 2013).

Trois catégories cliniques ont été retenues pour l'interprétation des tests de sensibilité, *In vitro* : Sensible (S), Résistant (R) et Intermédiaire (I).

Les souches catégorisées (S) sont celles pour lesquelles la probabilité de succès thérapeutique est forte dans le cas d'un traitement par voie systémique avec la posologie recommandée dans le résumé des caractéristiques du produit, les souches catégorisées (R) sont celles pour lesquelles il existe une forte probabilité d'échec thérapeutique quels que soient le type de traitement et la dose d'antibiotique utilisée, alors que, les souches catégorisées (I) sont celles pour lesquelles le succès thérapeutique est imprévisible. Ces souches forment un ensemble hétérogène pour lequel les résultats obtenus *in vitro* ne sont pas prédictifs d'un succès thérapeutique (NCCLS, 2007 ; EA-SFM, 2013 ; CA-SFM, 2021).

La bactériostase

Elle correspond à un ralentissement de la croissance d'une population bactérienne, pouvant aller jusqu'à l'arrêt de la croissance (Anonyme 6).

La Concentration Minimale Inhibitrice (CMI)

C'est le paramètre utilisé pour évaluer l'effet d'un antibiotique. Elle correspond à la concentration minimale d'antibiotique qui inhibe la croissance visible du germe en 24 h. La CMI explore donc l'effet bactériostatique seulement, ce qui n'est pas limitatif sachant que, en bactériologie clinique, le but le plus souvent recherché est l'inhibition de la prolifération bactérienne, dans la mesure où l'organisme est capable de se défendre contre les bactéries (Burnichon *et al.*, 2003).

La résistance

La résistance aux antibiotiques est un problème de santé mondial en médecine humaine et vétérinaire (Rasool *et al.*, 2003). Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), cette résistance est due à la capacité de la population bactérienne de survivre à l'effet d'une concentration inhibitrice d'agents antimicrobiens.

Elle peut être naturelle et programmée dans le génome bactérien, ou bien acquise avec des gènes de résistance situés sur des éléments génétiques extra-chromosomiques (plasmide) ou sur des segments insérés dans le chromosome qui proviennent d'autres génomes et se développent à la suite d'une mutation spontanée (Diab *et al.*, 2002 ; Carratolli, 2003 ; Barth, 2005 ; Thavasi *et al.*, 2007).

4.3. Méthodes immunologiques

Le dosage immuno-enzymatique ELISA (*Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*) est une technique biochimique qui combine un dosage immunologique avec un essai enzymatique. Un anticorps lié à une matrice solide est utilisé pour capturer l'antigène à partir de cultures d'enrichissement et un second anticorps conjugué à une enzyme est utilisé pour la détection. L'enzyme est capable d'émettre un signal qui peut être détecté par un changement de couleur par un substrat chromogène ou fluorogène qui permet de mesurer indirectement, en utilisant un spectrophotomètre, l'antigène d'un micro-organisme ou d'une toxine, présent dans l'échantillon (Jasson *et al.*, 2010).

4.4. Méthodes génotypiques

Les techniques classiques et phénotypiques sont caractérisées par une bonne spécificité et permettent de détecter les cellules viables et de les typer mais ont tendance à être lentes dans la détection (jusqu'à 5 jours) et ne donnent pas souvent de bons résultats. Par conséquent, des recherches ont été consacrées pour la mise au point de méthodes alternatives rapides et sensibles tels que l'application des sondes d'ADN et d'ARN et la technique de la réaction de polymérisation en chaîne (PCR) (Panicker *et al.*, 2004 ; Nelson *et al.*, 2007). Ces méthodes ont permis d'améliorer la détection et la caractérisation des bactéries en utilisant des séquences de l'ADN pour déterminer les traits spécifiques de la pathogénicité (Nollet & Toldra, 2009). Les méthodes de typage moléculaire impliquent l'examen chromosomique ou extrachromosomique de l'ADN ou de l'ARN. Basées sur des techniques d'approche, plusieurs méthodes sont habituellement reconnues. La caractérisation des bactéries pathogènes qui proviennent des produits de la pêche a été réalisée par différents chercheurs (Nollet & Toldra, 2009).

4.4.1. Electrophorèse

L'électrophorèse permet de séparer des particules en fonction de leur charge électrique et de leur taille (Huybens *et al.*, 2009).

4.4.1.1. Sur gel d'agarose

Les gels d'agarose permettent la séparation de fragments d'ADN de relativement grandes tailles. Les molécules d'ADN, chargées négativement, sont soumises à un courant électrique qui les fait migrer dans le gel. En fonction de la concentration de celui-ci en agarose, certaines tailles de fragment seront mieux séparées que d'autres. Alors qu'un gel à 0,5 % permet la séparation de molécules de 30 kb à 100 kb, il faudra une concentration de 1,5 % pour séparer des fragments de 3 kb à 200 pb (Huybens *et al.*, 2009).

4.4.1.2. Sur gel de polyacrylamide

Les gels de polyacrylamide (Poly Acrylamide Gel Electrophoresis ou PAGE) sont utilisés pour des fragments plus petits que les gels d'agarose en général inférieurs à 1 kb. À nouveau, les échantillons déposés sur le gel sont séparés en fonction de leur taille. Tout comme pour les gels d'agarose, une concentration plus élevée permet une séparation plus nette des fragments de très petites tailles (Huybens *et al.*, 2009).

4.4.1.3. En champ pulsé

L'électrophorèse en champ pulsé (Pulsed Field Gel Electrophoresis ou PFGE) est une électrophorèse sur gel d'agarose utilisant des champs électriques alternés, les changements de direction des molécules en fonction de leur structure tridimensionnelle durant la migration font varier leur distance totale de migration. La PFGE permet de séparer des fragments de très grande taille, jusqu'à 10 Mb, alors que les électrophorèses traditionnelles séparent des fragments de maximum 50 kb (Herschleb *et al.*, 2007). La PFGE peut être utilisée sur des génomes ou métagénomes entiers restreints préalablement digérés par une endonucléase de restriction à nombre élevé de sites de coupure, cette technique est nommée, la technique RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) (Boulouis *et al.*, 2001). Au cours des dernières années, la PFGE a émergé comme dans la saisie méthodologie (Maslow & Mulligan, 1996 ; Struelens, 1998).

4.4.1.4. En gradient de dénaturant

Les électrophorèses en gradient de gel dénaturant (Denaturing Gradient Gel Electrophoresis ou DGGE) et les électrophorèses en gradient de température (Temperature Gradient Gel Electrophoresis ou TGGE) sont des techniques d'électrophorèse dénaturantes. Les molécules d'ADN de petites tailles (entre 80 et 500 pb) se déplacent au sein du gel et subissent une dénaturation progressive durant l'électrophorèse en fonction de leur température de fusion (T_m). Une fois les brins dénaturés, leur encombrement stérique est trop important pour continuer la migration dans le gel. Ces techniques permettent donc de séparer des fragments de même taille en fonction de leur (T_m) (Huybens *et al.*, 2009).

4.4.1.5. Sur gel de polyacrylamide en deux dimensions (PAGE-2D)

Les PAGE-2D sont des électrophorèses en deux temps. La première migration a lieu sur un gel non dénaturant et permet de séparer les molécules en fonction de leur taille. La colonne est excisée et déposée sur le second gel contenant un gradient de dénaturant, tout comme dans la DGGE. La seconde migration permet donc de séparer les amplicons en fonction

de leur séquence. Une pince G-C est donc nécessaire dans cette technique (Jones & Thies, 2007).

4.4.2. Réaction de Polymérisation en Chaîne (PCR)

La quantité d'ADN récupérée lors de l'extraction est trop faible pour être considérée comme un échantillonnage représentatif. Afin de comparer ou d'étudier l'ADN extrait, celui-ci doit être amplifié par la réaction de polymérisation en chaîne (PCR) (Huybens *et al.*, 2009 ; Velusamy *et al.*, 2010). Cette technique permet d'obtenir un nombre important (jusqu'à un million) de copies d'une séquence choisie d'ADN (Lalam, 2006). Il s'agit d'une méthode d'amplification enzymatique *in vitro*, par opposition à la méthode *in vivo* qui implique le clonage du fragment et l'amplification dans une bactérie. Elle implique qu'une partie de la séquence d'ADN soit connue. Il est nécessaire d'avoir des informations concernant les séquences codant l'ADN cible. A partir de ces informations, deux oligonucléotides d'environ 15 à 25 paires de bases sont élaborées. Ils doivent s'hybrider spécifiquement aux deux extrémités de la séquence à amplifier, chaque oligonucléotide se fixant à l'un des deux brins. Ces deux oligonucléotides servent d'amorces à une ADN polymérase (Lee *et al.*, 2008 ; Kumar *et al.*, 2008). Elle peut être utilisée pour la détection de plusieurs germes pathogènes comme, *Staphylococcus aureus* (Kim *et al.*, 2007 ; Riyaz-UL-Hassan *et al.*, 2008), *Listeria monocytogenes* (Chen et Knabel, 2007), *Salmonella* (Perry *et al.*, 2007). La PCR multiplex peut utiliser des paires multiples d'amorces pour amplifier simultanément un grand nombre de séquences. La présence de nombreuses amorces PCR dans un seul tube pourrait poser beaucoup de problèmes, tels que la formation accrue de produits PCR désamorçés, de dimères d'amorce et donc la discrimination d'amplification de fragments d'ADN plus longs (Huybens *et al.*, 2009 ; Velusamy *et al.*, 2010). Pour ce type d'amplification PCR, on choisit des amorces ayant des températures d'hybridation semblables. Les longueurs des produits amplifiés devraient être semblables ; de grandes différences de longueur des ADN cibles favoriseront l'amplification de la cible courte par rapport à la cible longue, ce qui aboutit à des différences de rendement de produits amplifiés. En outre, les tampons utilisés pour la PCR multiplex contiennent la polymérase Taq, qui diminue la compétition entre les amplicons et la discrimination de fragments d'ADN, plus longs pendant la PCR multiplex. Les produits de la PCR multiplex peuvent subir une hybridation supplémentaire avec une sonde spécifique du gène pour vérification (Velusamy *et al.*, 2010). Plusieurs bactéries pathogènes sont isolées par cette technique tels que *E. coli O157 : H7*, *Salmonella*, *S. aureus*, *L. monocytogenes*, et *Vibrioparahaemolyticus* (Kim *et al.*, 2007). Tandis que la PCR quantitative (real-time PCR ou

Q-PCR) ainsi que la PCR semi quantitative peuvent être employées pour détecter et quantifier la présence d'une espèce ou d'une population bactérienne spécifique. Un gène cible est amplifié par Q-PCR. En connaissant le nombre de copies rencontrées dans le génome bactérien, le nombre de bactéries porteuses de ce gène présentes dans l'échantillon de départ peut alors être estimé. Le choix du gène permet de quantifier l'ensemble de la population, une famille ou une espèce bactérienne présente dans l'échantillon (Sharma *et al.*, 2007 ; Desai *et al.*, 2008 ; Malorny *et al.*, 2008 ; Lopez Campos *et al.*, 2012).

5. COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS

La communauté scientifique définit un composé organique volatil par un ensemble de propriétés. Pour être défini comme un COV, ce dernier doit être un composé organique, de faible poids moléculaire, de pression de vapeur assez élevée pour être vaporisé et entrer en phase gazeuse à des températures et des pressions atmosphériques normales (Dicke *et al.*, 2010 ; Hung *et al.*, 2015). Les COVs possèdent aussi généralement une solubilité dans l'eau faible et une odeur distincte (Herrmann, 2011).

L'origine des COVs peut être anthropique ou biologique (Baghi, 2013). Les COVs naturels sont des métabolites secondaires émis principalement par les plantes mais aussi par les insectes et les microorganismes. L'ensemble des émissions naturelles approche les 90 % des émissions totales des COVs (PACA, 2017). Les COVs anthropiques sont sujets à débat. De nombreuses études montrent les effets néfastes de ces composés sur la santé et sur l'environnement, comme les problèmes de respiration causés par les aérosols présents dans l'atmosphère (McNeill, 2017) ou les effets des polluants du pétrole sur la croissance des poissons (Cherr *et al.*, 2017).

5.1. Méthodes d'analyse des composés organiques volatils

Les étapes de collecte, séparation, identification et quantification sont des étapes indispensables dans l'analyse des COVs. Une des méthodes de collecte des COVs parmi les plus usitées, particulièrement pour les microorganismes, est la micro-extraction sur phase solide (SPME). Elle est considérée comme une des plus brillantes inventions dans le domaine de préparation d'échantillons. En effet, cette technique est mobile et combine en une seule étape la collecte, la concentration et l'introduction des COVs, ce qui réduit considérablement le temps de préparation et augmente la sensibilité par rapport aux autres méthodes d'extraction (Zhang *et al.*, 2010). De nombreuses études récentes utilisent la méthode SPME pour collecter des COVs émis par la décomposition d'aliments, d'huiles essentielles, de plantes ou encore des sols (Koziel *et al.*, 2017 ; Mitropoulou *et al.*, 2017 ; Raza *et al.*, 2017 ; Souza Silva *et al.*, 2017).

Le principe de fonctionnement de la méthode SPME est l'introduction d'une fibre, recouverte d'une phase adsorbante, dans l'enceinte d'un flacon fermé contenant le sujet étudié. Cette fibre est contenue dans une aiguille et est insérée dans l'enceinte à l'aide d'une seringue. Le flacon utilisé possède un couvercle muni d'un septum permettant la pénétration de l'aiguille.

Une fois à l'intérieur, la fibre est libérée par un système de piston (Figure 10). Les molécules dans l'atmosphère du flacon viennent alors s'adsorber sur la fibre pendant un temps déterminé selon la nature du matériel étudié (Cassier *et al.*, 2000).

L'avantage de cette méthode est qu'elle se réalise dans un système statique à opposition d'un système dynamique, ce qui supprime le besoin d'un solvant pour concentrer les molécules. En effet, dans les méthodes dynamiques de collecte de COVs, appelées « purge and trap », les volatiles sont capturés à l'aide d'un gaz vecteur dans une cartouche. Les composés piégés doivent ensuite être concentrés dans un solvant pour pouvoir être analysés. De plus, l'utilisation d'un solvant pourrait engendrer la perte de composés présents en faible concentration au moment de l'élimination du solvant (Cassier *et al.*, 2000). Toutefois, la méthode SPME utilise des fibres qui possèdent une plus ou moins grande affinité pour certains composés, ce qui empêche la découverte de nouvelles molécules (Hung *et al.*, 2015). La méthode SPME n'est pas considérée comme une méthode quantitative car le temps d'adsorption, la saturation et l'affinité de la fibre influencent le type et la quantité des composés obtenus (Vas *et al.*, 2004). Toutefois, elle permet d'avoir une idée des composés majoritaires en prenant en compte toutes les précautions nécessaires lors de l'interprétation.

Pour l'étape d'analyse, la méthode la plus utilisée actuellement est la chromatographie en phase gazeuse couplée à une spectrométrie de masse (GC-MS). Elle est connue pour être la méthode analytique la plus puissante pour les COVs d'origine biologique (Zhang *et al.*, 2010). Cette méthode combine les performances de la chromatographie en phase gazeuse qui permet la séparation des composés et les performances de la spectrométrie de masse qui permet la détection et l'identification des composés en fonction de leur rapport masse sur charge. Ce couplage permet d'identifier et/ou de quantifier de manière précise les composés présents en très faible concentration, même à l'état de traces. La GC-MS est fiable et abordable d'un point de vue économique (Cassier *et al.*, 2000 ; Hung *et al.*, 2015). Cette méthode est utilisée dans de nombreuses études récentes pour analyser des COVs de plantes, de l'air, des huiles essentielles ou encore des traitements des eaux. (Korkmaz *et al.*, 2017 ; Maceira *et al.*, 2017 ; Mitropoulou *et al.*, 2017 ; Barik *et al.*, 2018).

Les étapes de fonctionnement de la GC-MS consistent d'abord en l'injection des composés dans une phase stationnaire où un gaz porteur va transporter et séparer les molécules

selon leurs propriétés chimiques le long de la colonne. Ensuite, les molécules sont ionisées et leur spectre de masse est déterminé. Enfin, les composés sont identifiés en utilisant une librairie, (base de données des spectres de masse) ou en comparant les temps de rétentions avec les spectres des standards connus (Cassier *et al.*, 2000 ; Morath *et al.*, 2012).

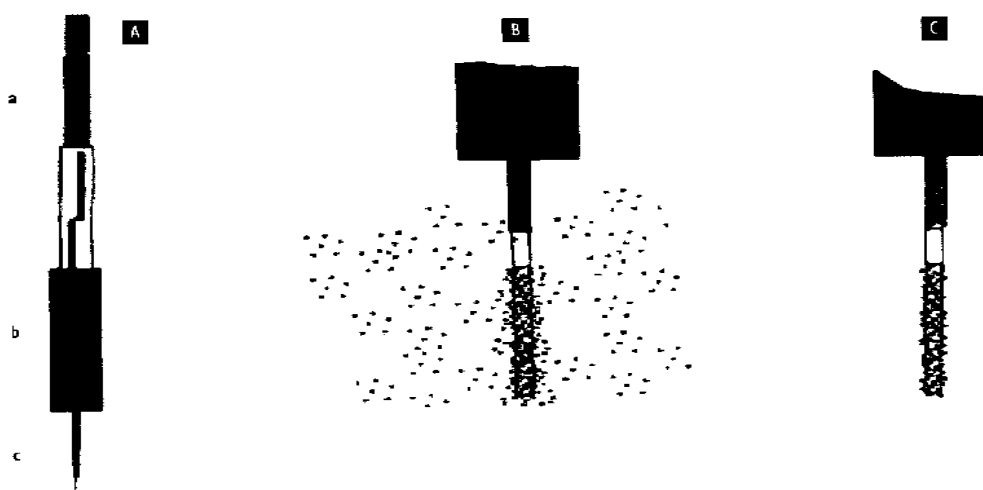


Figure 10 : Principe de la technique SPME (Cassier *et al.*, 2000).

A : Appareil de collecte déboîté, fibre collectrice. (a) : fibre collectrice, (b) : aiguille creuse, (c) : piston. *B* : Adsorption des molécules volatiles contenues dans l'eau ou l'air sur la phase qui enduit la fibre. *C* : Molécules adsorbées sur la fibre

5.2. Composés organiques volatils (COV) émis par les plantes

Les plantes génèrent une quantité importante de produits naturels leur permettant d'interagir avec l'environnement (Spinelli *et al.*, 2011). En effet, à cause de leur sédentarité, les plantes ont dû développer des techniques de survie différentes de celles rencontrées chez les êtres vivants mobiles (Regnault-Roger, 2005). C'est donc au moyen des COVs qu'elles ont développé leur système de communication et en ont fait par la même occasion leur arme de défense (Holopainen *et al.*, 2012).

Les COVs émis par les plantes représentent 1% des métabolites secondaires connus des plantes et, à ce jour, pas moins de 1700 COVs émis par 90 familles de plantes ont été isolés et identifiés (Theis *et al.*, 2003 ; Dudareva *et al.*, 2006 ; Dicke *et al.*, 2010). Parmi ces composés, ce sont les isoprènes, les terpènes et les volatils à notes vertes à 6 carbones qui dominent (Holopainen *et al.*, 2010). Holopainen *et al.*, (2010) montrent aussi que le type de COVs émis varie fortement selon l'espèce végétale, l'organe en jeu, l'étape de développement et les conditions environnementales. Les composés organiques volatils peuvent être émis de deux manières : une émission en continu, comme le font les plantes aromatiques par exemple, ou une émission uniquement lorsqu'un stimulus spécifique est perçu par la plante (Paré *et al.*, 2005). Il existe deux types de stimuli, aussi appelés stress : le stress biotique créé par le monde du

vivant (insectes, champignons, animaux...) et le stress abiotique généré par le monde environnant (le climat, la température, l'humidité...). Dans le cas d'un stimuli, les COVs sont appelés composés organiques volatils induits (ICOVs) et peuvent être émis des heures ou des jours après le stress (Paré *et al.*, 1997). Les ICOVs émis sont, quant à eux, principalement des alcènes, alcanes, acides carboxyliques, composés azotés et alcools (Holopainen *et al.*, 2010). Les ICOVs sont donc produits uniquement après des inductions biotiques et abiotiques (Spinelli *et al.*, 2011). Toutefois, Vuorinen *et al.*, (2004) montrent qu'un COV émis en continu par des plantes saines et intactes peut se transformer en COV inducteur après un dommage foliaire par exemple.

Les processus et voies de biosynthèse des COVs chez les plantes sont nombreux, et leurs mécanismes sont bien connus des scientifiques (Ueda *et al.*, 2011 ; Gupta *et al.*, 2012 ; Kanchiswamy *et al.*, 2015 ; Tan *et al.*, 2016). Par contre, les connaissances sur la manière dont les végétaux détectent les COVs restent encore limitées (Holopainen *et al.*, 2012). Ces signaux sont impliqués dans une grande partie de leurs fonctions écologiques et jouent un rôle important dans la communication inter et intra spécifique. En effet, les COVs sont impliqués dans de nombreuses interactions plante-plante, plante-insecte ou encore plante-microorganisme. Leur action se retrouve aussi bien au-dessus qu'en dessous du sol (Morath *et al.*, 2012) (Figure 11).

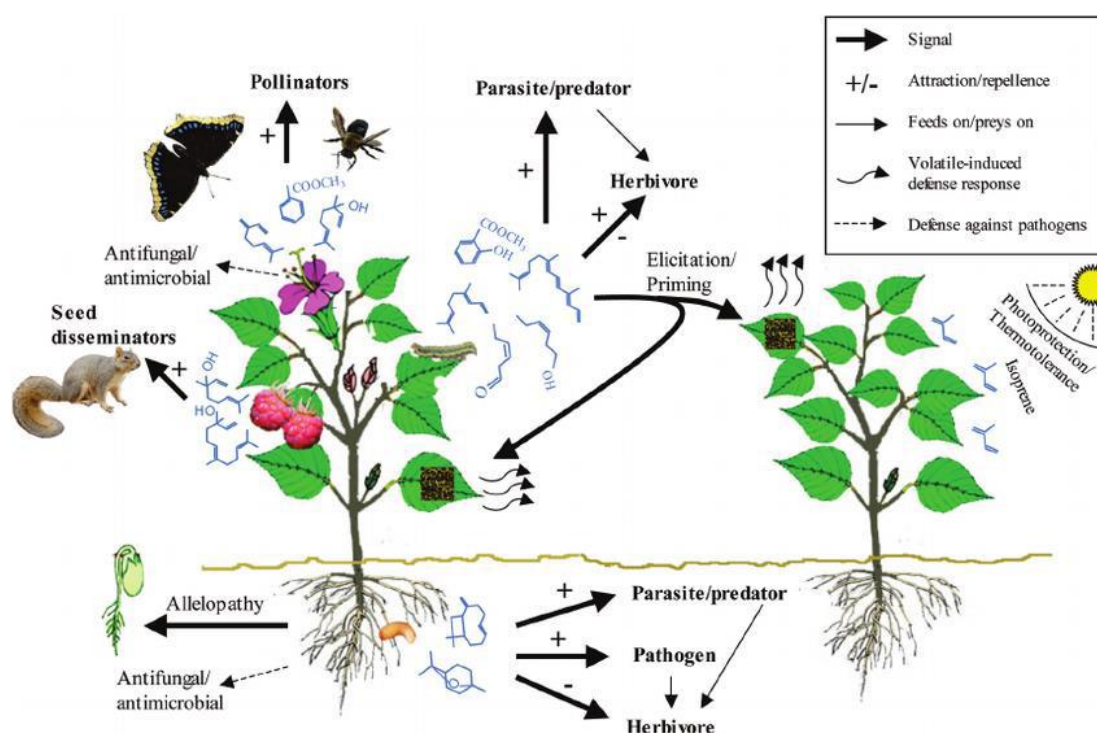


Figure 11: Interactions de la plante avec son environnement (Dudareva *et al.*, 2006).

Dans les interactions plante-plante, les COVs permettent la communication entre elles. Par exemple, les COVs émis par une plante endommagée signalent le danger aux plantes voisines, qui vont alors activer leurs défenses (Blande *et al.*, 2010). Dans les interactions plante-insecte, les plantes peuvent émettre des COVs qui attirent des insectes spécifiques, soit pour se nourrir, comme le montre l'étude de Kreuzwieser *et al.*, (2014) sur les COVs émis par la plante Dionée attrape-mouche, soit pour se défendre contre un herbivore comme le montrent Verheggen *et al.*, (2005) avec l'étude de la perception des COVs émis par des plants de tomate infestés par des pucerons par le syrphé, ennemi naturel de ces insectes. Enfin, dans les interactions plante-microorganisme, les plantes peuvent émettre des COVs contre des pathogènes. À titre d'exemple, les études de Kaddes *et al.*, (2015, 2016) montrent que l'orge émet des COVs qui inhibent la croissance des pathogènes tels que *Fusarium culmorum* et *Cochliobolus sativus*. Quintana-Rodriguez *et al.*, (2015), quant à eux, démontrent que le haricot commun émet des COVs qui lui permettent d'augmenter sa résistance au pathogène *Colletotrichum lidemuthianum*.

Les COVs jouent aussi un rôle dans le mécanisme de réponse à des stress abiotiques notamment dans le cadre de dégâts foliaires, d'une variation de température, d'intensité lumineuse, d'humidité et autres facteurs abiotiques de l'environnement comme le montrent Spinelli *et al.*, (2011). Dans ce contexte, l'éthylène agit principalement comme messager du stress qui permet aux plantes de déclencher leurs défenses.

Les COVs émis par les plantes et les insectes sont répertoriés dans la base de données Phérobase ("The Pherobase," n.d.). Cette dernière se consacre aux composés de types phéromones et sémiochimiques.

5.3. Composés organiques volatils émis par les microorganismes

Les études sur les émissions de composés organiques volatils microbiens (mVOCs) sont largement moins nombreuses que celles sur les émissions de COVs des plantes. Leurs fonctions écologiques sont diverses et peu connues. Comme pour les COVs des plantes, les mVOCs sont utilisés dans la communication inter et intra spécifique, induisent des mécanismes de défense ou encore influencent des processus physiologiques (Effmert *et al.*, 2012). À titre d'exemple, des études ont montré que les COVs émis par les rhizobactéries favorisent la croissance de plantes ou activent leurs défenses en cas d'attaque (Gutiérrez-Luna *et al.*, 2010 ; Bailly *et al.*, 2012 ; Liu *et al.*, 2015). Comme pour les plantes, l'émission des COVs microbiens varie en fonction de l'espèce, du milieu de culture et des conditions environnementales. Ezra *et al.*, (2003) ont montré que la richesse en saccharose du milieu de culture influence le type de

COVs émis par *Muscodor albus*. Quant à Asari *et al.*, (2016), ils ont montré des différences dans la structure de taille et de pigmentation de bactéries sur différents milieux de culture.

Depuis plusieurs années, un grand nombre de recherches s'intéresse au potentiel des mVOCs comme agents de biocontrôle dans la protection des plantes (Bailly *et al.*, 2012 ; Bitas *et al.*, 2013 ; Kanchiswamy *et al.*, 2015 ; Schalchli *et al.*, 2016). Les mVOCs sont étudiés dans la lutte contre des microbes et des champignons. A titre d'exemple, la plupart des *Bacillus*, *Pseudomonas* et *Streptomyces* ont montré une inhibition significative de la croissance de champignons pathogènes (Kai *et al.*, 2009 ; Méndez-Vilas, 2013).

Une base de données créée en 2014 recense près de 1000 composés volatils d'origine bactérienne ou fongique (Lemfack *et al.*, 2014). Les champignons émettent aussi des COVs dont les fonctions s'apparentent à celles des bactéries.

6. PESTICIDES

Le terme "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. La substance ou le microorganisme qui détruit ou empêche les organismes nuisibles de s'installer sur les végétaux, parties de végétaux ou produits végétaux est dénommée substance active (anciennement dénommée matière active), à laquelle sont associés dans la préparation un certain nombre de « formulants » (mouillants, solvants, anti-mousses, ...) qui la rendent utilisable par l'agriculteur (ACTA, 2005).

Les pesticides à usage agricole peuvent être désignés de différentes façons : produits phytosanitaires pour les firmes qui les fabriquent et les vendent, produits phytopharmaceutiques pour la réglementation européenne et produits agro-pharmaceutiques pour les scientifiques agronomes.

Dans les textes relatifs à la réglementation européenne, les pesticides sont aussi appelés :

- ❖ les produits phytopharmaceutiques (au sens de la Directive 91/414/CE du 15 Juillet 1991) (remplacé par le règlement n° 1107 / 2009 /CE du 21 octobre 2009) : ils sont utilisés principalement pour la protection des végétaux en agriculture contre les attaques de champignons parasites, d'insectes, d'acariens, de rongeurs champêtres ou encore pour lutter contre les adventices ou "mauvaises herbes". Leurs utilisations peuvent s'élargir dans d'autres secteurs (sylviculture, aménagement des paysages et entretien des abords d'axes de transport, jardinage amateur). Le décret n°94-359 du 5 mai 1994 relatif au contrôle des produits phytopharmaceutiques désigne par produits phytosanitaires «

les substances actives et les préparations contenant une ou plusieurs substances actives qui sont présentes sous la forme dans laquelle elles sont livrées à l'utilisateur (ACTA, 2014) et destinées à :

- protéger les végétaux ou les produits végétaux contre tous les organismes nuisibles ou à prévenir leur action ;
 - exercer une action sur les processus vitaux des végétaux, pour autant qu'il ne s'agisse pas de substances nutritives (par exemple, les régulateurs de croissance) ;
 - assurer la conservation des produits végétaux, pour autant que les substances ou produits ne fassent pas l'objet de dispositions particulières du Conseil ou de la Commission concernant les agents conservateurs ;
 - détruire les végétaux indésirables, ou ;
 - détruire des parties de végétaux, freiner ou prévenir une croissance indésirable des végétaux ».
- ❖ Les biocides (au sens de la directive 98/8/CE) : les produits dénommés anciennement « pesticides à usage non agricole » sont maintenant appelés « produits biocides ». Ils concernent « les substances actives et les préparations contenant une ou plusieurs substances actives destinées à détruire, repousser ou rendre inoffensifs les organismes nuisibles, à en prévenir l'action ou les combattre de toute autre manière par une action chimique ou biologique ». Les biocides sont destinés à des usages domestiques, par exemple dans des applications comme la protection du bois contre les champignons ou les termites, les insecticides ménagers, les produits antiparasitaires (anti-acariens, antipuces), etc.

6.1. Classification et principales familles des pesticides

Actuellement, les pesticides sont séparés en deux groupes, selon leurs utilisations :

Les pesticides à usage non agricole ou biocide, utilisés par exemple en hygiène publique (lutte anti-vectorielle) et d'autres applications comme la conservation du bois, la désinfection ou certains usages domestiques. En fonction de la nature de l'espèce à combattre ou de la cible visée, on distingue plusieurs catégories :

- les insecticides (contre les insectes nuisibles) ;
- les fongicides (contre les champignons parasites) ;
- les herbicides (contre les mauvaises herbes ou adventices) ;
- les nématicides (contre les nématodes) ;
- les corvicides (contre les oiseaux) ;

- les acaricides (contre les acariens) ;
- les rodenticides ou raticides (pour lutter contre les rongeurs) ;
- les molluscides (pour tuer les mollusques : limaces et escargots) ;
- les algicides (pour lutter contre le développement des algues).

Une autre possibilité de classement est une classification en fonction de la nature chimique de la principale substance active qui compose les produits phytopharmaceutiques. A ce titre, les principaux groupes chimiques sont :

- ✓ les organochlorés ;
- ✓ les organophosphorés ;
- ✓ les carbamates ;
- ✓ les pyréthrénoïdes ;
- ✓ les triazines ;
- ✓ les urées substituées (néonicotinoïdes) ...

6.2. Quantités de pesticides utilisées dans le monde

Pour traiter le thème de l'utilisation des pesticides il est nécessaire de se référer à des rapports d'études publiés par différents organismes privés (European Crop Protection Association (ECPA), Union des Industries de la Protection des Plantes (UIPP), et ses homologues dans les autres pays européens), ou publics (Ministères, Commission des Communautés Européennes, Food and Agriculture Organization (FAO), ...). (Figure 12).

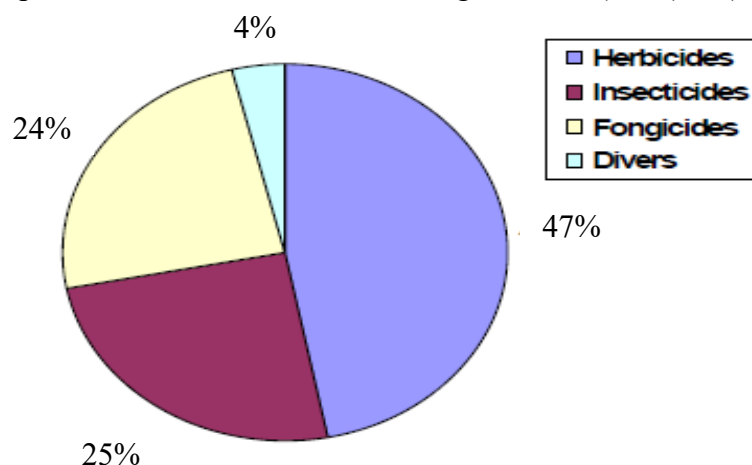


Figure 12 : Répartition mondiale des produits phytosanitaires par catégories de produits utilisés en 2005 (Hosseinzadeh-Bandbafha *et al.*, 2023)

6.3. Devenir des pesticides dans l'environnement

Dans la volonté de protéger les cultures contre des parasites ou le développement d'adventices indésirables, des pesticides sont appliqués sur les parcelles agricoles. L'entrée des pesticides dans l'environnement se fait généralement lors de l'application en plein champ. Les modalités de leur utilisation lors de l'application vont conditionner la manière dont la matière active va se dissiper dans l'environnement. En effet, si le pesticide est apporté par incorporation dans le sol, pulvérisation ou sous forme d'enrobage de semence, sa propagation sera différente. Par ailleurs son comportement est également influencé par la formulation utilisée (Shirley *et al.*, 2001 ; Katagi, 2008 ; Dubey *et al.*, 2009 ; Blanco *et al.*, 2009 ; Chevillard *et al.*, 2012). Lors de l'application d'un pesticide en condition de pleins champs, des pertes peuvent se produire. En effet au cours d'une pulvérisation, une partie du traitement est détournée de sa cible par le vent ou l'évaporation et constitue les pertes appelées « dérives » (Gil & Sinfort, 2005 ; Bahrouni, 2010). Une fois appliqué, le pesticide va être soumis à un ensemble de mécanismes qui vont conditionner sa dissipation dans les différents compartiments de l'environnement de la parcelle jusqu'au cours d'eau. Les phénomènes de rétention et transformation vont fortement affecter le devenir des pesticides dans les sols (Figure 13).

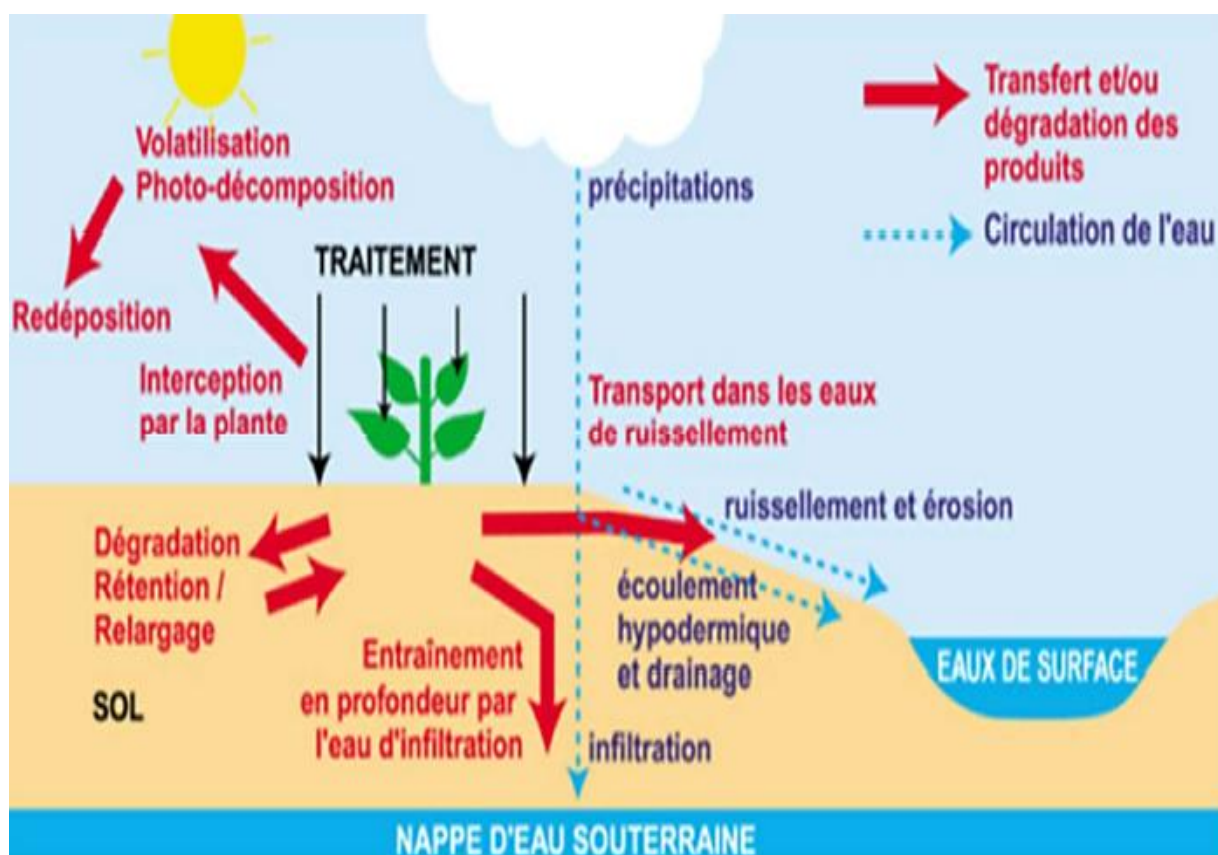


Figure 13 : Diffusion des pesticides après leur application sur des végétaux vers les différents compartiments de l'environnement (Lourenço *et al.*, 2015).

6.3.1. Contamination des sols

Malgré les innovations qui sont faites dans le domaine de l'application des pesticides, une partie du produit peut être dispersée dans le compartiment atmosphérique ou être déposée sur les sols. Après l'application, les pesticides présents dans l'atmosphère peuvent également se déposer, sous la forme de dépôts secs ou humides (Messing *et al.*, 2013). Malgré l'impact que les pesticides peuvent avoir sur les écosystèmes édaphiques (Karpouzas *et al.*, 2014 ; Ng *et al.*, 2014), la contamination des sols est moins bien documentée que celle des autres compartiments et n'est pas réglementée. Tout comme pour le compartiment atmosphérique, c'est la présence des pesticides organochlorés qui est la mieux renseignée. Plusieurs études relèvent leur présence notamment en Asie à des concentrations allant du ng à la centaine de ng.g⁻¹ (Kim & Smith 2001 ; Sultana *et al.*, 2014 ; Qu *et al.*, 2015).

6.3.2. Contamination de l'air

Lors d'un traitement, une certaine proportion de la substance active épanchée passe directement dans l'atmosphère. Ce passage est important lors des applications effectuées par hélicoptères ou par avion, et reste plus limité lors des applications terrestres classiques. Des résidus de pesticides peuvent passer des cultures vers le compartiment aérien par des phénomènes d'évaporation, de co-distillation avec l'eau. La volatilisation est l'une des causes principales de fuites de pesticides hors de la zone cible, notamment quand les traitements visent la surface du sol ou celles des végétaux. Le transport aérien des molécules de pesticide consécutif à leur volatilisation est la voie principale de transfert vers les plantes et donc vers les animaux et les hommes, et est responsable d'effets toxiques indirects par action néfaste sur des espèces autres que les cibles originales (Périquet *et al.*, 2004).

6.3.3. Contamination des eaux de surface et souterraines

Les pesticides présents dans le sol après épandage peuvent être lessivés vers des eaux de surface ou souterraines lors des épisodes de pluie. Ce transfert dépend de plusieurs facteurs, dont la valeur du K_{oc} de la molécule, des caractéristiques du sol (teneur en matière organique, pH) et des conditions climatiques (Guimont, 2005). Certaines molécules ont déjà été détectées dans des eaux souterraines, comme par exemple l'atrazine et l'un de ses métabolites dans l'aquifère des Trois Fontaines (France), à des niveaux de concentration de l'ordre du µg.L⁻¹ (Baran *et al.*, 2008).

Le fipronil par exemple est un insecticide dont l'utilisation en milieu agricole est suspendue en Europe depuis décembre 2013 et ce en lien avec une potentielle toxicité pour les abeilles (EFSA, 2013) mais reste autorisé en tant qu'antiparasitaire à usage vétérinaire, ce qui peut conduire à

la contamination des cours d'eau. Il n'est pourtant pas recherché en France et ce malgré une potentielle forte toxicité envers les organismes aquatiques (Gan *et al.*, 2012). Le fipronil a par ailleurs été mis en évidence dans plusieurs cours d'eau aux Etats-Unis, à des concentrations de l'ordre du ng.L⁻¹ et ce particulièrement dans les zones urbaines (Weston & Lydy, 2014 ; Weston *et al.*, 2015).

6.4. Quelques facteurs influençant le devenir des pesticides

6.4.1. Facteurs anthropiques

Le premier facteur induisant la présence de pesticide dans l'environnement est bien sûr l'homme. Le transfert vers l'environnement des produits appliqués en plein champ et la contamination des eaux de surfaces et souterraines dépend du choix des espèces cultivées et traitées, donc de l'occupation du sol du bassin versant, de l'état du sol (nu ou non, récemment labouré ou non), du stade de développement des cultures en place, de la date d'application en fonction des prévisions météorologiques (Lewan *et al.*, 2009).

6.4.2. Facteurs liés aux pratiques agricoles

Les pratiques agricoles peuvent avoir un effet sur la rétention des pesticides. La différence de gestion entre le labour et le non labour semble avoir une action non négligeable sur la rétention des pesticides (Alletto *et al.*, 2010). Le semis direct semble favoriser la présence de matière organique et tend à augmenter la rétention des matières actives (Alletto *et al.*, 2012 ; Alletto *et al.*, 2013). Il apparaît cependant que l'action est très contrastée selon les matières actives et le contexte pédoclimatique (Alletto *et al.*, 2010). Par ailleurs, la mise en place de bandes enherbées ou de couvert végétal semble favoriser la rétention des pesticides (Pot *et al.*, 2005 ; Lacas *et al.*, 2005 ; Madrigal *et al.*, 2007 ; Dousset *et al.*, 2010). La rétention des pesticides est une propriété caractérisée par une forte variabilité spatiale (Coquet, 2003 ; Coquet & Barriuso, 2002) qui serait plutôt associée à la teneur en matière organique pour les horizons de surface (Coquet & Barriuso, 2002) et les teneurs en argile dans la zone non saturée (Coquet *et al.*, 2004).

6.4.3. Facteurs environnementaux

Des températures élevées favorisent la volatilisation dans l'air des pesticides (Figure 14). Le lessivage et la contamination de l'eau par les pesticides dépendent de leur disponibilité dans le sol au cours du temps, de la topographie des parcelles et de l'éloignement au cours d'eau, des propriétés du sol, de l'intensité et de la durée du ruissellement induit par les précipitations et l'irrigation, et de la durée séparant le traitement et les premières pluies. La

quantité exportée avec le ruissellement peut atteindre 90 % de l'apport de pesticide en cas de pluie violente sur une parcelle récemment traitée (Louchart *et al.*, 2000) (Figure 14).

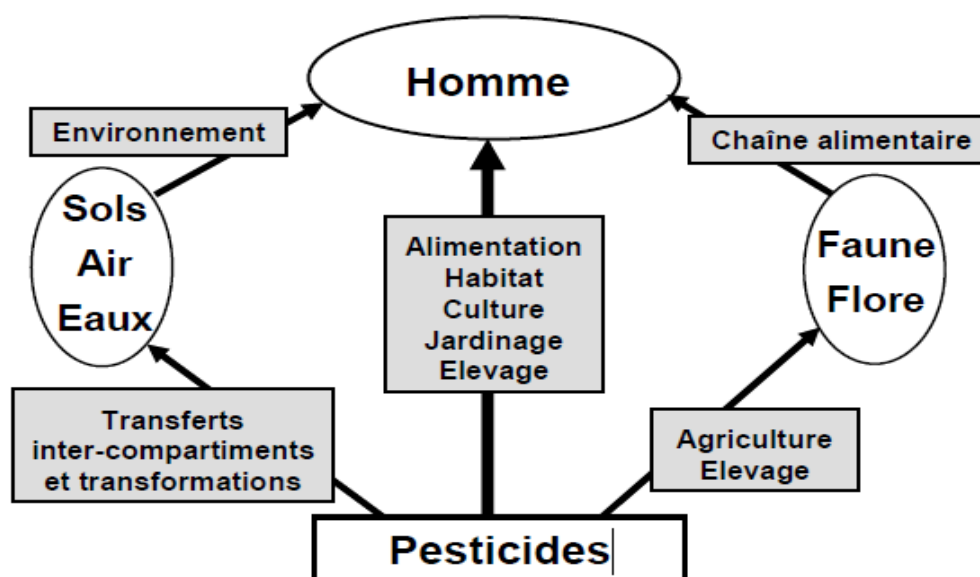


Figure 14 : Mode d'exposition de l'homme et des milieux par les pesticides (Kouadio & Assidjo 2023)

6.5. Effets des pesticides sur la santé

La toxicité aiguë résultant d'une mauvaise utilisation ou d'un usage accidentel des pesticides est un phénomène connu, mais qui ne concerne qu'un contingent peu important des maladies professionnelles des accidents domestiques (De Jaeger *et al.*, 2012). Le tableau II récapitule les principaux effets manifestés lors d'intoxication aiguë par les différentes classes de pesticides (Descotes *et al.*, 1994).

L'exposition régulière à des petites doses conduit à l'accumulation de ces produits dans l'organisme. Ils peuvent avoir des effets néfastes à long terme. De plus, dans l'organisme, ces produits chimiques ont probablement des effets cumulés et synergiques ; c'est « l'effet cocktail ». Malheureusement très peu d'études sont menées sur le sujet (De Jaeger *et al.*, 2012).

Tableau II : Toxicité aiguë des pesticides (Descotes *et al.*, 1994)

Classe des Pesticides	Effets aigües
Organophosphorés	Les effets des organophosphorés (OP) sont liés à leur capacité d'inhiber les cholinestérases dans le SNC, le SNA et les jonctions neuromusculaires. Les symptômes incluent : vertiges, anxiété, agitation, céphalée, confusion, salivation, transpiration, larmoiement, vision trouble, diarrhée et tremblements musculaires suivis de faiblesse et de paralysie. Dans les formes graves, surviennent coma et décès.
Carbamates	Modalités d'intoxications similaires à celles des organophosphorés.
Organochlorés	L'intoxication aiguë par les OC se manifeste par les troubles digestifs, des signes neurologiques (céphalées, malaise général, agitation, tremblements, confusion mentale voire coma), des signes musculaires et des atteintes viscérales (cytolyse hépatique, atteinte rénale).
Pyrèthres	Des signes irritatifs cutanés et cutanéomuqueux, digestifs et respiratoires, ainsi que des signes neurologiques (incoordination motrice, clonies généralisées et crises hypertoniques en cas d'ingestion massive).
Paraquat	Effets caustiques puis insuffisance rénale aiguë, cytolyse hépatique, myocardite, hémorragies conduisant au décès, par fibrose pulmonaire extensive en quelques jours.
Chlorate de sodium	Puissant oxydant, le chlorate de sodium provoque une hémolyse massive, l'hémoglobine libérée devenant méthémoglobine de façon irréversible, puis une insuffisance rénale aiguë anurique soit par néphrotoxicité directe, soit du fait de l'hémoglobinémie. L'ingestion de 25 à 30 g de chlorate de sodium est potentiellement mortelle chez l'homme.
	Les formes mineures de l'intoxication aiguë par le pentachlorophénol se traduisent par un état de malaise et

Pentachlorophénol	des douleurs abdominales en cas d'ingestion. Les formes graves sont marquées par une hyperthermie majeure réfractaire avec sudation intense évoluant vers la déshydratation globale, un collapsus et une défaillance myocardique, un coma convulsif. Une insuffisance rénale fonctionnelle est quasi-constante.
Benzonitriles et dérivés nitrophénoliques	Mêmes caractéristiques que celles du Pentachlorophénol, dont ils sont proches chimiquement.
Glyphosate	Peu toxique pour l'homme, l'ingestion provoque une irritation digestive marquée, une obnubilation, une hypotension et parfois une acidose métabolique ou une insuffisance rénale aiguë par nécrose tubulaire.
Triazines et Triazoles	Ces herbicides sont peu toxiques. Leur ingestion massive peut provoquer des troubles digestifs, un syndrome adrénergique, une cytolysé hépatique, une insuffisance rénale aiguë.
Urée et dérivés	Très peu toxiques, ces herbicides peuvent provoquer des lésions digestives irritatives mais pas de signe systémique d'intoxication.
Dithiocarbamates	De faible toxicité, les Dithiocarbamates conduisent à des dermatites de contact, troubles digestifs et en cas d'ingestion simultané d'alcool, à un effet antabuse.
Anticoagulants	Ces AVK sont, comme ceux utilisés en thérapeutique, des antagonistes compétitifs de la synthèse hépatique des facteurs K-dépendants de la coagulation. L'absorption de grains enrobés est bénigne, compte tenu des quantités de toxique ingérées. L'absorption de solutés concentrés pour la préparation d'appâts provoque des hémorragies diffuses qui peuvent engager le pronostic vital selon leur abondance et leurs localisations.
Strychnine	Antagoniste compétitif de la glycine, neurotransmetteur de régulation des réflexes médullaires, la strychnine provoque une hyperexcitabilité musculaire généralisée, exacerbée

	par toutes stimulation. Le décès survient par tétanisation des muscles respiratoires, apnée et arrêt cardiaque.
Bromure de méthyl	Ce gaz est un irritant cutanéomuqueux et respiratoire. Les formes mineures sont marquées par des troubles irritatifs et trachéobronchiques, des céphalées, des nausées et une sensation de malaise général. Les formes graves se traduisant par un œdème aigüe pulmonaire lésionnel et surtout un coma myoclonique ou convulsif, et sont caractérisées par une longue durée d'évolution et de possibles séquelles déficitaires, motrices et intellectuelles.
Phytohormones de synthèse	L'intoxication aigüe est classiquement considérée comme bénigne. Cependant, l'ingestion volontaire de fortes doses peut provoquer des troubles digestifs précoces, des signes neurologiques (confusion, coma hypotonique, parfois accompagné de dépression respiratoire, fasciculations, myoclonies, plus rarement convulsions) et plus rarement hyperthermie, hyper salivation, flush du visage, signes cardiovasculaires faisant la gravité de l'intoxication, cytolysé hépatique et rhabdomyolyse.

7. MICROORGANISMES CONTAMINANTS LA LAITUE

En raison de la variété des conditions de culture, les légumes peuvent être contaminés par divers microorganismes. Selon la littérature, les principaux agents pathogènes microbiens affectant les légumes, en particulier la laitue et le chou, comprennent : *Escherichia coli*, *Salmonella* et *Staphylococcus aureus* (Franz *et al.*, 2007 ; Slayton *et al.*, 2013).

7.1. Microorganismes pathogènes de la laitue

7.1.1. *Escherichia coli*

7.1.1.1. Présentation générale et habitat

Escherichia coli est un bacille Gram négatif, anaérobie facultative qui peut être mobile ou immobile, parfois capsulés. *Escherichia coli* est mobile par cils péri triche. Il peut posséder des pili communs appelés aussi fimbriae. Les pathologies les plus graves sont rencontrées avec les *Escherichia coli entérohémorragiques* dont le chef de file est *Escherichia coli O157 :H7*.

Elles produisent de puissantes toxines appelées "vérotoxines" responsables des pathologies. En dehors du tube digestif des animaux à sang chaud qui est leur habitat naturel, certaines études associent la présence de *E. coli* aux légumes (Desbordes, 2003).

7.1.1.2. Caractères de culture

La culture d'*Escherichia coli* est très facile avec une grande tolérance de variation de pH et pousse entre 15 °C et 45 °C. A 44 °C, il fermente le glucose, le mannitol et le lactose avec production importante de gaz. Le pH et l'activité de l'eau (A_w) peuvent aussi influencer la multiplication des *E. coli*. L'optimum de croissance est de 0,99 pour l'activité de l'eau. La croissance des *E. coli* est arrêtée à des pH extrêmes (inférieur à 3,8 ou supérieur à 9,5) et à une valeur de A_w inférieure à 0,94. Sa limite de croissance inférieure se situe aux environs de 7 °C. Ceci indique que le respect de la chaîne du froid est un élément essentiel afin d'éviter la croissance des *E. coli* dans les aliments. Les *E. coli* sont tués rapidement lorsque la température dépasse 70 °C. *Escherichia coli* pousse sur des milieux non sélectifs ou sélectifs. Ces colonies sont rondes, translucides, parfois hémolytiques (milieu au sang). On peut l'isoler sur des géloses sélectives : Drigalski (colonies jaunes), Mc Conkey (colonies rose-rouge) et le milieu Rapid *E. coli* (colonie bleutée à 44 °C) (Nozha *et al.*, 2006).

7.1.1.3. Impact sur la santé des consommateurs

Certaines souches pathogènes d'*E. coli* sont connues comme des agents responsables de gastroentérite infantile ou de la « diarrhée du voyageur ». Les signes cliniques se manifestent en fonction des souches de *E. coli* qui crée l'infection. On distingue :

- *Eschérichia coli* entérotoxigènes (ETEC), responsable des diarrhées aqueuses peu fébrile avec des nausées et des crampes abdominales ;
- *Eschérichia coli* entérotoxigènes (EPEC) qui est responsable de diarrhée (selles aqueuses ou non formées) se prolongeant parfois au-delà de 2 semaines avec de la fièvre et des vomissements ;
- *Eschérichia coli* entérohémorragiques (EHEC), responsable de diarrhée aqueuse profuse puis hémorragique et de colites fébriles ;
- *Eschérichia coli* entéroinvasifs (EIEC) qui est responsable de diarrhée aqueuse suivie d'une dysenterie syndrome fébrile, des crampes abdominales et des ténésmes (Nozha *et al.*, 2006).

7.1.2. *Salmonella*

7.1.2.1. Présentation générale et habitat

Le genre *Salmonella* appartient à la famille des *Enterobacteriaceae* et comprenait l'unique espèce *Salmonella enterica* (avec plus de 2000 sérotypes). Les *Salmonella* sont des bacilles à Gram négatif, aéro-anaérobies facultatifs, habituellement mobiles grâce à des ciliatures péritriches (Lalaitiana, 2006). Depuis 2004, le genre *Salmonella* comporte, trois espèces : *S. enterica*, *S. bongori* et *S. subterranea*. L'espèce principale est *S. enterica* qui comprend elle-même six sous-espèces dont la plus fréquente est *S. enterica enterica*, elle-même divisée en plusieurs sérovars : *dublin*, *enteritidis*, *infantis*, *paratyphi*, *typhi*, *typhimurium*, *virchow*, etc. Les salmonelles peuvent être isolées de l'intestin de nombreuses espèces animales. Les animaux constituent un réservoir et la dissémination dans l'environnement provient essentiellement de contaminations fécales. (Korsak *et al.*, 2004).

7.1.2.2. Caractères de culture

Ce genre est caractérisé par des bacilles à coloration Gram-négative, non sporulants, la plupart du temps doués d'une mobilité propre grâce à des flagelles péritriches (à l'exception de *Salmonella gallinarum*). La taille des bâtonnets varie entre 2 et 5 µm de longueur sur 0,7 à 1,5 µm de largeur. Ils réduisent les nitrates en nitrites, peuvent utiliser le citrate comme seule source de carbone, fermentent le glucose mais pas le lactose ni le sucrose et produisent du gaz à partir du glucose (sauf *Salmonella typhi*). Ils produisent généralement le sulfure d'hydrogène. La réaction au test à l'oxydase est toujours négative (Korsak *et al.*, 2004).

7.1.2.3. Impact sur la santé des consommateurs

La consommation simultanée par plusieurs personnes d'un aliment massivement contaminé par des *Salmonella* entraîne une cascade des cas de gastro-entérites, qui, simulant un véritable empoisonnement, est appelé toxi-infection alimentaire collective (TIAC). La consommation d'un aliment dont le nombre de *Salmonella* aura atteint au moins 10⁶ germes/g entraînera une toxi-infection qui cause très souvent la fièvre typhoïde qui est considérée comme « la maladie des mains sales » avec certains signes cliniques (diarrhée, douleurs abdominales, frissons, fièvres, vomissements, état de prostration, anorexie, céphalée) varient en fonction de l'espèce, de l'âge et de l'état physiologique du consommateur. Ces signes apparaîtront entre 5 et 72 heures après absorption de l'aliment. La période d'incubation est de 10 à 18 heures. Les troubles durent en général 2 à 5 jours. Les complications sont rares sauf chez les sujets à faibles moyens de défense. (Harizi, 2009).

7.1.3. *Staphylococcus aureus*

7.1.3.1. Présentation générale et habitat

Staphylococcus aureus est une bactérie à Gram positive en forme de coques, anaérobie facultative, catalase positive, thermosensible et non mobile. *Staphylococcus aureus* est ubiquitaire, il se trouve dans l'air, l'eau, la poussière, les eaux usées, le lait ainsi que dans d'autres denrées alimentaires comme les aliments à base de fruits et légumes et dans les équipements de productions (Desbordes, 2003). C'est aussi une bactérie commensale. Elle se trouve sur la peau, les muqueuses et dans le nez des homéothermes et des humains. Elle possède également un pouvoir pathogène dû à la production de toxines, les entérotoxines staphylococciques. Ces dernières peuvent provoquer des toxi-infections alimentaires et peuvent se former dans les aliments à partir de 10^6 UFC/g (Hennekinne, 2009). Une même souche peut excréter plusieurs toxines différentes résistantes au traitement thermique. Une activité toxique persiste même après un traitement de type stérilisation. Trois enzymes (coagulase liée, coagulase libre, thermonucléase) sont d'intérêt chez la bactérie (Arnal, 2003).

7.1.3.2. Caractères de culture

Staphylococcus aureus est une bactérie neutrophile (pH 4 - 9,8) qui survit dans les aliments déshydratés et/ou congelés et qui tolère pour sa croissance une concentration en sels (NaCl) élevée (jusqu'à 20 %) et une activité de l'eau ($A_w = 0,83$). *Staphylococcus aureus* étant une bactérie exigeante en acides aminés et en vitamines, sa croissance peut être inhibée par la présence de flores de compétition présentes dans les aliments. Il est capable de transformer de nombreux substrats notamment les sucres ; en ce qui concerne le mannitol, seul *S. aureus* à coagulase positif peut le fermenter, contrairement à la plupart des staphylocoques à coagulase négatif (Hennekinne, 2009).

7.1.3.3. Impact sur la santé des consommateurs

La présence de *S. aureus* coagulase positive dans les aliments chauffés et manipulés est un indice de contamination humaine. Elle peut aussi indiquer une recontamination par des matières premières ou des mauvaises conditions d'entreposage des aliments. L'entérotoxicose staphylococcique est la maladie microbienne résultant de la consommation d'aliments contaminés par des souches de *Staphylococcus aureus* toxigènes. Cette entérotoxine est une neurotoxine qui induit des vomissements et une hypermotilité intestinale. Le nombre minimum de germes nécessaires à la production de suffisamment de toxine pour provoquer l'empoisonnement est évalué selon les auteurs à 5.10^5 ou 5.10^6 germes/g. Les symptômes de

cette maladie qualifiée parfois de maladie des banquets sont caractéristiques : salivation abondante, nausées, vomissements, douleurs abdominales, diarrhée abondante, sueurs, céphalée, état de prostration et quelquefois fièvre. Ils disparaissent en général après 24 à 48 heures. Il faut signaler enfin que cette intoxication n'est qu'une des manifestations possibles du pouvoir pathogène de *Staphylococcus aureus* (Cuq, 2007 ; Marie-Claude, 2012).

7.2. Flores microbiennes de salubrité

Le développement de certaines flores microbiennes à une incidence sur la qualité des produits alimentaires notamment les végétaux parmi lesquels se trouve la laitue (*Lactuca sativa*). Ce sont : les levures et moisissures, les coliformes totaux, les germes aérobies mésophiles et les entérobactéries (Becila, 2009).

7.2.1. Levures et moisissures

7.2.1.1. Présentation générale et habitat

Les levures sont des champignons unicellulaires sur une partie ou sur l'ensemble de leur cycle végétatif. Certaines peuvent former des associations cellulaires, ou se présenter sous forme filamenteuse à certains stades de leur vie. Quant aux moisissures, elles sont des champignons microscopiques filamenteux définies comme étant des organismes eucaryotes, sporogènes, non chlorophylliens. Ils se reproduisent par voie sexuée et/ou asexuée. Dans la nature, les levures et les moisissures se trouvent principalement sur les végétaux riches en sucres directement assimilables. Par ailleurs, une large variété de levures et de moisissure vit dans le sol, ou est associée aux plantes (Chapeland-Leclerc *et al.*, 2005). Certaines espèces de moisissures synthétisent des mycotoxines (aflatoxines, lactones, certains stéroïdes), potentiellement pathogènes pour l'homme. Les végétaux à savoir la laitue (*Lactuca sativa*) a une flore microbienne riche en levures et moisissures (Becila, 2009).

7.2.1.2. Caractères de culture

Les moisissures sont des champignons microscopiques saprophytes dépourvus de pigments assimilateurs. Incapables d'utiliser le gaz carbonique de l'air, elles sont dépendantes de sources organiques. Elles ont des optimums de croissance entre 25 et 35 °C et sont considérées comme aérobies strictes. La température optimale de toxinogénèse est généralement voisine de celle qui permet une croissance. Elles se développent sur des substrats variés, habituellement peu favorables à la croissance bactérienne : aliments à pH acide, à faible

teneur en eau, à haute teneur en sucre ou en sel. Certaines spores de levures et de moisissures résistent à la chaleur, à la congélation, aux antibiotiques et à l'irradiation (Nishio *et al.*, 2008).

7.2.1.3. Impact sur la santé des consommateurs

Les levures et les moisissures peuvent occasionner la détérioration des produits (Nishio *et al.*, 2008). Les effets sur la santé sont associés à la présence de mycotoxines ou de moisissures allergéniques. On peut observer divers types d'effets selon qu'ils sont provoqués par les moisissures ou par leur(s) métabolite(s). Certaines espèces fongiques sont responsables de mycoses et de réactions allergiques. Les effets les mieux connus sont ceux provoqués par l'*A. fumigatus*, espèce connue pour être responsable d'aspergillose pulmonaire (Boudra, 2002). Les symptômes observés incluent des maux de tête, des vomissements et de la diarrhée, accompagnés d'anorexie. Certaines mycotoxines (Aflatoxine B1) seraient aussi cancérigènes. La gravité dépend aussi de l'importance et de la durée de l'exposition (Anonyme 2, 2009).

7.2.2. Coliformes totaux

7.2.2.1. Présentation générale

Les coliformes sont des microorganismes en bâtonnets, ne formant pas de spores, Gram négatifs, oxydase négatifs, aérobies ou anaérobies facultatifs, capables de croître en présence de sels biliaires, ou autres agents de surface ayant des propriétés inhibitrices de croissance analogues et capables de fermenter le lactose avec production d'acide (ou d'aldéhyde) et de gaz. La culture se fait à 44 °C pour les thermotolérants et à 30 °C pour les totaux (Gourmelon *et al.*, 2002).

7.2.2.2. Caractères de culture et spécificité

Les coliformes se cultivent sur des milieux ordinaires. Ils utilisent certains principaux sucres notamment le glucose et le lactose qui aident à la sélection en présence d'indicateurs tels le pH et le rouge de phénol. Les coliformes peuvent être mis en évidence sur des milieux sélectifs tels la gélose VRBL (Anonyme 3, 2011).

7.2.3. Germes aérobies mésophiles

7.2.3.1. Présentation générale et habitat

Ces bactéries forment un ensemble de microorganismes aptes à se multiplier en aérobie, aux températures moyennes, plus précisément celles dont la température optimale de croissance est située entre 25 °C et 45 °C. Cet ensemble englobe les bactéries pathogènes pour l'humain,

d'une part, et divers microorganismes d'altération, d'autre part. La plupart des microorganismes font partie de ce groupe. Il n'y a pas de corrélation directe entre une numération des bactéries aérobies mésophiles élevée et la présence de microorganismes pathogènes dans le produit (Anonyme 4, 2009).

7.2.3.2. Intérêt

La présence des bactéries aérobies mésophiles indique une déficience sur le plan de l'application des bonnes pratiques de fabrication (BPF) et peut ainsi être associée à des risques microbiologiques du produit fini. Leur présence dans le produit peut signifier que les conditions ont été favorables pour que ces bactéries pathogènes mésophiles puissent se développer. C'est aussi un indicateur d'altération au sens strict. En raison de la grande diversité des conditions accompagnant la culture et la durée de vie des légumes après la récolte, de fortes concentrations de germes aérobies mésophiles variées ont été trouvées sur des pousses de plusieurs légumes feuilles (Doyle & Erickson, 2008 ; Koro *et al.*, 2010).

7.2.4. Entérobactéries

7.2.4.1. Présentation générale et habitat

Les entérobactéries sont des bacilles Gram négatif (Anonyme 5, 2016) retrouvés partout dans le sol, dans l'eau et surtout dans l'intestin des hommes et des animaux. La famille des entérobactéries possède sept (7) caractéristiques communes : ce sont des bacilles Gram négatif avec 2 à 4 microns de long sur 0,4 à 0,6 microns de large ; ils sont mobiles avec ciliature péritriche ou immobile ; non exigeants. Ils croissent en aéro-anaérobie facultatifs. Ils fermentent le glucose avec ou sans production de gaz ; transforment les nitrites en nitrates et sont dépourvues du cytochrome oxydase. Les entérobactéries sont une famille très hétérogène pour ce qui est de leur pathogénie et de leur écologie. Cette famille comprend 130 espèces. Les espèces qui composent cette famille sont en effet soit parasites, soit commensales, soit encore saprophyte (Avril *et al.*, 2000).

7.2.4.2. Culture

Les entérobactéries se développent rapidement *in vitro* sur des milieux ordinaires. La température optimale de croissance est 37 °C mais la culture est possible entre 20 °C et 40 °C. Leur temps de division varie de 20 à 40 minutes. Sur gélose, les colonies sont lisses et régulières et atteignent 2 millimètres de large sauf celle des *Yersinia*, qui sont plus petites. En milieu

liquide, les entérobactéries occasionnent un trouble uniforme du bouillon (Nauciel & Vildé, 2005).

7.2.4.3. Intérêt

Très répandues, certaines entérobactéries sont retrouvées dans l'environnement, en particulier dans les milieux humides et les végétaux. La présence d'Entérobacteriaceae n'indique pas forcément la présence de pathogène et inversement. Leur présence en nombre significatif indique une défaillance du traitement et par conséquent un risque pour le consommateur. Il est souhaitable d'utiliser les Entérobacteriaceae en tant qu'indicateur d'hygiène qu'immédiatement après la production. Les matières crues d'origine végétale telle que la laitue contiennent aussi des Entérobacteriaceae issus de l'environnement (Signs *et al.*, 2011).

**DEUXIEME PARTIE :
MATERIEL ET METHODES**

1. MATERIEL

1.1. Matériel biologique

Le matériel biologique est constitué de feuilles de laitue provenant des différentes localités (Abidjan, Bouaké, Daloa et Yamoussoukro) (Figure 15).



Figure 15 : Matériel biologique de l'étude

1.2. Matériel d'enquête

Le matériel utilisé pour la réalisation de cette étude était constitué parmi tant d'autre d'un questionnaire et des fiches d'enquête de consommation et de production (Annexes 1 et 2) et des stylos à bille.

1.3. Matériel technique

Il est composé du matériel usuellement utilisé dans un laboratoire de microbiologie alimentaire et industriel, de biologie moléculaire, de toxicologie, des consommables, des réactifs et aussi des milieux de culture pour la culture des microorganismes (Annexe 4).

1.3.1. Appareillage

Il est constitué d'une balance de précision type KERN et ADAM pour les différentes pesées. Un autoclave de type NUVE MODEL OT012 a été utilisé pour réaliser les stérilisations et un bain mari (Fischer Scientific Polytest12) pour le refroidissement des milieux de culture à 50°C. Un incubateur ayant servi aux analyses (MEMERT model UF750, MEMMERT beschickung/loadin-modell 100-800). Un Bec Bunsen a été utilisé pour un travail dans des conditions aseptiques. Un microscope optique a été utilisé pour l'observation des microorganismes. Un mixeur Ultra Turax, une ampoule de verre à décanter, un évaporateur, des viales, une chaîne de CLHP, un échantillonneur SIL-20A, une pompe LC-20AT, un réservoir TRAY, un dégazeur DGU-20A5, un four (CTO-20A), un détecteur UV/VIS (SPD-

20A) et un ordinateur ont été utilisés pour le dosage des résidus de pesticides. Des bouteilles à gaz de tête et un chromatographe (Shimadzu prominence HPLC) ont servi au dosage des composés volatils. Un réfrigérateur pour la conservation des souches et des isolats a été utilisé. Une centrifugeuse a servi pour la séparation des différentes phases des solutions. Un dispositif d'électrophorèse ainsi qu'un lecteur de gel ont respectivement été utilisés pour la migration des fragments d'ADN et l'observation des amplicons. Un vortex et une micro-onde ont également été utilisés. Un mini-thermocycleur (miniPCRTM Blue) a servi pour l'amplification.

1.3.2. Consommables et réactifs

L'ensemble des consommables était représenté par des boîtes de Pétri stériles (90 mm de diamètre), des bocaux avec bouchons autoclavables pour la préparation des milieux de culture. Des pipettes stériles de 1 mL, 5 mL et 10 mL pour les différents prélèvements. Des tubes à essai à vis pour les dilutions décimales, des erlenmeyers pour les solutions mères, des étaleuses, un bécher, des éprouvettes graduées, des ambouts et des micro pipettes. L'eau oxygénée, les disques d'oxydase, le réactif de KOVACS, l'urée-indole. Le Kit de coloration de Gram a permis de réaliser les frottis colorés.

1.3.3. Milieux de culture

Les milieux de culture ayant servi à la réalisation de cette étude sont les suivants :

- le bouillon Eau Peptonée Tamponnée (EPT) (Difco)TM est un bouillon non sélectif utilisé dans les phases de pré-enrichissement, la régénération des échantillons et la préparation de la solution mère pour les analyses ;
- le bouillon Rappaport de Vassiliadis Soya Broth (BIORAD, France) est un bouillon sélectif de *Salmonella* spp. utilisé dans les phases d'enrichissement des échantillons pour les analyses ;
- la gélose Hektoen Enteric Agar (BIOSCIENCES, France) est un milieu sélectif utilisé pour l'isolement des salmonelles dans les aliments utilisés ;
- la gélose VRBL a été utilisée pour la recherche des coliformes totaux ;
- la gélose VRBG a été utilisée pour la recherche des entérobactéries ;
- le milieu PCA a servi à la recherche de la flore aérobie totale ;
- la gélose Baird Parker a été utilisé pour la recherche de *S. aureus* coagulase positive ;
- le milieu Sabouraud a été utilisé pour la recherche des levures et moisissures ;
- le milieu rapide *E. coli* 2 a servi à la recherche des souches de *E. coli*.
- la Gélose Nutritive (GN) a servi à la purification des souches et des isolats.

- le Bouillon Cœur Cerveille (BCC) et le glycérol ont été utilisés pour la conservation des souches et des isolats.
- les milieux mannitol mobilité, Kligler-Hajna, lysine-fer et Citrate de Simmons ont permis d'effectuer les tests d'identifications biochimiques.
- la gélose Mueller Hinton (MH) a servi à la réalisation de l'antibiogramme.

1.3.4. Amorces utilisées pour l'étude

Les amorces utilisées au cours de cette étude sont listées dans le tableau III. Il s'agit des amorces de *E. coli* et de *Salmonella* spp. avec la taille de leur paire de base.

Tableau III : Amorces de *E. coli* et de *Salmonella* spp. utilisées

Gènes	Séquence (5'-3')	Taille (pb)	Références
<i>E. coli</i>			
<i>bfpA</i>	F : CTACCAGTCTGCGTCTGATTCC R : CGTAGCCTTTTCGCTGAAGTACC	326	(Ohmura-Hoshino <i>et al.</i> , 2022)
<i>eaeA</i>	F : CTTCAAGTCGCGATCTCTGAACG R : GGTAAGTCTTGTGCGCTTTGGCT	1001	(Ohmura-Hoshino <i>et al.</i> , 2022)
<i>eastI</i>	F : CCATCAACACAGTATATCCGA R : GGTCGCGAGTGACGGCTTTGT	111	(Dadié <i>et al.</i> , 2014a)
<i>aggA</i>	F : AGACTCTGGCGAAAGACTGTATC R : ATGGCTGTCTGTAATAGATGAGAAC	194	(Dadié <i>et al.</i> , 2014a)
<i>st</i>	F : TCTGTATTATCTTTCCCCTCTTTTAGTC R : GTATTGTCTTTTTCACCTTTCGCTC	169	(Dadié <i>et al.</i> , 2014a)
<i>lt</i>	F : TCTCTATGTGCATACGGAGC R : CCATACTGATTGCCGCAAT	322	(Dadié <i>et al.</i> , 2014a)
<i>stx 1</i>	F : ACACTGGATGATCTCAGTGG R : CTGAATCCCCCTCCATTATG	614	(Yaron <i>et al.</i> , 2000)
<i>stx 2</i>	F : CCATGACAACGGACAGCAGT R : CCTGTCAACTGAGCACTTTG	779	(Yaron <i>et al.</i> , 2000)
ARNr 16S	F : GCAAGTCGAGCGGTAGCACAG R : CAGTGTGGCTGGTCATCCTCTC	260	(Gasparri <i>et al.</i> , 2018)
<i>Salmonella</i> spp.			
<i>invA</i>	F : ACAGTGCTCGTTTACGACCTGAAT R : AGACGACTGGTACTGATCTAT	244	(Amini <i>et al.</i> , 2010)
<i>spvC</i>	F : GTCCTTGCTCGTTTACGACCTGAAT R : TCTCTTCTGCATTTTCGTC	571	(Amini <i>et al.</i> , 2010)

1.3.5. Antibiotiques utilisés pour l'étude

Les antibiotiques utilisés pour la réalisation du travail sont consignés dans le Tableau IV ci-dessous. Il s'agit des antibiotiques de la famille des bêtalactamines, des aminosides, des quinolones et fluoroquinolones.

Tableau IV : Familles, Noms, Sigles et charges des antibiotiques utilisés

Familles	Antibiotiques	Sigles	Charge (µg)
Bêtalactamines	Ampicilline	AMP	25
	Amoxicilline	AML	25
	Amoxicilline + acide clavulanique	AMC	20 / 10
	Cloxacilline	OB	10
	Carbénycilline	CAR	100
	Céfoxitine	FOX	30
	Céfépime	FEP	30
	Céfixime	CFM	10
	Céfalotine	KF	30
Aminosides	Amikacine	AMI	30
	Gentamicine	GEN	10
	Streptomycine	STR	10
	Kanamycine	KAN	30
	Tobramycine	TOB	10
Quinolones	Ciprofloxacine	CIP	5
	Acide nalidixique	NAL	30
Fluoroquinolones	Norfloxacin	NXN	10
	Nitroxoline	NIR	30
Autres antibiotiques	Chloramphénicol	CHL	30
	Fosfomycine	FOS	50
	Tétracycline	TE	30

2. METHODES

2.1. Choix et description des zones d'étude

Les zones d'étude sont les villes d'Abidjan, Bouaké, Daloa et Yamoussoukro, situées respectivement au Sud, au Centre, au Centre Ouest et au Centre de la Côte d'Ivoire. Les sites d'étude sont les bas-fonds de Port-Bouët (autour du 43^{ème} Bima), de Yopougon (Bouguinisso) et Bingerville (Anan) pour la ville d'Abidjan. En ce qui concerne la ville de Bouaké, les sites d'étude sont les bas-fonds du marché de gros (situé dans le quartier Dougouba), de la caisse

(situé au marché de gros) et Tolakouadiokro (situé dans le quartier Tolakouadiokro). Pour la ville de Daloa, les sites d'étude sont les bas-fonds situés sur la route de Man (Batta), à l'entrée du quartier Fadiga et derrière la CIE. Les bas-fonds situés non loin de la Basilique (petit Bouaké), derrière la Présidence (petit Guiglo) et derrière la CIE ont constitué les sites d'étude de la ville de Yamoussoukro. Les sites d'étude sont situés en plein centre des différentes villes. La figure 16 présente la situation géographique des zones d'étude.

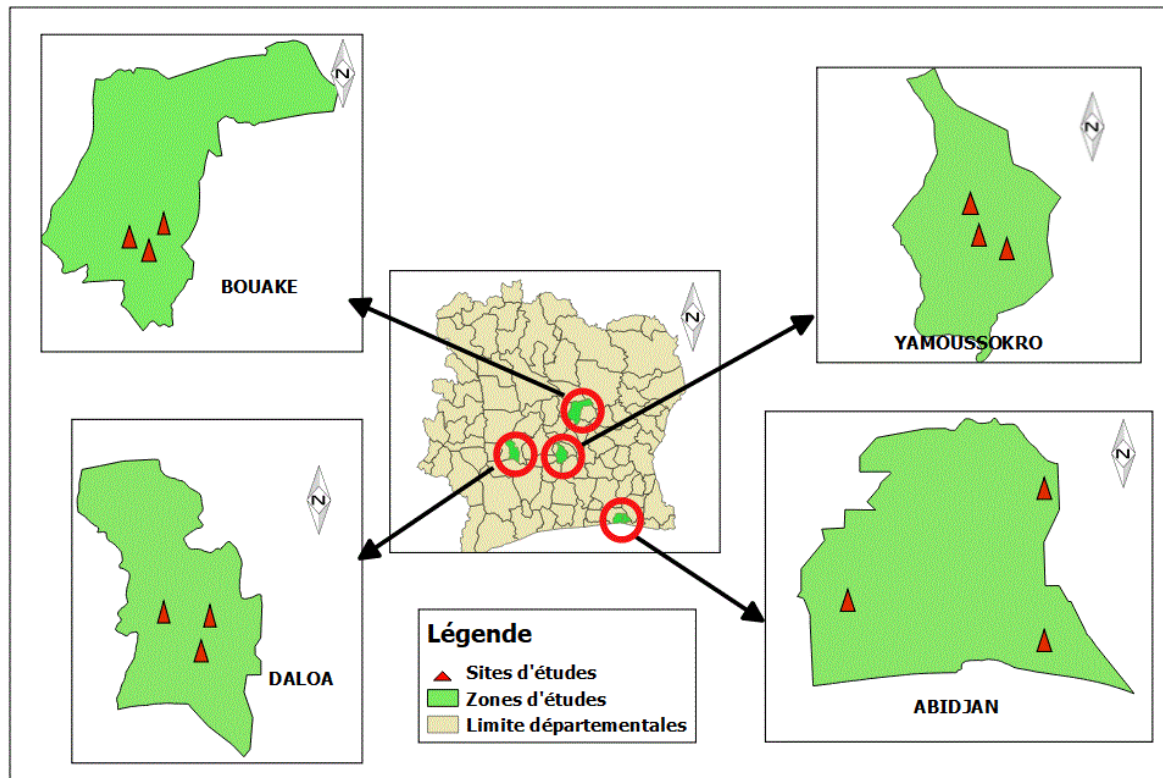


Figure 16 : Situation géographique des zones d'étude

2.2. Critères inclusifs et exclusifs des sites enquêtés

Le critère inclusif était la présence des sites en plein centre-ville en plus de la forte zone de production de laitue. Le critère exclusif était la localisation des sites dans les localités (villages et campements) très éloignées des différentes villes d'étude.

2.3. Techniques de collecte des données sur le terrain

2.3.1. Taille et répartition des acteurs à enquêter

Au cours des mois de janvier à décembre 2021, deux types d'enquête de terrain ont été menées dans les localités concernées. Il s'agit d'une enquête consommation et une enquête production. Elles ont pris en compte les consommateurs de laitue interrogés dans les rues et

aussi les producteurs recensés sur les sites de production des villes concernées. Pour mener l'enquête auprès des consommateurs et des producteurs de laitue recensés dans les rues et sur les sites situés dans les différentes localités, le sondage stratifié de la méthode aléatoire a été adopté. La population-mère a été l'ensemble des différents acteurs. Le choix de cette méthode se justifie par la disponibilité de l'effectif total des acteurs évoluant sur l'ensemble des sites des différentes localités. À partir de cet effectif total, la taille de l'échantillon a été calculée en se servant de la formule de calcul de l'échantillon établie par Adil EL Marhoum en 1999 qui est la suivante :

$$n = \frac{Z^2 P Q \cdot N}{e^2 (N - 1) + Z^2 P Q}$$

- n = Taille de l'échantillon;
- N = Taille de la population mère ;
- Z = Coefficient de marge (au seuil de confiance de 95 %, Z = 1,96) ;
- e = Marge d'erreur tolérée de 5 % soit 0,05 ;
- P = Proportion d'acteurs supposés avoir les caractères recherchés. Cette proportion varie entre 0 et 1 est une probabilité d'occurrence d'un événement. Dans le cas où l'on ne dispose d'aucune valeur de cette proportion, celle-ci est fixée à 50 % (0,5) ;
- Q = 1 – P.

En tenant compte de la population mère, la taille effective des différents acteurs à enquêter est mentionnée dans le Tableau V. Cependant pour des raisons de traitement statistique, tous les acteurs recensés ont été pris en compte pour l'enquête.

Tableau V : Population enquêtée par localité

Localités	Population mère		Population enquêtée	
	Consommateurs	Producteurs	Consommateurs	Producteurs
Abidjan	5.616.633	538	384	224
Bouake	832.371	216	384	138
Daloa	421.879	204	384	133
Yamoussoukro	340.234	168	384	117
Total	7.211.117	1126	1.536	612

2.3.2. Technique d'enquête auprès des acteurs impliqués

Une méthode d'engagement a été mise en place pour faciliter la réalisation des enquêtes. Pour ce qui est des consommateurs de laitue en salade, cette approche a consisté à présenter

brièvement le projet aux personnes concernées. Une fois leurs accords obtenus, l'enquête a pu être menée. En ce qui concerne les producteurs de laitue, une réunion a été organisée avec l'ensemble des responsables des producteurs dans les villes étudiées. Après leur engagement dans le projet, ils ont aidé à coordonner les interviews avec les producteurs concernés.

2.4. Echantillonnage des laitues auprès des producteurs

2.4.1. Collecte et transport des échantillons de laitues

Dans toutes les villes d'étude, trois sites ont été sélectionnés. Sur chaque site, trois différentes planches ont constitué un bloc d'étude. A la maturité de la culture, trois pieds de laitue (un échantillon) de 500 g ont été récoltés. Les échantillons de laitue ont été recouverts de papier aluminium stérile afin d'éviter d'éventuelles contaminations aux microorganismes et la photodégradation des pesticides. Ils ont été par la suite conditionnés dans un sachet stomacher. Ces sachets ont été soigneusement étiquetés avec un numéro d'identification individuel, puis transportés dans des glacières contenant des accumulateurs de froid jusqu'au laboratoire Cipharm pour des analyses toxicologiques. Un total de 120 échantillons de laitue à raison de 30 échantillons par villes d'étude a été prélevé. Par contre, soixante (60) échantillons de laitue a été prélevé, consistant en quinze (15) échantillons par zone d'étude, avec cinq (5) échantillons collectés sur chaque site. Ces échantillons ont été analysés pour le dosage des pesticides et des composés volatils.

2.4.2. Taille et répartition des échantillons collectés

En résumé, la taille des échantillons a été stratégiquement définie par rapport au nombre de producteurs visités. Cela permet d'obtenir une vue d'ensemble représentative des pratiques de culture de laitue dans les différentes régions ciblées pour cette étude.

2.5. Analyse microbiologique des échantillons de laitue

2.5.1. Préparation des milieux de culture

Les différents milieux de culture utilisés pour les différentes analyses sont préparés selon les prescriptions mentionnées sur les boîtes par les différents fabricants.

2.5.2. Préparation de la suspension mère et des dilutions décimales

Une quantité de 25 g de feuilles de laitue est pesée aseptiquement autour du bec Bunsen sur une balance électronique dans un sachet stérile et broyée au Stomacher. Un volume de 225 mL d'Eau Peptonée Tamponnée (EPT) stérile y est ajouté. Le mélange obtenu constitue la suspension mère (SM) qui est laissée au repos pendant 30 minutes. Ainsi, à l'aide d'une pipette

stérile, 1 mL de la suspension mère est introduit dans un tube à essai contenant 9 mL d'eau distillée stérile pour la réalisation des différentes dilutions. Le mélange est réalisé grâce à un agitateur de type vortex durant 5 à 10 secondes. Les opérations sont répétées jusqu'à l'obtention des dilutions souhaitées.

2.5.3. Enumération des germes dans les échantillons de laitue

A l'aide d'une pipette stérile, 1 mL de chaque dilution retenue de chaque échantillon est prélevé et transféré dans des boîtes de Pétri stériles. Puis, environ 20 mL de chaque milieu de culture préalablement préparé et maintenu en suffusion à 45°C sont coulés dans chaque boîte de Pétri. Pour l'énumération de la flore totale, la gélose PCA a été utilisée. Après ensemencement, homogénéisation et solidification de la gélose, les boîtes sont incubées 30 °C/24 à 72 H. Le dénombrement est significatif lorsque le nombre de germes relevé par boîte est compris entre 30 et 300 colonies. Concernant la flore fongique, le milieu Sabouraud au chloramphénicol a été pris en compte. Après ensemencement, homogénéisation et solidification de la gélose, les boîtes sont incubées 26 °C/5 jours. Le dénombrement est significatif lorsque le nombre de germes relevé par boîte est compris entre 30 et 300 colonies. La gélose VRBL a servi à l'énumération des coliformes totaux. Après ensemencement, homogénéisation et solidification de la gélose, les boîtes sont incubées à 30°C/24H. De même, la gélose VRBG a permis d'énumérer les entérobactéries. Les boîtesensemencées ont été incubées à 37°C /24 H. Le dénombrement est significatif lorsque le nombre de germes relevé par boîte est compris entre 15 et 150 colonies pour les deux deniers milieux de culture.

Pour le dénombrement de *Escherichia coli* et de *Staphylococcus aureus*, 0,1 mL des dilutions retenues est étalé sur les boîtes de Pétri. Les géloses ont été préalablement préparées et coulées dans les boîtes de Pétri. Ainsi, pour l'énumération de *E. coli*, le milieu Rapid *E. coli* 2 a été utilisé. Après étalement de l'inoculum sur la gélose, les boîtes sont incubées à 45 °C/24H. Les colonies bleutées comprises entre 15 et 150 colonies caractéristiques sont dénombrées. Quant à l'énumération de *S. aureus*, la gélose Baird Parker a été utilisée. Les boîtesensemencées sont incubées à 37 °C / 24-48 heures. Les colonies noires caractéristiques de *S. aureus*, et entourées d'une zone claire ont été prises en compte.

2.5.4. Recherche de *Salmonella* spp.

La recherche de *Salmonella* a été réalisée selon la norme NF ISO 6579-2007 en 4 étapes. D'abord, une étape de pré-enrichissement non sélectif de 25 g de broyat de laitues dans de l'eau peptonée tamponnée (E.PT) a été réalisée par incubation de la suspension mère à 37°C pendant 24 heures. Ensuite, un enrichissement sélectif en bouillon Rappaport de Vassiliadis (RV) a été

réalisé par transfert de 0,1 mL de la suspension de pré-enrichissement dans un tube à essai contenant 10 mL de bouillon Rappaport Vassiliadis puis le mélange final a été incubé à 42 °C pendant 24 heures. L'isolement et l'identification de *Salmonella* ont été réalisés par ensemencement par strie à la surface de la gélose Hektoen à l'aide d'une pipette Pasteur à partir du milieu d'enrichissement. Les boîtes de Pétri ont été ensuite retournées et incubées à 37 °C. Après 24 heures d'incubation, les boîtes ont été examinées afin de rechercher les colonies susceptibles d'être des salmonelles. Les colonies caractéristiques de *Salmonella* présentent des colonies vertes au centre noir. L'identification des souches suspectes de *Salmonella* a été faite par une caractérisation biochimique à travers le portoir réduit de Leminor (Figure 17).

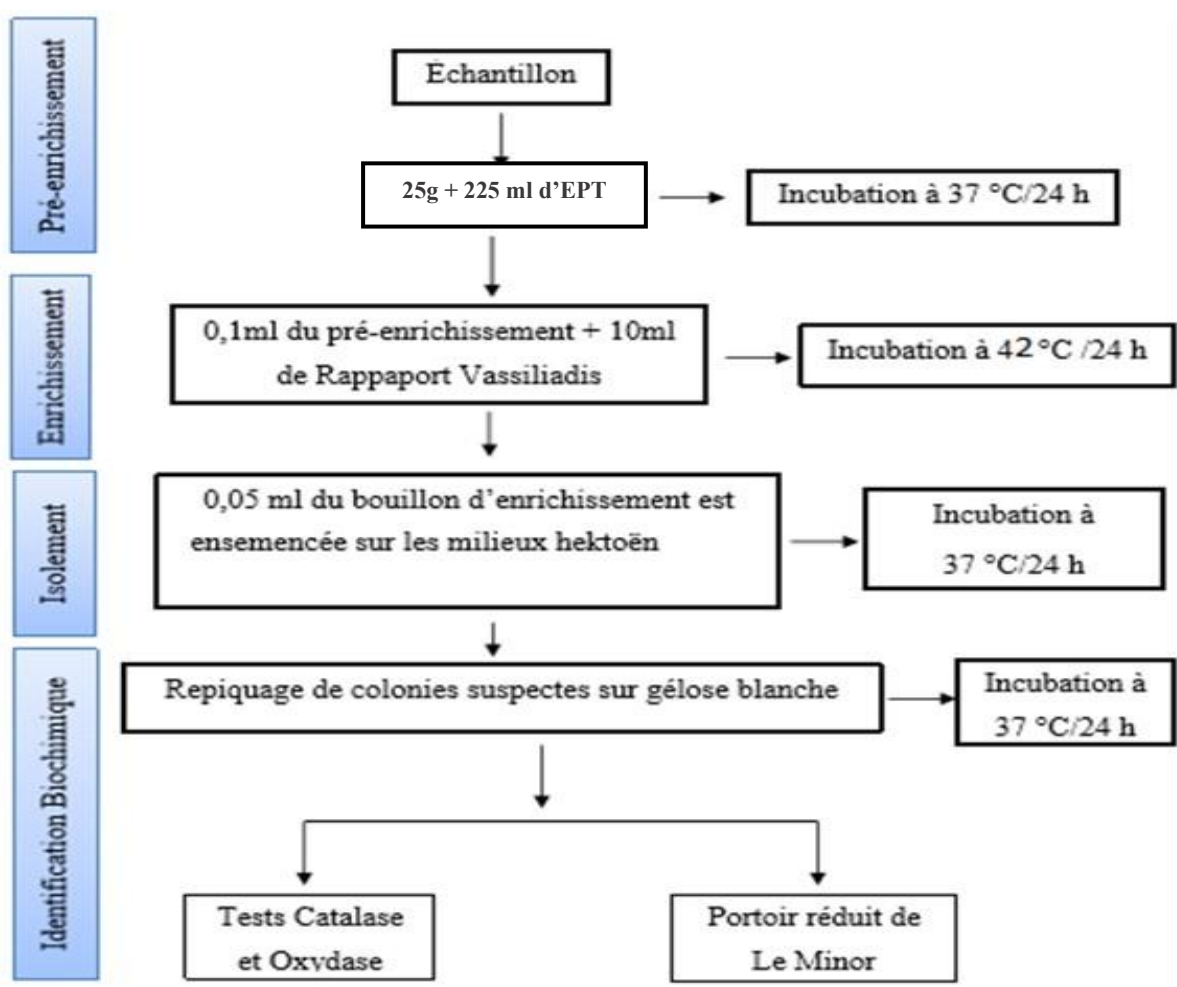


Figure 17 : Protocole pour la recherche des salmonelles

2.5.5. Expression des résultats de l'énumération

Le calcul du nombre de microorganismes d'unité formant colonies par gramme d'échantillon (UFC / g) à partir du nombre de colonies obtenues dans les boîtes de Pétri choisies est réalisé par l'équation décrite par Ndiaye *et al.* (2015) :

$$N = \frac{\Sigma Ci}{(N_1 + 0,1N_2)d \cdot V} \quad [2]$$

N : nombre de colonie en UFC / g d'aliment ;

ΣCi : somme des colonies caractéristiques comptées sur toutes les boîtes retenues ;

N1 : nombre de boîtes retenues à la première dilution ;

N2 : nombre de boîtes retenues à la seconde dilution ;

d : taux de dilution correspondant à la première dilution ;

V : volume de l'inoculum prélevé.

2.5.6. Méthode d'interprétation des résultats

Les résultats obtenus après analyse microbiologique sont comparés aux critères de référence et partant, apprécier la salubrité de l'échantillon analysé. Les résultats sont interprétés selon un plan à deux classes (satisfaisant ou conforme lorsque la valeur de la charge microbienne est inférieure ou égale au critère de référence, et non satisfaisant ou non conforme lorsque cette valeur est supérieure au critère).

2.5.7. Conservation des isolats de *E. coli* et de *Salmonella* spp.

Vingt (20) isolats de *E. coli* et *Salmonella* spp. ont été prélevés sur les différentes boîtes de Pétri. Ces isolats ont été introduits dans des cryotubes contenant du BCC et du glycérol puis conservés à -80°C pour la suite des travaux. Au total 80 isolats présumés de *E. coli* et *Salmonella* spp. soit 160 isolats ont été conservés.

2.6. Evaluation des risques microbiologiques liés au genre *Salmonella*

L'évaluation du risque lié au genre *Salmonella* dans la laitue (*Lactuca sativa* L.) a été effectuée suivant la méthode de la Commission du *Codex Alimentarius* (FAO/OMS, 1999). Elle s'est déroulée en 4 étapes qui sont : l'identification du danger, la caractérisation du danger, l'évaluation de l'exposition et la caractérisation du risque. L'étape de l'évaluation de l'exposition fournit un lien mathématique (modèle) entre la quantité de microorganismes ingérée et la fraction d'une population consommatrice qui deviendrait malade. Quant à celle de la caractérisation du risque, elle établit le risque de la survenue de la maladie pour une population donnée, (Coulibaly, 2015).

2.6.1. Identification du danger

Le pathogène choisi pour la présente étude a été le genre *Salmonella* qui appartient à la famille des *Enterobacteriaceae*. Les *Salmonella* sont des bacilles à Gram négatif, aéro-

anaérobies facultatifs non sporulant, habituellement mobiles grâce à des ciliatures péritriches (Lalatiána, 2006). Les salmonelles peuvent être isolées de l'intestin de nombreuses espèces animales. Elles peuvent en outre survivre dans le milieu extérieur. Les fruits et les légumes peuvent aussi contenir ces bactéries si le sol, dans lequel ils ont été cultivés, a été contaminé par des déchets animaux (Agossou *et al.*, 2014). Par ailleurs, de nombreuses études ont mentionné la contamination des légumes et principalement la laitue par *Salmonella* (Kroupitski *et al.*, 2009 ; Alio *et al.*, 2017).

2.6.2. Caractérisation du danger

La consommation d'un aliment contaminé par *Salmonella* dont le nombre aura atteint au moins 10^5 germes/g entraînera une toxi-infection alimentaire collective (TIAC). Elle cause très souvent la fièvre typhoïde qui peut même conduire jusqu'à la mort. Les signes cliniques sont : la diarrhée, les douleurs abdominales, les frissons, les fièvres, les vomissements, état de prostration, anorexie, céphalée... et varient en fonction de l'espèce, de l'âge et de l'état physiologique du consommateur (Harizi, 2009).

2.6.3. Evaluation de l'exposition

2.6.3.1. Schéma général du modèle d'évaluation

L'évaluation de l'exposition est basée sur des scénarios de consommation d'aliments contaminés (Anonyme, 2007). Pour ce qui concerne cette étude, 120 échantillons de laitue provenant des bas-fonds des différentes villes d'étude ont été achetés et analysés. Ce scénario suggère que la contamination de la laitue se produit sur le lieu de production. Ainsi, la concentration (C) de *Salmonella* dans la portion de salade est supposée être égale à sa concentration initiale (C0) dans les échantillons de laitue.

2.6.3.2. Evaluation des quantités de laitue ingérées et affections liées à leur consommation

Pour évaluer les portions de laitue consommées et les affections liées à leur consommation, une deuxième enquête, différente de la précédente a été réalisée. Elle a été menée auprès des consommateurs de laitue en salade vendue dans les rues des zones d'étude. Les informations recueillies étaient relatives à la quantité de laitue consommée, le moment de consommation, les caractéristiques des consommateurs et les principales affections liées à la consommation de laitue en salade. L'évaluation de la quantité de laitue consommée par personne, par repas et par jour a été effectuée au cours d'un entretien. Il s'agissait d'un échange pendant lequel le sujet a décrit les quantités de laitue achetées et consommées par repas et par

jour. Puis, ces quantités décrites par les consommateurs ont été achetées et pesées en vue de l'estimation de la quantité. Les masses des portions obtenues ont servi pour l'évaluation du risque.

2.6.3.3. Modélisation de l'évaluation de l'exposition

Le nombre de germes ingérés a été obtenu en multipliant la distribution de la concentration de *Salmonella* (C) par la distribution des tailles de portion (Q) de laitue consommée par repas par personne. La méthode utilisée pour réaliser cette opération était la simulation de Monte-Carlo. Elle permet d'envisager toutes les conséquences possibles d'une décision et d'évaluer l'impact du risque, pour une meilleure approche face à l'incertitude. La relation donnant le nombre de germes ingérés I (exprimé en UFC), par personne est la suivante.

$$I = Q \times C. [3]$$

L'utilisation de cette relation impliquait des données expérimentales pour les concentrations de *Salmonella* (exprimée en UFC/g) dans la laitue produite et vendue sur les marchés urbains et un sondage auprès des vendeuses des quantités de laitue consommées à chaque repas. Les données recueillies sur ces deux paramètres ont donné leurs distributions. L'incertitude sur les paramètres du modèle d'évaluation a été quantifiée par la méthode de bootstrap (Akmel *et al.*, 2017). Le terme de ré échantillonnage, ou, en anglais, "bootstrap" désigne un ensemble de méthodes qui consiste à faire de l'inférence statistique sur de "nouveaux" échantillons tirés à partir d'un échantillon initial. Ainsi, disposant d'un échantillon destiné à donner une certaine information sur une population, un nouvel échantillon de même taille n est obtenu suite à un tirage au sort effectué parmi la sous-population réduite à cet échantillon. Cette opération est répétée B fois, où B est grand (5.000 itérations). Ensuite, les nouvelles observations ainsi obtenues sont analysées pour affiner l'inférence faite sur les observations initiales.

2.6.4. Caractérisation du risque

La caractérisation intègre les résultats de l'identification des dangers, de la caractérisation des dangers et de l'évaluation de l'exposition pour obtenir une estimation des risques en effectuant une estimation quantitative de la probabilité et de la gravité des effets adverses susceptibles de se produire dans la population suite à la consommation de la laitue. Dans l'estimation probabiliste du risque, méthode utilisée dans cette étude, interviennent la distribution de la consommation et la distribution de la contamination de la population. Ensuite, par des simulations de Monte-Carlo, la distribution de l'ingestion du contaminant par la population est déterminée. En rapportant la valeur de la dose infectieuse (10^5 cellules

microbiennes) (Dromigny, 2012) à la distribution de l'ingestion du contaminant, l'intervalle de la valeur du risque pour 100.000 habitants est ainsi déterminé.

2.7. Evaluation des risques chimiques dans la laitue

L'évaluation des risques chimiques dans la laitue (*Lactuca sativa* L.) a été effectuée suivant la méthode décrite par la Commission du *Codex Alimentarius* (FAO/OMS, 1999). La procédure est la même que celle décrite dans la partie évaluation des risques liés au genre *Salmonella*. Ici, le poids des consommateurs a été pris en considération en lieu et place de la charge microbienne. Les résultats obtenus ont été comparés à la DJA et l'ARfD de chaque composé chimique pour déterminer le pourcentage de la population qui serait exposé aux risques chroniques et / ou aiguës des résidus de pesticides.

2.8. Caractérisations biochimiques des isolats de *E. coli* et *Salmonella* spp.

2.8.1. Frottis coloré

Une lame de verre sèche, nettoyée à l'alcool a été d'abord préparée. Une petite goutte d'eau stérile est déposée sur la lame. Une petite portion d'une colonie est prélevée aseptiquement à l'aide d'une anse de platine et déposée sur la lame. Un frottis a été réalisé en partant du centre de la lame et en décrivant avec l'anse, un mouvement circulaire de façon à obtenir un étalement mince et homogène. Le frottis est fixé et séché à l'air libre. La coloration a débuté par recouvert du frottis d'une solution de violet de gentiane (cristal violet). Une minute après le frottis est rincée à l'eau. La lame est recouverte à nouveau avec le lugol après 30 secondes la lame est rincée à l'eau comme précédemment décrit. La lame est recouverte de quelques gouttes d'alcool puis rincée systématiquement à l'eau. La lame a été couverte à nouveau de fuschine pendant une minute et rincée à l'eau. Elle est séchée et une observation a été faite au microscope x100 avec ajout de l'huile à immersion.

2.8.2. Test de catalase

L'enzyme catalase a pour effet de catalyser la décomposition du peroxyde d'hydrogène (eau oxygéné) en oxygène et eau.



Pour ce test, une goutte d'eau oxygéné a été déposée sur une lame de verre porte objet. Cette goutte est mise en contact avec une colonie isolée sur gélose autour de la flamme du Bec Bunsen. Le prélèvement a été réalisé à l'aide d'une pipette Pasteur stérile. La formation de

bulles d'air signifie que la bactérie est catalase positive. Dans le cas contraire, elle est qualifiée de catalase négative (Abdelali, 2016).

2.8.3. Test d'oxydase

Ce test a été effectué à l'aide d'un disque imprégné du réactif d'oxydase. Ce dernier est déposé sur une lame de verre porte objet. Une colonie isolée dans des conditions d'asepsie totale a été étalée sur le disque. Si le réactif vire au violet ou au mauve, la bactérie est dite oxydase positive (oxydase +). Dans le cas contraire, le test est négatif (Delarras, 2007).

2.8.4. Portoir réduit de Le Minor

Le portoir réduit de Le Minor contient en son sein un ensemble de milieux tels que l'urée-indole, le Kligler-Hajna, le Mannitol mobilité, la Lysine-fer et le citrate de Simmons. Dans cette étude, le portoir réduit de Le Minor a été uniquement réalisé sur les entérobactéries (bactéries Gram négatif, catalase positive et oxydase négative). Tous les milieux ont été préparés selon les prescriptions des fabricants.

2.8.4.1. Milieu urée-indole

Ce milieu a été utilisé pour la recherche d'uréase avec l'urée et la tryptophanase (tryptophane désaminase) au compte de l'indole. Pour ce faire, une suspension bactérienne a été réalisée dans 0,5 mL du milieu urée et incubé à 37 °C pendant 24 h. Le virage du milieu de l'orange au rose traduit la présence de l'uréase. En ce qui concerne l'indole, quelques gouttes du réactif KOVACS ont été ajoutées au milieu urée. La formation d'un anneau rouge vif à la surface du milieu après quelques temps traduit la présence d'indole dans le milieu.

2.8.4.2. Milieu Kligler-Hajna

Les tubes contenant 10 mL du milieu de culture ont été stérilisés à l'autoclave et refroidis en position inclinés en pente avec un culot de 3 cm. Ce milieu permet de mettre en évidence l'utilisation du lactose, du glucose, la production ou non de gaz et de sulfure d'hydrogène (H₂S). La méthode d'ensemencement consiste à ensemercer le culot par piqûre centrale du culot puis la pente par des stries serrées. Les tubes sont incubés à 37 °C et la lecture se fait après 18 à 24 h d'incubation. Lorsque la pente et le culot virent au jaune, cela signifie qu'on a respectivement lactose positif (lactose +) et glucose positif (glucose +). Dans le cas contraire nous avons lactose négatif (lactose -) et glucose négatif (glucose -). Le milieu se soulève lorsqu'il y a production de gaz (gaz +) avec des bulles. Dans le cas contraire, on a gaz négatif (gaz -). La présence de colonie noire dans le milieu traduit la présence de sulfure d'hydrogène (H₂S +) ou (H₂S -) dans le cas contraire.

2.8.4.3. Milieu Mannitol mobilité

Six (6) mL du milieu ont été répartis dans des tubes à essai et stérilisé à l'autoclave. L'ensemencement a été effectué par piqûre centrale autour de la flamme du Bec Bunsen avec la souche à tester. Il est réalisé à l'aide d'une pipette Pasteur stérile. Les tubes sont incubés à 37 °C pendant 24 h. Après ce temps, la lecture des résultats est réalisée. Le virage du milieu au jaune indique Mannitol positif et au rouge, Mannitol négatif. Les bactéries mobiles diffusent à partir de la ligne d'ensemencement en troublant le milieu faiblement gélosé. Les bactéries immobiles cultivent uniquement le long de la piqûre centrale (Delarras, 2007).

2.8.4.4. Milieu Lysine-fer

Sept (7) mL de ce milieu sont répartis dans des tubes à essai à vis autour de la flamme. Les tubes sont stérilisés et refroidis en position inclinés en pente avec un culot. Ce milieu permet de mettre en évidence la production de la Lysine décarboxylase (LDC) et de Lysine désaminase (LDA). La technique d'ensemencement a consisté à faire une piqûre centrale dans le culot et des stries serrées sur la pente. Les tubes ont été incubés à 37 °C pendant 24 h. Les interprétations sont faites en fonction des colorations observées :

- culot jaune : LDC -, glucose fermenté ;
- culot violet : LDC +, glucose non fermenté ;
- pente rouge vineuse : LDA + ;
- pente violette : LDA -.

2.8.4.5. Milieu Citrate de Simmons

Ce milieu a été également reparti dans des tubes à essai à raison de six (6) mL par tube. Les tubes ont été stérilisés puis refroidis en position inclinés en pente (sans culot). L'ensemencement a été réalisé par stries serrés sur la pente. Après incubation des tubes à 37 °C pendant 24 h, l'interprétation est faite. Le virage du milieu vert au bleu ou la présence de bactéries sur la pente traduit l'utilisation du citrate par la souche étudiée (citrate +). Le milieu vert signifie la non utilisation du citrate (citrate -).

2.9. Caractérisations moléculaires de *E. coli* et *Salmonella* spp.

2.9.1. Extraction d'ADN génomique

L'extraction de l'ADN des isolats a été menée suivant la méthode de Hassaïne *et al.* (2008). Les souches d'*E. coli* et de *Salmonella* spp. ont été repiquées sur gélose nutritive et incubées pendant 24 h à 37 °C puis cultivées dans 2 mL de bouillon cœur cervelle pendant 24 h à 37°C. La culture a été transvasée dans un tube Eppendorf de 1,5 mL puis centrifugée à 12

000 rpm pendant 6 minutes. Le surnageant a été renversé, puis au culot a été ajouté à 200 µL de tampon de lyse (2 % Triton 100X ; 1 % SDS ; 10 mM NaCl ; 10 mM Tris-HCl pH 8 ; 1 mM EDTA pH 8) et 0,3 g de billes de verre. Le mélange a été vortexé pendant 5 min et ensuite un volume de 500 µL de chloroforme isoamylique y a été ajouté. L'ensemble a été de nouveau centrifugé à 12 000 rpm pendant 6 minutes puis le surnageant a été recueilli dans un nouveau tube Eppendorf. A ce surnageant 200 µL d'éthanol absolu glacé préalablement a été ajouté puis une nouvelle centrifugation à 12 000 rpm pendant 7 minutes a été réalisée suivie du rinçage de l'ADN précipité avec l'éthanol à 70 %. Avant de procéder au séchage, le surnageant a été renversé. L'ADN extrait est dissout dans 50 µL de tampon TE 1X (0,01 M Tris pH 8 ; 0,001 M EDTA pH 8) puis conservé à - 20 °C.

2.9.2. Préparation du gel d'agarose

Un gel d'agarose de 1,5 % a été préparé pour la migration des produits d'amplification. La préparation a consisté à peser 1,5 g d'agarose puis à compléter 100 mL de tampon TAE 1X contenu dans un erlenmeyer. L'ensemble est porté à l'ébullition à une température de 100 °C dans un micro-onde jusqu'à l'obtention d'un mélange homogène. La solution obtenue a été coulée dans un moule muni de peignes. Après solidification, le gel est utilisé pour la réalisation de l'électrophorèse.

2.9.3. Amplification de la région de l'ARNr 16S

Cette amplification était basée sur la détection de la région de l'ARNr 16S des bactéries isolées. L'identification génotypique a été réalisée à partir d'une PCR simplexe (Besharat & Ahmad, 2018). Les isolats et les souches isolés ont été amplifiés dans un mélange réactionnel final de 20 µL. Le mélange était composé de 10 µL de la solution 2X Phusion Master Mix, 2 µL d'amorces (sens et antisens), 2 µL de la solution d'ADN et 6 µL d'eau stérilisée nucléase free. Le programme utilisé pour la PCR s'est réalisé en trois (3) étapes de façon automatisée :

- ✓ dénaturation initiale : elle consiste à la rupture des liaisons hydrogène des ADN doubles brins en ADN simple brin. Cette étape a été réalisée à 95 °C pendant 5 minutes ;
- ✓ Elle a été suivie de 35 cycles effectués comme suit :
 - dénaturation : elle a été réalisée à 94 °C pendant 30 secondes ;
 - hybridation : elle permet la fixation des amorces sens et antisens aux séquences d'ADN matrice. Elle s'est effectuée à 55 °C en 30 secondes ;
 - élongation ou polymérisation (extension) : cette étape permet à l'enzyme polymérase de synthétiser le brin complémentaire de l'ADN matrice à une température de 72 °C pendant une (1) minute ;

✓ élongation finale : Elle a été effectuée à 72 °C pendant 10 minutes.

A la fin de l'opération, les amplicons ont été mélangés à une solution de charge ADN 6X et séparés dans un gel d'agarose (Solon, Ohio 44139 USA) à 1,2 % dans une cuve à électrophorèse contenant 1000 mL du tampon 1X Tris-Acétate-EDTA (TAE 1X). La migration a été réalisée à 100 volts pendant 30 minutes. Après l'électrophorèse, le gel a été incubé dans une solution composée de 200 mL de tampon TAE 1X et 5 µL de l'agent intercalent GelRed (Nucleic Acid Stain). Pour finir, les gels ont été visualisés sous une lumière UV (Ultra-Violet). Les tailles des produits d'amplification ont été rapportées par comparaison avec un marqueur de poids moléculaire de 1 kb.

2.9.4. Recherche des gènes de virulence

2.9.4.1. Amplification des gènes de virulence

Pour déterminer la virulence des isolats de *E. coli* et *Salmonella* spp., une PCR multiplex a été réalisée. Le mélange réactionnel final était de 20 µL. Le mélange était constitué de 10 µL de solution 2X Phusion Master Mix, 2 µL d'amorces (sens et antisens), 2 µL de la solution d'ADN et 6 µL d'eau stérilisée nucléase free. Une dénaturation initiale à 94 °C pendant 5 minutes a été effectuée et soumis à 30 cycles d'amplification dans un thermocycleur d'ADN (Eppendorf Mastercycler Gradient). Le tableau VI présente les différents programmes d'amplification. A la fin de l'amplification, six microlitres (6 µL) du mélange réactionnel ont été analysés par électrophorèse sur gel sous-marin standard (agarose 1,5 % ; 5 V/cm) et les produits de la réaction ont été visualisés après avoir été colorés de 1 µL du tampon de charge 6X.

Tableau VI : Différents programmes d'amplification

Amorces	Type de PCR	Paramètres	Dénaturation initiale	Dénaturation	Hybridation	Elongation	Elongation finale	Nombre de cycles	Références
<i>aggA</i>	Simplex	Températures	94 °C	94 °C	55 °C	72 °C	72 °C	30	(Lindgren <i>et al.</i> , 2014)
		Temps	180 s	45 s	45 s	300	300		
<i>invA_spvC</i>	Multiplex	Températures	94 °C	94 °C	58 °C	72 °C	72 °C	35	(Pavon <i>et al.</i> , 2022)
		Temps	240 s	60 s	150 s	120 s	300 s		
<i>lt_st</i>	Multiplex	Températures	94 °C	94 °C	60 °C	72 °C	72 °C	35	(Lindgren <i>et al.</i> , 2014)
		Temps	300 s	45 s	60 s	60 s	60 s		
<i>bfpA_eaeA</i>	Multiplex	Températures	98 °C	98 °C	60 °C	68 °C	72 °C	30	(Ohmura-Hoshino <i>et al.</i> , 2022)
		Temps	120 s	10 s	30 s	60 s	420 s		
<i>stx1_stx2</i>	Multiplexe	Températures	95 °C	95 °C	58 °C	72 °C	72 °C	35	(Lindgren <i>et al.</i> , 2014)
		Temps	180 s	20 s	40 s	90 s	300 s		
<i>east1</i>	Simplexe	Températures	95 °C	95 °C	55 °C	72 °C	70 °C	30	(Yamamoto & Echeverria, 1996 ; Aslani <i>et al.</i> , 2011)
		Temps	120 s	30 s	120 s	120 s	600 s		

2.10. Profils de résistance aux antibiotiques des souches de *E. coli* et *Salmonella*

Pour ce travail, vingt (20) isolats de *E. coli* et vingt (20) isolats de *Salmonella* spp. isolés des laitues des différentes villes d'étude ont été utilisés. Soit quatre-vingt (80) isolats de *E. coli* et quatre-vingt (80) isolats de *Salmonella* spp. pour un total de 160 isolats. Vingt et un antibiotiques de différentes familles ont été utilisés pour évaluer la sensibilité des 160 isolats bactériennes à Gram négatif et identifiés. La gélose nutritive et le milieu Mueller-Hinton ont été préparés selon les prescriptions des fabricants. Une quantité de 20 mL des différents milieux ont été coulés dans chaque boîte de Pétri. La méthode utilisée est la technique de diffusion de l'antibiotique en milieu gélosé selon la méthode de Bauer *et al.* (1966). Cette technique se fait en plusieurs étapes. L'interprétation a été faite selon les recommandations du European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST) et le Comité d'Antibiogramme de la Société Française de Microbiologie (CA-SFM / EUCAST, 2021).

2.10.1. Préparation de l'inoculum

Des colonies pures de 18-24 h des souches de *E. coli* et *Salmonella* spp. obtenues sur la gélose nutritive incubée à 37 °C, ont été utilisées pour préparer un inoculum standardisé de 0,5 Mac Farland correspondant à 10^8 UFC/mL (CA-SFM / EUCAST, 2021). À partir de cet inoculum, 100 µL ont été prélevés et ajoutés à 10 mL d'eau physiologique (0,9 % de NaCl) de manière à obtenir un inoculum final avec une concentration de 10^6 UFC/mL.

2.10.2. Réalisation de l'antibiogramme

L'inoculum final a été utilisé pour ensemercer la gélose Mueller-Hinton par inondation à l'aide d'une pipette Pasteur stérile. L'excès de l'inoculum a été aspiré après inclinaison des boîtes. Les boîtes de Pétri ainsiensemencées sont laissées sécher pendant environ 15 min à température ambiante. Il est important d'éliminer l'excès de liquide pour éviter une surinondation des boîtes, surtout pour les bactéries Gram négatif. Après ensemencement, 21 disques imprégnés d'antibiotique (Bio-Mérieux, France) et appartenant à différentes familles d'antibiotiques ont été disposés à la surface de la gélose à l'aide d'une pince préalablement stérilisée. Un total de 7 disques au maximum a été disposé sur une boîte de Pétri de 90 mm de diamètre. Le nombre de disques déposés par boîte est limité du fait du chevauchement des zones d'inhibition et pour limiter les interférences entre les antibiotiques. Après le dépôt, les boîtes ont été laissées environ 15 min à la température ambiante (environ 25 °C) afin de permettre une pré diffusion des antibiotiques.

2.10.3. Lecture et interprétation des diamètres d'inhibition

Après incubation à 37 °C pendant 24 h, les diamètres des zones d'inhibition autour des disques d'antibiotiques ont été mesurés. Les souches ont ensuite été catégorisées Sensibles (S), Intermédiaires (I), ou Résistantes (R) en comparant ces diamètres aux diamètres critiques pour Entérobactéries (pour chaque antibiotique) fixées par le CA-SFM / EUCAST, 2021 (Tableau VII).

Tableau VII : Critères de catégorisation de la résistance aux antibiotiques selon les valeurs critiques

Catégorisation	Diamètre	Référence
Sensible (S)	$\emptyset \geq D$	CA-SFM / EUCAST, 2021
Intermédiaire (I)	$d \leq \emptyset < D$	
Résistant (R)	$d > \emptyset$	

D : Diamètre critique Maximal ; *d* : Diamètre critique minimal ; \emptyset : Diamètre lu après antibiogramme

2.11. Techniques d'analyse des pesticides

2.11.1. Extraction et séparation

Pour extraire les résidus de pesticides de la laitue, 50 g de broyat de laitue ont été prélevés puis 50 mL d'eau bidistillée et 100 mL d'acétone y ont été ajoutés. Ce mélange a été homogénéisé pendant 3 minutes à l'aide d'un mixeur Ultra Turax. L'homogénat obtenu a subi une filtration sur du papier Whatman contenant de la laine de verre et de l'anhydride sulfate de sodium. Pour séparer la phase aqueuse de la phase organique, 20 g de NaCl ont été ajoutés au filtrat puis le mélange a été secoué vigoureusement. Après l'agitation, le mélange est laissé au repos pendant quelques minutes dans une ampoule à décanter. Le surnageant a été recueilli puis son volume a été réduit à 10 mL à l'aide d'un évaporateur (BUCHI). Une colonne en verre contenant 20 g de fluorisil (ACROS) activé a été conditionnée avec 5 mL d'acétone. Les 10 mL d'extrait ont été passés dans la colonne, 1 à 2 gouttes par seconde. Le filtrat a été recueilli dans un ballon à fond rond et secoué pendant environ une minute puis laissé au repos pendant 10 à 15 minutes. Un aliquote de 5 mL du filtrat est évaporé à sec à 40 °C. Après l'évaporation, le ballon à fond rond est laissé refroidir pendant une minute. Les pesticides ont été récupérés avec 5 mL d'hexane et transvasés dans des vials pour la quantification des résidus de matières actives.

2.11.2. Dosage des résidus de pesticides

La détection des pesticides a été faite à l'aide d'une chaîne de CLHP (Waters alliance) munie d'un échantillonneur SIL-20A, d'une pompe LC-20AT, d'un réservoir TRAY, d'un dégazeur DGU-20A5, d'un four (CTO-20A) et d'un détecteur UV/VIS (SPD-20A). L'acquisition des données est faite à l'aide d'un ordinateur muni du logiciel LC solution. La phase mobile était constituée d'eau (10 % - 30 %) et d'acétonitrile de qualité Hipersolv (70 % - 90 %). L'élution a été réalisée en mode isocratique. La phase stationnaire était constituée d'une colonne en phase inverse Shim pack VPODS (250 L x 4,6). Les longueurs d'onde se sont situées entre 210 nm et 271 nm tandis que les volumes d'injection étaient 10 µL et 20 µL. La température du four a été fixée à 40 °C. Pour chaque pesticide, un étalonnage a été réalisé à partir du standard pur de la concentration connue. A partir de cet étalonnage, le pic du pesticide a été identifié sur les chromatogrammes des échantillons. Les surfaces des pics (standards et échantillons) ont permis de quantifier les différentes matières actives présentes dans les échantillons de laitue. Les différentes teneurs de pesticides ont été calculées à partir de la formule suivante :

$$C_p = \frac{S_c \times C_e \times V_2 \times V_f \times F}{S_e \times M_e \times V_1} \quad [4]$$

C_p : concentration de la matière active (mg / kg) ;

S_c : surface du pic de l'échantillon ;

S_e : surface du pic du standard ;

C_e : concentration du standard (mg / L) ;

V₁ : volume à purifier (L) ;

V₂ : volume après purification (L) ;

V_f : volume final (L) ;

M_e : masse de l'échantillon (kg) ;

F : facteur de dilution.

Les quantités de pesticide retrouvées dans les échantillons de laitue des différentes villes ont été comparées aux Limites Maximales de Résidus (LMR) fixées par l'Union Européenne (EU, 2018) et l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS, 2019). Cela a permis de déterminer l'acceptabilité des échantillons de laitue.

2.12. Recherche des composés volatils dans les laitues des zones d'étude

2.12.1. Extraction des composés volatils

L'extraction des composés volatils a été effectuée par la micro-extraction en phase solide (SPME) et leur identification a été réalisée grâce à la chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CG/SM) et aux indices de rétention relatifs.

2.12.2. Dosage des composés volatils

Le dosage des composés volatils a été effectué avec la méthode du gaz de tête (Kimmerer & Kozlowski, 1982). L'analyse des composés volatils des feuilles de laitue a été effectuée par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse. Les différents composés sont identifiés grâce à leur spectre de masse et à leurs indices de rétention. Quatre (4) grammes de laitue hachée ont été placés dans des bouteilles à gaz de tête de 20 mL et scellés hermétiquement. L'extraction des volatils a été effectuée par chauffage des échantillons à 90°C durant 30 minutes dans une unité automatique à température contrôlée (Hewlett-Packard 5890 Gaz chromatographe).

Après décantation et filtration, les extraits sont concentrés par évaporation du solvant à l'air libre, jusqu'à obtention de quelques millilitres de produits. L'analyse des substances volatiles est réalisée par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse, sur un appareillage Hewlett Packard type 5941. Le chromatographe est équipé d'une colonne capillaire en silice de 25 m x 0,20 mm de diamètre interne garnie de poly-diméthylsiloxane (C₂H₆OSi)_n. Le gaz vecteur est l'hélium avec un débit de 0,6 mL / min. Les températures de l'injecteur et du détecteur sont respectivement 220 et 240 °C. La programmation de température est 50 °C pendant 3 min puis 50-250 °C à raison de 3 °C par minute. Les spectres de masse sont enregistrés par un détecteur de type quadripôle et l'ionisation est réalisée par impact électronique sous un potentiel de 70 eV. Les composés volatils ont été identifiés par leur spectre de masse.

2.13. Analyses statistiques

Les différentes données recueillies sont traitées sur Excel 2021. Le logiciel MATLAB R2016b a été utilisé pour l'évaluation des risques microbiologiques et chimiques. Pour le dosage des pesticides, les données ont été traitées à l'aide du logiciel LC solution. Le logiciel Past 4.17 a été utilisé pour la comparaison des teneurs de composés volatils et le traitement des données des pesticides entre les différents sites. Les résultats des traitements sont présentés sous forme de tableaux, de camemberts, d'histogrammes, de courbes et de box plot.

**TROISIEME PARTIE :
RESULTATS ET DISCUSSION**

I. CARACTERISTIQUES SOCIO DEMOGRAPHIQUES DE LA PRODUCTION ET LA CONSOMMATION DE LA LAITUE DANS LES VILLES D'ABIDJAN, BOUAKE, DALOA ET YAMOOUSSOUKRO

1. RESULTATS

1.1. Profil des cultivateurs urbains de laitue des villes d'étude

La laitue est produite par les deux genres (masculin et féminin) dans toutes les villes d'étude. La production de la laitue est dominée par le genre masculin pour les villes d'Abidjan, Bouaké et Yamoussoukro avec les taux respectifs de 56,25 % ; 53,62 % et 55,56 % contre les taux de 43,75 % ; 46,38 % et 44,44 % pour le genre féminin. Seule dans la ville de Daloa, cette activité de production est dominée par le genre féminin avec un taux de 60,15 % contre celui de 39,85 % Pour le genre masculin. L'âge des producteurs varie entre 30 et 60 ans dans les quatre (4) villes investiguées. Ils sont majoritairement de nationalité Burkinabé avec un pourcentage estimé à 45,09 % à Abidjan. Les ivoiriens sont plus intéressés par cette activité dans les villes de Bouaké (45,65 %), Daloa (73,69 %), et Yamoussoukro (58,97 %). La majorité des producteurs de laitue des différentes villes d'étude sont des illettrés (Tableau VIII, Tableau IX Tableau X et Tableau XI). Les planches de laitues et les sources d'eau d'arrosage des laitues sont présentées en annexe 3.

Tableau VIII : Profil des cultivateurs urbains de laitue à Abidjan

		Fréquence	Pourcentage (%)
Age	< 30 ans	31	13,84
	30-60 ans	186	83,03
	> 60	7	3,13
Genre	Masculin	126	56,25
	Féminin	98	43,75
Nationalité	Ivoirienne	92	41,07
	Burkinabé	101	45,09
	Malienne	31	13,84
Niveau d'étude	Non-scolarisé	161	71,87
	Primaire	48	21,43
	Secondaire	15	6,7

Tableau IX : Profil des cultivateurs urbains de laitue à Bouaké

		Fréquence	Pourcentage (%)
Age	< 30 ans	21	15,21
	30-60 ans	109	79
	> 60	8	5,79
Genre	Masculin	74	53,62
	Féminin	64	46,38
Nationalité	Ivoirienne	63	45,65
	Burkinabé	51	36,96
	Malienne	24	17,39
Niveau d'étude	Non-scolarisé	78	56,52
	Primaire	46	33,33
	Secondaire	14	10,15

Tableau X : Profil des cultivateurs urbains de laitue à Daloa

		Fréquence	Pourcentage (%)
Age	< 30 ans	22	16,54
	30-60 ans	105	78,95
	> 60	6	4,51
Genre	Masculin	53	39,85
	Féminin	80	60,15
Nationalité	Ivoirienne	98	73,69
	Burkinabé	23	17,29
	Malienne	12	9,02
Niveau d'étude	Non-scolarisé	96	72,18
	Primaire	25	18,8
	Secondaire	12	9,02

Tableau XI : Profil des cultivateurs urbains de laitue à Yamoussoukro

		Fréquence	Pourcentage (%)
Age	< 30 ans	19	16,24
	30-60 ans	86	73,5
	> 60	12	10,26
Genre	Masculin	65	55,56
	Féminin	52	44,44
Nationalité	Ivoirienne	69	58,97
	Burkinabé	36	30,77
	Malienne	12	10,26
Niveau d'étude	Non-scolarisé	97	82,91
	Primaire	15	12,82
	Secondaire	5	4,27

1.2. Principaux intrants utilisés pour la culture de la laitue

Tous les producteurs (100 %) d'Abidjan et de Yamoussoukro utilisent l'eau de puits non protégés pour l'arrosage de la laitue. En ce qui concerne les villes de Bouaké et Daloa, 37,68 % et 76,69 % des producteurs enquêtés utilisent respectivement l'eau de puits non protégés pour l'arrosage des laitues. Par contre, 62,32 % et 23,31 % des producteurs utilisent respectivement l'eau de surface pour l'arrosage des laitues dans ces mêmes villes. Les fientes de volaille et les engrais chimiques sont utilisés par les enquêtés comme fertilisant dans les villes d'Abidjan (25,89 %), Bouaké (73,91 %), Daloa (37,59 %) et Yamoussoukro (62,39 %). Les producteurs de laitue à Abidjan (74,11 %), Bouaké (26,09 %), Daloa (62,41 %) et Yamoussoukro (37,61 %) utilisent un mélange de fientes de volaille, de bouses de vache et d'engrais chimiques pour la fertilisation des planches. Tous les producteurs (100 %) des villes d'étude utilisent des pesticides (Tableau XII, XIII, XIV et XV).

Tableau XII : Principaux intrants utilisés pour la culture urbaine de la laitue à Abidjan

Intrants	Fréquences	Pourcentages (%)
Eau de puits non protégés	224	100
Eau de surface	0	0
Fientes de volaille et engrais chimiques	58	25,89
Fientes de volaille, bouses de vache et engrais chimiques	166	74,11
Pesticides	224	100

Tableau XIII : Principaux intrants utilisés pour la culture urbaine de la laitue à Bouaké

Intrants	Fréquences	Pourcentages (%)
Eau de puits non protégés	52	37,68
Eau de surface	86	62,32
Fientes de volaille et engrais chimiques	102	73,91
Fientes de volaille, bouses de vache et engrais chimiques	36	26,09
Pesticides	138	100

Tableau XIV : Principaux intrants utilisés pour la culture urbaine de la laitue à Daloa

Intrants	Fréquences	Pourcentages (%)
Eau de puits non protégés	102	76,69
Eau de surface	31	23,31
Fientes de volaille et engrais chimiques	50	37,59
Fientes de volaille, bouses de vache et engrais chimiques	83	62,41
Pesticides	133	100

Tableau XV : Principaux intrants utilisés pour la culture urbaine de la laitue à Yamoussoukro

Intrants	Fréquences	Pourcentages (%)
Eau de puits non protégés	117	100
Eau de surface	0	0
Fientes de volaille et engrais chimiques	73	62,39
Fientes de volaille, bouses de vache et engrais chimiques	44	37,61
Pesticides	117	100

1.3. Affection et symptômes caractéristiques à *Salmonella* spp. liées à la consommation de la laitue produite dans les villes d'étude

Aucun consommateur n'était malade lors des enquêtes. Mais, des symptômes potentiels antérieurs associés à une infection alimentaire relative à la consommation de la laitue ont été rapportés par 77,38 % des consommateurs à Abidjan, 74,23 % à Bouaké, 77,4 % à Daloa et 72,15 % à Yamoussoukro. Les affections les plus évoqués seraient les douleurs abdominales, les nausées, les vomissements, les diarrhées et des fortes fièvres. Ces signes cliniques ou symptômes seraient les principaux marqueurs des fièvres typhoïdes ou paratyphoïdes et salmonelloses non typhiques (Figure 18, 19, 20 et 21).

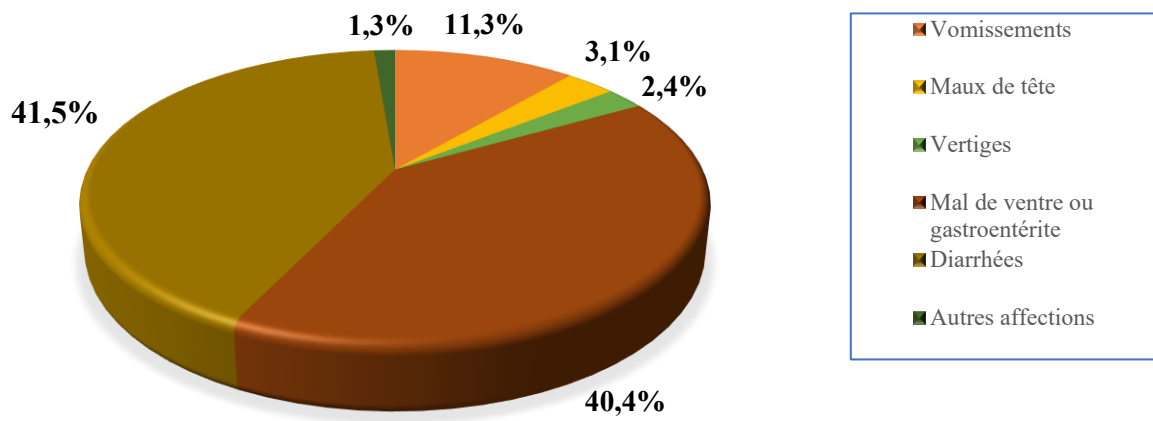


Figure 18 : Affections et symptômes liés à la consommation de la laitue à Abidjan

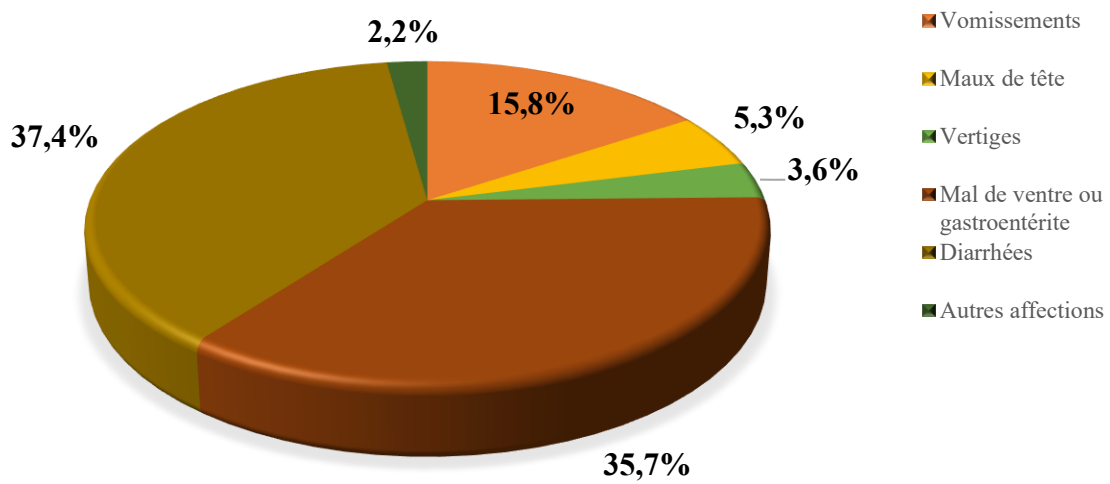


Figure 19 : Affections et symptômes liés à la consommation de la laitue à Bouaké

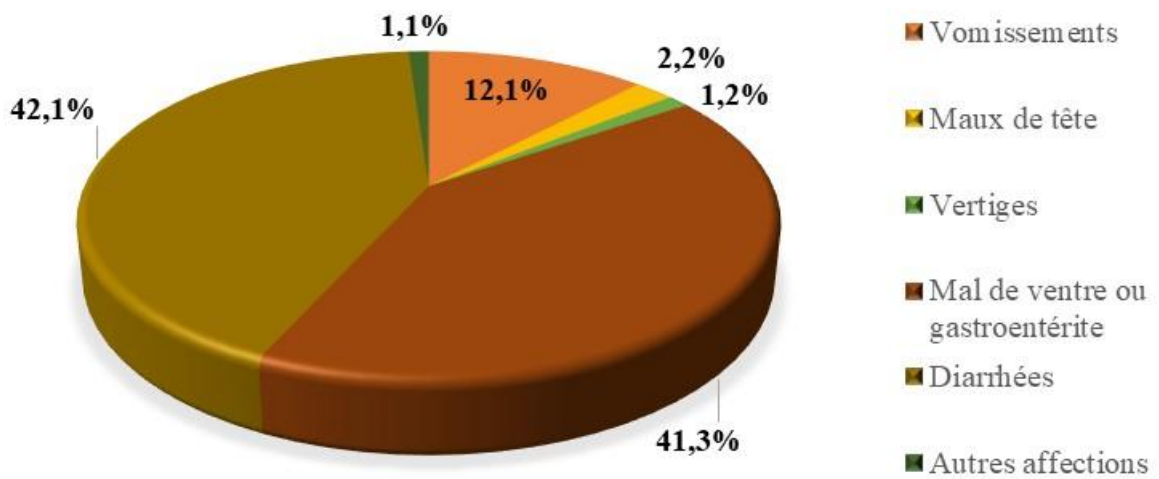


Figure 20 : Affections et symptômes liés à la consommation de la laitue à Daloa

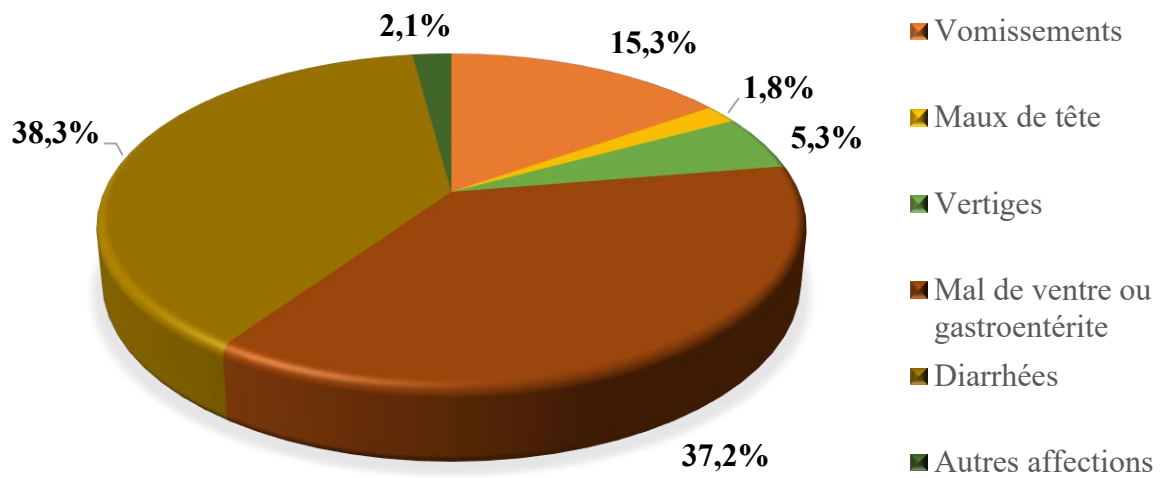


Figure 21 : Affections et symptômes liés à la consommation de la laitue à Yamoussoukro

2. DISCUSSION

L'agriculture urbaine et notamment la production de laitue, connaît un développement important à la fois pour les hommes et les femmes dans les villes d'Abidjan, Bouaké, Daloa et Yamoussoukro. C'est une activité pratiquée par les deux genres. Elle est dominée par le genre féminin (60,15 %) contre 39,85 % pour le genre masculin dans la ville de Daloa. Ces données sont en accord avec les résultats des travaux de Kouassi *et al.* (2019) qui ont montré dans une étude similaire que la production de laitue urbaine était dominée par le genre féminin dans 58,1 % des cas contre 41,9 % pour les hommes. En revanche, cette activité est plus pratiquée par le sexe masculin dans les villes d'Abidjan (56,25 %), Bouaké (53,62 %) et Yamoussoukro (55,56 %). Les travaux de Bâ *et al.* (2018) dans une récente étude réalisée à Dakar au Sénégal ont fait ressortir que l'activité de maraîchage était dominée par les hommes dans 95 % des cas. Par ailleurs, selon Alio *et al.* (2017), la production urbaine de laitues est exclusivement réservée au sexe masculin dans la majorité des cas (100 %). Kouassi *et al.* (2024) ont également montré dans une récente étude que cette activité était dominée par les hommes. L'apparition dominante de la gente féminine au niveau de la ville de Daloa pourrait avoir une explication purement locale. En réalité, dans les zones agricoles dominées par les cultures de rentes, principale activité des hommes, les cultures vivrières, comme les cultures maraîchères sont délaissées aux femmes. La forte implication des hommes dans cette activité dans les villes d'Abidjan, Bouaké et Yamoussoukro pourrait s'expliquer par l'indisponibilité foncière. Le taux des femmes en dessous de la moyenne dans ces villes s'expliquerait par la pénibilité des travaux de maraîchage. A cela, s'ajouterait le fait que les femmes soient généralement spécialisées dans la commercialisation des récoltes agricoles (N'diaye *et al.*, 2021). Mais aussi par le manque de financement des activités maraîchères. L'omniprésence des séniors, voire des retraités, demandeurs de revenus supplémentaires (Bâ *et al.*, 2016) et sûrement la pénibilité des travaux (repiquage et irrigation) font que l'âge des producteurs enquêtés dans les villes d'étude est compris entre 30 et 60 ans. Ce résultat est en inadéquation avec ceux de N'diaye *et al.* (2021). En effet, selon une étude menée à Casamance au Sénégal, l'âge des producteurs urbains se situe entre 20 et 80 ans. De même, l'âge des producteurs dans une étude réalisée sur le site de Kollo (Niamey), oscille de 17 à 70 ans (Boukary *et al.*, 2023).

Le maraîchage à Abidjan est surtout pratiqué par les Burkinabés dans 45,09 % des cas. En revanche, les Ivoiriens accordent une importance particulière au maraîchage dans les villes de Bouaké (45,65 %), Daloa (73,69 %), et Yamoussoukro (58,97 %) sur les sites investigués. Ces résultats corroborent ceux de Ganacadja *et al.* (2022). En effet, pour ces auteurs, la production maraîchère est majoritairement effectuée par les non nationaux avec un taux de

87,87 %. Ce résultat provient d'une étude menée sur l'analyse de quelques caractéristiques de la filière maraîchère dans trois provinces du Gabon. Kouassi *et al.* (2024) ont montré dans leurs études que le maraîchage est dominé par les ivoiriens. La bonne implication des ivoiriens dans le maraîchage à Bouaké, Daloa et Yamoussoukro pourrait être due au fait que ces derniers s'adonnent de plus en plus à cette activité. Mais aussi par le fait que l'agriculture demeure encore la principale activité des populations autochtones de Bouaké, Daloa et Yamoussoukro contrairement aux populations très diversifiées de la ville d'Abidjan. Les pourcentages d'analphabètes (71,87 % ; 56,52 % ; 72,18 % et 82,91 %) obtenus de cette étude respectivement dans les zones investiguées sont supérieurs au 34 % d'illettrés rapportés par Sandrine *et al.* (2017). Ce taux d'illettrés d'analphabètes s'expliquerait par le fait que le maraîchage ne nécessite pas forcément un niveau d'instruction assez élevé. Toutefois, le niveau d'instruction impacte la maîtrise des Bonnes Pratiques Agricoles (BPA). Le taux des producteurs illettrés au niveau de la ville de Daloa (72,18 %) découlerait du fort taux d'illettrés dans les populations de la région du Haut-Sassandra (61,9 %) selon le RGPH (2014).

L'enquête a aussi révélé que tous les producteurs (100 %) utilisent l'eau de puits non protégés pour l'arrosage des laitues dans les villes d'Abidjan et de Yamoussoukro. Par contre, 37,68 % et 76,69 % des maraîchers enquêtés utilisent respectivement l'eau de puits non protégés pour l'arrosage des laitues dans les villes de Bouaké et Daloa. Aussi, dans ces même villes, 62,32 % et 23,31 % des producteurs utilisent respectivement l'eau de surface pour l'arrosage des laitues. Ces pratiques à risque ont été rapportées par N'guessan (2016) qui a montré dans une étude que les producteurs urbains utilisent l'eau de puits pour l'irrigation. De même, Kouassi *et al.* (2019) ont montré que les producteurs de laitue utilisent l'eau de surface pour l'arrosage. Les fientes de volaille et les engrais chimiques sont utilisés par les enquêtés comme fertilisant dans les villes d'Abidjan (25,89 %), Bouaké (73,91 %), Daloa (37,59 %) et Yamoussoukro (62,39 %). Ces résultats corroborent ceux trouvés par Tahouri (2016), De Bon *et al.* (2019) et Yeo *et al.* (2022) dans leurs différents travaux. Les producteurs de laitue à Abidjan (74,11 %), Bouaké (26,09 %), Daloa (62,41 %) et Yamoussoukro (37,61 %) utilisent un mélange de fientes de volaille, de bouses de vache et d'engrais chimiques pour la fertilisation des planches. Ces données vont de pair avec les résultats de Boukary *et al.* (2023) affirmant que des producteurs urbains utilisent de la fumure organique associée à deux types d'engrais chimique (NPK et Urée). L'utilisation de ces engrais prouve que les sols cultivables sont de plus en plus pauvres en éléments nutritifs. Tous les producteurs (100 %) des villes d'étude utilisent des pesticides. Ce résultat est contraire à celui de Boukary *et al.* (2023) qui ont montré

que 74 % des producteurs utilisent des produits chimiques. L'utilisation des pesticides pourrait s'expliquer par la forte présence des maladies et des ravageurs de culture.

Par ailleurs, les résultats ont montré que 77,38 % des consommateurs à Abidjan, 74,23 % à Bouaké, 77,4 % à Daloa et 72,15 % à Yamoussoukro ont développé des maladies suite à la consommation des laitues. Les symptômes détectés sont les marqueurs des fièvres typhoïdes ou paratyphoïdes et salmonelloses non typhiques. Cela pourrait s'expliquer par l'utilisation non rationnelle de la fiente de volaille et la bouse de vache comme fertilisant par les producteurs. Certains producteurs semblent moins bien maîtriser les doses d'apport d'engrais (FAO, 2021). A cela s'ajoute l'irrigation des plants avec l'eau de surface, l'eau de puits non protégés et des eaux usées dans des arrosoirs. En effet, ces méthodes conduisent à une contamination microbienne des produits. Donc à une épidémiologie complexe des *Salmonella* spp. (Alio *et al.*, 2017).

3. CONCLUSION PARTIELLE

Cette étude a porté sur l'enquête socio démographique des villes d'Abidjan, Bouaké, Daloa et Yamoussoukro. Elle a révélé que la laitue est produite par les deux genres dans toutes les villes d'étude. L'âge des maraîchers varie entre 30 et 60 ans dans les villes investiguées. Le maraîchage est pratiqué par les non nationaux et les nationaux dans les différentes zones d'étude. La majorité des producteurs de laitue des différentes villes d'étude sont des illettrés avec un taux moyen de 56,52 %. L'eau de puits non protégée et l'eau de surface sont utilisées par les maraîchers pour l'arrosage des plants. Aussi, les fientes de volaille les engrais chimiques et un mélange de fiente de volaille, de bouse de vache et d'engrais chimique ont été utilisés par les producteurs pour la fertilisation des planches. Par ailleurs, tous les producteurs (100 %) des quatre villes investiguées utilisent des pesticides. La production maraîchère dans les différentes villes d'étude se fait dans des conditions difficiles. Ce qui fait que les affections enregistrées au cours de cette étude sont caractéristiques à *Salmonella* spp. Pour produire des laitues de bonnes qualités, les autorités compétentes doivent non seulement former les producteurs aux Bonnes Pratiques Agricoles (BPA) mais aussi au Plan de Gestion des Pesticides (PGP).

II. QUALITE SANITAIRE DE LA LAITUE DE PRODUCTION URBAINE A ABIDJAN, BOUAKE, DALOA ET YAMOOUSSOUKRO

1. RESULTATS

1.1. Caractéristiques microbiologiques des laitues produites dans les villes d'étude

Les analyses microbiologiques réalisées ont permis d'apprécier la qualité microbiologique de la laitue produite dans les villes d'Abidjan, Bouaké, Daloa et Yamoussoukro. Toutes les laitues des sites d'étude analysées sont contaminées par des flores d'altération. En effet, les charges maximales en coliformes totaux en unité formant colonies par gramme de laitue analysé étaient de $9,03.10^6 \pm 3,54.10^4$ à Abidjan ; $9,37.10^6 \pm 2,12.10^4$ à Bouaké ; $9,53.10^6 \pm 3,54.10^4$ à Daloa et $9,23.10^6 \pm 3,54.10^4$ à Yamoussoukro. Par contre, celle des entérobactéries étaient de $2,82.10^6 \pm 5,66.10^4$, $1,73.10^6 \pm 7,07.10^4$, $2,68.10^6 \pm 1,13.10^5$, $2,99.10^6 \pm 1,56.10^5$ respectivement pour les villes d'Abidjan, de Bouaké, de Daloa et de Yamoussoukro. En revanche, les charges importantes en germes aérobies mésophiles ont été enregistrées. Ces charges étaient de $5,37.10^9 \pm 9,19.10^7$ UFC/g à Abidjan ; $7,10.10^9 \pm 1,41.10^8$ UFC/g à Bouaké ; $7,00.10^9 \pm 1,48.10^5$ UFC/g à Daloa et $5,37.10^9 \pm 8,49.10^7$ UFC/g à Yamoussoukro. Celles des levures et moisissures étaient $8,43.10^6 \pm 3,54.10^4$ à Abidjan ; $8,10.10^6 \pm 7,07.10^4$ à Bouaké ; $8,13.10^6 \pm 3,54.10^4$ à Daloa et $8,13.10^6 \pm 3,54.10^4$ à Yamoussoukro. Des germes potentiellement pathogènes tels que *E. coli* et *S. aureus* ont également été retrouvés dans les échantillons analysés. *E. coli* étaient présent avec des charges en unité formant colonies par gramme de laitue analysée de $9,48.10^5 \pm 4,00.10^4$ à Abidjan ; $6,79.10^6 \pm 2,74.10^5$ à Bouaké ; $5,85.10^6 \pm 4,95.10^5$ à Daloa et $8,48.10^5 \pm 2,52.10^4$ à Yamoussoukro. Par contre, celles enregistrées au niveau de *S. aureus* étaient $5,54.10^6 \pm 5,66.10^4$ à Abidjan ; $9,60.10^5 \pm 2,83.10^4$ à Bouaké ; $5,95.10^6 \pm 2,12.10^5$ à Daloa et $8,35.10^5 \pm 3,54.10^4$ à Yamoussoukro. Les charges importantes enregistrées sur le pathogène *Salmonella* spp. étaient respectivement de $5,65.10^2 \pm 2,12.10^1$; $7,74.10^2 \pm 2,33.10^1$; $6,14.10^2 \pm 3,68.10^1$ et $7,48.10^2 \pm 3,11.10^1$ dans les villes d'Abidjan, Bouaké, Daloa et Yamoussoukro. Toutes ces bactéries ont été retrouvées dans les laitues des villes d'étude avec des charges supérieures aux normes prévues pour les légumes (laitue) (Tableau XVI, XVII, XVIII et XIX).

Tableau XVI : Charges (UFC / g) des germes isolés dans les laitues de la ville d'Abidjan

Sites	EL Abj	CT	Entérobactéries	GAM	LM	<i>E. Coli</i>	<i>Salmonella</i> spp.	<i>S. aureus</i>
S1	E1	$2,05.10^4 \pm 7,07.10^2$ a	$4,75.10^4 \pm 7,07.10^2$ a	$4,20.10^7 \pm 2,78.10^6$ a	$6,88.10^4 \pm 1,06.10^3$ a	$4,45.10^4 \pm 3,54.10^3$ a	$5,25.10^2 \pm 2,12.10^1$ ab	$7,20.10^5 \pm 2,83.10^4$ a
	E2	$3,15.10^5 \pm 7,78.10^3$ bf	$1,50.10^4 \pm 7,07.10^2$ a	$1,68.10^7 \pm 1,06.10^6$ a	$5,10.10^4 \pm 1,41.10^3$ a	$7,91.10^4 \pm 1,15.10^4$ bc	$4,85.10^2 \pm 2,12.10^1$ c	$3,45.10^5 \pm 6,36.10^4$ h
	E3	$3,73.10^5 \pm 3,54.10^3$ g	$1,40.10^4 \pm 1,41.10^3$ a	$3,25.10^7 \pm 2,12.10^6$ a	$7,03.10^5 \pm 9,55.10^4$ g	$5,40.10^4 \pm 2,83.10^3$ h	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ d	$6,15.10^5 \pm 2,12.10^4$ i
	E4	$3,49.10^2 \pm 1,48.10^1$ a	$1,95.10^5 \pm 2,12.10^4$ e	$1,89.10^7 \pm 9,19.10^5$ a	$2,63.10^4 \pm 6,72.10^3$ a	$6,88.10^5 \pm 1,10.10^5$ df	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ d	$1,25.10^5 \pm 3,54.10^4$ f
	E5	$3,61.10^5 \pm 8,49.10^3$ fg	$2,03.10^5 \pm 1,06.10^4$ e	$3,25.10^8 \pm 2,07.10^7$ e	$7,75.10^5 \pm 7,42.10^3$ g	$3,73.10^4 \pm 2,35.10^3$ bf	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ d	$4,30.10^4 \pm 2,83.10^3$ g
	E6	$6,67.10^6 \pm 9,90.10^4$ h	$2,08.10^5 \pm 1,06.10^4$ e	$2,45.10^9 \pm 7,14.10^7$ f	$2,75.10^5 \pm 2,12.10^4$ h	$4,67.10^4 \pm 1,88.10^3$ cf	$4,30.10^2 \pm 2,83.10^1$ f	$3,35.10^5 \pm 4,95.10^4$ dh
	E7	$3,70.10^2 \pm 1,41.10^1$ a	$3,05.10^5 \pm 7,07.10^3$ f	$6,55.10^8 \pm 7,07.10^6$ g	$4,93.10^5 \pm 3,54.10^3$ di	$9,48.10^5 \pm 4,00.10^4$ f	$5,10.10^2 \pm 1,41.10^1$ bc	$8,20.10^4 \pm 2,83.10^3$ fg
	E8	$2,75.10^4 \pm 7,07.10^2$ a	$1,28.10^6 \pm 7,07.10^4$ g	$1,39.10^8 \pm 1,42.10^6$ b	$2,43.10^4 \pm 3,54.10^2$ a	$7,58.10^4 \pm 1,66.10^3$ cf	$5,65.10^2 \pm 2,12.10^1$ e	$5,45.10^4 \pm 3,54.10^3$ g
	E9	$1,13.10^5 \pm 4,24.10^3$ c	$3,38.10^4 \pm 7,07.10^2$ a	$4,05.10^8 \pm 7,09.10^6$ h	$4,05.10^5 \pm 7,07.10^3$ i	$3,69.10^5 \pm 2,62.10^4$ g	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ d	$7,25.10^4 \pm 2,12.10^3$ fg
	E10	$2,84.10^5 \pm 5,66.10^3$ b	$1,29.10^5 \pm 7,07.10^3$ b	$1,48.10^8 \pm 1,41.10^6$ b	$9,10.10^5 \pm 1,41.10^4$ b	$6,37.10^5 \pm 3,76.10^4$ bc	$5,20.10^2 \pm 2,83.10^1$ bc	$4,10.10^5 \pm 1,41.10^4$ b
	E11	$2,63.10^2 \pm 3,25.10^1$ a	$1,49.10^4 \pm 7,07.10^2$ a	$1,95.10^9 \pm 7,09.10^7$ c	$5,78.10^6 \pm 1,06.10^5$ c	$8,48.10^5 \pm 3,91.10^4$ bcd	$4,85.10^2 \pm 2,12.10^1$ c	$2,75.10^5 \pm 2,12.10^4$ cd
	E12	$2,02.10^4 \pm 2,83.10^2$ a	$2,82.10^6 \pm 5,66.10^4$ c	$2,35.10^9 \pm 7,07.10^7$ d	$5,58.10^5 \pm 6,01.10^4$ d	$3,21.10^5 \pm 3,00.10^4$ e	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ d	$8,30.10^5 \pm 2,83.10^4$ e
	E13	$1,24.10^5 \pm 5,66.10^3$ c	$7,26.10^5 \pm 7,07.10^3$ d	$1,95.10^8 \pm 7,08.10^6$ b	$4,66.10^6 \pm 7,78.10^4$ e	$1,37.10^5 \pm 1,88.10^4$ df	$4,90.10^2 \pm 1,41.10^1$ ac	$9,25.10^4 \pm 3,54.10^3$ fg
	E14	$4,70.10^5 \pm 7,78.10^3$ d	$2,04.10^5 \pm 7,07.10^3$ e	$2,03.10^8 \pm 2,12.10^6$ b	$8,43.10^6 \pm 3,54.10^4$ f	$7,42.10^4 \pm 4,57.10^3$ g	$5,30.10^2 \pm 2,83.10^1$ bc	$8,15.10^5 \pm 2,12.10^4$ e
	E15	$2,13.10^5 \pm 3,54.10^3$ e	$2,22.10^4 \pm 7,07.10^2$ a	$2,95.10^8 \pm 7,07.10^6$ e	$2,29.10^4 \pm 1,27.10^3$ a	$8,29.10^5 \pm 4,08.10^4$ b	$4,85.10^2 \pm 2,12.10^1$ c	$2,30.10^5 \pm 4,24.10^4$ c
S2	E16	$5,25.10^4 \pm 2,12.10^3$ ab	$5,70.10^4 \pm 7,07.10^2$ a	$7,10.10^8 \pm 1,44.10^7$ ab	$9,38.10^5 \pm 3,54.10^3$ a	$5,33.10^4 \pm 4,60.10^3$ ab	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ a	$9,15.10^5 \pm 2,12.10^4$ a
	E17	$2,37.10^5 \pm 8,56.10^3$ h	$7,74.10^4 \pm 7,07.10^2$ e	$6,43.10^8 \pm 1,77.10^7$ ac	$5,88.10^5 \pm 6,05.10^4$ ei	$3,21.10^4 \pm 3,01.10^3$ beg	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ a	$3,35.10^5 \pm 4,95.10^4$ f
	E18	$8,55.10^4 \pm 3,54.10^3$ f	$5,21.10^4 \pm 1,41.10^3$ af	$7,25.10^7 \pm 7,04.10^5$ d	$3,12.10^5 \pm 2,12.10^3$ gh	$6,28.10^4 \pm 2,50.10^3$ ag	$4,80.10^2 \pm 2,83.10^1$ bd	$4,40.10^4 \pm 4,24.10^3$ deg

	E19	$3,45.10^4 \pm 7,07.10^2$ ^{bd}	$9,40.10^4 \pm 6,36.10^2$ ^g	$7,26.10^8 \pm 6,37.10^6$ ^b	$4,75.10^5 \pm 7,07.10^3$ ^{fi}	$1,30.10^5 \pm 2,83.10^4$ ^h	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^a	$1,15.10^5 \pm 2,12.10^4$ ^c
	E20	$4,85.10^5 \pm 3,46.10^4$ ^g	$4,58.10^5 \pm 7,07.10^3$ ^h	$2,50.10^8 \pm 2,12.10^6$ ^f	$6,16.10^6 \pm 5,80.10^4$ ^j	$4,35.10^2 \pm 3,54.10^1$ ^{cd}	$4,90.10^2 \pm 1,41.10^1$ ^{bd}	$4,30.10^4 \pm 4,24.10^3$ ^{dg}
	E21	$5,76.10^4 \pm 7,07.10^2$ ^{bf}	$2,54.10^4 \pm 8,49.10^2$ ⁱ	$5,76.10^7 \pm 3,61.10^6$ ^d	$1,31.10^5 \pm 1,98.10^4$ ^{bc}	$2,33.10^4 \pm 3,29.10^3$ ^{bc}	$3,85.10^2 \pm 2,12.10^1$ ^e	$6,30.10^5 \pm 2,83.10^4$ ^c
	E22	$9,03.10^6 \pm 3,54.10^4$ ⁱ	$8,18.10^5 \pm 4,95.10^3$ ^j	$2,06.10^8 \pm 8,49.10^6$ ^f	$1,80.10^5 \pm 7,07.10^3$ ^{ch}	$5,43.10^4 \pm 3,23.10^3$ ^{ab}	$4,30.10^2 \pm 2,83.10^1$ ^c	$2,25.10^5 \pm 3,54.10^4$ ^h
	E23	$4,15.10^4 \pm 7,07.10^2$ ^b	$7,10.10^3 \pm 7,07.10^2$ ^c	$6,39.10^8 \pm 8,49.10^6$ ^{ac}	$1,98.10^5 \pm 3,54.10^3$ ^{cg}	$7,28.10^5 \pm 2,47.10^4$ ^e	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^a	$4,70.10^5 \pm 2,83.10^4$ ⁱ
	E24	$7,28.10^4 \pm 7,07.10^2$ ^{af}	$7,16.10^5 \pm 8,49.10^3$ ^k	$7,18.10^8 \pm 3,59.10^6$ ^b	$1,33.10^5 \pm 1,65.10^5$ ^{bc}	$8,48.10^5 \pm 3,92.10^4$ ⁱ	$5,05.10^2 \pm 2,12.10^1$ ^b	$5,30.10^5 \pm 2,83.10^4$ ^j
	E25	$1,65.10^5 \pm 7,07.10^3$ ^{ab}	$5,32.10^5 \pm 7,07.10^3$ ^b	$6,20.10^8 \pm 5,66.10^7$ ^c	$1,51.10^5 \pm 1,82.10^5$ ^{bc}	$3,20.10^2 \pm 2,83.10^1$ ^c	$5,10.10^2 \pm 1,41.10^1$ ^b	$7,30.10^5 \pm 2,83.10^4$ ^k
	E26	$1,28.10^4 \pm 7,07.10^2$ ^c	$6,80.10^3 \pm 1,41.10^2$ ^c	$6,75.10^6 \pm 7,07.10^4$ ^d	$7,08.10^6 \pm 3,54.10^4$ ^d	$7,33.10^4 \pm 3,22.10^3$ ^a	$4,65.10^2 \pm 2,12.10^1$ ^{cd}	$9,50.10^4 \pm 2,83.10^3$ ^b
	E27	$3,79.10^4 \pm 2,12.10^2$ ^d	$3,00.10^3 \pm 1,41.10^2$ ^c	$3,15.10^9 \pm 7,07.10^7$ ^e	$7,17.10^5 \pm 4,24.10^3$ ^e	$7,40.10^2 \pm 2,83.10^1$ ^{cd}	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^{bc}	$2,55.10^4 \pm 3,54.10^3$ ^c
	E28	$4,15.10^5 \pm 7,07.10^3$ ^{bd}	$8,65.10^5 \pm 7,07.10^3$ ^d	$2,65.10^8 \pm 7,07.10^6$ ^f	$1,98.10^4 \pm 3,54.10^2$ ^b	$7,28.10^5 \pm 2,52.10^4$ ^e	$4,95.10^2 \pm 2,12.10^1$ ^c	$9,25.10^4 \pm 3,54.10^3$ ^d
	E29	$8,03.10^4 \pm 4,24.10^2$ ^{af}	$7,56.10^4 \pm 7,07.10^2$ ^e	$6,25.10^7 \pm 7,07.10^5$ ^d	$3,42.10^5 \pm 1,20.10^4$ ^{fg}	$6,58.10^4 \pm 2,50.10^3$ ^{af}	$4,35.10^2 \pm 2,12.10^1$ ^a	$3,80.10^5 \pm 1,41.10^4$ ^f
	E30	$4,74.10^5 \pm 5,66.10^3$ ^g	$4,38.10^4 \pm 7,78.10^3$ ^f	$5,37.10^9 \pm 9,19.10^7$ ^g	$3,09.10^5 \pm 1,20.10^4$ ^{gh}	$3,37.10^4 \pm 1,91.10^3$ ^{bdfg}	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^a	$7,50.10^4 \pm 4,24.10^3$ ^{cg}
S3	E31	$1,57.10^4 \pm 3,32.10^3$ ^a	$3,66.10^5 \pm 7,85.10^4$ ^{abc}	$4,34.10^9 \pm 1,41.10^8$ ^a	$7,47.10^5 \pm 3,98.10^4$ ^a	$7,55.10^5 \pm 6,36.10^4$ ^a	$3,90.10^2 \pm 1,41.10^1$ ^a	$6,65.10^5 \pm 4,95.10^4$ ^a
	E32	$3,25.10^4 \pm 6,36.10^3$ ^a	$1,72.10^5 \pm 5,44.10^4$ ^{bfc}	$1,93.10^8 \pm 1,13.10^7$ ^{cf}	$2,53.10^5 \pm 3,11.10^4$ ^c	$6,77.10^3 \pm 6,08.10^2$ ^{bc}	$4,85.10^2 \pm 2,12.10^1$ ^{cd}	$3,28.10^5 \pm 3,18.10^4$ ^e
	E33	$3,74.10^5 \pm 6,51.10^4$ ^{cf}	$3,14.10^5 \pm 2,69.10^4$ ^{acg}	$2,57.10^8 \pm 7,57.10^7$ ^f	$2,61.10^5 \pm 4,49.10^4$ ^{bc}	$6,76.10^5 \pm 3,61.10^4$ ^h	$4,70.10^2 \pm 1,41.10^1$ ^d	$4,65.10^4 \pm 2,12.10^3$ ^{cd}
	E34	$4,88.10^5 \pm 1,77.10^4$ ^{bc}	$2,00.10^5 \pm 2,19.10^4$ ^{bfg}	$1,96.10^7 \pm 1,98.10^6$ ^c	$2,40.10^5 \pm 3,54.10^3$ ^c	$6,97.10^4 \pm 1,84.10^3$ ^{df}	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^e	$1,75.10^5 \pm 7,07.10^3$ ^f
	E35	$4,40.10^5 \pm 4,24.10^4$ ^{bc}	$2,87.10^5 \pm 1,81.10^4$ ^{cg}	$3,15.10^8 \pm 6,58.10^6$ ^f	$4,61.10^5 \pm 3,73.10^4$ ^{be}	$3,90.10^4 \pm 5,66.10^3$ ^{bf}	$4,90.10^2 \pm 1,41.10^1$ ^{cd}	$2,65.10^4 \pm 3,46.10^3$ ^d
	E36	$4,87.10^5 \pm 3,25.10^4$ ^{bc}	$2,55.10^6 \pm 4,45.10^5$ ^g	$2,90.10^8 \pm 5,65.10^7$ ^f	$3,11.10^5 \pm 1,06.10^3$ ^{ce}	$5,06.10^4 \pm 8,49.10^2$ ^{cf}	$5,05.10^2 \pm 2,12.10^1$ ^{bd}	$5,63.10^5 \pm 6,01.10^4$ ^g
	E37	$2,23.10^5 \pm 1,13.10^4$ ^{fg}	$3,37.10^5 \pm 8,49.10^3$ ^{acg}	$6,90.10^7 \pm 5,24.10^6$ ^{bc}	$5,63.10^6 \pm 2,12.10^5$ ^f	$8,21.10^4 \pm 7,21.10^3$ ^f	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^e	$7,15.10^5 \pm 7,07.10^3$ ^{ab}
	E38	$6,10.10^4 \pm 9,90.10^3$ ^{ag}	$2,17.10^5 \pm 1,06.10^4$ ^{bfg}	$1,35.10^8 \pm 7,07.10^6$ ^{cf}	$6,36.10^6 \pm 2,82.10^5$ ^g	$5,65.10^4 \pm 6,36.10^3$ ^{cf}	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^e	$4,41.10^5 \pm 1,77.10^4$ ^h

E39	$2,92.10^4 \pm 6,85.10^3$ ^a	$2,11.10^4 \pm 4,95.10^2$ ^f	$4,24.10^7 \pm 3,39.10^6$ ^{bc}	$4,69.10^6 \pm 5,37.10^4$ ^h	$1,66.10^5 \pm 4,24.10^2$ ^g	$5,25.10^2 \pm 3,54.10^1$ ^{bc}	$5,54.10^6 \pm 5,66.10^4$ ⁱ	
E40	$4,72.10^5 \pm 1,63.10^4$ ^{bc}	$2,77.10^6 \pm 1,66.10^4$ ^d	$5,10.10^7 \pm 5,66.10^6$ ^{bc}	$8,61.10^5 \pm 2,65.10^4$ ^a	$1,80.10^4 \pm 2,49.10^4$ ^{bc}	$5,40.10^2 \pm 2,83.10^1$ ^b	$6,93.10^5 \pm 2,62.10^4$ ^{ab}	
E41	$5,53.10^5 \pm 2,55.10^4$ ^b	$7,55.10^5 \pm 1,98.10^4$ ^e	$2,06.10^9 \pm 8,47.10^7$ ^d	$2,58.10^5 \pm 4,14.10^4$ ^{bc}	$2,57.10^4 \pm 6,60.10^3$ ^{bcd}	$5,15.10^2 \pm 2,12.10^1$ ^{bc}	$9,55.10^4 \pm 2,12.10^2$ ^c	
E42	$5,90.10^6 \pm 2,90.10^5$ ^d	$5,05.10^5 \pm 3,68.10^4$ ^{ce}	$2,86.10^9 \pm 2,76.10^8$ ^e	$9,35.10^5 \pm 3,01.10^3$ ^a	$5,95.10^5 \pm 1,81.10^4$ ^e	$5,15.10^2 \pm 2,12.10^1$ ^{bc}	$2,65.10^4 \pm 4,95.10^3$ ^d	
E43	$5,35.10^4 \pm 6,51.10^3$ ^a	$9,31.10^4 \pm 5,66.10^2$ ^{fg}	$2,07.10^8 \pm 1,20.10^7$ ^{bf}	$1,69.10^5 \pm 2,60.10^4$ ^c	$7,28.10^4 \pm 2,58.10^3$ ^{df}	$4,85.10^2 \pm 2,12.10^1$ ^{cd}	$9,10.10^4 \pm 5,73.10^3$ ^c	
E44	$7,34.10^5 \pm 1,56.10^4$ ^e	$5,64.10^5 \pm 1,56.10^4$ ^{ae}	$6,26.10^8 \pm 4,88.10^7$ ^g	$3,10.10^6 \pm 2,83.10^4$ ^d	$1,50.10^5 \pm 4,24.10^4$ ^g	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^e	$3,50.10^5 \pm 2,83.10^4$ ^e	
E45	$2,95.10^4 \pm 3,54.10^3$ ^a	$2,64.10^4 \pm 2,19.10^3$ ^f	$3,05.10^8 \pm 4,95.10^6$ ^f	$4,96.10^5 \pm 2,97.10^4$ ^e	$3,99.10^2 \pm 1,27.10^1$ ^b	$5,35.10^2 \pm 2,12.10^1$ ^b	$7,48.10^5 \pm 3,18.10^4$ ^d	
EM / CM	45	$6,7.10^5 \pm 1,8.10^4$	$4,27.10^5 \pm 2,24.10^4$	$7,66.10^8 \pm 2,91.10^7$	$1,46.10^6 \pm 4,16.10^4$	$2,4.10^5 \pm 1,62.10^4$	$3,26.10^2 \pm 1,43.10^1$	$4,5.10^5 \pm 2,11.10^4$
	Norme en UFC / g	10^4	10^4	10^8	10^5	10^3	Absence dans 25 g	10^3

EL Abj : Echantillons des Laitues d'Abidjan ; **E** : Echantillon ; **UFC** : Unité Formant Colonie ; **g** : gramme ; **CT** : Coliformes Totaux ; **GAM** : Germes Aérobie Mésophile ; **LM** : Levures et Moisissures ; **E. coli** : Escherichia coli ; **S** : Site ; **S. aureus** : Staphylococcus aureus ; **EM** : Echantillon Moyen et **CM** : Charge Moyenne.

Tableau XVII : Charges (UFC / g) des germes isolés dans les laitues de la ville de Bouaké

Sites	EL Bké	CT	Entérobactéries	GAM	LM	<i>E. Coli</i>	<i>Salmonella</i> spp.	<i>S. aureus</i>
S1	E1	$1,85.10^4 \pm 2,12.10^3$ a	$4,82.10^4 \pm 1,63.10^3$ a	$1,75.10^7 \pm 7,07.10^5$ a	$6,63.10^4 \pm 4,56.10^3$ a	$4,49.10^6 \pm 4,13.10^5$ a	$5,94.10^2 \pm 2,33.10^1$ ab	$2,35.10^3 \pm 2,12.10^2$ a
	E2	$2,56.10^5 \pm 6,36.10^3$ b	$2,88.10^4 \pm 3,54.10^2$ ac	$1,78.10^7 \pm 3,54.10^5$ a	$5,31.10^4 \pm 7,07.10^1$ a	$4,57.10^4 \pm 3,87.10^3$ c	$5,84.10^2 \pm 2,33.10^1$ ab	$8,90.10^3 \pm 2,83.10^2$ ag
	E3	$3,33.10^5 \pm 7,07.10^3$ g	$1,63.10^4 \pm 1,06.10^3$ b	$3,05.10^7 \pm 7,57.10^5$ a	$7,48.10^5 \pm 1,77.10^4$ ab	$4,16.10^4 \pm 2,32.10^3$ c	$6,74.10^2 \pm 2,33.10^1$ g	$4,40.10^3 \pm 4,24.10^2$ a
	E4	$2,98.10^2 \pm 1,41.10^1$ a	$2,15.10^5 \pm 7,07.10^3$ f	$1,66.10^7 \pm 5,66.10^5$ a	$4,13.10^5 \pm 3,54.10^3$ a	$3,44.10^4 \pm 2,31.10^3$ c	$7,04.10^2 \pm 2,33.10^1$ eg	$2,70.10^4 \pm 2,83.10^3$ fg
	E5	$3,14.10^5 \pm 9,19.10^3$ cg	$1,90.10^5 \pm 7,07.10^3$ b	$3,08.10^8 \pm 4,03.10^6$ c	$7,80.10^5 \pm 1,06.10^3$ ab	$5,49.10^6 \pm 4,15.10^5$ d	$5,14.10^2 \pm 3,75.10^1$ fh	$7,25.10^4 \pm 3,54.10^3$ cd
	E6	$5,72.10^6 \pm 9,19.10^4$ h	$2,18.10^5 \pm 3,54.10^3$ g	$2,55.10^9 \pm 7,14.10^7$ c	$4,75.10^5 \pm 7,64.10^3$ a	$5,40.10^5 \pm 4,23.10^4$ b	$5,59.10^2 \pm 3,04.10^1$ bh	$8,15.10^4 \pm 2,12.10^3$ cd
	E7	$3,30.10^2 \pm 7,07.10^1$ a	$2,98.10^5 \pm 3,54.10^3$ h	$6,15.10^8 \pm 7,07.10^6$ f	$4,98.10^5 \pm 3,54.10^3$ a	$8,29.10^5 \pm 4,06.10^4$ b	$4,99.10^2 \pm 1,63.10^1$ f	$3,20.10^4 \pm 2,83.10^3$ f
	E8	$2,49.10^4 \pm 7,07.10^2$ bc	$1,28.10^6 \pm 7,07.10^4$ i	$1,10.10^8 \pm 1,41.10^7$ g	$2,68.10^4 \pm 3,54.10^2$ a	$8,53.10^4 \pm 3,23.10^3$ c	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ c	$6,20.10^4 \pm 2,83.10^3$ c
	E9	$1,33.10^5 \pm 7,07.10^3$ df	$3,48.10^4 \pm 7,07.10^2$ e	$4,27.10^8 \pm 3,25.10^7$ ab	$2,72.10^5 \pm 9,90.10^3$ a	$5,39.10^4 \pm 4,09.10^3$ c	$5,84.10^2 \pm 2,33.10^1$ ab	$4,20.10^4 \pm 1,41.10^3$ f
	E10	$2,77.10^5 \pm 7,07.10^3$ bc	$1,29.10^5 \pm 7,07.10^3$ b	$1,34.10^8 \pm 4,95.10^6$ h	$6,05.10^5 \pm 4,18.10^5$ ab	$7,58.10^5 \pm 3,93.10^4$ b	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ c	$6,60.10^4 \pm 2,83.10^3$ bc
	E11	$2,36.10^2 \pm 7,07.10^0$ a	$1,24.10^4 \pm 0,00.10^0$ c	$7,10.10^9 \pm 1,41.10^8$ b	$7,38.10^6 \pm 9,90.10^4$ c	$5,23.10^3 \pm 3,25.10^2$ c	$7,74.10^2 \pm 2,33.10^1$ d	$8,65.10^4 \pm 2,12.10^3$ d
	E12	$1,80.10^4 \pm 7,07.10^2$ a	$1,73.10^6 \pm 7,07.10^4$ c	$2,25.10^9 \pm 7,07.10^7$ c	$7,88.10^3 \pm 3,54.10^1$ a	$7,33.10^5 \pm 3,28.10^4$ b	$7,44.10^2 \pm 2,33.10^1$ de	$3,25.10^5 \pm 3,54.10^4$ d
	E13	$1,06.10^5 \pm 7,07.10^2$ d	$5,71.10^5 \pm 7,07.10^4$ bc	$1,75.10^8 \pm 7,08.10^6$ d	$2,32.10^6 \pm 3,22.10^6$ ab	$7,43.10^5 \pm 3,23.10^4$ b	$6,19.10^2 \pm 1,63.10^1$ a	$5,30.10^3 \pm 2,83.10^2$ e
	E14	$4,30.10^5 \pm 2,12.10^3$ e	$1,99.10^5 \pm 1,41.10^4$ d	$1,91.10^8 \pm 1,48.10^7$ b	$4,26.10^6 \pm 5,93.10^6$ bc	$8,59.10^4 \pm 2,73.10^3$ c	$4,79.10^2 \pm 3,04.10^1$ f	$8,30.10^4 \pm 2,83.10^3$ a
	E15	$1,66.10^5 \pm 7,07.10^3$ f	$1,32.10^4 \pm 7,07.10^2$ d	$3,05.10^8 \pm 7,07.10^6$ e	$7,85.10^4 \pm 7,07.10^2$ a	$7,48.10^4 \pm 2,60.10^3$ c	$7,44.10^2 \pm 2,33.10^1$ de	$3,65.10^4 \pm 2,12.10^3$ bd
S2	E16	$4,75.10^4 \pm 7,07.10^2$ ab	$6,25.10^4 \pm 7,07.10^3$ aab	$7,65.10^8 \pm 7,28.10^6$ a	$9,33.10^5 \pm 3,54.10^3$ a	$8,68.10^3 \pm 2,55.10^2$ a	$6,09.10^2 \pm 1,63.10^1$ a	$2,05.10^4 \pm 2,12.10^3$ ab
	E17	$2,39.10^5 \pm 7,07.10^3$ h	$7,84.10^4 \pm 7,07.10^2$ b	$5,58.10^7 \pm 3,54.10^5$ c	$6,31.10^5 \pm 5,66.10^3$ g	$6,48.10^3 \pm 3,89.10^2$ a	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ c	$6,55.10^3 \pm 3,54.10^2$ b

E18	$8,50.10^4 \pm 7,07.10^2$ ^a	$5,36.10^4 \pm 7,07.10^2$ ^{ab}	$7,85.10^7 \pm 2,12.10^6$ ^{cf}	$3,17.10^5 \pm 4,95.10^3$ ^c	$4,19.10^4 \pm 2,73.10^3$ ^a	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^e	$5,20.10^3 \pm 2,83.10^2$ ^b
E19	$3,66.10^4 \pm 7,07.10^2$ ^{bd}	$3,94.10^4 \pm 7,07.10^3$ ^{afg}	$7,01.10^8 \pm 5,66.10^5$ ^{ae}	$4,76.10^5 \pm 5,66.10^3$ ^h	$5,24.10^3 \pm 3,32.10^2$ ^a	$4,89.10^2 \pm 1,63.10^1$ ^d	$4,15.10^5 \pm 2,12.10^4$ ^b
E20	$5,23.10^5 \pm 7,07.10^3$ ⁱ	$9,58.10^5 \pm 7,07.10^3$ ^h	$2,61.10^8 \pm 1,34.10^7$ ^{bc}	$6,15.10^6 \pm 5,09.10^4$ ⁱ	$5,49.10^5 \pm 4,15.10^4$ ^d	$5,89.10^2 \pm 1,63.10^1$ ^{ag}	$9,20.10^3 \pm 2,83.10^2$ ^g
E21	$4,50.10^4 \pm 0,00.10^0$ ^b	$1,55.10^4 \pm 7,07.10^2$ ^{df}	$5,81.10^7 \pm 2,90.10^6$ ^c	$1,48.10^5 \pm 3,54.10^3$ ^j	$7,49.10^5 \pm 2,76.10^4$ ^e	$5,24.10^2 \pm 2,33.10^1$ ^{df}	$8,55.10^3 \pm 2,12.10^2$ ^b
E22	$9,30.10^6 \pm 7,07.10^4$ ^{ad}	$8,07.10^5 \pm 4,24.10^3$ ⁱ	$1,85.10^8 \pm 7,07.10^6$ ^{cf}	$1,81.10^5 \pm 8,49.10^3$ ^{jk}	$3,46.10^5 \pm 3,37.10^4$ ^f	$5,49.10^2 \pm 3,04.10^1$ ^{fg}	$3,00.10^4 \pm 2,83.10^3$ ^a
E23	$2,36.10^4 \pm 7,07.10^2$ ^c	$6,10.10^3 \pm 7,07.10^2$ ^{dg}	$1,72.10^8 \pm 5,44.10^7$ ^{cf}	$2,22.10^5 \pm 4,95.10^3$ ^{kl}	$4,19.10^4 \pm 2,67.10^3$ ^a	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^e	$6,30.10^4 \pm 2,83.10^3$ ^d
E24	$7,00.10^4 \pm 1,41.10^3$ ^b	$7,50.10^5 \pm 1,41.10^4$ ^j	$2,55.10^8 \pm 7,77.10^7$ ^{bc}	$2,50.10^5 \pm 7,07.10^3$ ^{bl}	$8,47.10^3 \pm 3,75.10^2$ ^a	$4,84.10^2 \pm 2,33.10^1$ ^d	$8,15.10^4 \pm 2,12.10^3$ ^{df}
E25	$1,25.10^5 \pm 0,00.10^0$ ^{bd}	$6,29.10^5 \pm 5,87.10^4$ ^c	$6,30.10^8 \pm 7,07.10^7$ ^{ab}	$2,78.10^5 \pm 1,13.10^4$ ^{bc}	$2,20.10^4 \pm 2,83.10^3$ ^a	$6,69.10^2 \pm 1,63.10^1$ ^b	$7,20.10^4 \pm 1,41.10^3$ ^{cd}
E26	$1,09.10^4 \pm 7,07.10^2$ ^e	$6,77.10^4 \pm 9,19.10^2$ ^{ab}	$5,65.10^6 \pm 6,36.10^5$ ^c	$8,10.10^6 \pm 7,07.10^4$ ^d	$6,79.10^6 \pm 2,74.10^5$ ^b	$4,94.10^2 \pm 2,33.10^1$ ^{cd}	$5,30.10^5 \pm 2,83.10^4$ ^e
E27	$3,27.10^4 \pm 1,41.10^3$ ^{af}	$2,95.10^3 \pm 7,07.10^1$ ^d	$5,70.10^9 \pm 7,07.10^8$ ^d	$7,16.10^5 \pm 2,12.10^3$ ^e	$9,20.10^3 \pm 2,76.10^2$ ^a	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^e	$2,40.10^3 \pm 2,83.10^2$ ^b
E28	$4,11.10^5 \pm 7,07.10^3$ ^a	$6,97.10^5 \pm 9,19.10^3$ ^e	$3,05.10^8 \pm 7,78.10^7$ ^{bce}	$3,16.10^5 \pm 6,79.10^3$ ^c	$2,23.10^4 \pm 3,23.10^3$ ^a	$5,34.10^2 \pm 4,74.10^1$ ^{cf}	$1,65.10^4 \pm 3,54.10^3$ ^{ab}
E29	$7,89.10^4 \pm 7,07.10^2$ ^{af}	$7,51.10^4 \pm 0,00.10^0$ ^b	$6,80.10^7 \pm 8,48.10^6$ ^{cf}	$3,80.10^5 \pm 9,19.10^3$ ^f	$4,18.10^3 \pm 2,47.10^2$ ^a	$5,24.10^2 \pm 2,33.10^1$ ^{df}	$8,95.10^4 \pm 3,54.10^3$ ^{cf}
E30	$4,62.10^5 \pm 7,07.10^3$ ^g	$4,83.10^4 \pm 1,41.10^3$ ^{bf}	$4,60.10^8 \pm 7,07.10^7$ ^{abf}	$3,04.10^5 \pm 4,24.10^3$ ^c	$9,54.10^5 \pm 3,42.10^4$ ^a	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^e	$9,20.10^4 \pm 2,83.10^3$ ^f
E31	$3,38.10^5 \pm 2,47.10^4$ ^a	$2,60.10^5 \pm 5,66.10^4$ ^a	$2,86.10^8 \pm 3,39.10^7$ ^{ab}	$3,39.10^5 \pm 3,68.10^4$ ^{ab}	$4,85.10^6 \pm 5,01.10^5$ ^a	$5,39.10^2 \pm 1,63.10^1$ ^e	$5,35.10^3 \pm 7,07.10^1$ ^a
E32	$3,75.10^6 \pm 4,95.10^4$ ^d	$2,29.10^5 \pm 5,66.10^3$ ^a	$3,35.10^8 \pm 3,49.10^7$ ^{abc}	$4,86.10^5 \pm 7,78.10^3$ ^g	$4,85.10^5 \pm 3,58.10^4$ ^b	$6,14.10^2 \pm 2,33.10^1$ ^{ab}	$4,50.10^5 \pm 2,83.10^4$ ^d
E33	$3,49.10^5 \pm 4,38.10^4$ ^a	$3,28.10^4 \pm 2,12.10^3$ ^a	$5,10.10^9 \pm 7,06.10^8$ ^f	$7,21.10^6 \pm 1,36.10^5$ ^h	$4,63.10^4 \pm 5,20.10^3$ ^d	$5,89.10^2 \pm 3,04.10^1$ ^{fg}	$9,60.10^5 \pm 2,83.10^4$ ^e
E34	$4,52.10^4 \pm 2,83.10^2$ ^{ce}	$3,39.10^5 \pm 2,05.10^4$ ^e	$6,45.10^8 \pm 4,95.10^7$ ^{bd}	$7,68.10^5 \pm 3,18.10^4$ ^c	$3,77.10^4 \pm 4,69.10^3$ ^d	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^{fg}	$8,50.10^3 \pm 2,83.10^2$ ^a
E35	$9,37.10^6 \pm 2,12.10^4$ ^f	$1,29.10^4 \pm 7,07.10^2$ ^{bc}	$7,10.10^8 \pm 1,40.10^7$ ^{cd}	$4,79.10^5 \pm 4,95.10^3$ ^g	$5,56.10^6 \pm 8,95.10^4$ ^e	$4,94.10^2 \pm 2,33.10^1$ ^c	$5,41.10^5 \pm 1,27.10^4$ ^f
E36	$2,47.10^5 \pm 7,78.10^3$ ^g	$1,46.10^5 \pm 3,11.10^4$ ^e	$4,12.10^8 \pm 1,13.10^7$ ^{abd}	$2,23.10^5 \pm 3,54.10^3$ ^{cf}	$7,35.10^5 \pm 6,99.10^3$ ^{bc}	$5,79.10^2 \pm 3,04.10^1$ ^{la}	$6,20.10^4 \pm 1,41.10^3$ ^g

S3

E37	$6,66.10^4 \pm 3,46.10^3$ ^{cc}	$6,35.10^5 \pm 1,91.10^4$ ^f	$5,49.10^8 \pm 1,63.10^7$ ^{bdc}	$2,52.10^5 \pm 4,24.10^3$ ^{ae}	$8,17.10^5 \pm 1,68.10^4$ ^c	$6,29.10^2 \pm 3,04.10^1$ ^{bf}	$6,35.10^4 \pm 7,07.10^2$ ^{cg}	
E38	$1,50.10^5 \pm 3,54.10^4$ ^h	$5,05.10^5 \pm 2,26.10^4$ ^g	$6,95.10^9 \pm 7,09.10^7$ ^g	$9,50.10^5 \pm 2,83.10^4$ ⁱ	$8,46.10^5 \pm 9,09.10^3$ ^c	$6,84.10^2 \pm 2,33.10^1$ ^g	$7,40.10^4 \pm 1,41.10^3$ ^{bg}	
E39	$1,10.10^4 \pm 6,36.10^2$ ^e	$2,18.10^5 \pm 1,27.10^4$ ^a	$2,15.10^9 \pm 7,07.10^7$ ^h	$7,99.10^6 \pm 8,70.10^4$ ^j	$5,29.10^5 \pm 1,34.10^4$ ^d	$1,95.10^2 \pm 2,12.10^1$ ^h	$5,45.10^5 \pm 7,07.10^3$ ^f	
E40	$3,68.10^5 \pm 7,14.10^4$ ^a	$1,56.10^4 \pm 2,69.10^3$ ^b	$3,10.10^8 \pm 4,95.10^3$ ^{abc}	$7,17.10^5 \pm 4,24.10^3$ ^c	$7,49.10^5 \pm 1,26.10^4$ ^{bc}	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^d	$2,59.10^3 \pm 1,41.10^1$ ^a	
E41	$4,64.10^5 \pm 1,06.10^4$ ^b	$7,77.10^4 \pm 2,83.10^2$ ^a	$6,81.10^8 \pm 7,07.10^5$ ^{bd}	$3,61.10^5 \pm 5,76.10^4$ ^b	$5,02.10^4 \pm 3,04.10^3$ ^d	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^c	$2,00.10^4 \pm 1,41.10^3$ ^a	
E42	$7,71.10^4 \pm 3,32.10^3$ ^c	$7,60.10^4 \pm 4,10.10^3$ ^c	$5,20.10^8 \pm 7,09.10^4$ ^{bdc}	$6,33.10^6 \pm 5,87.10^4$ ^d	$7,08.10^4 \pm 3,31.10^3$ ^d	$2,00.10^2 \pm 2,83.10^1$ ^c	$9,35.10^4 \pm 2,12.10^3$ ^b	
E43	$4,51.10^5 \pm 2,33.10^4$ ^b	$5,43.10^4 \pm 2,12.10^2$ ^d	$7,60.10^8 \pm 1,44.10^7$ ^d	$1,79.10^5 \pm 4,03.10^4$ ^e	$7,12.10^5 \pm 4,30.10^4$ ^{bc}	$1,90.10^2 \pm 1,41.10^1$ ^d	$8,90.10^4 \pm 1,41.10^3$ ^b	
E44	$8,15.10^4 \pm 4,31.10^3$ ^c	$9,49.10^5 \pm 6,36.10^3$ ^e	$2,08.10^8 \pm 2,15.10^8$ ^{ae}	$1,82.10^5 \pm 7,07.10^3$ ^e	$4,10.10^4 \pm 1,41.10^3$ ^d	$2,60.10^2 \pm 1,41.10^1$ ^d	$6,35.10^3 \pm 7,07.10^1$ ^a	
E45	$4,59.10^5 \pm 2,19.10^3$ ^b	$9,62.10^5 \pm 2,12.10^3$ ^a	$7,55.10^7 \pm 2,12.10^6$ ^h	$3,14.10^5 \pm 5,02.10^3$ ^{bf}	$9,40.10^5 \pm 1,41.10^4$ ^c	$1,95.10^2 \pm 2,12.10^1$ ^c	$8,60.10^4 \pm 1,41.10^3$ ^{bc}	
EM / CM	45	$7,9.10^5 \pm 1,22.10^4$	$3,06.10^5 \pm 1,24.10^4$	$9,7.10^8 \pm 6,04.10^7$	$1,43.10^6 \pm 2,32.10^5$	$8,9.10^5 \pm 4,93.10^4$	$4,15.10^2 \pm 1,84.10^1$	$1,2.10^5 \pm 4,91.10^3$
	Norme en UFC / g	10^4	10^4	10^8	10^5	10^3	Absence dans 25 g	10^3

EL Bké : Echantillons des laitues de Bouaké ; **E** : Echantillon ; **UFC** : Unité Formant Colonie ; **g** : gramme ; **CT** : Coliformes Totaux ; **GAM** : Germes Aérobie Mésophiles ; **LM** : Levures et Moisissures ; **E. coli** : Escherichia coli ; **S** : Site ; **S. aureus** : Staphylococcus aureus ; **EM** : Echantillon Moyen et **CM** : Charge Moyenne.

Tableau XVIII : Charges (UFC / g) des germes isolés dans les laitues de la ville de Daloa

Sites	EL Dal	CT	Entérobactérie	GAM	LM	<i>E. Coli</i>	<i>Salmonella spp.</i>	<i>S. aureus</i>
S1	E1	$1,90.10^4 \pm 1,41.10^3$ ^a	$4,90.10^4 \pm 1,41.10^3$ ^{ab}	$2,80.10^7 \pm 1,41.10^6$ ^{ab}	$3,00.10^4 \pm 3,54.10^1$ ^{ab}	$6,95.10^2 \pm 2,12.10^1$ ^a	$4,84.10^2 \pm 2,26.10^1$ ^a	$2,45.10^6 \pm 3,54.10^5$ ^a
	E2	$2,85.10^5 \pm 2,12.10^4$ ^b	$2,15.10^4 \pm 8,49.10^3$ ^b	$2,10.10^7 \pm 1,41.10^6$ ^a	$5,26.10^4 \pm 7,78.10^2$ ^{ab}	$2,10.10^5 \pm 1,41.10^4$ ^{ad}	$4,84.10^2 \pm 2,26.10^1$ ^a	$4,20.10^5 \pm 1,41.10^4$ ^{eg}
	E3	$3,60.10^5 \pm 1,41.10^4$ ^f	$1,40.10^4 \pm 1,41.10^3$ ^b	$2,95.10^7 \pm 7,07.10^5$ ^b	$7,65.10^5 \pm 7,07.10^3$ ^e	$1,35.10^4 \pm 2,12.10^3$ ^a	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^b	$2,30.10^4 \pm 2,83.10^3$ ^c
	E4	$3,15.10^2 \pm 2,12.10^1$ ^a	$1,90.10^5 \pm 1,41.10^4$ ^b	$1,11.10^8 \pm 1,41.10^6$ ⁱ	$4,00.10^5 \pm 1,41.10^4$ ^f	$2,15.10^4 \pm 2,12.10^3$ ^a	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^b	$2,20.10^4 \pm 2,83.10^3$ ^c
	E5	$3,40.10^5 \pm 1,41.10^4$ ^f	$2,25.10^5 \pm 2,12.10^4$ ^{cf}	$3,10.10^8 \pm 4,93.10^5$ ^j	$8,15.10^5 \pm 5,02.10^4$ ^e	$1,85.10^3 \pm 2,12.10^2$ ^a	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^b	$8,10.10^4 \pm 1,41.10^3$ ^{cfg}
	E6	$5,94.10^6 \pm 8,49.10^4$ ^g	$2,10.10^5 \pm 1,41.10^4$ ^{cf}	$3,60.10^9 \pm 7,07.10^5$ ^k	$5,35.10^5 \pm 7,72.10^4$ ^g	$1,50.10^4 \pm 2,83.10^3$ ^a	$5,09.10^2 \pm 2,97.10^1$ ^{ac}	$2,20.10^5 \pm 2,83.10^4$ ^{cfg}
	E7	$3,55.10^2 \pm 2,12.10^1$ ^a	$3,00.10^5 \pm 1,41.10^4$ ^{cf}	$6,05.10^8 \pm 7,07.10^6$ ^l	$4,95.10^5 \pm 7,07.10^3$ ^g	$2,95.10^3 \pm 2,12.10^2$ ^a	$4,89.10^2 \pm 1,56.10^1$ ^a	$7,20.10^4 \pm 1,41.10^3$ ^{cf}
	E8	$2,71.10^4 \pm 1,34.10^3$ ^a	$1,22.10^6 \pm 1,63.10^5$ ^f	$1,15.10^8 \pm 7,08.10^6$ ⁱ	$2,55.10^4 \pm 2,12.10^3$ ^{bd}	$2,45.10^4 \pm 3,54.10^3$ ^a	$4,74.10^2 \pm 2,26.10^1$ ^{ae}	$4,35.10^6 \pm 4,95.10^5$ ^h
	E9	$1,21.10^5 \pm 1,56.10^4$ ^c	$3,17.10^4 \pm 2,33.10^3$ ^g	$5,07.10^8 \pm 4,24.10^6$ ^m	$5,05.10^5 \pm 7,07.10^3$ ^g	$4,00.10^5 \pm 2,83.10^4$ ^d	$5,84.10^2 \pm 2,26.10^1$ ^d	$1,45.10^5 \pm 4,95.10^4$ ^{cfg}
	E10	$2,71.10^5 \pm 1,34.10^4$ ^b	$1,52.10^5 \pm 2,55.10^4$ ^b	$1,39.10^8 \pm 2,12.10^6$ ^c	$3,15.10^5 \pm 7,78.10^3$ ^c	$9,00.10^5 \pm 4,24.10^4$ ^b	$4,99.10^2 \pm 2,97.10^1$ ^a	$4,95.10^4 \pm 3,54.10^3$ ^a
	E11	$2,31.10^2 \pm 1,34.10^1$ ^a	$1,42.10^4 \pm 1,70.10^3$ ^{ac}	$7,00.10^9 \pm 1,48.10^5$ ^d	$7,26.10^3 \pm 7,78.10^1$ ^d	$5,85.10^6 \pm 4,95.10^5$ ^c	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^b	$4,50.10^4 \pm 4,24.10^3$ ^{ca}
	E12	$1,90.10^4 \pm 1,41.10^3$ ^a	$2,68.10^6 \pm 1,13.10^5$ ^b	$3,20.10^9 \pm 1,48.10^2$ ^e	$7,96.10^3 \pm 7,78.10^1$ ^b	$5,15.10^4 \pm 2,12.10^3$ ^a	$5,44.10^2 \pm 2,26.10^1$ ^{cd}	$1,40.10^6 \pm 1,41.10^5$ ^{ab}
	E13	$1,10.10^5 \pm 1,41.10^4$ ^c	$7,21.10^5 \pm 1,48.10^4$ ^d	$1,65.10^8 \pm 7,07.10^6$ ^f	$4,82.10^4 \pm 7,07.10^1$ ^{ab}	$3,40.10^4 \pm 4,24.10^3$ ^a	$4,89.10^2 \pm 1,56.10^1$ ^a	$7,15.10^5 \pm 2,12.10^4$ ^b
	E14	$4,30.10^5 \pm 1,41.10^4$ ^d	$1,90.10^5 \pm 1,34.10^4$ ^e	$1,76.10^8 \pm 6,36.10^6$ ^g	$6,15.10^4 \pm 7,07.10^2$ ^{ad}	$8,45.10^5 \pm 3,54.10^4$ ^b	$5,59.10^2 \pm 2,97.10^1$ ^d	$4,10.10^5 \pm 1,41.10^4$ ^{bc}
	E15	$1,95.10^5 \pm 2,12.10^4$ ^e	$2,24.10^4 \pm 1,91.10^3$ ^{cf}	$4,00.10^8 \pm 2,12.10^2$ ^h	$7,89.10^4 \pm 1,41.10^2$ ^a	$2,20.10^3 \pm 2,83.10^2$ ^a	$4,34.10^2 \pm 2,26.10^1$ ^e	$3,70.10^5 \pm 1,41.10^4$ ^{ab}
S2	E16	$4,90.10^4 \pm 1,41.10^3$ ^{ab}	$5,28.10^4 \pm 1,06.10^3$ ^{ab}	$7,70.10^8 \pm 2,12.10^5$ ^a	$4,35.10^5 \pm 7,07.10^3$ ^a	$9,05.10^3 \pm 3,54.10^2$ ^a	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^a	$1,30.10^4 \pm 2,83.10^3$ ^b
	E17	$2,31.10^5 \pm 1,48.10^4$ ^c	$7,60.10^4 \pm 1,34.10^3$ ^{af}	$5,56.10^7 \pm 6,36.10^5$ ^f	$6,29.10^5 \pm 2,47.10^3$ ^g	$1,30.10^4 \pm 4,24.10^3$ ^a	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^a	$1,70.10^5 \pm 2,83.10^4$ ^{bc}

	E18	$8,43.10^4 \pm 1,77.10^3$ ab	$5,61.10^4 \pm 1,48.10^3$ ab	$7,95.10^7 \pm 2,12.10^6$ f	$3,15.10^5 \pm 7,07.10^3$ e	$1,30.10^4 \pm 4,24.10^3$ a	$4,99.10^2 \pm 2,97.10^1$ c	$3,20.10^4 \pm 1,41.10^3$ f
	E19	$3,51.10^4 \pm 1,48.10^3$ ab	$9,31.10^4 \pm 1,27.10^3$ ab	$7,06.10^8 \pm 6,51.10^6$ h	$4,66.10^5 \pm 5,66.10^3$ h	$1,80.10^5 \pm 4,24.10^4$ b	$4,89.10^2 \pm 1,56.10^1$ bc	$1,90.10^4 \pm 1,13.10^4$ b
	E20	$5,10.10^5 \pm 1,41.10^4$ d	$4,52.10^5 \pm 1,63.10^4$ a	$1,56.10^8 \pm 6,36.10^6$ e	$6,20.10^6 \pm 7,07.10^3$ j	$1,80.10^3 \pm 2,83.10^2$ a	$5,69.10^2 \pm 1,56.10^1$ e	$1,40.10^5 \pm 2,83.10^4$ c
	E21	$5,71.10^4 \pm 1,48.10^3$ ab	$2,50.10^4 \pm 1,41.10^3$ g	$7,91.10^7 \pm 1,48.10^6$ f	$1,18.10^5 \pm 7,07.10^2$ k	$1,45.10^4 \pm 2,12.10^3$ a	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ a	$6,30.10^5 \pm 1,41.10^4$ b
	E22	$9,35.10^6 \pm 2,12.10^5$ e	$8,21.10^5 \pm 1,34.10^4$ bdf	$1,95.10^8 \pm 7,07.10^6$ i	$1,86.10^5 \pm 1,41.10^3$ l	$1,55.10^3 \pm 2,12.10^2$ a	$4,60.10^2 \pm 2,83.10^1$ bd	$8,35.10^4 \pm 2,12.10^3$ c
	E23	$3,15.10^4 \pm 1,34.10^4$ ab	$7,15.10^3 \pm 7,78.10^2$ h	$4,72.10^8 \pm 5,44.10^7$ j	$2,19.10^5 \pm 1,41.10^3$ m	$1,75.10^5 \pm 3,54.10^4$ b	$4,99.10^2 \pm 1,56.10^1$ c	$5,40.10^6 \pm 4,24.10^5$ ed
	E24	$7,12.10^4 \pm 1,63.10^3$ ab	$7,70.10^5 \pm 8,49.10^4$ db	$3,05.10^8 \pm 7,02.10^6$ k	$2,48.10^5 \pm 3,54.10^3$ b	$1,65.10^4 \pm 4,95.10^3$ a	$4,44.10^2 \pm 2,26.10^1$ d	$5,15.10^4 \pm 2,12.10^3$ cf
	E25	$1,45.10^5 \pm 3,54.10^4$ ac	$5,39.10^5 \pm 1,20.10^4$ h	$5,80.10^8 \pm 1,98.10^4$ b	$2,83.10^5 \pm 4,24.10^3$ c	$2,20.10^4 \pm 2,83.10^3$ a	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ a	$4,50.10^6 \pm 1,41.10^5$ bc
	E26	$1,17.10^4 \pm 2,33.10^3$ b	$7,00.10^3 \pm 1,41.10^2$ c	$8,15.10^6 \pm 7,07.10^4$ c	$8,13.10^6 \pm 3,54.10^4$ d	$2,05.10^5 \pm 3,54.10^4$ b	$4,84.10^2 \pm 2,26.10^1$ bc	$4,25.10^6 \pm 2,12.10^5$ ae
	E27	$3,65.10^4 \pm 2,12.10^3$ ab	$3,00.10^3 \pm 1,41.10^2$ db	$4,20.10^9 \pm 2,12.10^3$ d	$7,19.10^5 \pm 2,12.10^3$ e	$1,40.10^4 \pm 4,24.10^3$ a	$4,64.10^2 \pm 2,26.10^1$ bd	$3,35.10^5 \pm 7,07.10^3$ bc
	E28	$4,10.10^5 \pm 1,41.10^4$ d	$6,80.10^5 \pm 8,49.10^4$ b	$1,55.10^8 \pm 7,07.10^6$ e	$3,10.10^5 \pm 6,36.10^2$ f	$1,95.10^4 \pm 7,07.10^2$ a	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ a	$3,45.10^5 \pm 4,95.10^4$ d
	E29	$7,90.10^4 \pm 1,41.10^3$ ab	$7,11.10^4 \pm 1,48.10^3$ e	$5,30.10^7 \pm 1,41.10^6$ f	$3,88.10^5 \pm 2,83.10^3$ bc	$1,30.10^4 \pm 2,83.10^3$ a	$4,74.10^2 \pm 2,26.10^1$ a	$5,05.10^6 \pm 2,12.10^5$ f
	E30	$4,60.10^5 \pm 1,41.10^4$ ab	$5,82.10^4 \pm 1,63.10^3$ ab	$9,10.10^8 \pm 6,36.10^3$ g	$3,01.10^5 \pm 7,07.10^2$ a	$6,70.10^3 \pm 5,66.10^2$ a	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ a	$8,65.10^5 \pm 3,54.10^4$ g
S3	E31	$4,38.10^5 \pm 2,83.10^3$ a	$5,58.10^4 \pm 1,06.10^3$ ab	$1,10.10^8 \pm 1,34.10^2$ a	$3,53.10^6 \pm 3,78.10^6$ b	$8,50.10^4 \pm 4,24.10^3$ a	$1,15.10^2 \pm 1,84.10^1$ a	$6,35.10^5 \pm 3,61.10^5$ c
	E32	$1,99.10^5 \pm 1,56.10^4$ h	$3,11.10^5 \pm 1,30.10^4$ af	$5,13.10^8 \pm 4,24.10^6$ g	$1,18.10^5 \pm 1,41.10^3$ b	$1,65.10^4 \pm 7,07.10^2$ bc	$2,21.10^2 \pm 3,32.10^1$ a	$4,35.10^5 \pm 2,12.10^4$ cfg
	E33	$4,88.10^4 \pm 1,06.10^3$ eg	$2,46.10^5 \pm 8,49.10^3$ ab	$1,48.10^8 \pm 1,10.10^7$ ah	$4,91.10^5 \pm 1,41.10^3$ b	$1,40.10^4 \pm 1,41.10^3$ bc	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ a	$3,75.10^5 \pm 2,12.10^4$ b
	E34	$2,26.10^5 \pm 7,78.10^3$ i	$2,31.10^5 \pm 1,56.10^4$ a	$7,88.10^8 \pm 1,01.10^7$ c	$8,19.10^5 \pm 6,72.10^3$ b	$3,20.10^5 \pm 1,41.10^4$ e	$4,94.10^2 \pm 2,26.10^1$ b	$3,20.10^4 \pm 1,41.10^3$ h
	E35	$8,54.10^4 \pm 1,41.10^2$ d	$2,79.10^5 \pm 1,56.10^4$ g	$3,04.10^9 \pm 2,55.10^7$ i	$5,38.10^5 \pm 3,25.10^3$ b	$1,65.10^4 \pm 7,07.10^2$ bc	$4,34.10^2 \pm 2,26.10^1$ a	$1,30.10^5 \pm 2,83.10^4$ a
	E36	$3,63.10^4 \pm 2,12.10^2$ cg	$1,15.10^6 \pm 7,11.10^4$ adf	$1,63.10^8 \pm 1,03.10^7$ hj	$4,95.10^5 \pm 0,00.10^0$ b	$4,25.10^5 \pm 7,07.10^3$ f	$6,14.10^2 \pm 3,68.10^1$ a	$3,45.10^5 \pm 2,12.10^4$ cd

E37	$5,26.10^5 \pm 7,78.10^3$ ^j	$2,95.10^5 \pm 7,42.10^3$ ^h	$1,45.10^7 \pm 6,72.10^5$ ^b	$2,64.10^4 \pm 1,20.10^3$ ^b	$8,99.10^5 \pm 1,41.10^3$ ^d	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^d	$5,95.10^4 \pm 3,54.10^3$ ^{ac}	
E38	$5,79.10^4 \pm 3,54.10^2$ ^{eg}	$2,07.10^4 \pm 4,60.10^2$ ^{db}	$1,98.10^8 \pm 4,24.10^6$ ^{fj}	$5,07.10^5 \pm 2,19.10^3$ ^b	$1,56.10^6 \pm 8,49.10^4$ ^g	$5,49.10^2 \pm 1,56.10^1$ ^{ef}	$1,81.10^5 \pm 1,41.10^3$ ^{bf}	
E39	$9,53.10^6 \pm 3,54.10^4$ ^k	$1,29.10^4 \pm 1,77.10^2$ ^h	$5,71.10^8 \pm 1,06.10^6$ ^k	$4,78.10^5 \pm 4,60.10^3$ ^b	$5,15.10^4 \pm 2,12.10^3$ ^{ac}	$4,29.10^2 \pm 2,97.10^1$ ^b	$5,95.10^6 \pm 2,12.10^5$ ^{bc}	
E40	$2,15.10^4 \pm 7,07.10^2$ ^{bc}	$2,68.10^6 \pm 1,13.10^5$ ^c	$5,33.10^7 \pm 3,89.10^6$ ^b	$7,44.10^4 \pm 2,58.10^3$ ^b	$3,57.10^4 \pm 2,33.10^3$ ^{bc}	$5,54.10^2 \pm 2,26.10^1$ ^b	$5,26.10^4 \pm 3,61.10^3$ ^g	
E41	$7,17.10^4 \pm 8,49.10^2$ ^{de}	$6,93.10^4 \pm 2,40.10^3$ ^{bd}	$7,95.10^8 \pm 2,12.10^7$ ^c	$7,92.10^4 \pm 5,30.10^2$ ^b	$8,73.10^5 \pm 3,54.10^3$ ^d	$5,24.10^2 \pm 2,26.10^1$ ^b	$4,75.10^6 \pm 4,95.10^5$ ^c	
E42	$1,17.10^5 \pm 4,24.10^3$ ^f	$1,87.10^5 \pm 9,26.10^3$ ^b	$8,65.10^8 \pm 6,86.10^6$ ^d	$4,78.10^5 \pm 4,99.10^3$ ^b	$2,37.10^3 \pm 4,24.10^1$ ^b	$5,04.10^2 \pm 2,26.10^1$ ^a	$4,20.10^4 \pm 1,41.10^3$ ^a	
E43	$1,21.10^4 \pm 1,70.10^3$ ^b	$4,36.10^5 \pm 2,16.10^4$ ^e	$1,65.10^9 \pm 7,07.10^7$ ^e	$6,28.10^5 \pm 3,89.10^3$ ^b	$1,92.10^4 \pm 2,12.10^2$ ^{bc}	$5,94.10^2 \pm 2,26.10^1$ ^{bc}	$4,54.10^6 \pm 8,49.10^4$ ^a	
E44	$3,65.10^4 \pm 2,12.10^3$ ^{cg}	$5,35.10^4 \pm 2,12.10^3$ ^{ad}	$7,83.10^8 \pm 3,54.10^6$ ^c	$3,09.10^5 \pm 7,78.10^2$ ^b	$1,05.10^4 \pm 7,07.10^2$ ^{bc}	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^c	$3,91.10^5 \pm 1,48.10^4$ ^a	
E45	$4,28.10^5 \pm 1,13.10^4$ ^a	$7,66.10^5 \pm 2,30.10^4$ ^{ab}	$2,27.10^8 \pm 3,75.10^7$ ^f	$4,36.10^5 \pm 1,41.10^3$ ^b	$8,82.10^3 \pm 1,02.10^4$ ^{bc}	$5,24.10^2 \pm 2,26.10^1$ ^f	$5,25.10^6 \pm 7,07.10^4$ ^a	
EM / CM	45	$7.10^5 \pm 1,42.10^4$	$3,67.10^5 \pm 2,08.10^4$	$7,79.10^8 \pm 7,68.10^6$	$7,13.10^5 \pm 9,06.10^4$	$3.10^5 \pm 2,02.10^4$	$3,44.10^2 \pm 1,65.10^1$	$1,24.10^6 \pm 8,14.10^4$
	Norme en UFC / g	10^4	10^4	10^8	10^5	10^3	Absence dans 25 g	10^3

EL Dal : Echantillons des laitues de Daloa ; **E** : Echantillon ; **UFC** : Unité Formant Colonie ; **g** : gramme ; **CT** : Coliformes Totaux ; **GAM** : Germes Aérobie Mésophiles ; **LM** : Levures et Moisissures ; **E. coli** : Escherichia coli ; **S** : Site ; **S. aureus** : Staphylococcus aureus ; **EM** : Echantillon Moyen et **CM** : Charge Moyenne.

Tableau XIX : Charges (UFC / g) des germes isolés dans les laitues de la ville de Yamoussoukro

Sites	EL Yakro	CT	Entérobactérie	GAM	LM	<i>E. Coli</i>	<i>Salmonella spp.</i>	<i>S. aureus</i>
S1	E1	$1,75.10^4 \pm 7,07.10^2$ ^a	$4,75.10^4 \pm 7,07.10^2$ ^a	$1,05.10^7 \pm 9,19.10^6$ ^a	$6,47.10^4 \pm 2,28.10^3$ ^a	$7,23.10^4 \pm 3,30.10^3$ ^a	$6,83.10^2 \pm 2,40.10^1$ ^a	$7,10.10^4 \pm 1,41.10^3$ ^a
	E2	$2,65.10^5 \pm 7,07.10^3$ ^b	$1,50.10^4 \pm 7,07.10^2$ ^a	$1,70.10^7 \pm 1,41.10^6$ ^a	$5,31.10^4 \pm 3,54.10^1$ ^a	$5,20.10^2 \pm 2,83.10^1$ ^b	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^d	$3,40.10^4 \pm 4,24.10^3$ ^{ab}
	E3	$3,44.10^5 \pm 8,49.10^3$ ^f	$1,40.10^4 \pm 1,41.10^3$ ^a	$3,25.10^7 \pm 2,07.10^6$ ^a	$7,54.10^5 \pm 8,84.10^3$ ^{ab}	$3,38.10^3 \pm 1,70.10^2$ ^b	$4,93.10^2 \pm 2,40.10^1$ ^c	$5,20.10^4 \pm 2,83.10^3$ ^{ab}
	E4	$3,04.10^2 \pm 5,66.10^0$ ^a	$1,95.10^5 \pm 2,12.10^4$ ^c	$1,83.10^7 \pm 1,77.10^6$ ^a	$4,11.10^5 \pm 1,77.10^3$ ^{ab}	$3,23.10^3 \pm 3,18.10^2$ ^b	$4,93.10^2 \pm 2,40.10^1$ ^c	$2,30.10^5 \pm 4,24.10^4$ ^f
	E5	$3,25.10^5 \pm 7,07.10^3$ ^f	$2,03.10^5 \pm 1,06.10^4$ ^c	$3,23.10^8 \pm 2,47.10^7$ ^{ab}	$7,79.10^5 \pm 5,30.10^2$ ^{ab}	$9,19.10^3 \pm 1,63.10^2$ ^b	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^d	$3,55.10^4 \pm 3,54.10^3$ ^{ab}
	E6	$5,83.10^6 \pm 7,07.10^4$ ^g	$2,08.10^5 \pm 1,06.10^4$ ^c	$2,45.10^9 \pm 7,07.10^7$ ^a	$4,78.10^5 \pm 3,82.10^3$ ^{ab}	$6,27.10^5 \pm 3,77.10^4$ ^c	$7,48.10^2 \pm 3,11.10^1$ ^f	$5,50.10^4 \pm 5,66.10^3$ ^{ab}
	E7	$3,60.10^2 \pm 2,83.10^1$ ^a	$3,05.10^5 \pm 7,07.10^3$ ^f	$6,25.10^8 \pm 7,07.10^6$ ^a	$4,99.10^5 \pm 1,77.10^3$ ^{ab}	$6,24.10^4 \pm 3,38.10^3$ ^a	$6,88.10^2 \pm 1,70.10^1$ ^a	$4,00.10^4 \pm 4,67.10^4$ ^{ab}
	E8	$2,58.10^4 \pm 4,95.10^2$ ^a	$1,28.10^6 \pm 7,07.10^4$ ^g	$1,09.10^8 \pm 1,27.10^7$ ^a	$2,69.10^4 \pm 1,77.10^2$ ^a	$6,28.10^4 \pm 2,50.10^3$ ^a	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^d	$8,25.10^5 \pm 3,54.10^4$ ^e
	E9	$1,35.10^5 \pm 4,24.10^3$ ^c	$3,38.10^4 \pm 7,07.10^2$ ^a	$4,45.10^8 \pm 7,05.10^6$ ^a	$2,69.10^5 \pm 4,95.10^3$ ^a	$9,55.10^2 \pm 3,54.10^1$ ^b	$5,65.10^2 \pm 2,12.10^1$ ^{be}	$1,20.10^4 \pm 2,83.10^3$ ^b
	E10	$2,67.10^5 \pm 7,78.10^3$ ^b	$1,29.10^5 \pm 7,07.10^3$ ^b	$1,30.10^8 \pm 7,07.10^5$ ^a	$4,57.10^5 \pm 2,09.10^5$ ^{ab}	$6,45.10^2 \pm 3,54.10^1$ ^b	$5,28.10^2 \pm 3,11.10^1$ ^{bv}	$1,50.10^4 \pm 4,24.10^3$ ^b
	E11	$2,31.10^2 \pm 1,41.10^1$ ^a	$1,29.10^4 \pm 7,07.10^2$ ^a	$3,60.10^9 \pm 5,09.10^9$ ^b	$7,35.10^6 \pm 4,95.10^4$ ^c	$3,36.10^5 \pm 2,02.10^4$ ^c	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^d	$9,30.10^3 \pm 2,83.10^2$ ^b
	E12	$1,78.10^4 \pm 3,54.10^2$ ^a	$2,77.10^6 \pm 1,41.10^4$ ^c	$2,35.10^9 \pm 7,07.10^7$ ^{ab}	$7,89.10^3 \pm 1,77.10^1$ ^a	$6,52.10^3 \pm 3,11.10^2$ ^b	$5,83.10^2 \pm 2,40.10^1$ ^e	$3,20.10^5 \pm 2,83.10^4$ ^c
	E13	$1,03.10^5 \pm 3,54.10^3$ ^c	$7,26.10^5 \pm 7,07.10^3$ ^d	$1,85.10^8 \pm 2,12.10^7$ ^a	$1,19.10^6 \pm 1,61.10^6$ ^{ab}	$4,42.10^3 \pm 3,04.10^2$ ^b	$7,08.10^2 \pm 1,70.10^1$ ^a	$3,15.10^5 \pm 2,12.10^4$ ^c
	E14	$4,24.10^5 \pm 5,66.10^3$ ^d	$2,04.10^5 \pm 7,07.10^3$ ^e	$1,97.10^8 \pm 9,90.10^6$ ^a	$2,16.10^6 \pm 2,97.10^6$ ^b	$6,69.10^5 \pm 2,65.10^4$ ^d	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^d	$5,25.10^5 \pm 2,12.10^4$ ^d
	E15	$1,76.10^5 \pm 6,36.10^3$ ^e	$2,32.10^4 \pm 7,07.10^2$ ^a	$2,95.10^8 \pm 7,07.10^6$ ^a	$7,88.10^4 \pm 3,54.10^2$ ^a	$9,69.10^3 \pm 2,62.10^2$ ^b	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^d	$8,15.10^5 \pm 2,12.10^4$ ^e
S2	E16	$4,75.10^4 \pm 7,07.10^2$ ^a	$5,55.10^4 \pm 2,83.10^3$ ^a	$6,85.10^8 \pm 7,07.10^6$ ^a	$9,31.10^5 \pm 1,77.10^3$ ^a	$3,28.10^5 \pm 2,50.10^4$ ^a	$6,58.10^2 \pm 1,70.10^1$ ^a	$1,75.10^3 \pm 2,12.10^2$ ^a
	E17	$2,27.10^5 \pm 9,90.10^3$ ^h	$7,74.10^4 \pm 7,07.10^2$ ^c	$6,55.10^8 \pm 3,54.10^7$ ^a	$6,29.10^5 \pm 2,83.10^3$ ^g	$5,42.10^5 \pm 3,07.10^4$ ^g	$7,38.10^2 \pm 3,11.10^1$ ^f	$7,25.10^3 \pm 3,54.10^2$ ^a

	E18	$8,50.10^4 \pm 7,07.10^2$ ^f	$5,41.10^4 \pm 4,24.10^3$ ^a	$7,15.10^7 \pm 7,10.10^5$ ^{bc}	$3,18.10^5 \pm 2,47.10^3$ ^e	$7,23.10^4 \pm 3,28.10^3$ ^{ef}	$4,78.10^2 \pm 3,11.10^1$ ^d	$8,35.10^5 \pm 3,54.10^4$ ^g
	E19	$3,61.10^4 \pm 0,00.10^0$ ^{ad}	$9,33.10^4 \pm 1,56.10^3$ ^f	$7,15.10^8 \pm 2,11.10^7$ ^a	$4,74.10^5 \pm 2,83.10^3$ ^h	$7,38.10^4 \pm 2,60.10^3$ ^{ef}	$5,18.10^2 \pm 1,70.10^1$ ^{cd}	$7,20.10^3 \pm 2,83.10^2$ ^a
	E20	$5,24.10^5 \pm 5,66.10^3$ ⁱ	$3,48.10^5 \pm 7,07.10^3$ ^g	$2,59.10^8 \pm 1,56.10^7$ ^a	$6,17.10^6 \pm 2,55.10^4$ ⁱ	$8,63.10^4 \pm 1,87.10^3$ ^f	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^b	$6,30.10^5 \pm 2,83.10^4$ ^h
	E21	$5,05.10^4 \pm 7,78.10^3$ ^{aj}	$2,50.10^4 \pm 1,41.10^3$ ^h	$5,55.10^7 \pm 7,07.10^5$ ^d	$1,49.10^5 \pm 1,77.10^3$ ^j	$8,50.10^2 \pm 2,83.10^1$ ^b	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^b	$2,20.10^4 \pm 2,83.10^3$ ^{ad}
	E22	$9,23.10^6 \pm 3,54.10^4$ ^k	$8,13.10^5 \pm 2,12.10^3$ ⁱ	$2,01.10^8 \pm 1,56.10^7$ ^{bc}	$1,84.10^5 \pm 4,24.10^3$ ^k	$8,48.10^5 \pm 2,52.10^4$ ^g	$5,68.10^2 \pm 3,11.10^1$ ^c	$5,45.10^4 \pm 3,54.10^3$ ^{cc}
	E23	$2,26.10^4 \pm 7,78.10^2$ ^{cd}	$6,70.10^3 \pm 1,41.10^2$ ^c	$6,65.10^8 \pm 7,07.10^6$ ^{de}	$2,20.10^5 \pm 2,47.10^3$ ^l	$7,48.10^4 \pm 2,52.10^3$ ^{ef}	$7,18.10^2 \pm 1,70.10^1$ ^{fg}	$8,65.10^4 \pm 2,12.10^3$ ^f
	E24	$7,05.10^4 \pm 7,07.10^2$ ^{fi}	$7,15.10^5 \pm 7,07.10^3$ ^j	$7,13.10^8 \pm 3,54.10^6$ ^a	$2,48.10^5 \pm 3,54.10^3$ ^m	$6,34.10^4 \pm 3,34.10^3$ ^{cf}	$6,83.10^2 \pm 2,40.10^1$ ^{ag}	$4,40.10^4 \pm 4,24.10^3$ ^{dc}
	E25	$1,23.10^5 \pm 3,54.10^3$ ^b	$5,42.10^5 \pm 7,07.10^3$ ^b	$6,70.10^8 \pm 1,41.10^7$ ^a	$2,82.10^5 \pm 5,66.10^3$ ^b	$3,43.10^4 \pm 2,37.10^3$ ^{bc}	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^b	$7,95.10^3 \pm 2,12.10^2$ ^a
	E26	$1,02.10^4 \pm 2,83.10^2$ ^c	$6,80.10^3 \pm 1,41.10^2$ ^c	$6,55.10^6 \pm 3,54.10^5$ ^a	$8,13.10^6 \pm 3,54.10^4$ ^c	$7,73.10^5 \pm 3,30.10^4$ ^d	$4,83.10^2 \pm 2,40.10^1$ ^{cd}	$3,30.10^5 \pm 2,83.10^4$ ^b
	E27	$3,44.10^4 \pm 9,19.10^2$ ^{ad}	$3,00.10^3 \pm 1,41.10^2$ ^c	$3,15.10^9 \pm 7,07.10^7$ ^b	$7,16.10^5 \pm 1,06.10^3$ ^d	$7,62.10^5 \pm 3,07.10^4$ ^d	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^b	$2,70.10^4 \pm 2,83.10^3$ ^{acd}
	E28	$4,03.10^5 \pm 4,24.10^3$ ^e	$7,75.10^5 \pm 7,07.10^3$ ^d	$1,80.10^8 \pm 2,54.10^8$ ^c	$3,13.10^5 \pm 3,39.10^3$ ^e	$4,73.10^4 \pm 3,30.10^3$ ^{ce}	$5,23.10^2 \pm 2,40.10^1$ ^c	$1,50.10^4 \pm 2,83.10^3$ ^{ad}
	E29	$7,82.10^4 \pm 2,83.10^2$ ^f	$7,36.10^4 \pm 2,12.10^3$ ^e	$7,35.10^7 \pm 7,07.10^5$ ^{de}	$3,83.10^5 \pm 4,60.10^3$ ^f	$7,28.10^4 \pm 4,02.10^3$ ^{ef}	$6,53.10^2 \pm 2,40.10^1$ ^a	$3,90.10^4 \pm 2,83.10^3$ ^{de}
	E30	$4,54.10^5 \pm 4,95.10^3$ ^g	$5,43.10^4 \pm 7,07.10^3$ ^a	$5,37.10^9 \pm 8,49.10^7$ ^{bc}	$3,03.10^5 \pm 2,12.10^3$ ^{bc}	$5,40.10^4 \pm 4,17.10^3$ ^{cf}	$5,83.10^2 \pm 2,40.10^1$ ^c	$6,15.10^4 \pm 2,12.10^3$ ^{cf}
	E31	$1,76.10^5 \pm 6,36.10^3$ ^a	$7,45.10^5 \pm 3,27.10^4$ ^a	$7,08.10^8 \pm 1,77.10^7$ ^f	$3,48.10^6 \pm 3,83.10^6$ ^a	$7,19.10^5 \pm 2,52.10^4$ ^a	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^a	$7,60.10^5 \pm 5,66.10^4$ ^a
	E32	$2,72.10^5 \pm 2,83.10^3$ ^b	$6,25.10^4 \pm 3,68.10^3$ ^d	$3,01.10^8 \pm 6,01.10^7$ ^{de}	$4,55.10^5 \pm 7,64.10^3$ ^d	$5,95.10^4 \pm 7,07.10^2$ ^b	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^a	$3,30.10^4 \pm 5,66.10^3$ ^{bg}
	E33	$2,70.10^5 \pm 5,02.10^4$ ^f	$3,90.10^4 \pm 3,25.10^3$ ^d	$2,61.10^8 \pm 1,41.10^6$ ^{cd}	$4,94.10^5 \pm 9,90.10^3$ ^d	$3,10.10^3 \pm 2,33.10^2$ ^e	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^a	$6,05.10^4 \pm 6,36.10^3$ ^{cg}
S3	E34	$4,09.10^4 \pm 5,16.10^3$ ^a	$4,63.10^5 \pm 7,42.10^4$ ^c	$5,94.10^8 \pm 3,68.10^7$ ^f	$2,64.10^5 \pm 8,49.10^3$ ^d	$3,04.10^3 \pm 5,87.10^2$ ^e	$4,78.10^2 \pm 3,11.10^1$ ^b	$4,20.10^5 \pm 5,66.10^4$ ^h
	E35	$3,50.10^5 \pm 1,63.10^4$ ^f	$7,12.10^4 \pm 2,40.10^3$ ^d	$3,62.10^8 \pm 6,15.10^7$ ^e	$2,14.10^5 \pm 2,12.10^3$ ^d	$3,10.10^3 \pm 5,66.10^2$ ^e	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^a	$3,35.10^4 \pm 7,07.10^2$ ^{bg}
	E36	$5,54.10^6 \pm 3,68.10^5$ ^g	$4,58.10^4 \pm 6,08.10^3$ ^d	$3,77.10^8 \pm 6,65.10^7$ ^e	$3,97.10^5 \pm 1,10.10^4$ ^d	$3,56.10^5 \pm 1,51.10^4$ ^f	$6,83.10^2 \pm 2,40.10^1$ ^d	$5,95.10^5 \pm 2,12.10^4$ ⁱ

E37	$3,73.10^4 \pm 4,60.10^3$ ^a	$7,67.10^4 \pm 5,23.10^3$ ^d	$7,15.10^7 \pm 2,05.10^6$ ^{gh}	$7,31.10^6 \pm 4,24.10^4$ ^b	$7,73.10^5 \pm 1,41.10^4$ ^b	$6,23.10^2 \pm 2,40.10^1$ ^{ef}	$2,70.10^4 \pm 4,24.10^3$ ^{bc}	
E38	$2,93.10^4 \pm 4,53.10^3$ ^a	$3,37.10^5 \pm 2,33.10^4$ ^f	$2,85.10^4 \pm 7,78.10^2$ ^g	$7,74.10^3 \pm 5,30.10^1$ ^d	$4,47.10^4 \pm 7,09.10^3$ ^{bc}	$4,83.10^2 \pm 3,82.10^1$ ^b	$7,60.10^4 \pm 5,66.10^3$ ^{eg}	
E39	$2,27.10^4 \pm 6,36.10^2$ ^c	$3,08.10^4 \pm 6,01.10^3$ ^d	$1,46.10^8 \pm 8,49.10^6$ ^{bh}	$4,47.10^6 \pm 2,09.10^5$ ^{ac}	$7,72.10^4 \pm 2,12.10^3$ ^b	$5,03.10^2 \pm 2,40.10^1$ ^b	$2,25.10^4 \pm 4,95.10^3$ ^{bc}	
E40	$2,96.10^5 \pm 2,05.10^4$ ^b	$5,69.10^5 \pm 6,36.10^4$ ^{bc}	$2,01.10^8 \pm 1,43.10^6$ ^{bc}	$6,23.10^6 \pm 3,96.10^4$ ^{bc}	$6,23.10^4 \pm 7,60.10^3$ ^b	$4,93.10^2 \pm 2,40.10^1$ ^a	$2,10.10^4 \pm 4,24.10^3$ ^{bc}	
E41	$1,98.10^3 \pm 3,25.10^2$ ^a	$3,42.10^3 \pm 2,55.10^2$ ^d	$2,57.10^8 \pm 7,50.10^7$ ^{cd}	$7,88.10^4 \pm 3,54.10^2$ ^d	$8,15.10^5 \pm 3,54.10^4$ ^{cd}	$0,00.10^0 \pm 0,00.10^0$ ^{bc}	$8,55.10^3 \pm 6,36.10^2$ ^b	
E42	$1,42.10^4 \pm 5,37.10^3$ ^a	$2,99.10^6 \pm 1,56.10^5$ ^e	$3,05.10^8 \pm 4,95.10^6$ ^{de}	$7,31.10^5 \pm 1,77.10^3$ ^d	$8,23.10^5 \pm 6,06.10^4$ ^c	$5,18.10^2 \pm 1,70.10^1$ ^{de}	$3,49.10^5 \pm 1,27.10^4$ ^d	
E43	$3,05.10^4 \pm 4,88.10^3$ ^c	$5,79.10^5 \pm 5,94.10^4$ ^b	$6,85.10^8 \pm 7,07.10^6$ ^a	$6,19.10^5 \pm 2,83.10^3$ ^d	$5,08.10^4 \pm 8,17.10^3$ ^b	$6,63.10^2 \pm 2,40.10^1$ ^c	$2,99.10^4 \pm 2,12.10^2$ ^d	
E44	$4,17.10^5 \pm 9,19.10^3$ ^d	$5,35.10^4 \pm 5,02.10^3$ ^d	$6,97.10^8 \pm 1,06.10^7$ ^a	$3,15.10^6 \pm 2,47.10^4$ ^a	$6,79.10^4 \pm 3,02.10^3$ ^b	$5,58.10^2 \pm 1,70.10^1$ ^f	$2,01.10^5 \pm 4,95.10^3$ ^{bce}	
E45	$5,06.10^4 \pm 5,44.10^3$ ^c	$2,54.10^4 \pm 3,75.10^3$ ^d	$7,40.10^8 \pm 4,51.10^7$ ^a	$4,74.10^5 \pm 2,83.10^3$ ^d	$4,68.10^4 \pm 5,90.10^3$ ^b	$6,03.10^2 \pm 2,40.10^1$ ^a	$7,79.10^4 \pm 3,39.10^3$ ^f	
EM / CM	45	$5,97.10^5 \pm 1,56.10^4$	$3,53.10^5 \pm 1,46.10^4$	$6,66.10^8 \pm 1,39.10^8$	$1,39.10^6 \pm 2,03.10^5$	$2,13.10^5 \pm 1,01.10^4$	$3,93.10^2 \pm 1,61.10^1$	$1,83.10^5 \pm 1,21.10^4$
	Norme en UFC / g	10^4	10^4	10^8	10^5	10^3	Absence dans 25 g	10^3

EL Yakro : Echantillons des laitues de Yamoussoukro ; *E* : Echantillon ; *UFC* : Unité Formant Colonie ; *g* : gramme ; *CT* : Coliformes Totaux ; *GAM* : Germes Aérobie Mésophiles ; *LM* : Levures et Moisissures ; *E. coli* : Escherichia coli ; *S* : Site et *S. aureus* : Staphylococcus aureus *EM* : Echantillon Moyen et *CM* : Charge Moyenne.

Il existe une différence significative entre les données d'une colonne ne contenant pas la même lettre ($P < 0,05$).

1.2. Prévalence de *Salmonella* spp. dans les laitues des villes d'étude

La prévalence de *Salmonella* spp. dans les laitues des différentes zones d'étude est consigné dans le tableau XX. Cette prévalence est de 67 % au niveau de la ville d'Abidjan et la ville de Yamoussoukro. Par contre, elle est de 78 % et 71 % respectivement dans les villes de Bouaké et Daloa.

Tableau XX : Prévalence de *Salmonella* spp. dans les laitues des villes d'étude

Zones d'étude	Nombre d'échantillons	Prévalence (%)
Abidjan	45	67
Bouaké	45	78
Daloa	45	71
Yamoussoukro	45	67

1.3. Qualité microbiologique des laitues des zones d'étude

Les taux d'échantillons impropres à la consommation humaine est consigné dans le tableau XXI. Ces taux sont respectivement de 86 %, 90,75 %, 86,87 % et 85,93 % pour les villes d'Abidjan, de Bouaké, de Daloa et de Yamoussoukro.

Tableau XXI : Conformité des échantillons

Zones d'étude	Nombre d'échantillons	Echantillons conformes (m) (%)	Echantillons non conformes (M) (%)
Abidjan	45	14	86
Bouaké	45	9,25	90,75
Daloa	45	13,13	86,87
Yamoussoukro	45	14,07	85,93

1.4. Evaluation des risques microbiologiques liés au genre *Salmonella* spp.

1.4.1. Risque de salmonelloses lié à la consommation de laitue produite dans les villes d'étude

1.4.1.1. Quantité de laitue consommées journalièrement par personne et par repas.

Les quantités de laitue consommées par personne et par repas chaque jour oscillent entre $72,11 \pm 42,27$ g et $196,39 \pm 15,54$ g à Abidjan. Par contre, elles varient de $91,28 \pm 32,42$

g à $155,38 \pm 29,69$ g au niveau de la ville de Bouaké. En ce qui concerne la ville de Daloa, elles varient de $80,49 \pm 51,63$ g à $186,27 \pm 12,82$ g. Pour la ville de Yamoussoukro, ces quantités oscillent entre $84,41 \pm 19,38$ g et $174,27 \pm 12,83$ g (Figure 22, 23, 24 et 25).

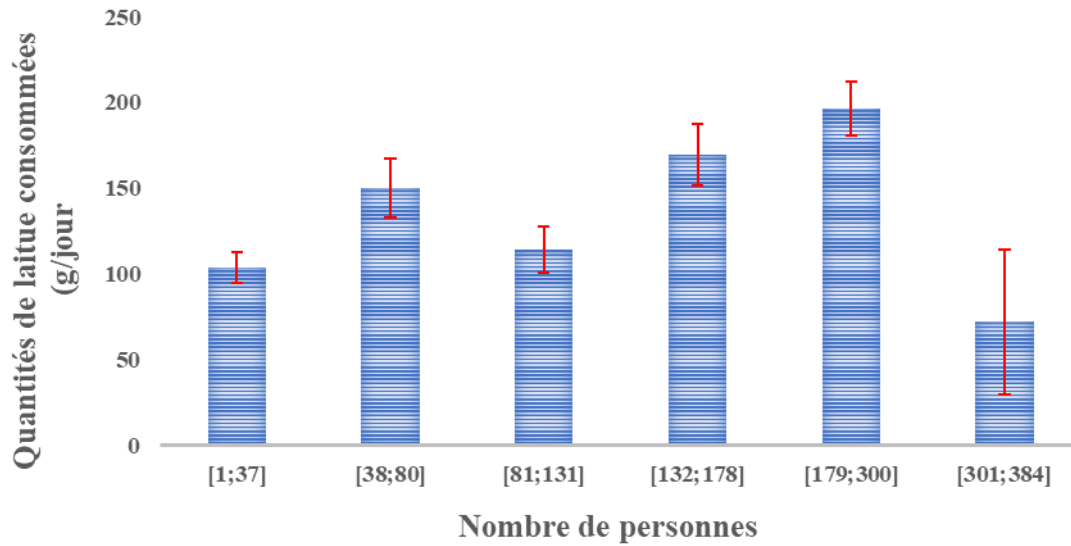


Figure 22 : Quantités de laitue consommées journalièrement par personne et par repas à Abidjan

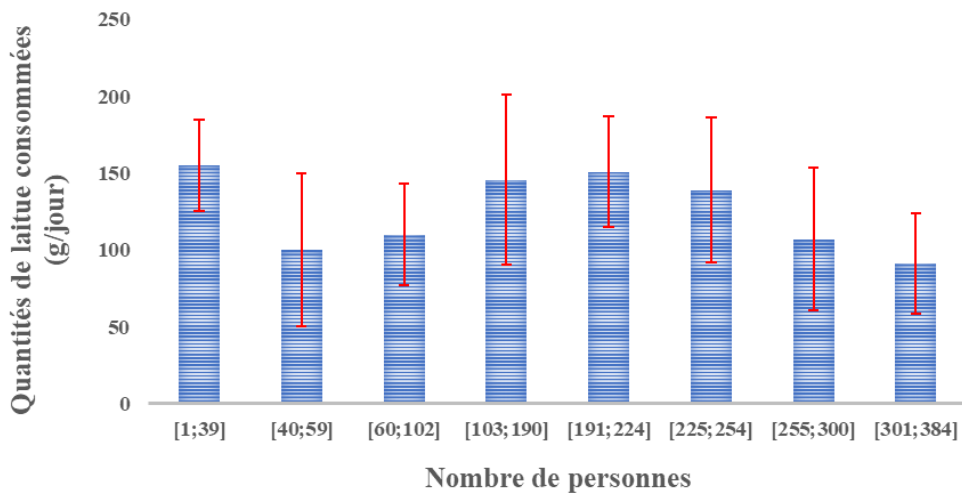


Figure 23 : Quantités de laitue consommées journalièrement par personne et par repas à Bouaké

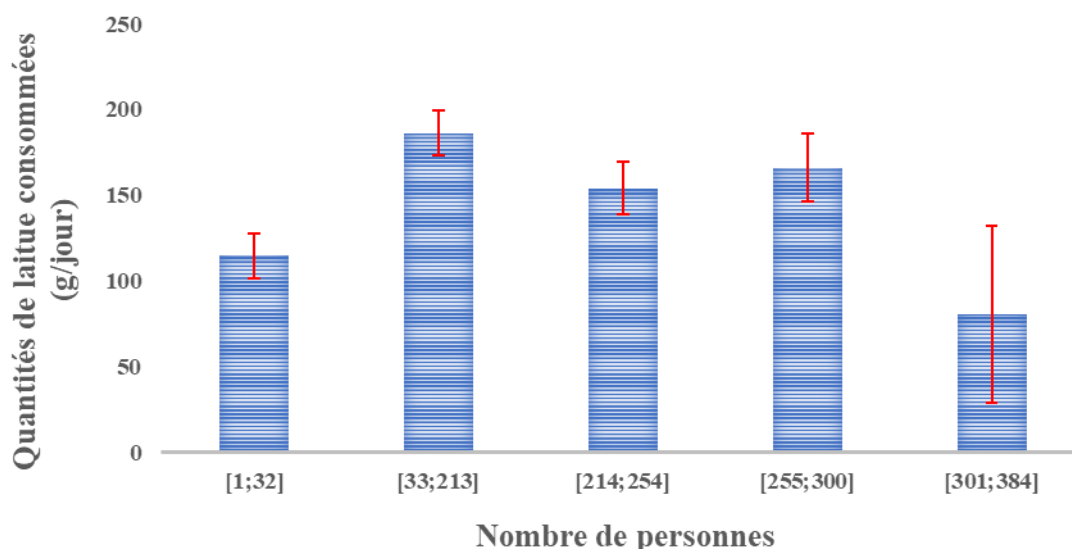


Figure 24 : Quantités de laitue consommées journalièrement par personne et par repas à Daloa

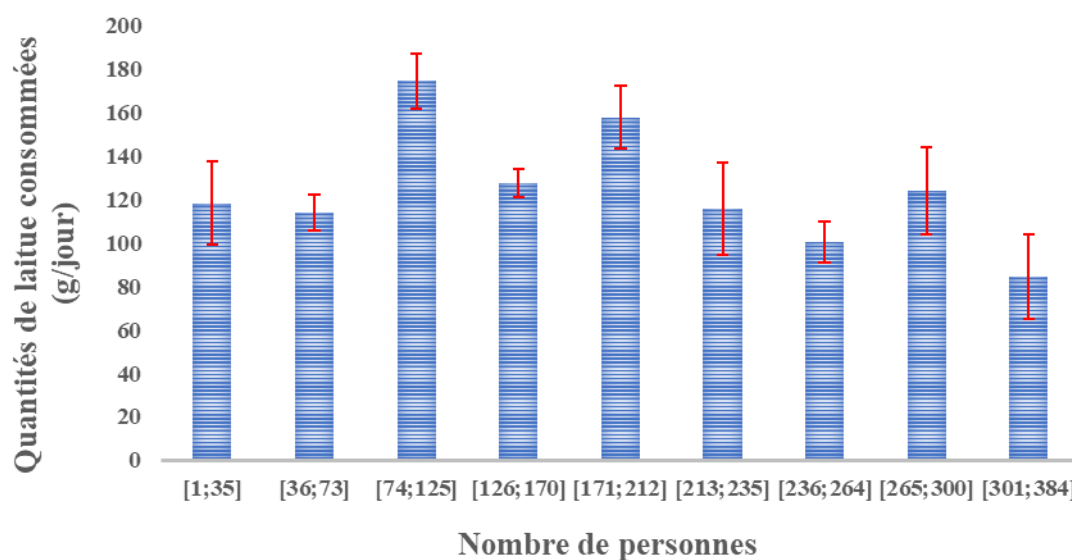


Figure 25 : Quantités de laitue consommées journalièrement par personne et par repas à Yamoussoukro

1.4.1.2. Fréquence de distribution de *Salmonella* spp. dans les laitues des villes d'étude

Les analyses montrent que le germe pathogène recherché a été retrouvé dans 67 % des laitues de la ville d'Abidjan et celle de Yamoussoukro contre 78 % pour la ville de Bouaké. Par contre, *Salmonella* spp. a été retrouvée dans 71 % des laitues de ville de Daloa. Cependant, les

charges microbiennes varient de 0 ± 0 UFC / g à $5,65.10^2 \pm 2,12.10^1$ UFC / g pour la ville d'Abidjan (Figure 26). Au niveau de la ville de Bouaké, elles oscillent entre 0 ± 0 et $7,73.10^2 \pm 2,33.10^1$ UFC / g (Figure 27). La figure 28 montre que les charges de *Salmonella* spp. dans la ville de Daloa varient de 0 ± 0 UFC / g à $6,14.10^2 \pm 3,67.10^1$ UFC / g. Par contre, celles de la ville de Yamoussoukro oscillent entre 0 ± 0 UFC/g et $7,48.10^2 \pm 3,11.10^1$ UFC / g (Figure 29).

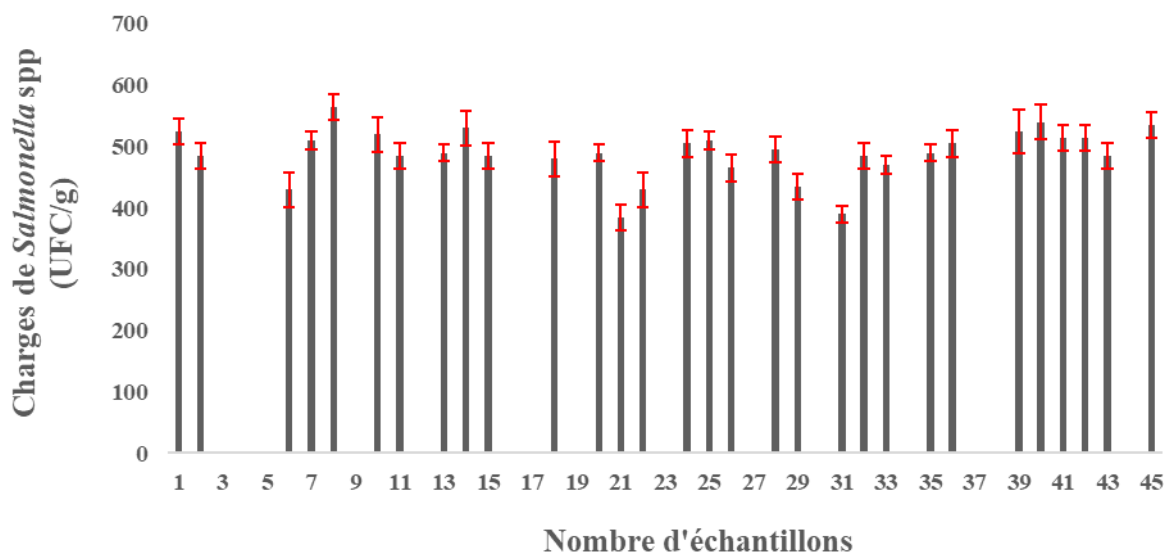


Figure 26 : Fréquence de distribution de *Salmonella* spp. dans les laitues d'Abidjan

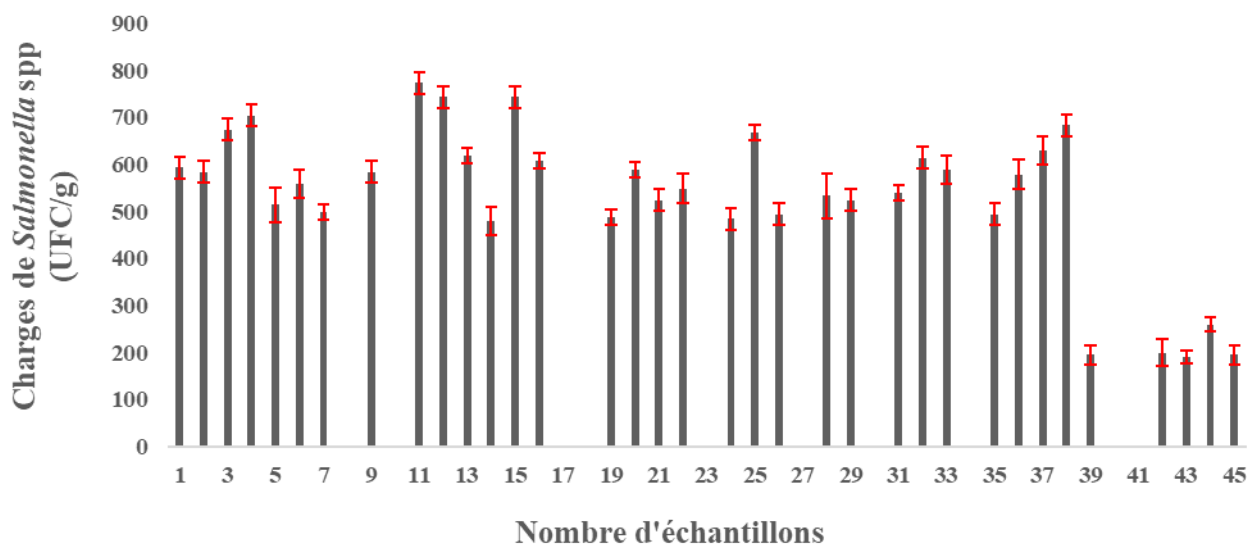


Figure 27 : Fréquence de distribution de *Salmonella* spp. dans les laitues de Bouaké

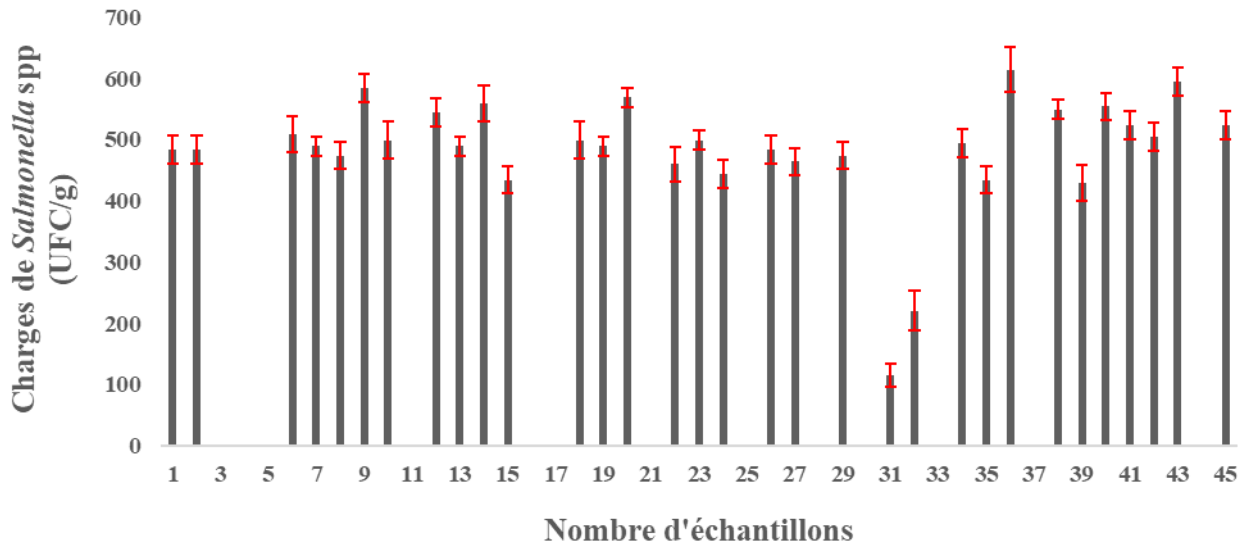


Figure 28 : Fréquence de distribution de *Salmonella* spp. dans les laitues de Daloa

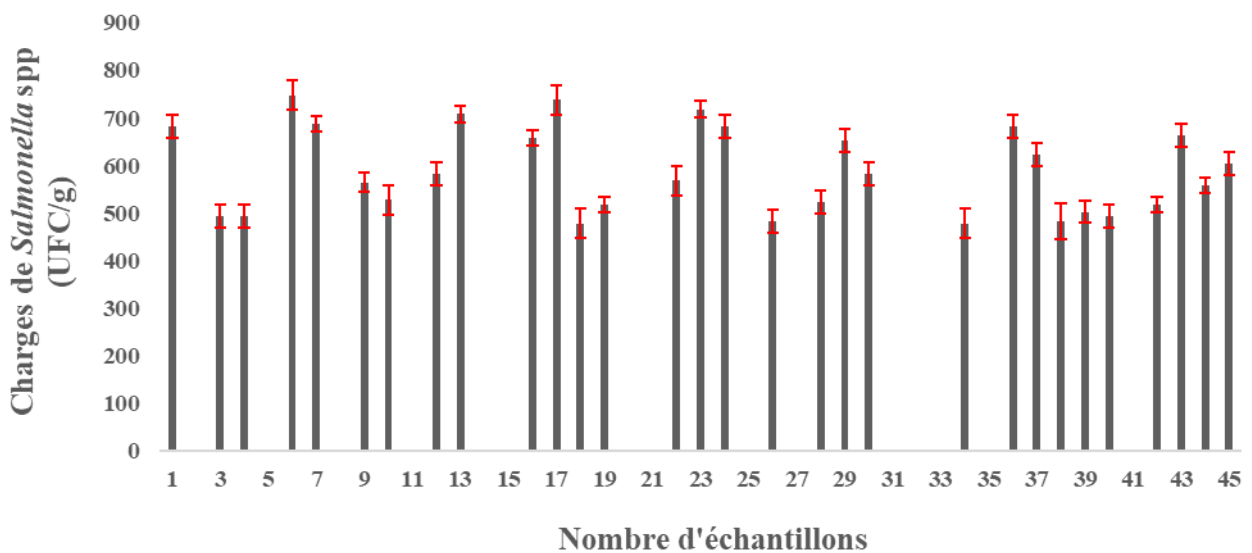


Figure 29 : Fréquence de distribution de *Salmonella* spp. dans les laitues de Yamoussoukro

1.4.1.3. Risque lié à *Salmonella* spp dans les laitues des zones d'étude et évaluation de l'exposition

Les figures 30 ; 31 ; 32 et 33 ci-dessous sont les résultats de la simulation par la méthode de Monte Carlo de la distribution de la charge microbienne (*Salmonella* spp.) et de celle de la consommation journalière de laitues. Elles représentent la distribution de l'ingestion du contaminant (*Salmonella* spp.) par les consommateurs. Elles renseignent également sur le risque de contracter des fièvres typhoïdes ou paratyphoïdes et des salmonelloses non typhiques liées à la consommation de laitues des villes d'étude. De ce fait, le risque de salmonelloses liées à la consommation de laitues dans la ville d'Abidjan varie de 6,48 % à 7,92 %, soit entre 6.480

et 7.920 cas pour 100.000 habitants (Figure 30). Par contre, celle de la ville de Bouaké est de l'ordre de 6,36 % à 6,56 %, soit 6.360 à 6.560 cas pour 100.000 habitants (Figure 31). Pour la ville de Daloa, le risque de salmonelloses oscille entre 7,22 % et 8,4 %, soit entre 7.220 et 8.400 cas pour 100.000 habitants (Figure 32). Le risque de salmonelloses est de l'ordre de 7,6 % à 8,08 % en ce qui concerne la ville de Yamoussoukro, soit entre 7.600 à 8.080 cas pour 100.000 habitants (Figure 33).

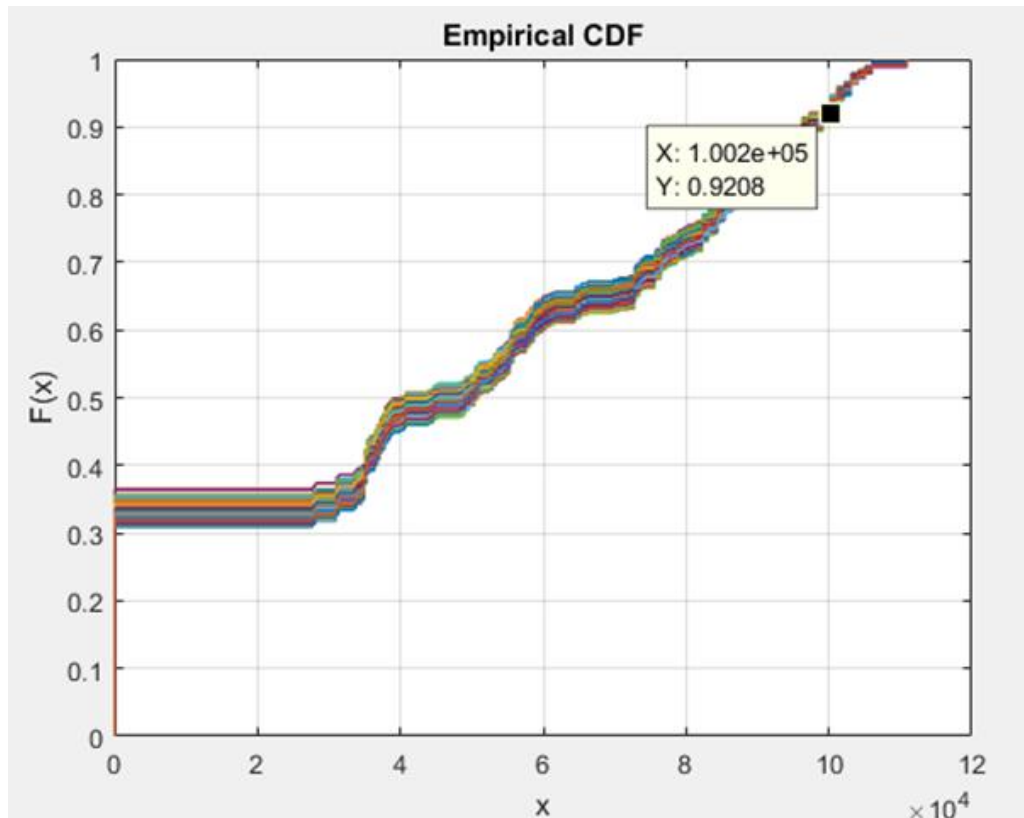


Figure 30 : Risque de salmonelloses liées à la consommation de la laitue produite à Abidjan selon la simulation de type Monte Carlo

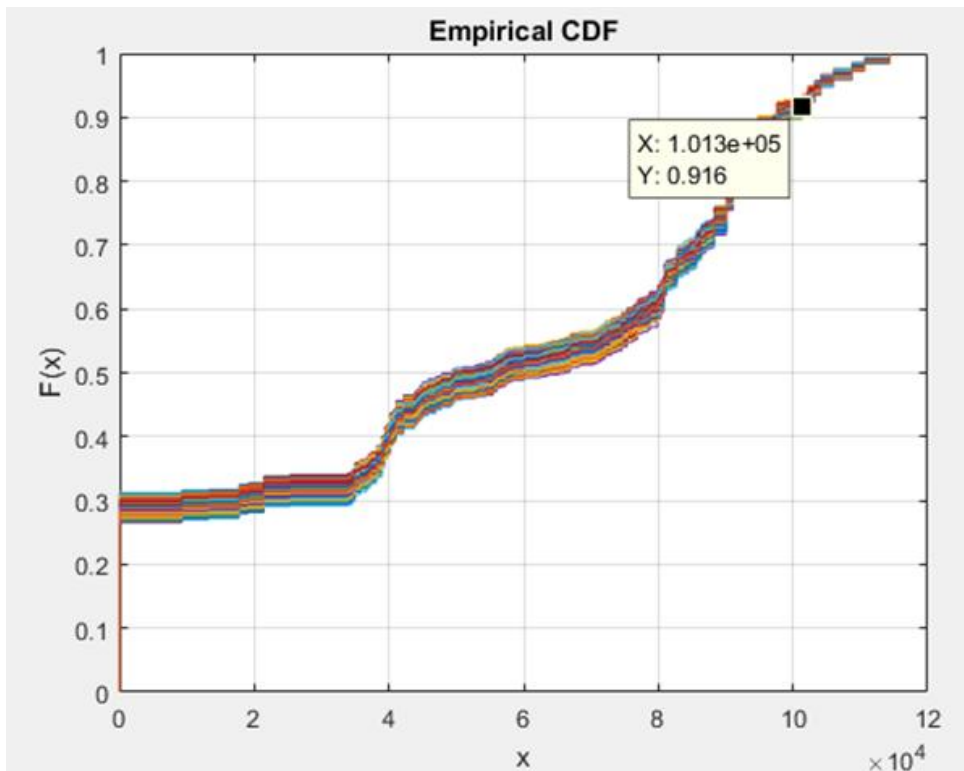


Figure 31 : Risque de salmonelloses liées à la consommation de la laitue produite à Bouaké selon la simulation de type Monte Carlo

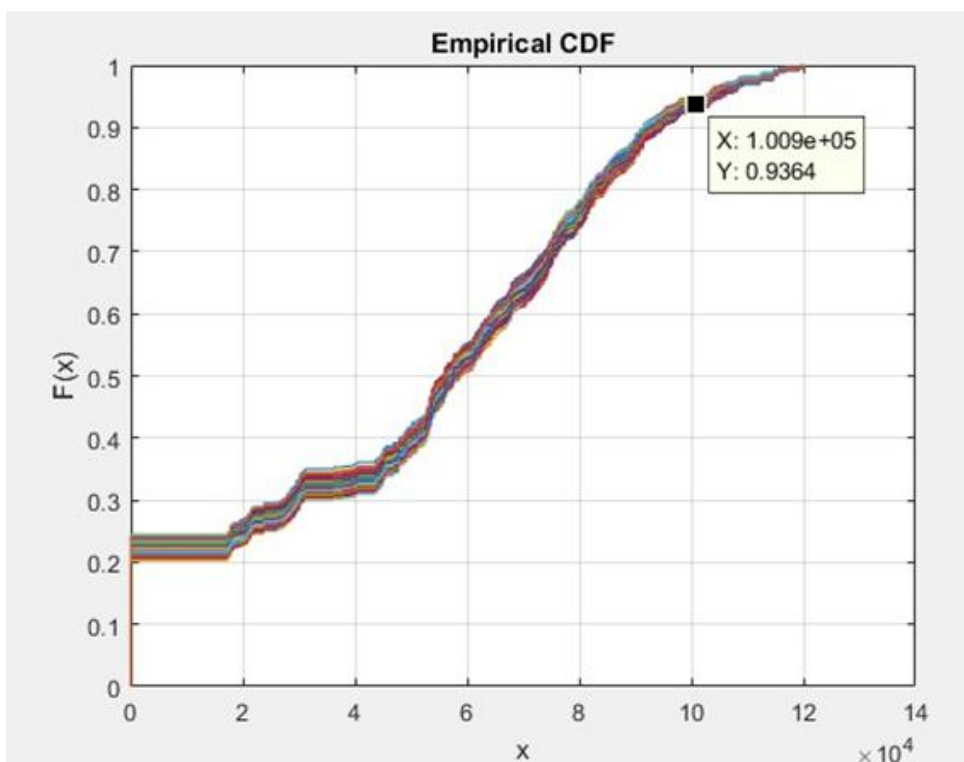


Figure 32 : Risque de salmonelloses liées à la consommation de la laitue produite à Daloa selon la simulation de type Monte Carlo

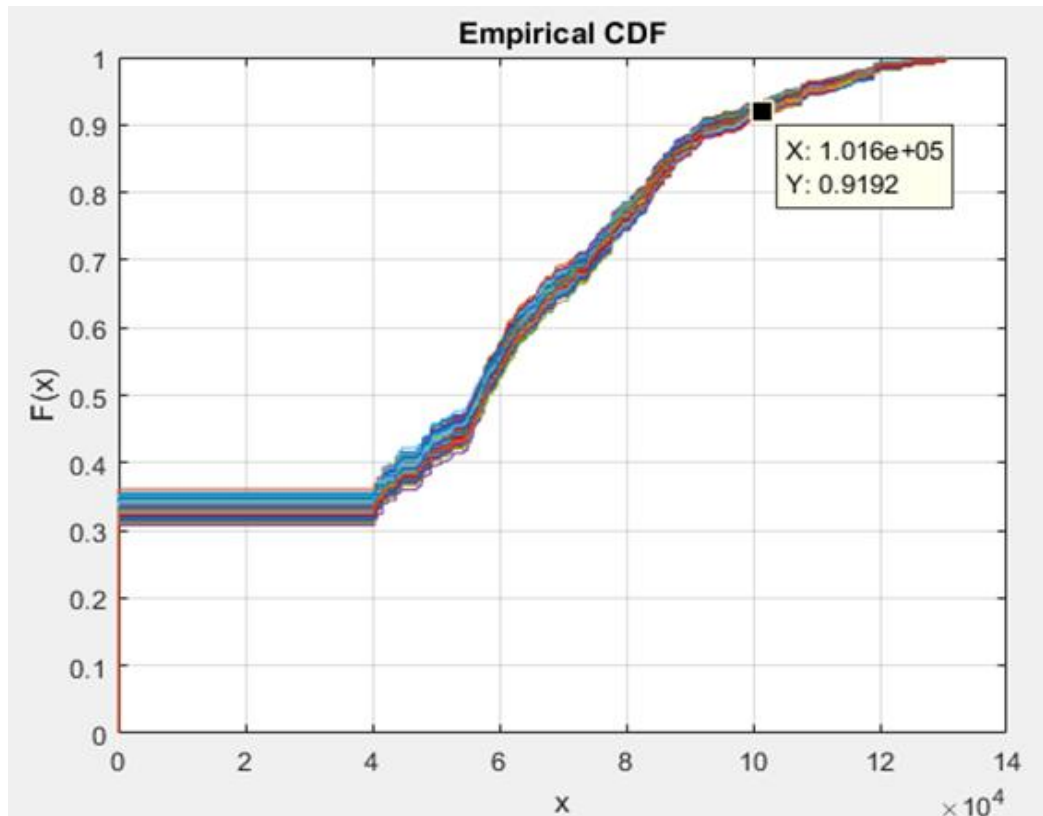


Figure 33 : Risque de salmonelloses liées à la consommation de la laitue produite à Yamoussoukro selon la simulation de type Monte Carlo

1.5. Evaluation des risques chimiques des résidus de pesticides dans la laitue

Les résultats montrent qu'il existe des risques d'intoxication chronique et aiguë avec le parathion, le diméthoate, le chlorpyriphos, le spirodiclofen, la cyperméthrine et le cyhalothrine. Ainsi, le risque de faire une intoxication chronique avec le parathion est de 0,02 % à Abidjan, 18 % à Daloa et 28 % à Yamoussoukro. Par contre, le risque d'intoxication aiguë est de 0,1 % à Daloa et 2 % à Yamoussoukro. Le risque d'intoxication chronique avec le diméthoate est de 29 % à Abidjan, 39 % à Bouaké, 37 % à Daloa et 47 % à Yamoussoukro. Pendant que le risque d'intoxication aiguë existe seulement à Yamoussoukro et est de 1 %. En ce qui concerne le chlorpyriphos, le risque d'intoxication chronique est de 0,02 % à Abidjan, 0,08 % à Daloa et 0,3 % à Yamoussoukro. Il n'existe pas de risque d'intoxication chronique avec ce composé chimique à Bouaké. Aussi, le risque d'intoxication aiguë avec le chlorpyriphos est inexistant dans chacune des villes d'étude. En revanche, seule la ville de Yamoussoukro présente un risque d'intoxication chronique et aiguë avec le spirodiclofen. Ces risques sont de 0,22 %. De même, seule la ville de Bouaké présente un risque d'intoxication chronique avec la cyperméthrine et le cyhalothrine. Ce risque est de 0,02 % pour ces deux composés chimiques (Figures 34 ; 35 ; 36 et 37).

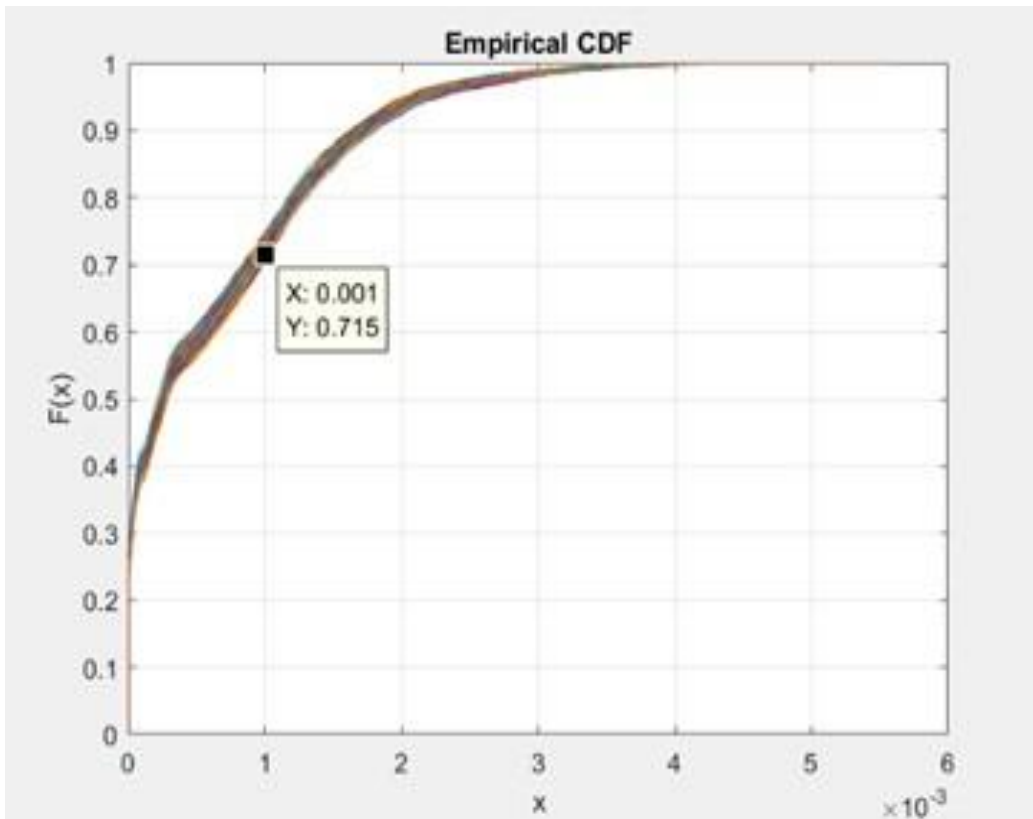


Figure 34 : Risque d'intoxication chronique avec le diméthoate à Abidjan

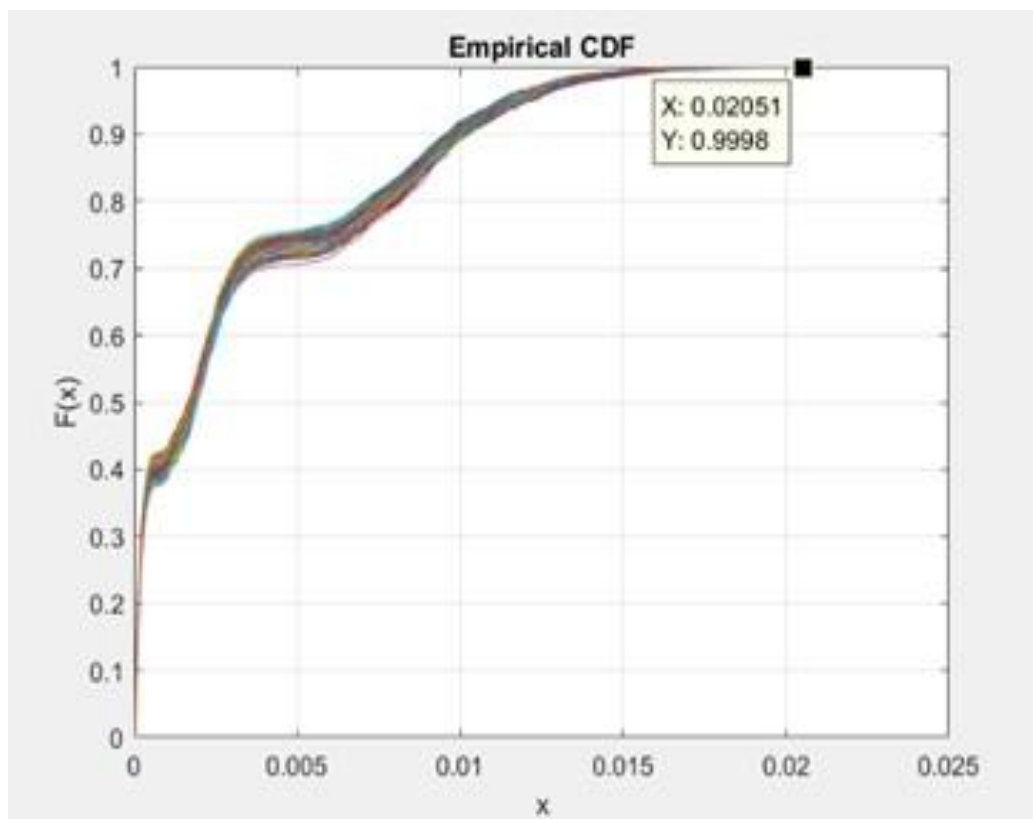


Figure 35 : Risque d'intoxication chronique avec le cyhalothrine à Bouaké

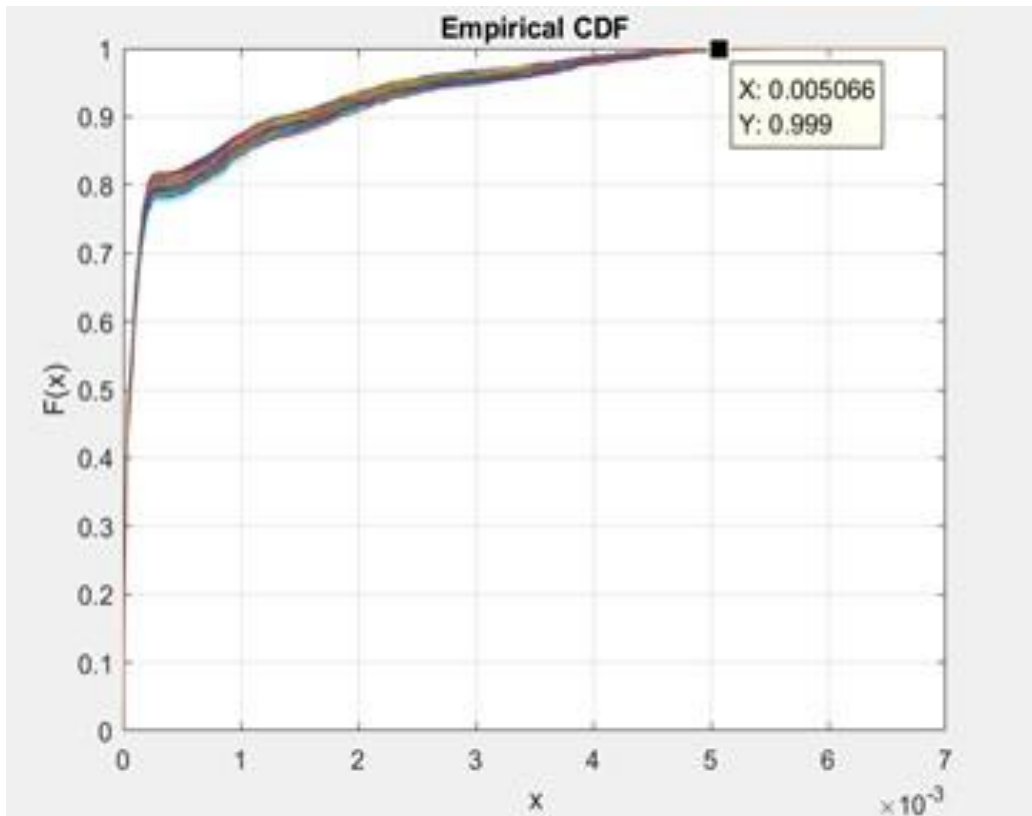


Figure 36 : Risque d'intoxication aiguë avec le parathion à Daloa

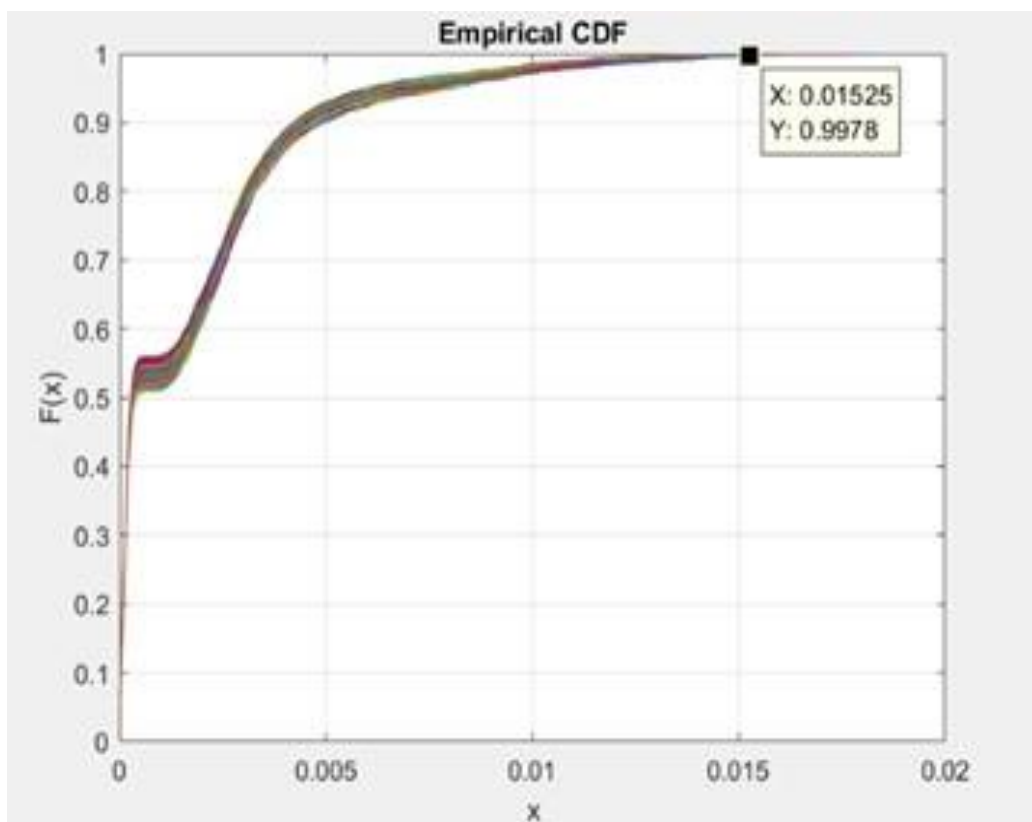


Figure 37 : Risque d'intoxication chronique et aiguë avec le spirodiclofen à Yamoussoukro

2. DISCUSSION

Les analyses microbiologiques réalisées ont permis d'évaluer le niveau de contamination des laitues produites dans les villes d'Abidjan, Bouaké, Daloa et Yamoussoukro. Toutes les laitues provenant des sites des différentes villes d'étude étaient fortement contaminées par des flores de contamination notamment des germes aérobies mésophiles, des entérobactéries, des levures et moisissures. La ville de Bouaké enregistre le taux d'échantillon impropre à la consommation humaine le plus élevé (90,75 %). Par contre, la ville de Yamoussoukro enregistre le plus faible taux (85,93 %). Les résultats obtenus dans cette étude vont de pair avec ceux de Mohamad *et al.* (2013) qui ont aussi identifiés ces mêmes germes dans leurs travaux antérieurs sur les laitues de production urbaine. Aussi, Akusu *et al.* (2016) ont isolé des entérobactéries dans tous les légumes dans une étude similaire au Nigéria. Dans cette étude, les coliformes totaux ont également été isolés des laitues des différents sites d'étude. Ces flores ont également été isolées des laitues du domaine maraîcher de SAGBAYA (Diallo *et al.*, 2024). La forte présence de ces germes traduirait un déficit de bonnes pratiques de production et d'hygiène dans les sites d'étude. Ces sites, situés en plein centre des villes d'étude et dans des bas-fonds, reçoivent régulièrement de façon continue, les eaux usées, les eaux des égouts et des caniveaux sans aucun traitement. En outre, ces eaux sont directement utilisées pour l'arrosage ou elles communiquent directement dans les eaux de surfaces et de puits des bas-fonds qui servent à cet effet. Ces eaux, une fois contaminées seraient donc à l'origine des contaminations des laitues produites (Kouassi *et al.*, 2019). Plusieurs études ont signalé cette forme de contamination (Koffi *et al.*, 2012 ; Djégbé *et al.*, 2018). Selon ces auteurs, les eaux d'arrosage de cultures maraîchères urbaines sont la source de contamination microbienne des productions. Abbou *et al.* (2014) ont aussi incriminé les eaux de surfaces de la ville de Taza (Maroc) utilisées pour l'arrosage, dans la contamination microbienne de maraîchères urbaines. La présence des entérobactéries pourrait être due aux conditions précaires d'hygiène dans lesquelles les légumes sont cultivés. Les pathogènes comme *E. coli*, *Salmonella* spp. et *S. aureus* ont également été isolés des laitues après analyse microbiologique. La présence de *E. coli* a été signalée dans une étude réalisée à Maroua (Cameroun) sur les laitues (Maïwore *et al.*, 2020). De même, *Salmonella* spp. a été identifiée dans les travaux de Traoré *et al.* (2015) sur la laitue au Burkina Faso. Par contre, ce résultat s'oppose à celui de Monia *et al.* (2016) qui n'ont détecté aucune *Salmonella* spp. dans les laitues de production urbaine. La présence de *Salmonella* spp. s'expliquerait par la présence des animaux domestiques et d'élevage dans les champs et à proximité (Coulibaly-Kalpy *et al.*, 2017 ; Kouamé *et al.*, 2017). Les enquêtes réalisées dans cette étude ont révélé que les producteurs utilisent la fiente de volaille et la bouse

de vache (parfois fraîche) comme fertilisant. Cette pratique agricole favoriserait une contamination fécale permanente d'où la présence des germes d'origine fécale tels que *E. coli* et *Salmonella* spp. Le pathogène *S. aureus* a également été isolé des laitues des différentes villes d'étude. Nos résultats corroborent ceux de Wognin *et al.*, (2022) qui ont identifié *S. aureus* dans une étude portant sur l'évaluation des niveaux de contamination bactériologique de la laitue selon les sites de production et de vente dans les sites de maraîchage d'Abidjan et zone périurbaine. Les enquêtes ont révélé un fort taux d'illettrés de producteurs issus des différentes zones d'étude. Ces derniers ignorent donc les bonnes pratiques agricoles. Cela pourrait expliquer la forte présence des germes dans les laitues des différents sites d'étude.

Salmonella spp. a été choisi comme un danger à cause de sa virulence. En effet, sa seule présence dans un aliment rend celui-ci potentiellement infectieux dangereux pour la santé humaine et animale. Ainsi, les résultats de cette étude ont révélé que les quantités de laitue journalière consommées par les personnes enquêtées varient de $72,11 \pm 42,27$ g à $196,39 \pm 15,54$ g. A l'opposé, Yao *et al.* (2016) ont fait ressortir dans une étude que la quantité totale de laitue consommée en un jour par tous les ménages enquêtés à Port-Bouët est de 4.180 g. Cette consommation élevée de la laitue par les populations pourrait s'expliquer par le fait que ce légume soit beaucoup apprécié. Par ailleurs, la laitue est une source nutritionnelle importante. Les analyses microbiologiques effectuées ont montré que la prévalence de *Salmonella* spp. est d'au moins 67 % dans les échantillons de laitues analysés. Ces échantillons s'écartent largement des directives prescrites par l'OMS qui recommande aucune *Salmonella* spp. dans un légume cru destiné à la consommation (OMS, 2012). Les charges microbiennes oscillent entre 0 ± 0 et $7,73.10^2 \pm 2,33.10^1$ UFC / g. A l'inverse, d'autres études menées sur la laitue ont fait ressortir des prévalences de 50 % (Traoré *et al.*, 2015) dans une étude réalisée au Burkina Faso. Bagudo *et al.* (2014) ont trouvé une prévalence de 22 % à Sokoto, Nigeria. Cependant, aucune *Salmonella* spp. n'a été signalée dans les salades de légume en Iran (Avazpour *et al.*, 2013) et au Ghana (Orji *et al.*, 2017). Cette forte présence de *Salmonella* spp. dans les laitues augmenterait le risque de salmonelloses. Il serait donc important de caractériser ce risque.

L'étude réalisée a permis de faire ressortir le risque de salmonelloses liées à la consommation de laitues produites dans les villes d'Abidjan, Bouaké, Daloa et Yamoussoukro. Pour l'ensemble des villes d'étude, ce risque est de l'ordre de 6,36 % à 8,4 %, soit 6.360 à 8.400 cas de salmonelloses pour 100.000 habitants. Nos résultats corroborent les données de l'OMS qui montrent un taux élevé de fièvres typhoïde et paratyphoïde dans les pays en développement (OMS, 1996). Cependant, le nombre de cas de salmonelloses obtenu dans cette étude est supérieur à celui obtenu par Coulibaly (2015). En effet, dans une étude réalisée à

Yamoussoukro sur le lait caillé, l'auteur a détecté un risque de 1,05 % à 2,2 % ; soit 1.050 et 2.200 cas de salmonelloses pour 100.000 habitants. Le risque élevé de salmonelloses est sûrement dû à la forte présence de *Salmonella* spp. dans les laitues. Cette présence de ce pathogène dans les laitues pourrait s'expliquer par l'utilisation des eaux usées pour l'arrosage. Le manque de systèmes de traitement des eaux usées et des ordures ménagères fait apparaître des maladies comme les fièvres typhoïde et paratyphoïde au sein des populations. Ce constat a été fait par Tuo *et al.* (2019). En effet, les auteurs ont signalé des cas de fièvre typhoïde suite à la présence des eaux usées à Abobo-Kennedy-Clouetcha. De même, Coulibaly *et al.* (2018) ont également signalé des cas de fièvre typhoïde dans une étude suite à la présence des ordures ménagères dans certains quartiers précaires de Yopougon Gesco-Attié. Le risque de salmonelloses pourrait s'accroître avec le phénomène de la contamination croisée et la présence d'autres germes. Cela pourrait avoir des conséquences telles que la gastro-entérite, la bactériémie, la fièvre entérique et l'état de porteur asymptomatique sur la santé du consommateur (Bottieau & Van Gompel, 2012).

L'évaluation du risque chimique a montré qu'il existe des risques d'intoxication chronique et aiguë avec le parathion, le diméthoate, le chlorpyrifos, le spirodiclofen, la cyperméthrine et la cyhalothrine. La ville de Yamoussoukro enregistre les risques d'intoxication chronique et aiguë les plus élevés. En effet, 47 % de la population seraient exposés à une intoxication chronique avec le diméthoate et 2 % de la population pour une intoxication aiguë avec le parathion. Les résultats obtenus de cette étude corroborent ceux de Yao *et al.* (2016). En effet, les auteurs ont montré dans leurs travaux que les consommateurs de laitue sont exposés aux effets chroniques et néfastes du diméthoate, du chlorpyrifos, de la cyperméthrine et du cyhalothrine. Les effets néfastes de ces pesticides sur la santé humaine sont multiples. Il s'agit des troubles digestifs, neurologiques, cardio-vasculaires, neuropathies périphériques et des complications pulmonaires, mais aussi des affections dermatologique, cancérogènes, les effets sur les organes reproductifs et endocriniens (Thakur *et al.*, 2014 ; Nicolopoulou-Stamati *et al.*, 2016). Il est donc important pour les consommateurs de bien laver les laitues et les désinfecter avec l'hypochlorite de sodium. Ces derniers doivent également respecter les doses recommandées pour l'application des pesticides.

3. CONCLUSION PARTIELLE

Cette étude a montré que les laitues provenant des sites de production des différentes villes d'étude ont été contaminées par des bactéries. Cette contamination a été observée tout au long de l'itinéraire technique de production. Les laitues ont été contaminées par des germes comme les coliformes totaux, les entérobactéries, les germes aérobies mésophiles et les levures et moisissures. Elles ont également été contaminées par des pathogènes tels que *E. coli*, *Salmonella* spp. et *S. aureus*. La majorité des échantillons s'écartait largement des normes prescrites par le *Codex Alimentarius* concernant les légumes (laitue). Les échantillons de laitue non conforme à la norme sont donc impropres à la consommation. Leur consommation représenterait donc un danger réel pour la santé du consommateur. La ville de Bouaké enregistre le taux d'échantillon impropre à la consommation humaine le plus élevé (90,75 %). Par contre, la ville de Yamoussoukro enregistre le plus faible taux (85,93 %).

Cette partie de l'étude a aussi porté sur l'évaluation des risques de salmonelloses liées à la consommation des laitues produites dans les villes d'Abidjan, Bouaké, Daloa et Yamoussoukro. Elle a révélé que la laitue est beaucoup prisée par les populations des villes d'étude avec une consommation journalière de $72,11 \pm 42,27$ g à $196,39 \pm 15,54$ g par personne. Les analyses microbiologiques effectuées ont donné une prévalence d'au moins 67 % de *Salmonella* spp. dans les échantillons de laitue. Ce qui signifie que ces échantillons sont impropres à la consommation. Par ailleurs, l'évaluation des risques a montré que le risque associé à la présence de *Salmonella* spp. pour le consommateur de laitue dans les zones investiguées existe. En tenant compte de la dose infectieuse de 10^5 cellules, la probabilité de développer une salmonellose en consommant la laitue est de 6,36 % à 8,4 % ; soit 6.360 à 8.400 cas pour 100.000 habitants. Cela révèle un réel problème de santé public. Vu la forte consommation de la laitue par les populations, ces résultats devraient attirer l'attention des autorités compétentes qui pourraient organiser des campagnes de sensibilisation sur les risques microbiologiques d'origine alimentaire.

L'évaluation du risque chimique a montré qu'il existe des risques d'intoxication chronique et aiguë avec le parathion, le diméthoate, le chlorpyrifos, le spirodiclofen, la cyperméthrine et le cyhalothrine. La ville de Yamoussoukro enregistre les risques d'intoxication chronique et aiguë les plus élevés.

III. CARACTERISTIQUES BIOCHIMIQUES ET MOLECULAIRES DES ISOLATS DE *ESCHERICHIA COLI* ET *SALMONELLA* SPP. ISOLÉS DE LA LAITUE

1. RESULTATS

1.1. Morphologie des isolats présumés de *E. coli* et *Salmonella* spp.

Des tests biochimiques ont été appliqués aux isolats de *E. coli* et *Salmonella* spp. présumés. Un total de 400 isolats a été conservé pour la suite des travaux. Il s'est agi de 200 isolats de *E. coli* dont 50 isolats présumés par ville. Il en est de même pour *Salmonella* spp. Un total de 20 isolats présumés par ville a été utilisé pour la réalisation des tests. Il s'agit entre autres de la catalase, du frottis coloré, de l'oxydase de la fermentation et l'utilisation de certains sucres. Tous les isolats de *E. coli* et *Salmonella* spp. étaient positifs au test de la catalase mais négatifs à l'oxydase. Le frottis coloré révèle qu'ils sont tous des bactéries Gram négatif. Concernant les vingt (20) isolats de *E. coli*, tous n'ont pu utiliser le citrate comme source de carbone et d'énergie. La production de gaz et l'utilisation du glucose, lactose et mannitol ont été observées chez tous les isolats étudiés. Par ailleurs, ils sont mobiles, négatifs à l'urée, positifs à l'indole et ne produisant pas de sulfure de dihydrogène. Toutefois, la Lysine Décarboxylase a été présente chez tous les isolats contrairement à la Lysine Désaminase. Les différents tests effectués ont donc révélé que les isolats présomptifs ont été confirmés comme des isolats de *E. coli* (Tableau XXII).

Concernant les vingt (20) isolats présumés de *Salmonella* spp, certains ont utilisé le citrate comme source de carbone et d'énergie et d'autres non. La production de gaz et l'utilisation du glucose et du mannitol ont été observées chez tous les isolats présumés. En ce qui concerne le lactose, les isolats n'ont pas pu utiliser ce sucre. En outre, les isolats étudiés sont tous mobiles. Ils sont indole et urée négatifs. Ils ne produisent pas de sulfure d'hydrogène. Il y a présence de la Lysine Décarboxylase chez tous les isolats étudiés mais la Lysine Désaminase était absente chez la totalité des isolats. Les tests réalisés prouvent bien que les isolats présomptifs sont des *Salmonella* spp. (Tableau XXIII). Les tests biochimiques sont présentés en annexe 6.

Tableau XXII : Caractères biochimiques des isolats présomptifs de *E. coli* isolés des laitues

Isolats de <i>E.</i> <i>coli</i>	Paramètres biochimiques étudiés											Noms des souches
	CS	Gaz	Glu	H ₂ S	Ind	Lac	LDA	LDC	Man	Mob	Urée	
1	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	<i>E. coli</i>
2	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	<i>E. coli</i>
3	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	<i>E. coli</i>
4	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	<i>E. coli</i>
5	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	<i>E. coli</i>
6	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	<i>E. coli</i>
7	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	<i>E. coli</i>
8	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	<i>E. coli</i>
9	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	<i>E. coli</i>
10	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	<i>E. coli</i>
11	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	<i>E. coli</i>
12	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	<i>E. coli</i>
13	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	<i>E. coli</i>
14	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	<i>E. coli</i>
15	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	<i>E. coli</i>
16	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	<i>E. coli</i>
17	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	<i>E. coli</i>
18	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	<i>E. coli</i>
19	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	<i>E. coli</i>
20	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	<i>E. coli</i>

CS : Citrate de Simmons ; **Glu** : Glucose ; **H₂S** : Sulfure de dihydrogène ; **Ind** : Indole ;
Lac : Lactose ; **LDA** : Lysine Désaminase ; **LDC** : Lysine Décarboxylase ; **Man** : Mannitol ;
Mob : Mobilité ; **Urée** : Urée ; (+) : positive et (-) : négative ; **E. coli** : *Escherichia coli*

Tableau XXIII : Caractères biochimiques des isolats présomptifs de *Salmonella* spp. isolés des laitues

Isolats de <i>Salmonella</i> spp.	Paramètres biochimiques étudiés											Nom des souches
	CS	Gaz	Glu	H ₂ S	Ind	Lac	LDA	LDC	Man	Mob	Urée	
1	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	<i>S. typhi</i>
2	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	<i>S. typhi</i>
3	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	<i>S. typhi</i>
4	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	<i>S. typhi</i>
5	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	<i>S. typhi</i>
6	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	<i>S. typhi</i>
7	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	<i>S. typhimu</i>
8	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	<i>S. typhimu</i>
9	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	<i>S. typhimu</i>
10	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	<i>S. typhimu</i>
11	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	<i>S. typhimu</i>
12	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	<i>S. typhimu</i>
13	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	<i>S. typhimu</i>
14	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	<i>S. typhimu</i>
15	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	<i>S. typhimu</i>
16	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	<i>S. typhimu</i>
17	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	<i>S. typhimu</i>
18	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	<i>S. typhi</i>
19	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	<i>S. typhi</i>
20	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	<i>S. typhi</i>

CS : Citrate de Simmons ; **Glu** : Glucose ; **H₂S** : Sulfure de dihydrogène ; **Ind** : Indole ; **Lac** : Lactose ; **LDA** : Lysine Désaminase ; **LDC** : Lysine Décarboxylase ; **Man** : Mannitol ; **Mob** : Mobilité ; **Urée** : Urée ; (+) : positive et (-) : négative ; **S. typhi** : *Salmonella typhi* ; **S. typhimu** : *Salmonella typhimurium*

1.2. Diversité des isolats de *E. coli* et *Salmonella* spp. isolés des laitues des zones d'étude

Les isolats de *E. coli* et de *Salmonella* spp. isolés des laitues ont été confirmés par la présence du gène *ARN 16S* (Figures 38 et 39).

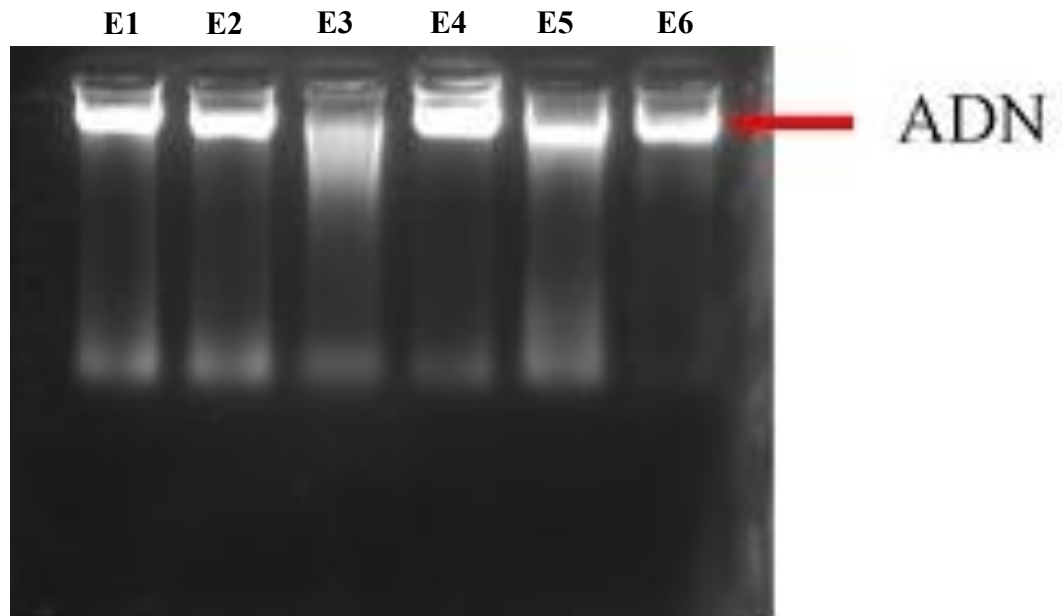


Figure 38 : Profil électrophorétique de l'ADN de *E. coli* et *Salmonella* spp.

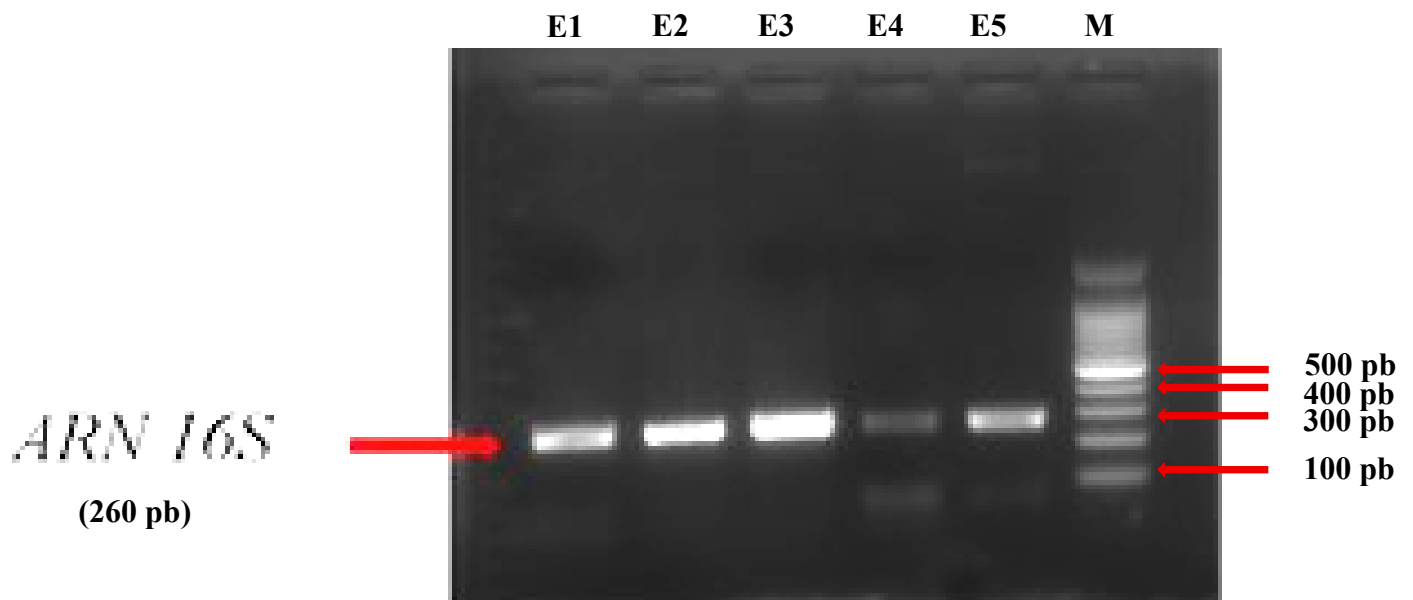


Figure 39 : Profil électrophorétique de l'*ARN 16S* de *E. coli* et *Salmonella* spp.

M : Marqueur de poids moléculaire de 1000 pb ;

Puit E1 à E5 : Echantillons de bactéries.

1.2.1. Diversité des isolats de *E. coli* virulentes des villes d'étude

Les différents gènes de virulence et les pathovars de *E. coli* recherchés dans cette étude ont été retrouvés dans certains échantillons de chaque ville d'étude. Les profils électrophorétiques des produits d'amplification font apparaître la diversité génétique de *E. coli* isolées des laitues. Ils présentent les différentes bandes caractéristiques des gènes de virulence. Il s'agit notamment du gène *aggA* de 194 paires de base, du gène *bfpA* de 326 paires de base, du gène *east1* de 111 paires de base, du gène *lt* de 322 paires de base, du gène *st* de 169 paires de base et des gènes *stx1* et *stx2* de 614 et 779 paires de base respective. Seul le gène *eaeA* n'a pas été détecté dans les échantillons des différentes villes d'étude. La présence des gènes de virulence caractéristiques met en évidence les pathovars EAEC ; EPEC ; ETEC et STEC / EHEC (Figure 40 ; 41 ; 42 ; 43 ; 44 et 45).

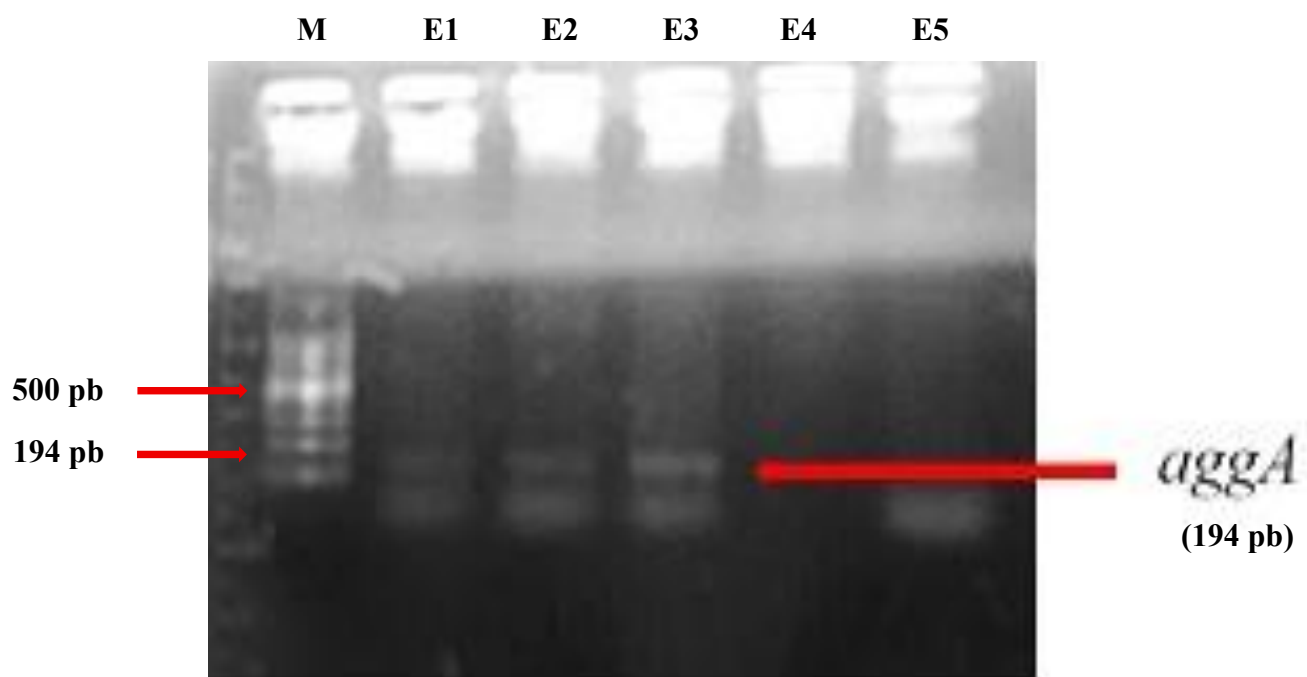


Figure 40 : Profil électrophorétique du produit d'amplification du gène *aggA* de *E. coli* sur gel d'agarose à 1,5 %

M : Marqueur de poids moléculaire de 1000 pb ;

Puit E1 à E5 : Echantillons de *E. coli*.

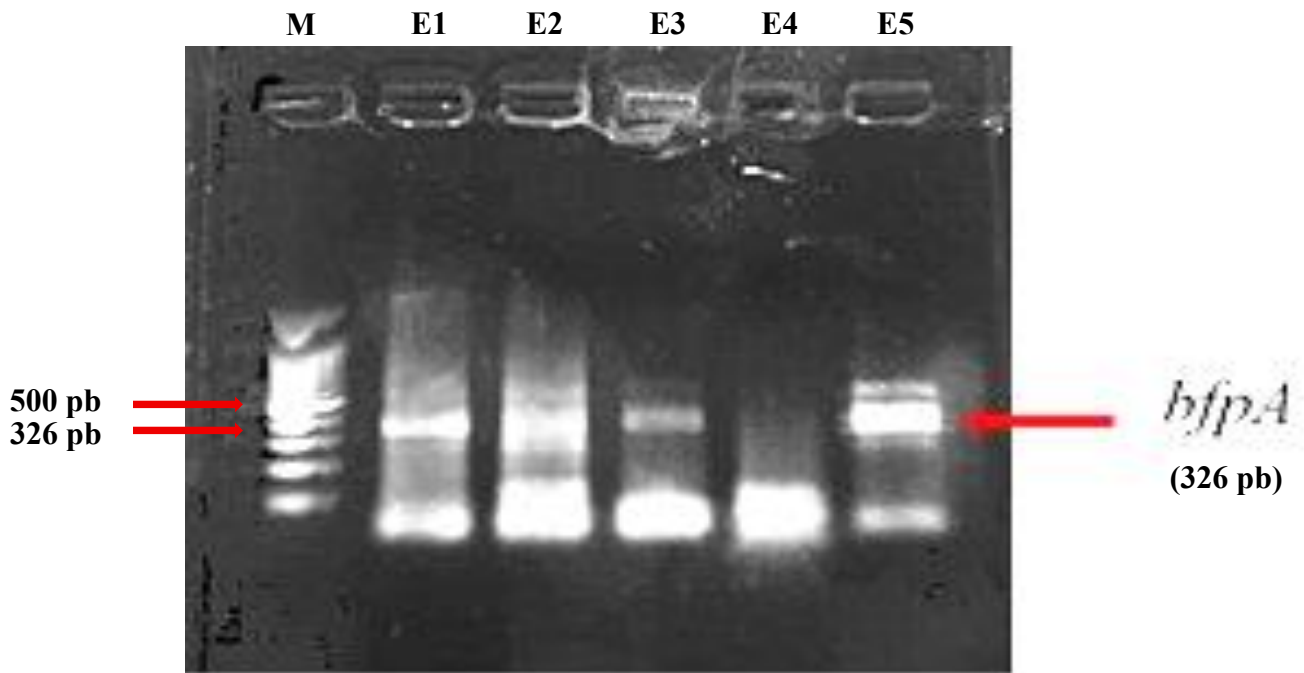


Figure 41 : Profil électrophorétique du produit d'amplification du gène *bfpA* de *E. coli* sur gel d'agarose à 1,5 %

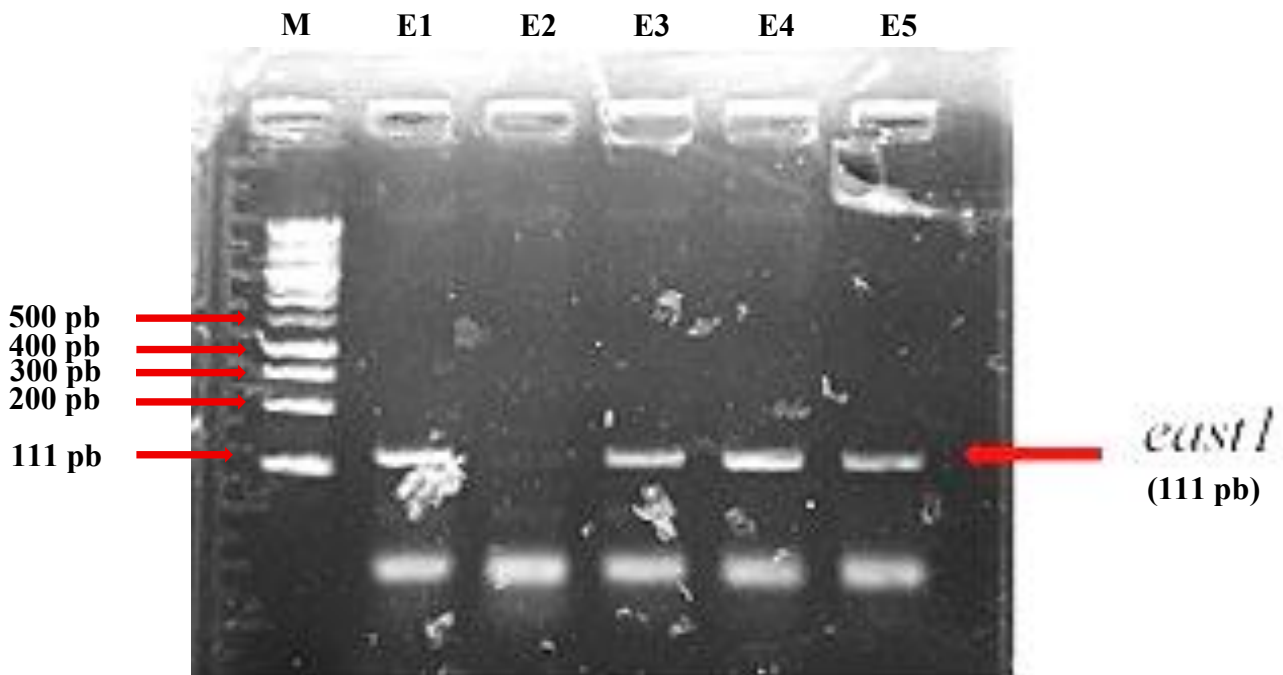


Figure 42 : Profil électrophorétique du produit d'amplification du gène *east1* de *E. coli* sur gel d'agarose à 1,5 %

M : Marqueur de poids moléculaire de 1000 pb ;

Puit E1 à E5 : Echantillons de *E. coli*.

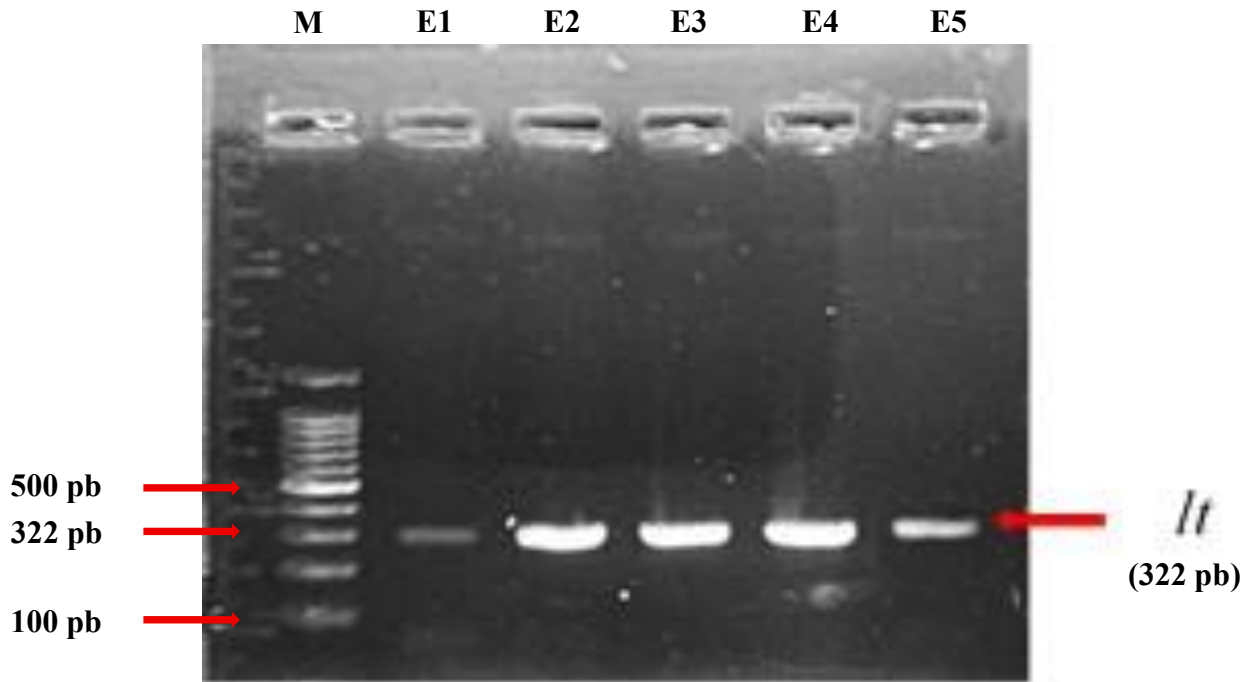


Figure 43 : Profil électrophorétique du produit d'amplification du gène *lt* de *E. coli* sur gel d'agarose à 1,5 %

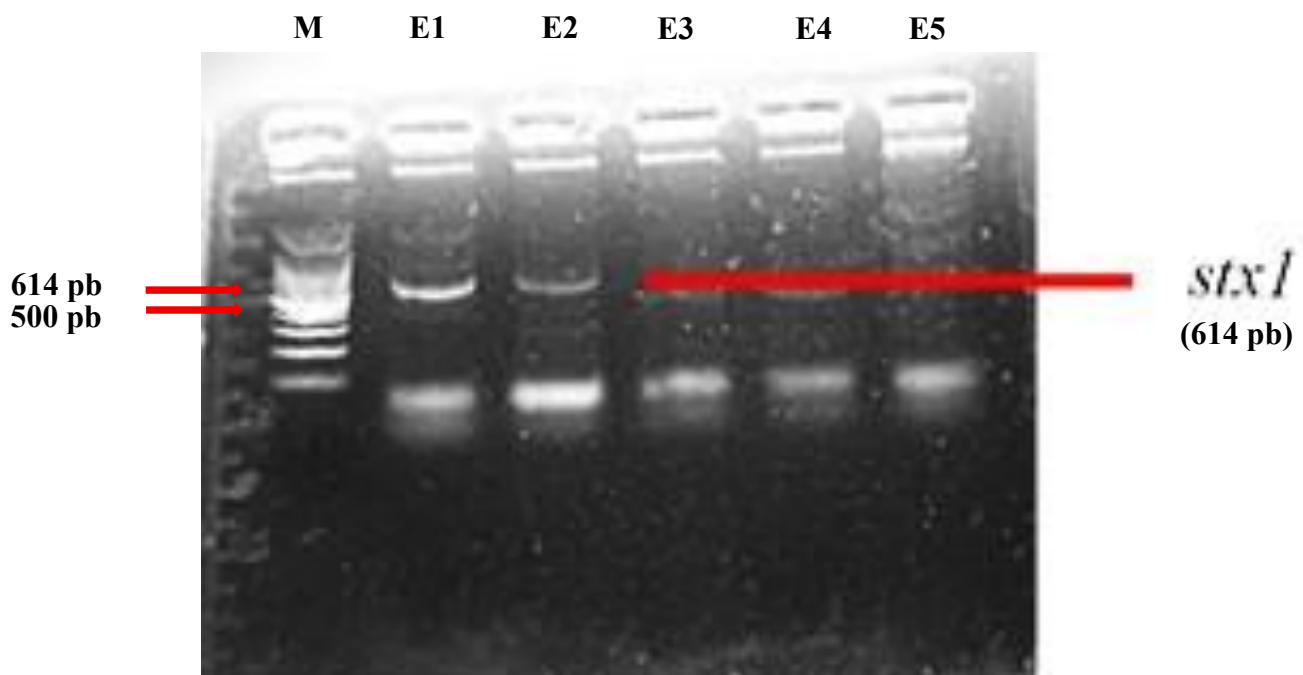


Figure 44 : Profil électrophorétique du produit d'amplification du gène *stx1* de *E. coli* sur gel d'agarose à 1,5 %

M : Marqueur de poids moléculaire de 1000 pb ;

Puit E1 à E5 : Echantillons de *E. coli*.

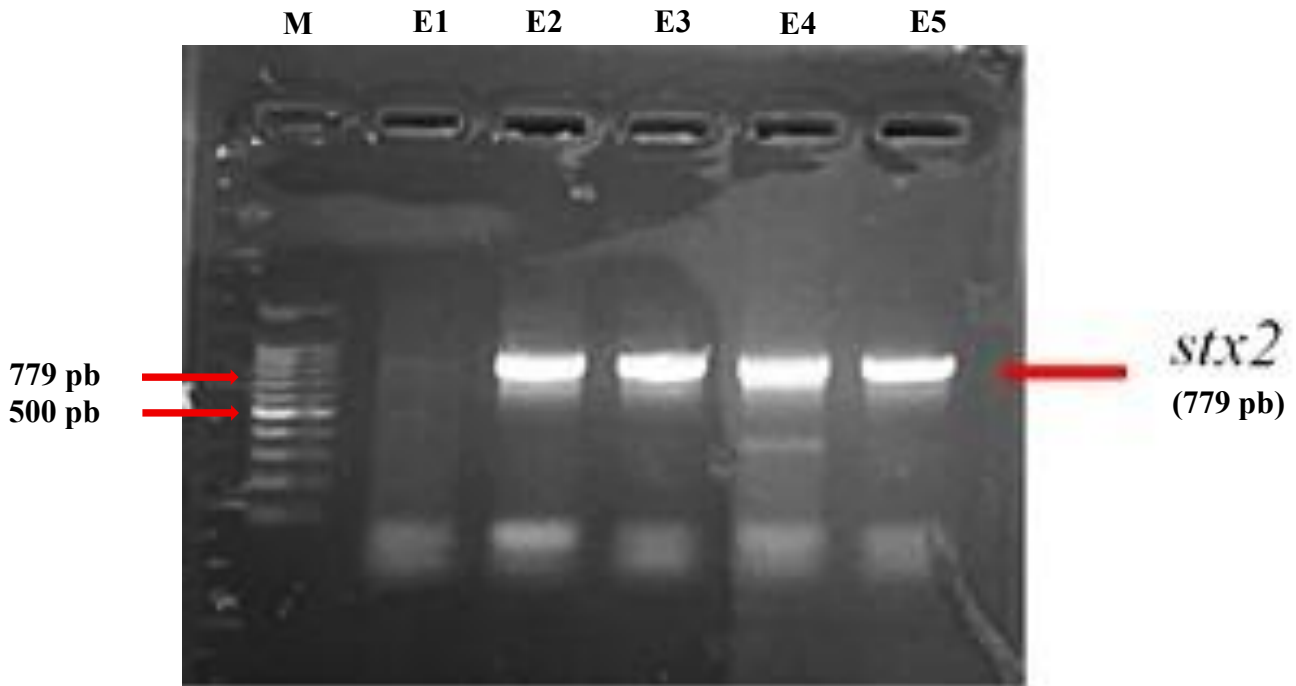


Figure 45 : Profil électrophorétique du produit d'amplification du gène *stx2* de *E. coli* sur gel d'agarose à 1,5 %

M : Marqueur de poids moléculaire de 1000 pb ;

Puit E1 à E5 : Echantillons de *E. coli*.

1.2.2. Diversité des isolats de *Salmonella* spp. virulentes

Les différents gènes de virulence de *Salmonella* spp. recherchés dans cette étude ont été retrouvés dans certains échantillons de chaque zone d'étude. Les profils électrophorétiques des produits d'amplification font apparaître la diversité génétique des isolats de *Salmonella* spp. isolés des laitues des villes d'étude. Ils présentent aussi les différentes bandes caractéristiques des gènes de virulence. Il s'agit des gènes *invA* de 244 paires de base et *spvC* de 571 paires de base. La présence de ces gènes met en évidence les espèces *S. typhimurium* et *S. typhi* (Figure 46 et 47).

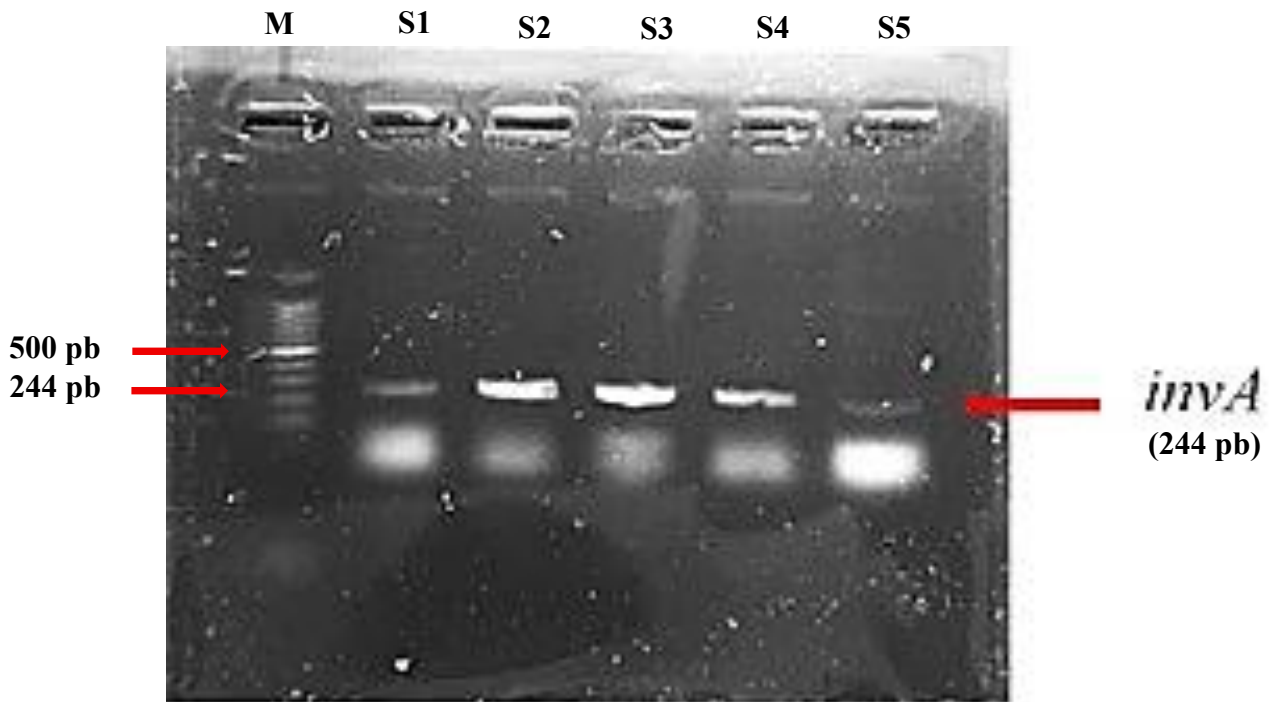


Figure 46 : Profil électrophorétique du produit d'amplification du gène *invA* de *Salmonella* sur gel d'agarose à 1,5 %

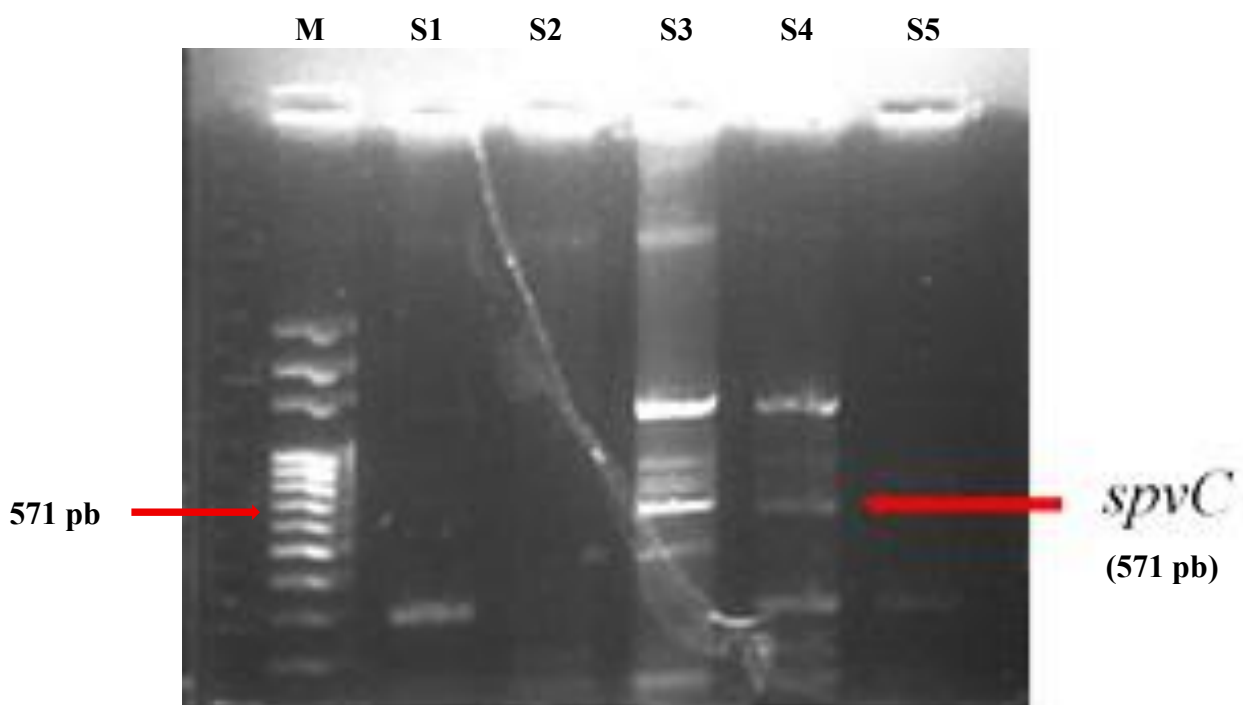


Figure 47 : Profil électrophorétique du produit d'amplification du gène *spvC* de *Salmonella* sur gel d'agarose à 1,5 %

M : Marqueur de poids moléculaire de 1500 pb ;

Puit S1 à S5 : Echantillons de *Salmonella*.

1.3. Prévalence des gènes de virulence des isolats de *E. coli* et *Salmonella* spp. isolés des laitues des villes d'étude

1.3.1. Prévalence des gènes de virulence des isolats de *E. coli*

Environ, vingt (20) échantillons de *E. coli* ont été retenus dans chaque ville d'étude. Soit un total de 80 isolats de *E. coli* ont été utilisées pour réaliser cette partie de l'étude. Dans la ville d'Abidjan, les gènes de virulence *aggA* ; *bfpA* ; *eaeA* ; *east1* ; *lt* ; *st* ; *stx1* et *stx2* ont été respectivement détectés à 55 % ; 55 % ; 0 % ; 65 % ; 75 % ; 50 % ; 65 % et 85 %. De même, ces gènes ont été retrouvés dans les isolats de *E. coli* de la zone de Bouaké et observés à 80 % ; 75 % ; 0 % ; 85 % ; 60 % ; 55 % ; 70 % et 70 %. Il en est de même pour la ville de Daloa où ces gènes de virulence ont été identifiés dans le même ordre à 60 % ; 60 % ; 0 % ; 75% ; 65 % ; 55 % ; 80 % ; et 80 %. Aussi, toujours dans le même ordre, ces gènes ont été détectés dans la zone de Yamoussoukro à 45 % ; 55 % ; 0 % ; 65 % ; 60 % ; 60 % ; 70 % et 60 %. Les espèces correspondantes aux différents gènes de virulence sont : *E. coli* 17.2 ; *E. coli* O126 : H6 ; *E. coli* O149 : K9 ; *E. coli* 149 : K91 et *E. coli* O17 : H140 (Tableau XXIV).

Tableau XXIV : Prévalence des gènes de virulence de *E. coli* isolées des laitues

Villes	Pathovars	Gènes de virulence	Fréquence (%)	Espèces
ABIDJAN	EAEC	<i>aggA</i>	11 (55)	<i>E. coli</i> 17.2
	EPEC	<i>bfpA</i>	11 (55)	<i>E. coli</i> O126 : H6
	EPEC	<i>eaeA</i>	0	Aucune
	EAEC	<i>east1</i>	13 (65)	<i>E. coli</i> O149 : K9
	ETEC	<i>lt</i>	15 (75)	<i>E. coli</i> 149 : K91
	ETEC	<i>st</i>	10 (50)	<i>E. coli</i> O17 : H140
	STEC / EHEC	<i>stx1</i>	13 (65)	<i>E. coli</i> O157 : H7
	STEC / EHEC	<i>stx2</i>	17 (85)	<i>E. coli</i> O157 : H7
BOUAKE	EAEC	<i>aggA</i>	16 (80)	<i>E. coli</i> 17.2
	EPEC	<i>bfpA</i>	15 (75)	<i>E. coli</i> O126 : H6
	EPEC	<i>eaeA</i>	0	Aucune
	EAEC	<i>east1</i>	17 (85)	<i>E. coli</i> O149 : K9
	ETEC	<i>lt</i>	12 (60)	<i>E. coli</i> 149 : K91
	ETEC	<i>st</i>	11 (55)	<i>E. coli</i> O17 : H140
	STEC / EHEC	<i>stx1</i>	14 (70)	<i>E. coli</i> O157 : H7
	STEC / EHEC	<i>stx2</i>	14 (70)	<i>E. coli</i> O157 : H7
DALOA	EAEC	<i>aggA</i>	12 (60)	<i>E. coli</i> 17.2
	EPEC	<i>bfpA</i>	12 (60)	<i>E. coli</i> O126 : H6
	EPEC	<i>eaeA</i>	0	Aucune
	EAEC	<i>east1</i>	15 (75)	<i>E. coli</i> O149 : K9
	ETEC	<i>lt</i>	13 (65)	<i>E. coli</i> 149 : K91
	ETEC	<i>st</i>	11 (55)	<i>E. coli</i> O17 : H140
	STEC / EHEC	<i>stx1</i>	16 (80)	<i>E. coli</i> O157 : H7
	STEC / EHEC	<i>stx2</i>	16 (80)	<i>E. coli</i> O157 : H7
YAKRO	EAEC	<i>aggA</i>	9 (45)	<i>E. coli</i> 17.2
	EPEC	<i>bfpA</i>	11 (55)	<i>E. coli</i> O126 : H6
	EPEC	<i>eaeA</i>	0	Aucune
	EAEC	<i>east1</i>	13 (65)	<i>E. coli</i> O149 : K9
	ETEC	<i>lt</i>	12 (60)	<i>E. coli</i> 149 : K91
	ETEC	<i>st</i>	12 (60)	<i>E. coli</i> O17 : H140
	STEC / EHEC	<i>stx1</i>	14 (70)	<i>E. coli</i> O157 : H7
	STEC / EHEC	<i>stx2</i>	12 (60)	<i>E. coli</i> O157 : H7

EAEC : *E. coli* entéroaggrégatives ; **EPEC** : *E. coli* entéro-pathogènes ; **ETEC** : *E. coli* entérotoxinogènes ; **STEC** : *E. coli* produisant des shigatoxines ; **EHEC** : *E. coli* entérohémorragiques ; **YAKRO** : Yamoussoukro

1.3.2. Prévalence des gènes de virulence des isolats de *Salmonella* spp.

Un total de vingt (20) échantillons de *Salmonella* spp. ont été retenus dans chaque zone d'étude. Soit un total de 80 isolats de *Salmonella* spp. ont été utilisées pour réaliser cette partie de l'étude. Deux (2) gènes de virulence ont été détectés dans chaque ville d'étude. Il s'agit des gènes *invA* et *spvC*. Le gène *invA* a été détecté à 45 % dans la ville d'Abidjan, 60 % à Bouaké, 55 % à Daloa et Yamoussoukro. L'espèce correspondante à ce gène est *Salmonella typhimurium*. Par contre, le gène *spvC* a été détecté à 50 % dans la ville d'Abidjan, 60 % à Bouaké et Daloa et 55 % à Yamoussoukro. L'espèce correspondante à ce gène est *Salmonella typhi* (Tableau XXV et XXVI).

Tableau XXV : Prévalence du gène de virulence *invA* de *Salmonella* spp. isolées des laitues des villes d'étude

Gène de virulence	Villes	Fréquence (%)	Espèce
<i>invA</i>	Abidjan	9 (45)	<i>Salmonella Typhimurium</i>
	Bouaké	12 (60)	
	Daloa	11 (55)	
	Yamoussoukro	11 (55)	

Tableau XXVI : Prévalence du gène de virulence *spvC* de *Salmonella* spp. isolées des laitues des villes d'étude

Gène de virulence	Villes	Fréquence (%)	Espèce
<i>spvC</i>	Abidjan	10 (50)	<i>Salmonella Typhi</i>
	Bouaké	12 (60)	
	Daloa	12 (60)	
	Yamoussoukro	11 (55)	

1.4. Antibiorésistance de *E. coli* et *Salmonella* spp. isolés des laitues des villes d'étude

1.4.1. Niveaux de résistance de *E. coli* et *Salmonella* spp. aux Bêtalactamines

1.4.1.1. Résistance des isolats de *E. coli* aux Bêtalactamines

Les résultats de l'antibiogramme réalisés sur les 80 isolats de *E. coli*, pathogène à Gram négatif montrent que tous les isolats ont été résistants à au moins un antibiotique. Pour ce qui est de la ville d'Abidjan, tous les isolats (100 %) ont résisté à l'Amoxicilline (AML) ; 75 % à la Cloxacilline (OB) ; 90 % à la Carbénycilline (CAR) et 65 % à la Céfalotine (KF). En ce qui concerne la ville de Bouaké, les taux de résistance ont été observés avec l'Amoxicilline (AML) (100 %) ; la Cloxacilline (OB) (75 %) ; la Carbénycilline (CAR) (100 %) et la Céfalotine (KF)

(65 %). Au niveau de la ville de Daloa, des pourcentages de résistance largement élevés ont été retrouvés chez l'Ampicilline (AMP) (90 %) ; l'Amoxicilline (AML) (50 %) ; l'Amoxicilline + Acide Clavulanique (AMC) (75 %) ; la Cloxacilline (OB) (100) ; la Carbénycilline (CAR) (100 %) et la Céfalotine (KF) (90 %). Pour la ville de Yamoussoukro, des niveaux de résistance élevés ont été détectés au niveau de l'Amoxicilline (AML) (75 %) ; la Cloxacilline (OB) (100 %) ; la Carbénycilline (CAR) (90 %) et la Céfalotine (KF) (50 %) (Figure 48).

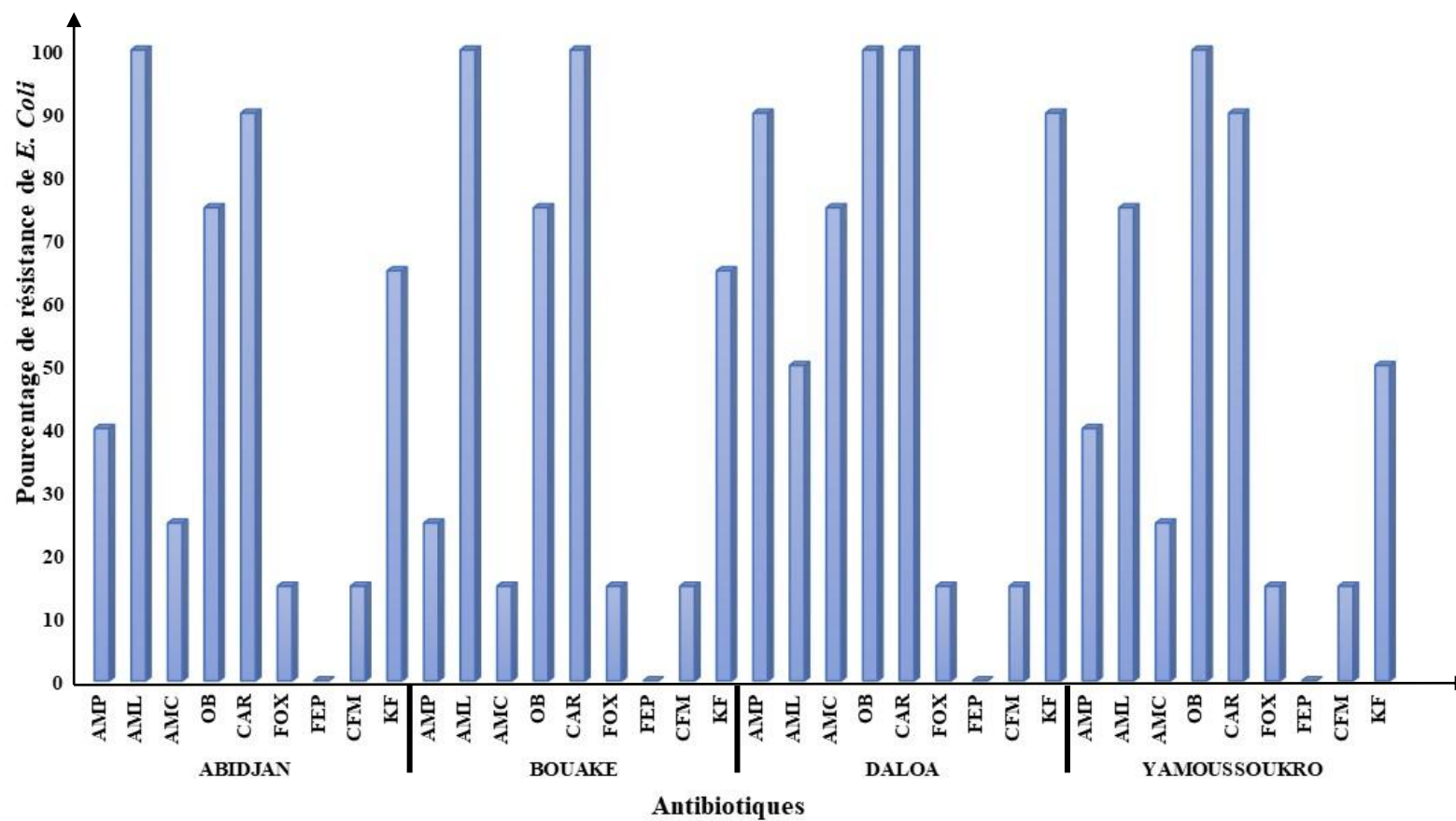


Figure 48 : Profil de résistance aux Bêtalactamines des isolats de *E. coli* issus des laitues des villes étudiées

1.4.1.2. Résistance des isolats de *Salmonella* spp. aux Bêtalactamines

L'antibiogramme réalisé sur les 80 isolats de *Salmonella* spp. isolés des laitues des zones d'étude révèle un taux de résistance important à la famille des Bêtalactamines. A Abidjan, cette résistance a particulièrement concerné l'Ampicilline (AMP) (85 %) ; la Cloxacilline (OB) (100 %) et la Carbénycilline (CAR) (70 %). Pour ce qui est de la ville de Bouaké, cette résistance a été plus marquée au niveau de l'amoxicilline (AML) (70 %), la Cloxacilline (OB) et la Carbénycilline (CAR) à un taux semblable de 100 %. En ce qui concerne la ville de Daloa, cette résistance était importante avec l'Ampicilline (AMP) (85 %) ; la Cloxacilline (OB) et la Carbénycilline (CAR) à un taux identique de 100 %. Au niveau de la ville de Yamoussoukro, des taux de résistance élevés ont été enregistrés. Nous pouvons noter l'Ampicilline (AMP) (55 %) ; la Cloxacilline (OB) et la Carbénycilline (CAR) à un taux semblable de (100 %) (Figure 49).

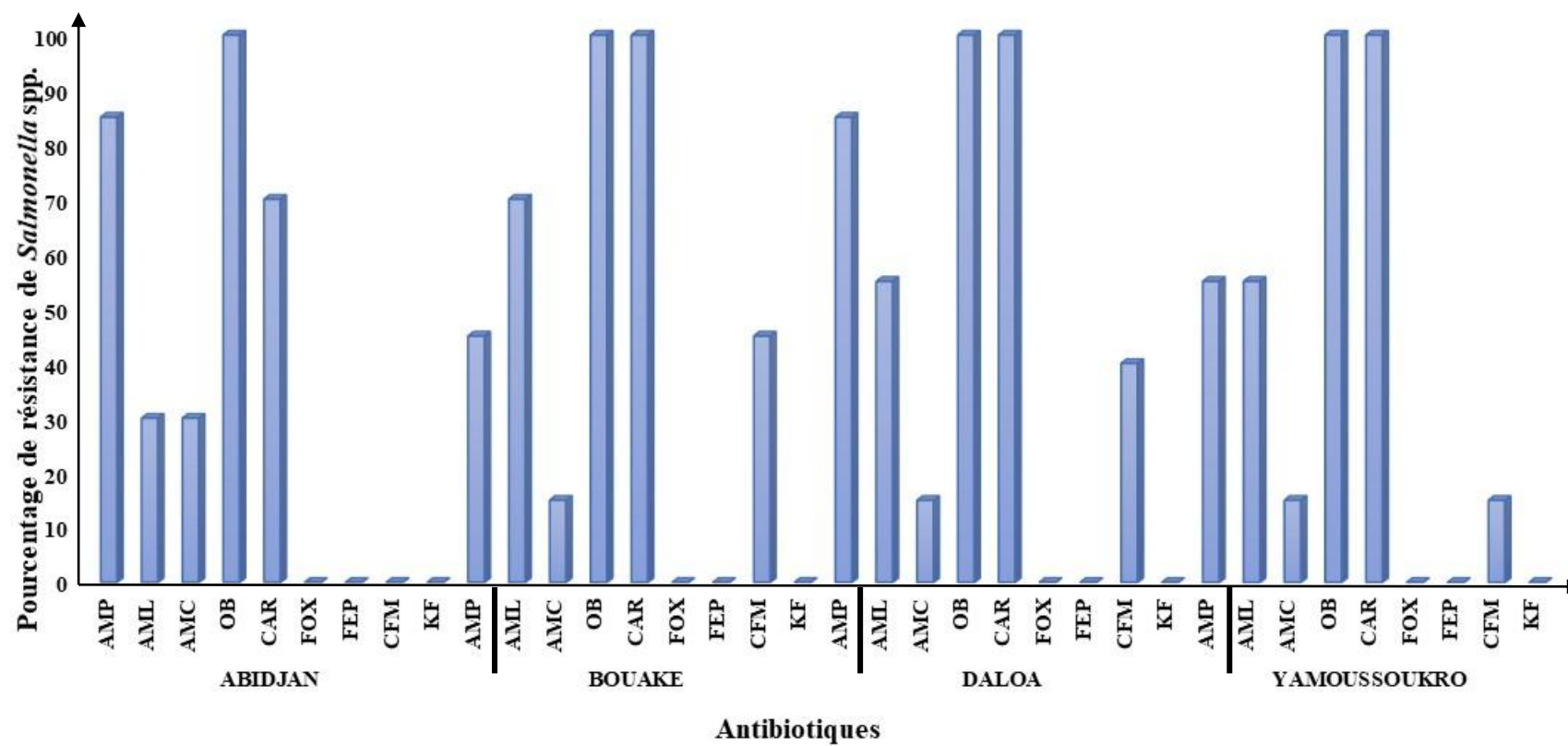


Figure 49 : Profil de résistance aux Bêtalactamines des isolats de *Salmonella* spp. issus des laitues des villes étudiées

1.4.2. Niveaux de résistance de *E. coli* et *Salmonella* spp. aux autres antimicrobiens

1.4.2.1. Résistance des isolats de *E. coli* aux autres antimicrobiens

Au niveau de la ville d'Abidjan, une résistance importante a été observée chez la famille des Aminocyclitolidés à savoir la streptomycine (STR) (50 %) et la kanamycine (KAN) (100 %). Cependant, toutes les souches (100 %) ont été sensibles à la gentamicine (GEN), la ciprofloxacine (CIP), la nitroxoline (NIR), le chloramphénicol (CHL) et la fosfomycine (FOS). En ce qui concerne la ville de Bouaké, des taux de résistance étaient détectés dans la famille des Aminocyclitolidés. Il s'agit de la kanamycine (KAN) (50 %). Un important niveau de résistance a été remarqué chez les familles des autres antibiotiques comme la tétracycline (TE) (65 %). Par ailleurs, 100 % de sensibilité des souches ont été observées à la gentamicine (GEN), la ciprofloxacine (CIP), la norfloxacine (NXN), la nitroxoline (NIR), le Chloramphénicol (CHL) et la fosfomycine (FOS). Pour la ville de Daloa, des pourcentages de résistance largement élevés ont été retrouvés au niveau de la famille des Aminocyclitolidés tels que la streptomycine (STR) (75 %) ; la kanamycine (100 %) et de la tobramycine (TOB) (65 %). Les isolats de *E. coli* ont aussi été résistants à la famille des autres antibiotiques comme la tétracycline (TE) (90 %). En outre, Tous les isolats (100 %) ont été sensibles à la gentamicine (GEN), la ciprofloxacine (CIP), la norfloxacine (NXN), la nitroxoline (NIR) et le chloramphénicol (CHL). Au niveau de la ville de Yamoussoukro, des niveaux de résistance élevés ont été détectés. Un taux de résistance important a été observé dans la famille des Aminocyclitolidés. Il s'agit de la kanamycine (KAN) (100 %). Mais aussi chez les autres antibiotiques à savoir la tétracycline (TE) (65 %). Cependant, tous les isolats (100 %) étaient sensibles à l'amikacine (AMI), la gentamicine (GEN), la ciprofloxacine (CIP), la norfloxacine (NXN), la nitroxoline (NIR) et le chloramphénicol (CHL) (Figure 50).

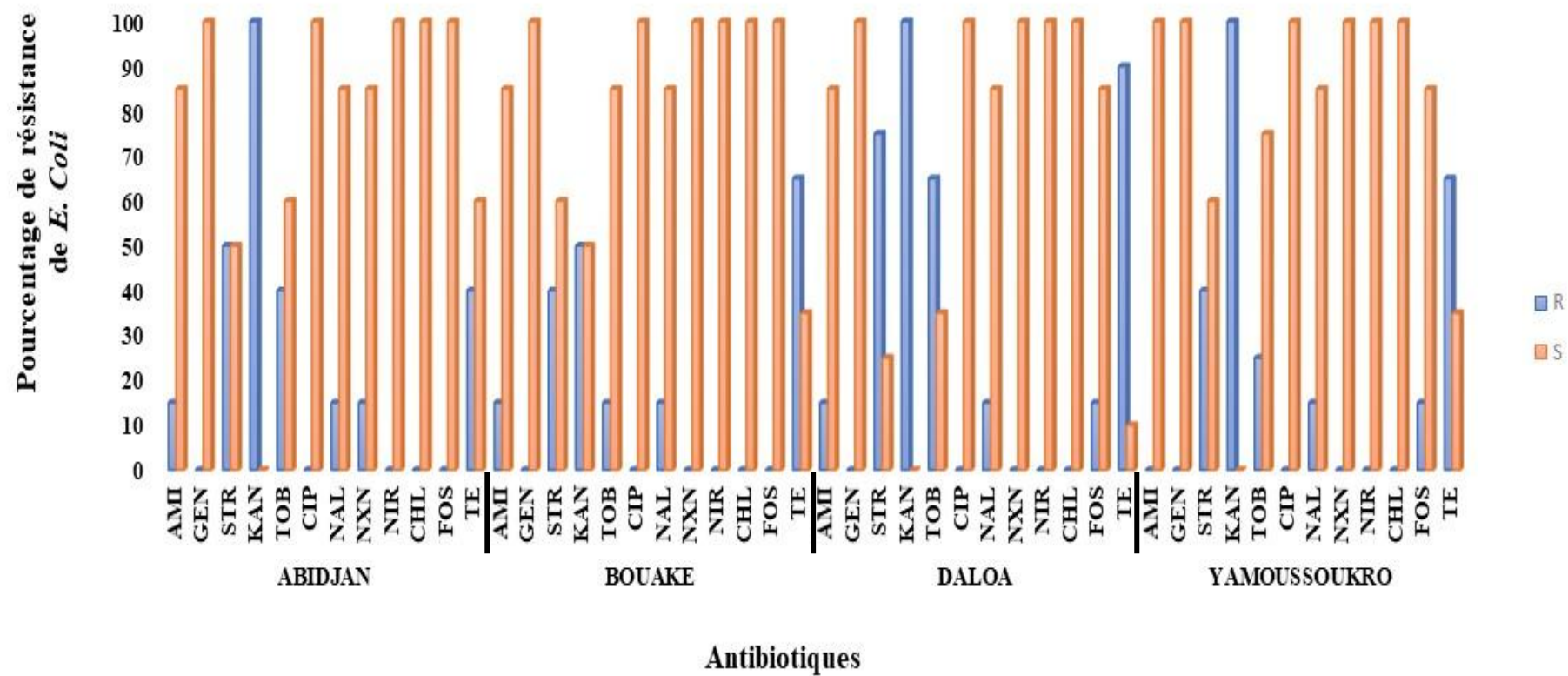


Figure 50 : Profil de résistance aux autres antibiotiques des isolats de *E. coli* issus des laitues des villes étudiées

1.4.2.2. Résistance des isolats de *Salmonella* spp. aux autres antimicrobiens

L'antibiogramme réalisé sur les 80 isolats de *Salmonella* spp. des laitues des zones d'étude révèle un taux de résistance important aux autres antibiotiques. A Abidjan, cette résistance a particulièrement concerné la famille des Aminosides comme la streptomycine (STR) (55 %) et la kanamycine (KAN) (85 %). De même que chez la famille des autres antibiotiques à savoir la tétracycline (TE) (55 %). Pour ce qui est de la ville de Bouaké, cette résistance a été plus marquée au niveau de la famille des Aminosides tel que la streptomycine (STR) (55 %) et la kanamycine (KAN) (85 %). En ce qui concerne la ville de Daloa, cette résistance était importante dans la famille des Aminosides comme la streptomycine (STR) (85 %) et la kanamycine (KAN) (100 %). Une forte résistance a été observée au niveau de la famille des autres antibiotiques. Il s'est agi de la tétracycline (TE) (70 %). Au niveau de la ville de Yamoussoukro, des taux de résistance élevés ont été enregistrés dans la famille des Aminosides tels que la streptomycine (STR) (55 %) et la kanamycine (KAN) (85 %). Egalement, elle a été détectée dans la famille des autres antibiotiques comme la tétracycline (TE) (55 %). Cependant, tous les isolats de *Salmonella* spp. (100 %) isolées des laitues des différentes villes d'étude ont été sensibles à la tobramycine (TOB), la norfloxacine (NXN), la nitroxoline (NIR), le chloramphénicol (CHL) et la fosfomycine (FOS) (Figure 51).

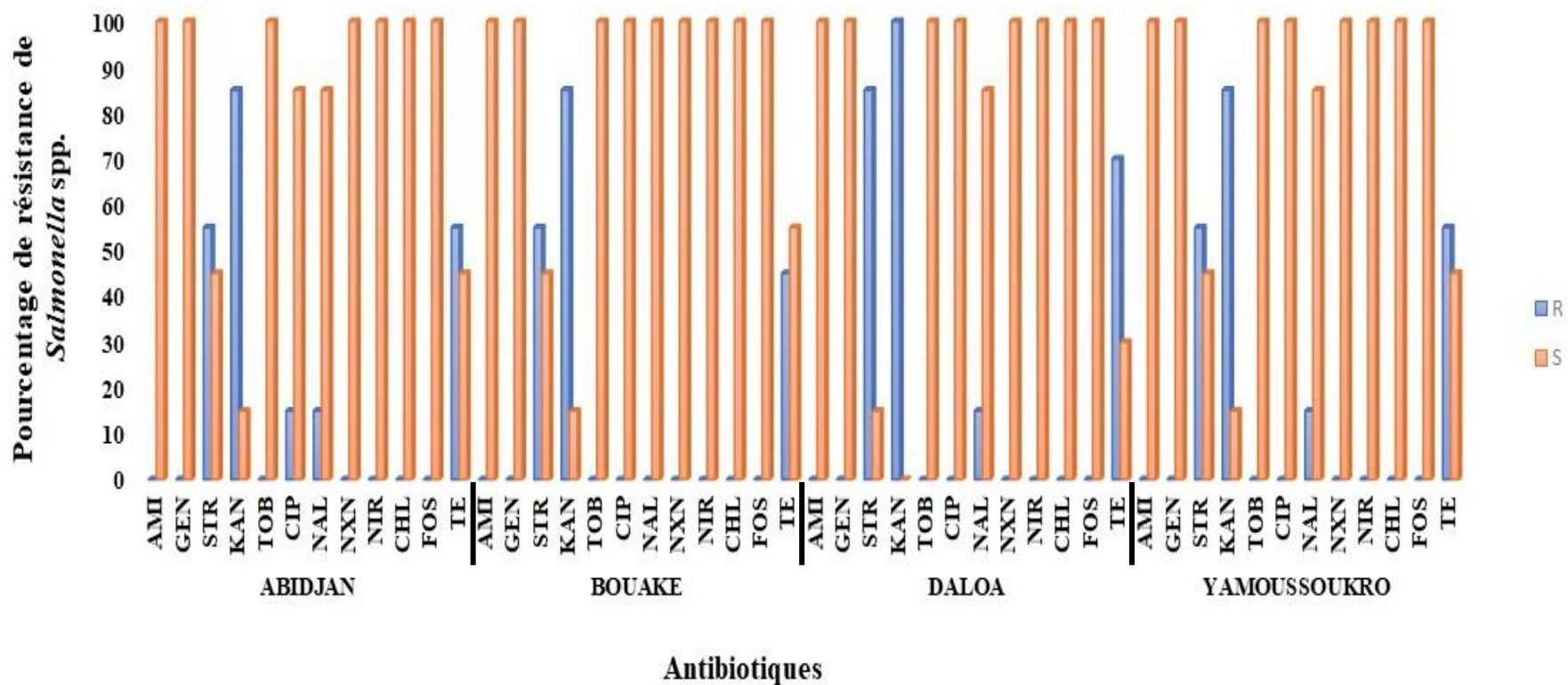


Figure 51 : Profil de résistance aux autres antibiotiques des isolats de *Salmonella* spp. issus des laitues des villes étudiées

2. DISCUSSION

Dans cette étude, le pathovar EAEC correspondant aux gènes de virulence *aggA* et *east1* a été retrouvé dans les échantillons de laitue de toutes les villes d'étude. La prévalence du gène *aggA* dans les zones d'Abidjan, Bouaké, Daloa et Yamoussoukro est respectivement de 55 % ; 80 % ; 60 % et 45 %. Il en est de même pour le gène *east1* qui a été détecté à 65 % ; 85 % ; 75 % et 65 %. Nos résultats corroborent ceux de Dadie *et al.* (2014) qui ont signalé la présence du gène *aggA* (15 %) dans leurs travaux. De même, ces résultats sont en accord avec les travaux de Ali *et al.* (2012). En effet, les auteurs ont détecté la présence du gène *aggA* dans les aliments dans une étude réalisée en Lybie. Le gène de virulence *east1* a aussi été observé dans les travaux de Giri *et al.* (2022) avec une prévalence de 60 %, inférieure à celles trouvées dans la présente étude. Les gènes de virulence *lt* et *st* appartenant au pathovar ETEC ont également été détecté au cours de cette étude. Le gène de virulence *lt* a été retrouvé à 75 % à Abidjan ; 60 % à Bouaké ; 65 % à Daloa et 60 % à Yamoussoukro. Tandis que la prévalence du gène *st* dans les mêmes villes d'étude était respectivement de 50 % ; 55 % ; 55 % et 60 %. Les fréquences de détection du gène *st* obtenues dans cette étude sont inférieures à celles de Mahanti *et al.* (2014). En effet, les auteurs ont observé dans leurs travaux des prévalences de 66,7 % et 72,2 % respectivement pour les gènes *lt* et *st*. Ce pathovar (ETEC) a également été observé dans les légumes à une prévalence de 33,3 % en Inde par Musale *et al.* (2014). Une prévalence moins importante de ETEC (11,9 %) a été signalée en Bolivie dans les travaux de Poma *et al.* (2016). Les résultats obtenus sont aussi similaires à ceux de Guindo *et al.* (2022) qui ont mis en évidence les gènes *lt* (5,4 %) et *st* (43,2 %). Contrairement à nos résultats, les gènes de virulence *lt* et *st* n'ont pas été signalés dans les travaux de Shetty *et al.* (2020). Au cours de cette étude, le gène codant pour les EPEC (*bfpA*) a été détecté. Sa prévalence était de 55 % à Abidjan ; 75 % à Bouaké ; 60 % à Daloa et 55 % à Yamoussoukro. En ce qui concerne le gène *eaeA* codant également pour les EPEC, sa prévalence était de 0 % pour toutes les villes d'étude. Ces données corroborent celles de Shetty *et al.* (2020). En effet, les auteurs ont détecté le gène de virulence *bfpA* dans leurs travaux. Cependant, le gène *eaeA* a été détecté dans leurs travaux contrairement à nos résultats. Le pathovar STEC (*stx1* et *stx2*) à travers les gènes de virulence correspondants a été mis en évidence avec des prévalences respectives de 65 % ; 70 % ; 80 % ; 70 % pour le gène *stx1* et 85 % ; 70 % ; 80 % ; 60 % pour *stx2*. Toutes ces fréquences ont été respectivement enregistrées dans les zones d'étude (Abidjan, Bouaké, Daloa et Yamoussoukro). Les résultats obtenus sont en accord avec ceux obtenus par Shin *et al.* (2014). La présence de STEC (8 %) dans les légumes a aussi été signalée en Iran par Mazaheri *et al.* (2014). Des résultats similaires ont été obtenus par Dela *et al.* (2016). En effet, les auteurs ont

détecté 5 % du gène *stx2* dans leurs travaux. Les résultats obtenus dans cette étude sont également en accord avec ceux de Abubakari *et al.* (2015) qui ont signalé la présence du gène *stx2* à une prévalence de 1,1 %. Les auteurs ont suggéré que malgré la faible prévalence observée, cette espèce reste tout de même un réel problème de santé publique. Car une dose infectieuse relativement faible pourrait être mortel. La toxine *stx2* joue un rôle important dans le développement du syndrome hémolytique et urémique (SHU) (Pénnington, 2010). Deux sérotypes de *Salmonella* spp. ont été isolés dans cette étude. Il s'agit de *S. typhi* et *S. typhimurium* correspondant aux gènes de virulence *spvC* et *invA*. La prévalence de détection de ces espèces dans les différentes villes d'étude était de 50 % à Abidjan ; 60 % à Bouaké et Daloa et 55 % à Yamoussoukro Pour le gène *spvC*. En ce qui concerne le gène *invA*, les prévalences étaient de 45 % ; 60 % ; 55 % et 55 % respectivement à Abidjan, Bouaké, Daloa et Yamoussoukro. Nos résultats sont en accord avec ceux de Abakpa *et al.* (2015). En effet, les auteurs ont isolé *S. typhimurium* dans les légumes dans une étude menée au Nigeria. Des études similaires sur les laitues ont également mis en évidence *S. typhimurium* (3,3 %) (Awadallah & Abd-Elall, 2015). La présence des gènes de virulence de *E. coli* et *Salmonella* spp. détectés dans cette étude trouve son explication dans l'utilisation de fumier d'origine animal, des eaux usées pour l'irrigation et la présence des animaux domestiques et d'élevage dans les champs et à proximité (Gould *et al.*, 2013 ; Koffi *et al.*, 2014 ; Kouamé *et al.*, 2017). Les souches isolées sont à l'origine des diarrhées chez les enfants et les adultes. La présence de ces souches pourrait entraîner un risque sérieux de santé publique (Shin *et al.*, 2014). Les résultats de cette étude montrent l'importance du nettoyage et la désinfection des laitues avant leur consommation. En effet, l'utilisation des désinfectants comme l'*hypochlorite de sodium* et bien d'autres améliorent considérablement la qualité microbiologique des laitues. Selon Muranyi-Kovacs & Micco (1993), il faut un contact d'au moins 10 à 15 minutes entre le désinfectant et la bactérie pour une bonne désinfection lorsque l'*hypochlorite de sodium* est dilué. La présence de ces gènes de virulence dans la laitue peut être préoccupante, car elle suggère une possible contamination fécale ou une exposition de la laitue à des eaux souillées. Cela pourrait entraîner de graves dangers sur la santé humaine et la sécurité alimentaire. De telles prévalences peuvent avoir des conséquences très importantes sur la santé publique et la sécurité alimentaire au niveau des villes d'étude. L'on pourrait assister à une infection gastro-intestinale, une contamination croisée et la propagation de bactéries résistantes aux antibiotiques.

Dans cette étude, les isolats de *E. coli* et *Salmonella* spp. ont été isolés des laitues des différentes zones d'investigation. Notre étude a mis en évidence la présence de *E. coli* et de *Salmonella* spp. résistants aux antibiotiques à un taux plus important au niveau de la famille des

Bêtalactamines, Aminocyclitolides et des autres antibiotiques en particulier à la tétracycline. La présence de ces bactéries multirésistantes dans les laitues représente un réel danger pour le consommateur, car elles sont consommées à l'état cru. Cela pourrait engendrer de graves conséquences allant jusqu'à la mort du consommateur. Le profil de résistance phénotypique de *E. coli* dans cette étude à la famille des Bêtalactamines est d'au moins 50 %, 75 %, 90 % et 50 % respectivement pour l'amoxicilline, la cloxacilline, la carbénycilline et la céfalotine. Cependant, elle est au maximum de 90 % pour l'ampicilline et de 75 % pour l'amoxicilline + l'acide clavulanique. Par contre, les isolats de *Salmonella* spp. ont développé une résistance d'au moins 70 % à la carbénycilline. Mais d'au plus 85 % à l'ampicilline, 70 % à l'amoxicilline et 100 % à la cloxacilline. Les résultats de Razzaq *et al.* (2014) au Pakistan, d'Abakpa *et al.* (2015) au Nigéria, de Klingbeil *et al.* (2016) au Liban et de Lima *et al.* (2017) au Brésil corroborent ceux trouvés dans nos travaux. Ces résultats pourraient s'expliquer par l'utilisation abusive des antibiotiques dans les élevages. En effet, la bouse de vache et la fiente de volailles utilisées pour la production des laitues proviennent des élevages. Selon Samandoulougou *et al.* (2016), 74,6 % des éleveurs font recours à eux-mêmes et c'est lorsque des complications surviennent qu'ils font appel à un vétérinaire. Aussi, l'utilisation des antibiotiques comme facteurs de croissance ou d'additifs a été interdite dans plusieurs pays. Cependant, certains éleveurs aussi bien en Côte d'Ivoire que dans d'autres pays africains continuent cette pratique (Goutard *et al.*, 2017). Aussi, les Bêtalactamines sont plus utilisés à cause de leur faible toxicité et leur coût relativement abordable (Olanrewaju *et al.*, 2020). Des résistances vis-à-vis des antibiotiques de la famille des Aminocyclitolides ont été observés chez *E. coli* pathogène et des sérotypes de *Salmonella* spp. Les *E. coli* étaient résistantes à plus de 75 % à la streptomycine, 65 % à la tobramycine et à au moins 50 % à la kanamycine. Tandis que les *Salmonella* spp. étaient résistantes à au moins 55 % à la streptomycine et à au plus 100 % à la kanamycine. Des résistances vis-à-vis de la tétracycline ont été observées dans cette étude. Les isolats de *E. coli* et *Salmonella* spp. ont montré une résistance très importante face à cet antibiotique. Au niveau de *E. coli*, le taux de résistance maximal était de 90 %. Tandis que celui de *Salmonella* spp. était de 70 %. Des résultats similaires ont été observés dans les travaux de Koné *et al.* (2023). En effet, les auteurs ont montré une résistance de 86 % de *E. coli* vis-à-vis de la tétracycline dans une étude réalisée sur les laitues dans la commune de Port-Bouët. Par contre, le niveau maximal de résistance de *Salmonella* spp. était de 71,42 % face à la tétracycline. Un taux de résistance de 100 % à la tétracycline de *Salmonella* spp. a été signifié au Nigéria (Kemajou *et al.*, 2017). Le niveau de résistance élevé pour la tétracycline s'expliquerait par son coût très abordable et son utilisation abusive. La résistance à la tétracycline est alarmante dans les pays

en développement (Holvoet *et al.* 2015). Toutes ces résistances observées face aux antibiotiques utilisés dans cette étude pourraient s'expliquer par le fait que ces pathogènes (*E. coli* et *Salmonella* spp.) possèdent des gènes de résistance aux antibiotiques. Il serait donc intéressant d'utiliser les antibiotiques de façon rationnelle.

3. CONCLUSION PARTIELLE

Cette étude a permis de mettre en évidence un nombre important de gènes de virulence. Le bon choix de la technique de PCR a fait ressortir les pathovars EAEC, EPEC, ETEC et STEC. Mais aussi les espèces *S. typhi* et *S. typhimurium*. La présence des gènes de virulence (*aggA* ; *bfpA* ; *east1* ; *lt* ; *st* ; *stx1* ; *stx2* ; *invA* et *spvC*) de *E. coli* et *Salmonella* spp. isolés à partir des laitues des villes d'étude est un danger pour le consommateur ; ce qui représente un réel problème de santé publique. Dans cette étude, le profil de résistance aux antibiotiques des pathogènes *E. coli* et *Salmonella* spp. a été mis en évidence. La présence de tels germes dans les laitues destinées à la consommation sans traitement thermique représente un véritable problème de santé publique. Cela pourrait avoir un impact négatif sur le traitement d'infection bactérienne résistante aux antibiotiques. Ce qui pourrait conduire à une prolongation des hospitalisations alors que les moyens financiers des populations continuent de s'amenuiser. Il est donc important de bien nettoyer et désinfecter les laitues avec l'*hypochlorite de sodium* avant leur consommation.

IV. RESIDUS DE PESTICIDES ET COMPOSES VOLATILS DE LA LAITUE DE PRODUCTION URBAINE A ABIDJAN, BOUAKE, DALOA ET YAMOOUSSOUKRO

1. RESULTATS

1.1. Quantification des résidus de pesticides dans les laitues des villes d'étude

Les analyses toxicologiques des échantillons de laitue des différentes villes d'étude ont révélé la présence de douze (12) résidus de pesticide. Les analyses ont également montré que toutes les laitues des zones d'étude contenaient au moins un (1) résidu de pesticide. Ces résidus appartiennent aux familles des Organophosphorés (parathion, chlorpyrifos et diméthoate) ; des Pyréthrinoïdes (cyperméthrine et cyhalothrine) ; des Acides Tétroniques (spirodiclofen) ; des Benzimidazoles / Carbamates (carbendazime) ; des Organochlorés (chlorothalonil) ; des Dithiocarbamates (manèbe) ; des Benzamides (zoxamide) ; des Néonicotinoïdes (thiaméthoxame) et des Phénols (orthophénylphénol). Les concentrations maximales en résidu de parathion quantifiées au sein des laitues étaient de 0,1 mg / kg pour les villes d'Abidjan et Bouaké ; 1,03 mg / kg pour la ville de Daloa et 1,31 mg / kg à Yamoussoukro. Celles du chlorpyrifos étaient de 1,4 mg / kg à Abidjan ; 0,091 mg / kg à Bouaké ; 1,55 mg / kg dans la ville de Daloa et 1,83 mg / kg à Yamoussoukro. Pour le diméthoate, les concentrations maximales sont 0,77 mg / kg à Abidjan ; 1,08 mg / kg à Bouaké ; 1,06 mg / kg à Daloa et 2,41 mg / kg à Yamoussoukro. Le cyperméthrine avait des concentrations aussi élevées de 0,94 mg / kg à Abidjan ; 12,1 mg / kg à Bouaké ; 1,28 mg / kg à Daloa et 2,02 mg / kg à Yamoussoukro. En revanche, les fortes teneurs en cyhalothrine étaient de 1,7 mg / kg à Abidjan ; 4,12 mg / kg à Bouaké ; 1,08 mg / kg à Daloa et 1,64 mg / kg à Yamoussoukro. Les concentrations importantes enregistrées en spirodiclofen sont 1,1 mg / kg à Abidjan ; 0,721 mg / kg à Bouaké ; 1,01 mg / kg à Daloa et 2,71 mg / kg à Yamoussoukro. Les taux élevés de carbendazime étaient 0,4 mg / kg à Abidjan ; 1,44 mg / kg à Bouaké et 1,18 mg / kg à Daloa et Yamoussoukro. Les concentrations maximales de chlorothalonil retrouvées dans les laitues d'Abidjan, Bouaké, Daloa et Yamoussoukro étaient respectivement 0,9 mg / kg ; 0,77 mg / kg ; 1,24 mg / kg et 1,29 mg / kg. Par contre, celles du manèbe étaient 1,6 mg / kg à Abidjan ; 2,03 mg / kg à Bouaké ; 1,12 mg / kg à Daloa et 1,33 mg / kg à Yamoussoukro. Pour le zoxamide, les concentrations élevées sont 1,12 mg / kg à Abidjan ; 0,93 mg / kg à Bouaké ; 1,68 mg / kg à Daloa et 2,58 mg / kg à Yamoussoukro. De même, les concentrations maximales de thiaméthoxame détectées étaient 1,7 mg / kg à Abidjan ; 1,09 mg / kg à Bouaké ; 1,96 mg / kg à Daloa et 1,03 mg / kg à Yamoussoukro. En ce qui concerne l'orthophénylphénol les teneurs maximales enregistrées

étaient 0,4 mg / kg à Abidjan ; 0,8 mg / kg à Bouaké ; 1,03 mg / kg à Daloa et 1,04 mg / kg à Yamoussoukro. (Tableau XXVII ; Figure 52)

Tableau XXVII : Concentration (mg / kg ou ppm) des résidus de pesticides extraits des laitues des différentes zones d'étude

Famille de pesticides	Matières actives	Abidjan		Bouaké		Daloa		Yamoussoukro	
		VMax	CM	VMax	CM	VMax	CM	VMax	CM
Organophosphates	Parathion	0,1	0,03 ± 0,009	0,1	0,04 ± 0,007	1,03	0,13 ± 0,07	1,31	0,19 ± 0,09
	Chlorpyriphos	0,4	0,09 ± 0,03	0,091	0,03 ± 0,007	1,55	0,37 ± 0,11	1,83	0,47 ± 0,15
	Dimethoate	0,77	0,2 ± 0,06	1,08	0,35 ± 0,08	1,06	0,25 ± 0,08	2,41	0,6 ± 0,18
Pyrethroids	Cypermethrin	0,94	0,3 ± 0,09	12,1	1,85 ± 0,79	1,28	0,26 ± 0,1	2,02	0,39 ± 0,15
	Cyhalothrin	1,7	0,3 ± 0,13	4,12	1,26 ± 0,39	1,08	0,38 ± 0,08	1,64	0,5 ± 0,14
Tetronic Acids	Spirodiclofen	1,1	0,14 ± 0,07	0,72	0,12 ± 0,05	1,01	0,15 ± 0,07	2,71	0,55 ± 0,19
Benzimidazoles / Carbamates	Carbendazim	1,4	0,2 ± 0,09	1,44	0,57 ± 0,12	1,18	0,27 ± 0,11	1,18	0,28 ± 0,1
Organochlorines	Chlorothalonil	0,9	0,3 ± 0,08	0,77	0,2 ± 0,06	1,24	0,5 ± 0,1	1,29	0,31 ± 0,09
Dithiocarbamates	Maneb	1,6	0,23 ± 0,11	2,03	0,54 ± 0,14	1,12	0,15 ± 0,08	1,33	0,12 ± 0,08
Benzamides	Zoxamide	1,12	0,26 ± 0,1	0,93	0,13 ± 0,07	1,68	0,37 ± 0,12	2,58	0,83 ± 0,24
Neonicotinoids	Thiamethoxam	1,7	0,22 ± 0,12	1,09	0,31 ± 0,09	1,96	0,56 ± 0,18	1,03	0,21 ± 0,09
Phenols	Orthophenilphenol	0,4	0,05 ± 0,02	0,8	0,17 ± 0,06	1,03	0,11 ± 0,06	1,04	0,2 ± 0,09

VMax : Volume Maximal et CM : Concentration Maximale

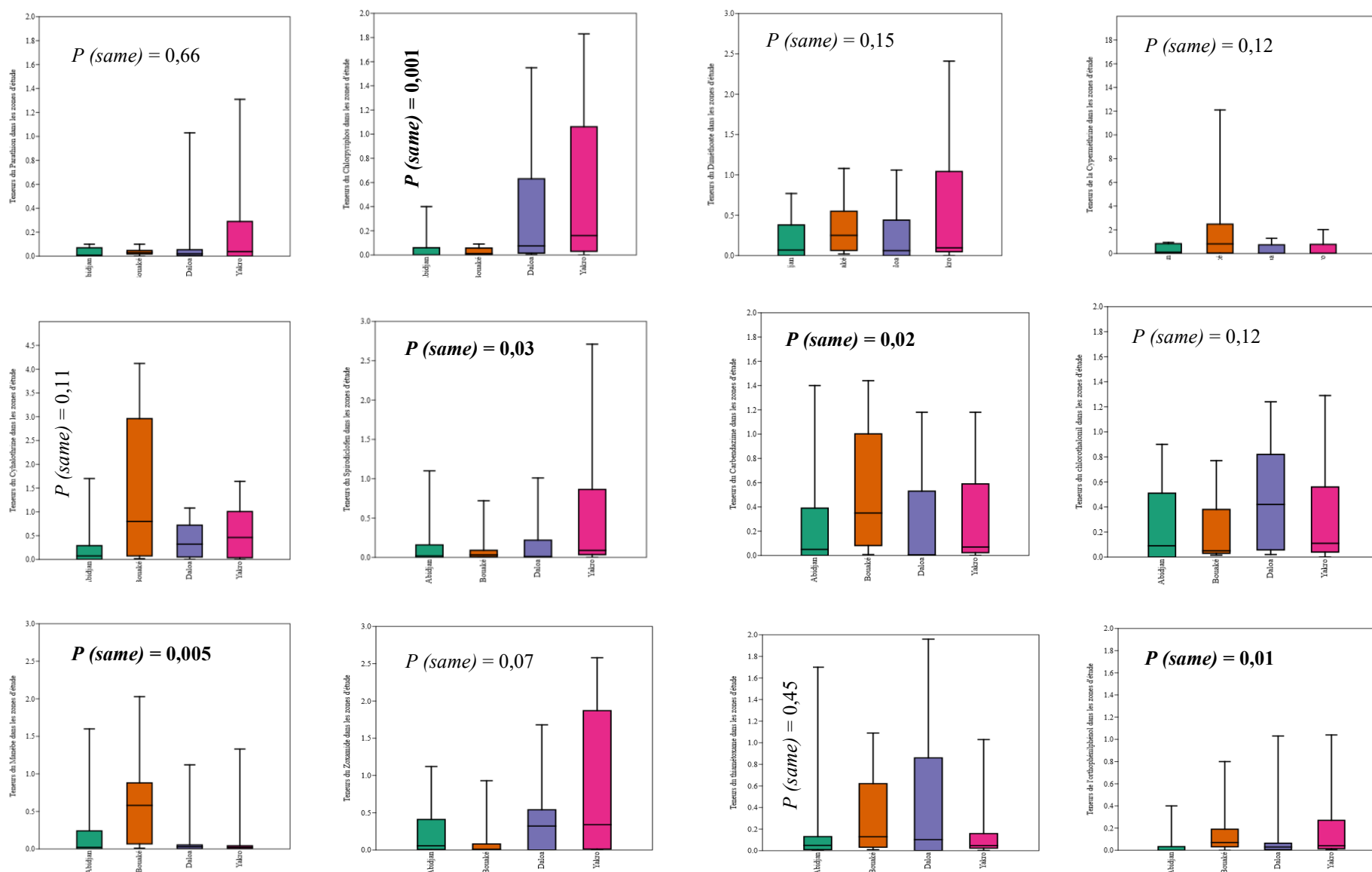


Figure 52 : Variabilités des teneurs en pesticides dans les zones d'étude

1.2. Conformité des échantillons analysés à la Limite Maximale de Résidu de pesticide (LMR)

D'une manière générale, la plupart des échantillons de laitue ont des teneurs en pesticides inférieures aux normes internationales. En revanche, certains échantillons avaient des teneurs largement supérieures aux Limites Maximales de Résidu (LMR) édictées par l'OMS et l'Union Européenne. Le parathion, un produit extrêmement dangereux pour le consommateur, reconnu par l'OMS a été retrouvé dans certains échantillons de toutes les zones d'étude à des teneurs dépassant la Limite Maximale de Résidu (LMR). Par ailleurs, tous les échantillons de laitue des villes d'étude avaient des teneurs de carbendazime, manèbe, zoxamide et thiaméthoxame, inférieures aux Limites Maximales de Résidu (LMR). Comparés aux différentes normes, 77,22 % des échantillons de laitue de la ville d'Abidjan sont acceptables pendant que 22,78 % sont impropres à la consommation. Par contre, 71,11 % des échantillons de la ville de Bouaké sont acceptables et 28,89 % sont inacceptables. Au niveau de la ville de Daloa, 71,67 % des échantillons sont acceptables et 28,33 % sont inacceptables. Pour ce qui est de la ville de Yamoussoukro, 66,67 % des échantillons de laitue sont acceptables et 33,33 % sont inacceptables (Tableau XXVIII, XXIX, XXX et XXXI).

Tableau XXVIII : Comparaison des teneurs de matières actives aux LMR dans la ville d'Abidjan

Matières actives	Classes	LMR (mg/kg)	Nbre d'échantillons acceptables (%)	Nbre d'échantillons non acceptables (%)	Références
Parathion	Ia	0,05	10 (66,67)	5 (33,33)	
Chlorpyrifos	II	0,05	8 (53,33)	7 (46,67)	
Diméthoate	II	0,3	10 (66,67)	5 (33,33)	
Cyperméthrine	II	0,7	11 (73,33)	4 (26,67)	
Cyhalothrine	II	0,5	12 (80)	3 (20)	(UE, 2018 ;
Spirodiclofen	III	0,02	7 (46,67)	8 (53,33)	OMS 2019)
Orthophénilphénol	NC	0,05	12 (80)	3 (20)	
Zoxamide	U	30	15 (100)	0 (0)	
Thiaméthoxame	II	5	15 (100)	0 (0)	
Chlorothalonil	U	0,3	9 (60)	6 (40)	
Manèbe	U	5	15 (100)	0 (0)	OMS, 2019
Carbendazime	II	5	15 (100)	0 (0)	
TOTAL			139 (77,22)	41 (22,78)	

LMR : Limite Maximale de Résidu ; UE : Union Européenne ; OMS : Organisation Mondiale de la Santé ; Ia : extrêmement dangereux ; II : modérément dangereux ; III : légèrement dangereux ; U : peu susceptible de présenter un danger aiguë ; NC : Non Classé et % : Pourcentage

Tableau XXIX : Comparaison des teneurs de matières actives aux LMR dans la ville de Bouaké

Matières actives	Classes	LMR (mg/kg)	Nbre d'échantillons acceptables (%)	Nbre d'échantillons non acceptables (%)	Références
Parathion	Ia	0,05	12 (80)	3 (20)	
Chlorpyriphos	II	0,05	11 (73,33)	4 (26,67)	
Diméthoate	II	0,3	7 (46,67)	8 (53,33)	
Cyperméthrine	II	0,7	6 (40)	9 (60)	
Cyhalothrine	II	0,5	7 (46,67)	8 (53,33)	(UE, 2018 ;
Spirodiclofen	III	0,02	7 (46,67)	8 (53,33)	OMS 2019)
Orthophénylphénol	NC	0,05	6 (40)	9 (60)	
Zoxamide	U	30	15 (100)	0 (0)	
Thiaméthoxame	II	5	15 (100)	0 (0)	
Chlorothalonil	U	0,3	12 (80)	3 (20)	
Manèbe	U	5	15 (100)	0 (0)	OMS, 2019
Carbendazime	II	5	15 (100)	0 (0)	
TOTAL			128 (71,11)	52 (28,89)	

LMR : Limite Maximale de Résidu ; UE : Union Européenne ; OMS : Organisation Mondiale de la Santé ; Ia : extrêmement dangereux ; II : modérément dangereux ; III : légèrement dangereux ; U : peu susceptible de présenter un danger aiguë ; NC : Non Classé et % : Pourcentage

Tableau XXX : Comparaison des teneurs de matières actives aux LMR dans la ville de Daloa

Matières actives	Classes	LMR (mg/kg)	Nbre d'échantillons acceptables (%)	Nbre d'échantillons non acceptables (%)	Références
Parathion	Ia	0,05	11 (73,33)	4 (26,67)	
Chlorpyriphos	II	0,05	6 (40)	9 (60)	
Diméthoate	II	0,3	9 (60)	6 (40)	
Cyperméthrine	II	0,7	11 (73,33)	4 (26,67)	
Cyhalothrine	II	0,5	9 (60)	6 (40)	(UE, 2018 ;
Spirodiclofen	III	0,02	9 (60)	6 (40)	OMS 2019)
Orthophénylphénol	NC	0,05	9 (60)	6 (40)	
Zoxamide	U	30	15 (100)	0 (0)	
Thiaméthoxame	II	5	15 (100)	0 (0)	
Chlorothalonil	U	0,3	5 (33,33)	10 (66,67)	
Manèbe	U	5	15 (100)	0 (0)	OMS, 2019
Carbendazime	II	5	15 (100)	0 (0)	
TOTAL			129 (71,67)	51 (28,33)	

LMR : Limite Maximale de Résidu ; UE : Union Européenne ; OMS : Organisation Mondiale de la Santé ; Ia : extrêmement dangereux ; II : modérément dangereux ; III : légèrement dangereux ; U : peu susceptible de présenter un danger aiguë ; NC : Non Classé et % : Pourcentage

Tableau XXXI : Comparaison des teneurs de matières actives aux LMR dans la ville de Yamoussoukro

Matières actives	Classes	LMR (mg/kg)	Nbre d'échantillons acceptables (%)	Nbre d'échantillons non acceptables (%)	Références
Parathion	Ia	0,05	9 (60)	6 (40)	
Chlorpyrifos	II	0,05	4 (26,67)	11 (73,33)	
Diméthoate	II	0,3	8 (53,33)	7 (46,67)	
Cyperméthrine	II	0,7	11 (73,33)	4 (26,67)	
Cyhalothrine	II	0,5	9 (60)	6 (40)	(UE, 2018 ;
Spirodiclofen	III	0,02	3 (20)	12 (80)	OMS 2019)
Orthophénylphénol	NC	0,05	15 (100)	0 (0)	
Zoxamide	U	30	8 (53,33)	7 (46,67)	
Thiaméthoxame	II	5	15 (100)	0 (0)	
Chlorothalonil	U	0,3	15 (100)	0 (0)	
Manèbe	U	5	15 (100)	0 (0)	OMS, 2019
Carbendazime	II	5	8 (53,33)	7 (46,67)	
TOTAL			120 (66,67)	60 (33,33)	

LMR : Limite Maximale de Résidu ; **UE** : Union Européenne ; **OMS** : Organisation Mondiale de la Santé ; **Ia** : extrêmement dangereux ; **II** : modérément dangereux ; **III** : légèrement dangereux ; **U** : peu susceptible de présenter un danger aiguë ; **NC** : Non Classé et **%** : Pourcentage

1.3. Identification et quantification des composés volatiles

L'analyse des composés volatils a permis de détecter la présence de huit (8) différents composés volatils dans toutes les laitues des zones d'étude. Il s'agit de l' α -pinène, du 2-phényl éthanol, du P. hydroxy acétophénone, de l'heptadécane, de l' α -cadinol, du 3-méthyl-2-buténol, de l'alcool benzylique et du benzaldéhyde. L' α -pinène et le benzaldéhyde étaient les COVs les moins émis par les laitues des zones d'étude. Les proportions de ces composés allaient respectivement de 0,5-0,68 % à 0,49-0,93 % pour la ville d'Abidjan. Dans la ville de Bouaké, elles étaient de 0,4-0,9 % et 0,28-0,86 %. En ce qui concerne la ville de Daloa, elles variaient de 0,18-0,84 % à 0,4-0,61 %. Pour ce qui est de la ville de Yamoussoukro, les teneurs oscillaient entre 0,43-0,68 % et 0,41-0,59 %. Cependant, le 2-phényl éthanol et le 3-méthyl-2-buténol constituaient les COVs les plus émis par toutes les laitues. Les teneurs de ces derniers étaient

respectivement de 7,22-8,01 % et 10,08-11,61 % au niveau de la ville d'Abidjan. Par contre, celle de la ville de Bouaké variaient de 7,13-7,92 % à 9,47-10,31 %. Dans la ville de Daloa, les proportions oscillaient entre 8,09-8,7 % et 12,27-12,9 %. Pour la ville de Yamoussoukro, les taux de ces COVs variaient de 10,01-10,68 % à 11,32-11,77 % (Tableau XXXII ; Figure 53).

Tableau XXXII : Teneurs des composés organiques volatils émis par les laitues des zones d'étude

Composés organiques volatils	Abidjan		Bouaké		Daloa		Yamoussoukro	
	VMax	CM	VMax	CM	VMax	CM	VMax	CM
α - Pinène	0,68	0,57 \pm 0,01	0,9	0,58 \pm 0,04	0,84	0,46 \pm 0,05	0,68	0,56 \pm 0,02
2 - Phényl éthanol	8,01	7,58 \pm 0,06	7,92	7,47 \pm 0,06	8,7	8,32 \pm 0,04	10,68	10,27 \pm 0,04
P. hydroxy acétophénone	5,99	5,4 \pm 0,07	4,33	3,95 \pm 0,04	4,97	4,77 \pm 0,05	5,56	5,44 \pm 0,02
Heptadécane	3,92	3,54 \pm 0,05	2,98	2,53 \pm 0,05	4,29	4,16 \pm 0,02	5,36	5,21 \pm 0,02
α - Cadinol	3,92	3,5 \pm 0,08	4,97	4,76 \pm 0,03	5,26	5,13 \pm 0,02	6,16	5,98 \pm 0,03
3 - méthyl - 2 - butanol	11,61	10,95 \pm 0,1	10,31	9,88 \pm 0,06	12,9	12,65 \pm 0,05	11,77	11,5 \pm 0,03
Alcool benzylique	2,97	2,49 \pm 0,07	2,96	2,68 \pm 0,04	2,77	2,57 \pm 0,04	3,27	3,14 \pm 0,02
Benzaldéhyde	0,93	0,69 \pm 0,03	0,86	0,49 \pm 0,04	0,61	0,5 \pm 0,01	0,59	0,5 \pm 0,01

VMax : Volume Maximal et CM : Concentration Maximale

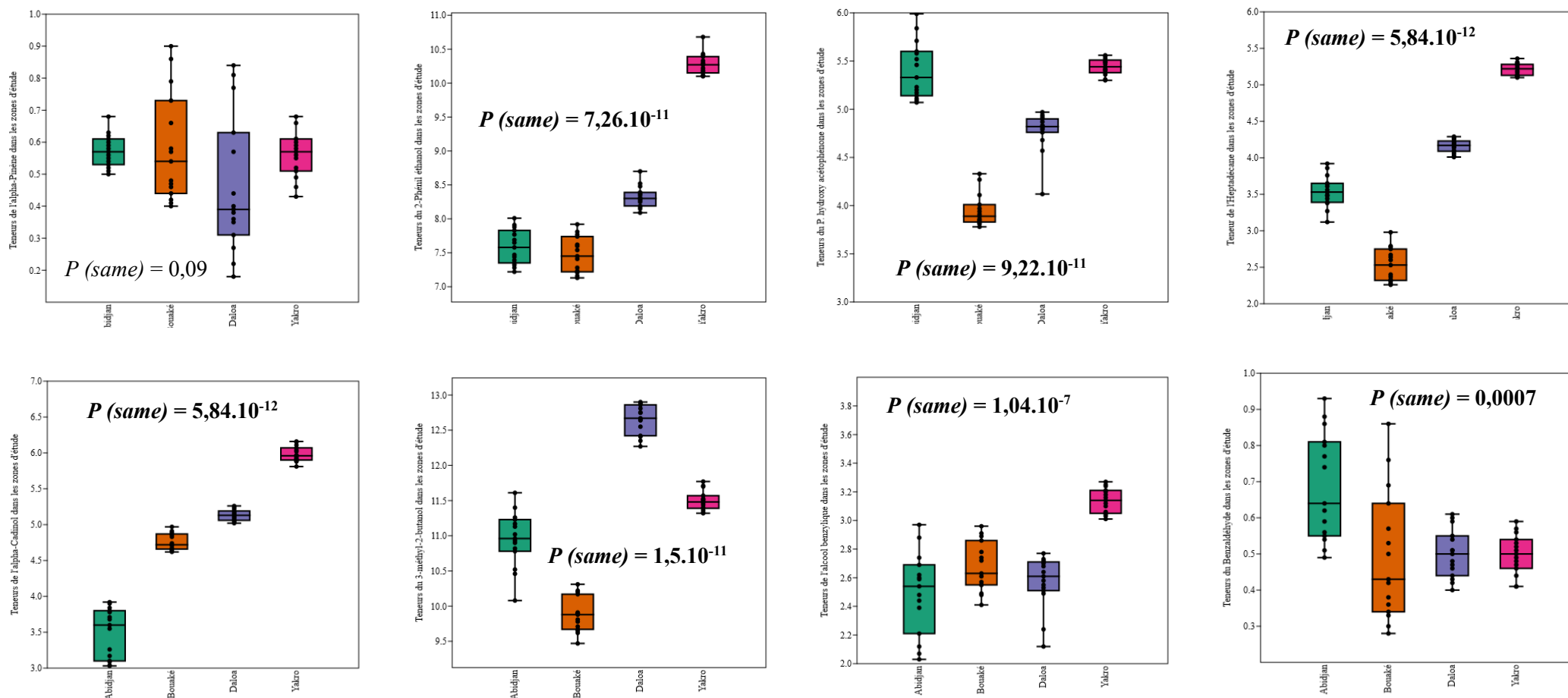


Figure 53 : Variabilités des teneurs en Composés Volatils (COV) dans les zones d'étude

2. DISCUSSION

L'utilisation des pesticides par les maraîchers (100 %) des différentes villes d'étude est une pratique incontournable. Ce résultat est contraire à celui trouvé par Oula *et al.* (2021). En effet, les auteurs ont révélé dans leurs travaux en Côte d'Ivoire que l'usage inadapté des produits phytopharmaceutiques homologués ou non est très répandu, atteignant un taux de 97 % parmi les producteurs interrogés. Cette forte utilisation des pesticides par les cultivateurs s'expliquerait par les attaques répétées de la laitue par les pestes. Au moins un résidu de pesticide a été retrouvé dans tous les échantillons de laitue provenant des différents sites d'étude. Des matières actives de pesticides relativement similaires ont été détectées dans les laitues des villes investiguées. Cette similitude indique des pratiques d'utilisation des produits phytosanitaires uniformes sur l'ensemble des sites d'étude. On peut donc noter que les producteurs avec les mêmes difficultés s'échangent des informations sur un même site de production et d'une ville à une autre. Une grande diversité de matières actives a été détecté dans les laitues. Ces matières actives appartiennent à plusieurs familles notamment des Organophosphorés, des Pyréthrinoïdes, des Acides Tétroniques, des Carbamates, des Organochlorés, des Dithiocarbamates, des Benzamide, des Néonicotinoïdes et des phénols à de fortes concentrations. Malgré les similitudes observées, les teneurs en résidus de pesticides diffèrent d'une ville à une autre. Les Organophosphorés sont les plus nombreux dans la laitue produite retrouvés dans les zones d'étude. Nos résultats sont en accord avec ceux de Saliou *et al.* (2013). En effet, dans une étude menée sur l'évolution des résidus de pesticides dans les produits horticoles de grande consommation au Sénégal, les auteurs ont signalé la présence des résidus de pesticide appartenant à la famille des Organophosphorés, des Organochlorés, des Carbamates et des Pyréthrinoïdes. De même, Amadou Diop (2013) a signalé la présence de ces familles de pesticides dans les fruits et légumes. L'analyse des résidus de quelques familles chimiques des pesticides dans les fruits et légumes a également révélé la présence des Organophosphorés et des Organochlorés (Bounesrag, 2021). Le Chlorpyrifos et la Cyperméthrine ont aussi été retrouvés dans les fruits et légumes dans une étude réalisée en Algérie (Samira, 2017 ; Rahmani, 2019). A l'opposé des travaux de Yao *et al.* (2016), le Lambda cyhalothrine n'a pas été détecté dans les laitues des sites d'étude. Le Parathion, un produit extrêmement dangereux (UE, 2018), détecté dans les laitues des villes d'étude n'a pas été signalé dans les travaux de Kpan *et al.* (2019). La diversité des matières actives obtenues s'expliquerait par le fait que les producteurs utilisent plusieurs types de produits phytosanitaires pour traiter la laitue. Les différentes concentrations observées chez ces familles de pesticide

s'expliquent par les propriétés physicochimiques, mais aussi par les quantités de matières actives appliquées par les producteurs.

Les matières actives déclarées modérément dangereuses (II), légèrement dangereuse (III) et peu susceptibles de présenter un danger aiguë (U) ont été signalées dans nos travaux (UE, 2018 ; OMS, 2019). Ces résultats confirment ceux rapportés par Oubellil (2022) dans ses travaux sur l'enquête d'évaluation et de caractérisation des pesticides utilisés en viticulture en Algérie.

Les matières actives détectées dans les laitues des zones d'étude ont des teneurs parfois supérieures à la LMR. La présence de ces composés dans les laitues pourrait engendrer des conséquences négatives sur la santé humaine, animale et sur l'environnement. Un taux de 33,33 % des échantillons était non conforme aux normes en vigueur de l'Union Européenne et de l'OMS. Dans d'autres travaux sur les maraîchers et spécialement la laitue des taux d'échantillons non conformes élevés ont été notifiés. Ce constat a été fait dans des études réalisées sur la laitue (Narendran *et al.*, 2019 ; Pang *et al.*, 2020) et sur les autres légumes (Rahman *et al.*, 2021). Ces teneurs de matières actives élevées s'expliqueraient par un surdosage des produits phytosanitaires par les producteurs. Cela pourrait exposer les consommateurs aux effets aigus, subaigus et chroniques liés à ces produits. Les teneurs en résidus se trouvant en dessous des LMR s'expliqueraient d'une part par la durée de la période entre l'épandage et l'échantillonnage et d'autre part par le respect des prescriptions du fabricant avant l'application des produits (Ahmad *et al.*, 2013 ; Bakirci *et al.*, 2014). Pour avoir des laitues de bonnes qualités, une limitation de l'usage des pesticides sur la culture de laitue pourrait être mise en place.

L'étude sur l'identification et la quantification des composés organiques volatils a montré que les feuilles de laitue émettent des composés comme l' α - Pinène, le 2 - Phényl éthanol, le P. hydroxy acétophénone, l'heptadécane, l' α - Cadinol, le 3 - méthyl - 2 - butanol, l'alcool benzylique et le benzaldéhyde. En effet, des études antérieures ont montré que divers facteurs à la fois biotiques et abiotiques peuvent moduler la nature et la quantité des COVs émis par une plante vivante. Ces facteurs sont principalement la variabilité génétique, le stade phénologique, des interactions allélopathiques plantes-plantes, le stress subit par la plante, les conditions de culture et / ou le climat (Llandres *et al.*, 2018). Les différences observées entre les villes pourraient donc être attribuables à ces facteurs environnementaux uniques à chaque localité. Les résultats de nos travaux corroborent ceux de Regnault-Roger (2013), Ihsan *et al.* (2015), Sassoui *et al.* (2017) et Jyoti *et al.* (2022) qui ont respectivement identifié l' α - Pinène, le benzaldéhyde, l'heptadécane et l' α - Cadinol dans les organes de plantes vivantes dans leurs différents travaux. Les COVs émis par les feuilles de laitue dans cette étude peuvent jouer un

rôle important dans la défense des cultures. En effet, les impacts négatifs des composés organiques volatils émis par les plantes sur les ravageurs de cultures ont été démontrés dans les travaux de Ghanim (2014), Ben Issa *et al.* (2017) et Koorki *et al.* (2018). Regnault-Roger (2013) a démontré dans ses travaux que l' α – Pinène possède des propriétés insecticides. Les composés chimiques volatils présents dans les laitues ne peuvent avoir d'impacts réel sur la santé du consommateur vu que la durée de vie pour la plupart est inférieure à une journée (Josephine & Annabelle, 2023). L' α – Cadinol est approprié pour le système humain sans hépatotoxicité ou mutagénicité prédite Jyoti *et al.* (2022).

3. CONCLUSION PARTIELLE

Cette partie de nos travaux a mis en lumière le niveau de contamination de la laitue par les pesticides dans les villes d'étude. Des résidus de pesticides ont été détectés dans les laitues. Ces résidus appartiennent à neuf (9) familles de pesticides. Il s'agit des Organophosphorés, des Pyréthriinoïdes, des Acides Tétroniques, des Carbamates, des Organochlorés, des Dithiocarbamates, des Benzamide, des Néonicotinoïdes et des phénols. Le parathion, un produit extrêmement dangereux a été détecté dans les laitues des zones investiguées. Le taux d'échantillons de laitue acceptables varie de 71,11 % à 79,44 %. Par contre, celui des échantillons non acceptables oscille entre 20,56 % et 28,89 %. La présence de ces composés dans les laitues pourrait engendrer des conséquences négatives sur la santé humaine, animale et sur l'environnement.

Cette étude a aussi permis d'identifier et de quantifier un nombre important de COVs émis par les feuilles de laitue. Il s'agit de l' α – Pinène, le 2 - Phényl éthanol, le P. hydroxy acétophénone, l'heptadécane, l' α – Cadinol, le 3 - méthyl - 2 – butanol, l'alcool benzylique et le benzaldéhyde. Pour avoir des laitues de bonnes qualités, les autorités compétentes doivent sensibiliser et former les producteurs sur les Bonnes Pratiques Agricoles (BPA). Mais également sur l'utilisation des produits phytosanitaires. Un Plan de Gestion des Pesticides (PGP) doit être mis en place afin d'avoir une bonne maîtrise de ces produits.

Les autorités compétentes doivent aussi mettre l'accent sur la production de biopesticide à partir des COVs émis par les plantes comme la laitue, car cela permettra de limiter l'utilisation des pesticides et d'avoir des produits respectueux de l'environnement. Aussi, ces biopesticides limiteront les expositions de l'homme aux produits chimiques.

**CONCLUSION GENERALE,
PERSPECTIVES ET
RECOMMANDATIONS**

CONCLUSION

L'objectif de cette étude était de contribuer à évaluer les risques sanitaires associés à la contamination microbienne et chimique de laitue de production urbaine. L'étude a été réalisée dans les villes emblématiques comme Abidjan la capitale économique, Bouaké la deuxième ville, Daloa la quatrième ville et Yamoussoukro la capitale politique. Cette étude a révélé que la laitue est produite par les deux genres (masculin et féminin) dans toutes les villes d'étude. L'âge des maraîchers varie entre 30 et 60 ans dans les villes investiguées. Le maraîchage est pratiqué par les non nationaux (45 %) et les nationaux (55 %) dans les différentes zones d'étude. La majorité des producteurs de laitue des différentes villes d'étude sont des analphabètes avec un taux moyen de 56,52 %. L'eau de puits non protégé et l'eau de surface sont utilisées par les maraîchers pour l'arrosage des plants. Aussi, les fientes de volaille, les engrais chimiques et un mélange de fiente de volaille, de bouse de vache et d'engrais chimique ont été utilisés par les producteurs pour la fertilisation des planches. Par ailleurs, tous les producteurs (100 %) des quatre villes investiguées utilisent des pesticides. La production maraîchère dans les différentes villes d'étude se fait dans des conditions difficiles. Ce qui ferait que les affections enregistrées au cours de cette étude sont caractéristiques à *Salmonella* spp.

Les analyses obtenues ont montré que les laitues provenant des sites de production des différentes villes d'étude ont été contaminées par des bactéries. Cette contamination a été observée tout au long de l'itinéraire technique de production. Les laitues ont été contaminées par des germes comme les coliformes totaux, les entérobactéries, les germes aérobies mésophiles, les levures et moisissures, mais aussi par des pathogènes tels que *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. et *Staphylococcus aureus*. La majorité des échantillons s'écartait largement des normes prescrites par le *Codex Alimentarius* concernant les légumes (laitue). Les échantillons de laitue non conforme à la norme sont donc impropres à la consommation. Leur consommation représenterait donc un danger réel pour la santé du consommateur.

L'étude a porté également sur l'évaluation des risques de salmonelloses liées à la consommation de la laitue produite dans les villes d'Abidjan, Bouaké, Daloa et Yamoussoukro. Elle a révélé que la laitue est beaucoup prisée par les populations de ces villes avec une consommation journalière de $72,11 \pm 42,27$ g à $196,39 \pm 15,54$ g par personne. Les analyses microbiologiques effectuées ont donné une prévalence d'au moins 67 % de *Salmonella* spp. dans la laitue de production urbaine. Cette laitue est donc impropre à la consommation. Par ailleurs, l'évaluation des risques a montré que le risque associé à la présence de *Salmonella* spp. pour le consommateur de laitue dans les zones investiguées existe. En tenant compte de la dose

infectieuse de 10^5 cellules, la probabilité de développer une salmonellose en consommant la laitue est de 6,36 % à 8,4 % ; soit 6.360 à 8.400 cas pour 100.000 habitants. Cela révèle un réel problème de santé publique.

L'évaluation du risque chimique a montré qu'il existe des risques d'intoxication chronique et aiguë avec le parathion, le diméthoate, le chlorpyrifos, le spiroadiclofen, la cyperméthrine et le cyhalothrine. La ville de Yamoussoukro enregistre les risques d'intoxication chronique et aiguë les plus élevés.

Les travaux réalisés ont permis de mettre en évidence un nombre important de gènes de virulence. Le bon choix de la technique de PCR a révélé les pathovars EAEC, EPEC, ETEC et STEC, mais aussi les espèces *S. typhi* et *S. typhimurium*. La présence des gènes de virulence (*aggA* ; *bfpA* ; *east1* ; *lt* ; *st* ; *stx1* ; *stx2* ; *invA* et *spvC*) de *E. coli* et *Salmonella* spp. isolés à partir des laitues des villes d'étude est un danger pour le consommateur. Donc un réel problème de santé publique. Dans cette étude, le profil de résistance aux antibiotiques des pathogènes *E. coli* et *Salmonella* spp. a été mis en évidence. La présence de tels germes dans les laitues destinées à la consommation sans traitement thermique représente un véritable problème de santé publique. Cela pourrait avoir un impact négatif sur le traitement d'infection bactérienne résistante aux antibiotiques. Ce qui pourrait conduire à une prolongation des hospitalisations alors que les moyens financiers des populations continuent de s'amenuiser.

L'étude a mis en lumière le niveau de contamination de la laitue par les pesticides dans les villes d'étude. Des résidus de pesticides ont été détectés dans les laitues. Ces résidus appartiennent à neuf (9) familles de pesticides. Il s'agit des Organophosphorés, des Pyréthriinoïdes, des Acides Tétroniques, des Carbamates, des Organochlorés, des Dithiocarbamates, des Benzamide, des Néonicotinoïdes et des phénols. Le parathion, un produit extrêmement dangereux a été détecté dans les laitues des zones investiguées. Le taux d'échantillons de laitue acceptables varie de 71,11 % à 79,44 %. Par contre, celui des échantillons non acceptables oscille entre 20,56 % et 28,89 %. La présence de ces composés dans les laitues pourrait engendrer des conséquences négatives sur la santé humaine, animale et sur l'environnement.

Cette étude a également permis d'identifier et de quantifier un nombre important de COVs émis par les feuilles de laitue. Il s'agit de l' α - Pinène, le 2 - Phényl éthanol, le P. hydroxy acétophénone, l'heptadécane, l' α - Cadinol, le 3 - méthyl - 2 - butanol, l'alcool benzylique et le benzaldéhyde.

Pour produire des laitues de bonnes qualités, les autorités compétentes doivent former les producteurs aux Bonnes Pratiques Agricoles (BPA), mais également sur l'utilisation des produits phytosanitaires. Un Plan de Gestion des Pesticides (PGP) doit être mis en place afin d'avoir une bonne maîtrise de ces produits. Vu la forte consommation de la laitue par les populations, ces résultats devraient attirer l'attention des autorités compétentes qui pourraient organiser des campagnes de sensibilisation sur les risques microbiologiques et chimiques d'origine alimentaire. Les autorités compétentes doivent aussi mettre l'accent sur la production de biopesticide à partir des COVs émis par les plantes comme la laitue, car cela permettra de limiter l'utilisation des pesticides et d'avoir des produits respectueux de l'environnement. Aussi, ces biopesticides limiteront les expositions de l'homme aux produits chimiques.

PERSPECTIVES

Les résultats obtenus de cette étude ouvrent des perspectives d'étude :

- Réaliser l'étude sur toutes les saisons de l'année ;
- Comparer le profil génétique des souches de *E. coli* et *Salmonella* isolé des laitues afin d'étudier la relation clonale entre les différentes souches ;
- Proposer des méthodes de décontamination de la laitue aux populations afin de réduire les risques de contamination par ces entéropathogènes et ces pesticides.

RECOMMANDATIONS

Les recommandations suivantes doivent être mises en œuvre :

- Aux producteurs :
 - respecter les délais avant récolte ;
- Aux consommateurs :
 - mettre en place des programmes de sensibilisations sur les risques sanitaires liés à la consommation de laitue non traitée pour éviter des épidémies éventuelles ;
- Aux décideurs :
 - sécuriser les sites de production urbain ;
- A la recherche :
 - Aider les décideurs à mettre en place un protocole de désinfection de la laitue.

REFERENCES

- Abakpa G.O., Umoh V.J., Ameh J.B., Yakubu S.E., Kwaga J.K.P. & Kamaruzaman S. (2015). Diversity and antimicrobial resistance of *Salmonella enterica* isolated from fresh produce and environmental samples. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 3 : 38-46.
- Abbou B. M., Fadil F. & Hadji E. M. (2014). Évaluation de la qualité des cours d'eau de la ville de Taza utilisés dans l'irrigation des cultures maraîchères (Maroc). *Journal of Applied Biosciences*, 77 : 6462-6473.
- Abdelkader A.S., Oumarou S.S., Maârouhi I.M., Ali D.B. & Yacoubou B. (2017). Prévalence et diversité de *Salmonella* en Afrique : Analyse qualitative et quantitative. *European Scientific Journal*, 13 (30) : 250.
- Abledji Gnahoua W. (2021). Eyriès, A., & Moatti, D. Des écrans plein la vue... : Les jeunes à l'épreuve de la cyberaddiction. Paris, Éditions L'Harmattan, 2019. *Revue française des sciences de l'information et de la communication*, 21 : 9995.
- Abozan A.E. (2020). Etude comparée des transformations spatiales de la forêt classée du Haut-Sassandra et de sa périphérie de 1997 à 2018. *Mémoire De Master, Université Jean Lorougnon Guédé (Daloa)*, 61p.
- Abubakari A., Amoah I., Essiaw-Quayson G., Larbi J., Seidu R. & Abaidoo R.C. (2015). Presence of pathogenic *E. coli* in ready-to-be-eaten salad food from vendors in the Kumasi Metropolis, Ghana. *African Journal of Microbiology Research*, 9 (21) : 1440-1445.
- Adams T.D., Davidson L.E., Litwin S.E., Kolotkin R.L., LaMonte M.J., Pendleton R.C., Strong M.B., Vinik R., Wanner N.A., Hopkins P.N., Gress R.E., Walker J.M., Cloward T.V., Nuttall R.T., Hammoud A., Greenwood J.L.J., Crosby R.D., McKinlay R., Simper S.C., Smith S.C. (2012). Health Benefits of Gastric Bypass Surgery After 6 Years. *Journal of the American medical association*, 308 (11) : 1122.
- Agossou K.V., Duvignaud A., Denoeud-Ndam L., Akakpo J., Afangnihoun A., Komongui D.G., Atadokpédé F., Dossou-Gbété L., Girard P.M., Zannou D.M. & Cot M. (2014). Incidence of malaria-related fever and morbidity due to *Plasmodium falciparum* among HIV1-infected pregnant women : a prospective cohort study in South Benin. *Malaria Journal*, 13 (1) : 1-9.
- AGRA. (2021). Africa Agriculture Status Report. A Decade of Action : Building Sustainable and Resilient Food Systems in Africa. 9 : 2313-5387.
- Akmel D.C., Aw S., Montet D., Assidjo N., Degni M.L., Akaki D., Moretti C., Elleingand E., Brabet C., Baud G., Mens F., Yao B., Michel T., Durand N., Assin H., Berthiot L. &

- Tapé T. (2017). Quantitative assessment of the microbiological risk associated with the consumption of attiéke in Cote d'Ivoire. *Food Control*, 81: 65-73.
- Akusu O.M., Kiin-Kabari D.B. & Wemedo S.A. (2016). Microbiological quality of selected street vended foods in Port Harcourt metropolis, Rivers State, Nigeria. *Sky Journal of Food Science*, 5 (2) : 008-011.
- Ali M.M.M., Mohamed Z.K., Klena J.D., Ahmed S.F., Moussa T.A.A. & Ghenghesh K.S. (2012). Molecular Characterization of Diarrheagenic *Escherichia coli* from Libya. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 86 (5) : 866.
- Alio S. A., Inoussa M. M., Bakasso Y. & Samna S. O. (2017). Diversité et dynamique des *Salmonella* isolées de la laitue (*Lactuca sativa* L.) dans les cultures maraîchères au Niger (Afrique de l'ouest). *Journal of Applied Biosciences*, 119 : 11917-11928.
- Alletto L., Benoit P., Bolognsi B., Couffignal M., Bergheaud V., Dunny V., Longueval C. & Barriuso E. (2013). Sorption and mineralisation of S-metolachlor in soils from fields cultivated with different conservation tillage systems. *Soil and Tillage Research*, 128 (1) : 97-103.
- Alletto L., Benoit P., Justes E. & Coquet Y. (2012). Tillage and fallow period management effects on the fate of the herbicide isoxaflutole in an irrigated continuous-maize field. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 153 : 40-49.
- Alletto L., Coquet Y., Benoit P., Heddadj D. & Barriuso E. (2010). Tillage management effects on pesticide fate in soils. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30 (2) : 367-400.
- Amini H., Gossett D.R., Weaver W.M., Mach A.J., Hur S.C., Tse H.T.K., Lee W. & Di Carlo D. (2010). Label-free cell separation and sorting in microfluidic systems. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 397 (8) : 3249-3267.
- Amini J. & Sidovich D. (2010). The Effects of Fungicides on *Fusarium Oxysporum* F. SP. *Lycopersici* Associated with *Fusarium Wilt* of Tomato. *Journal of Plant Protection-Research*, 50 (2) : 172-178.
- Anonyme 1. (2016). Anses Table Ciqual 2016 Composition nutritionnelle des aliments, 2p.
- Anonyme 2. & 4. (2009). Sous-ministériat à la santé animale et à l'inspection des aliments, Québec 2009. Lignes directrices et normes pour l'interprétation des résultats analytiques en microbiologie alimentaire, Gouvernement du Québec ; Dépôt légal en 2009 Bibliothèque nationale du Québec (Canada). *Recueil des critères microbiologiques*, 59p.
- Anonyme 3. (2011). Gélose VRBG (Violet Red Bile Glucose Agar), 2p.

- Anonyme 5. (2016). UE8-De l'agent infectieux à l'hôte, 20p.
- Anonyme 6. (2007). Principes et directives pour la gestion des risques microbiologiques. Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization, Geneva, 12p.
- Asari S., Matzén S., Petersen M.A., Bejai S. & Meijer J. (2016). Multiple effects of *Bacillus amyloliquefaciens* volatile compounds: plant growth promotion and growth inhibition of phytopathogens. *Federation of European Microbiologie Societies, Microbiology Ecology*, 92 (6) : 070.
- Aslani M. M., Alikhani M. Y., Zavari A., Yousefi R. & Zamani A. R. (2011). Molecular and phenotypic characterization of atypical enteropathogenic *Escherichia coli* serotypes isolated from children with and without diarrhea. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, 44 (1) : 27-32.
- Atta K. (1978). Dynamique de l'occupation de l'espace urbain et péri-urbain de Bouaké (Côte d'Ivoire)- fdi : 09448- Horizon. *Thèse De Doctorat, Paris : ORSTOM (Paris (france))*, 296 p.
- Avazpour M., Nejad M.R., Seifipour F. & Abdi J. (2013). Assessment of the microbiological safety of salad vegetables from different Restaurants in Ilam. *Journal of Paramedical Sciences*, 4 : 111-115.
- Avril J.L., Dabernat H., Denis F. & Monteil H. (2000). Bactériologie clinique 2ème édition, *Ellipses*, Paris, France, 171-211.
- Awadallah M.A.I. & ABD-Elall A.A.M. (2015). Diversity and virulence associated genes of *Salmonella enterica* serovars isolated from wastewater agricultural drains, leafy green producing farms, cattle and human along their courses. *Revue Médecine Vétérinaire*, 166 (3) : 96-106.
- Ba A. & Cantoreggi N. L. (2018). Agriculture urbaine et périurbaine (AUP) et économie des ménages agri-urbains à Dakar (Sénégal). *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 3 : 195-207.
- Ba A., Cantoreggi N., Simos J., & Duchemin E. (2016). Impacts sur la santé des pratiques des agriculteurs urbains à Dakar (Sénégal). *VertigO Revue Électronique En Sciences de l'Environnement*, 16p.
- Baghi H. & Kornides M.L. (2013). Current and future health care professionals attitudes toward and knowledge of statistics : How confidence influences learning. *Journal of nursing education and practice*, 3 (7) : 24-29

- Bagudo A. I., Tambuwal F. M., Faleke O. O., Egwu O. O. & Aliero A. A. (2014). Prevalence of *Salmonella* serotypes in Sokoto abattoir effluents and vegetables cultivated around the abattoir. *Microbiology Research International*, 2 (2) : 13-17.
- Bahrouni H. (2010). Caractérisation de l'efficacité technique des systèmes de pulvérisation et des pertes de pesticides appliqués aux cultures basses dans les régions méditerranéennes : cas de la Tunisie. Phdthesis, Centre International d'Etudes Supérieures en Sciences Agronomique 'Montpellier Sup Agro' / INAT-Tunisie (Tunisie), 140 p.
- Bailly M., Yacoubi B.E. & Crécy-Lagard V. de (2012). Biosynthesis and Function of Posttranscriptional Modifications of Transfer RNAs. *Annual Review of Genetics*, 46 (46) : 69-95.
- Bakırcı G.T., Yaman Acay D.B., Bakırcı F. & Ötleş S. (2014). Pesticide residues in fruits and vegetables from the Aegean region. Turkey. *Food Chemistry*, 160 : 379-392.
- Bamba I. (2020). Bouaké et son rôle dans l'économie ivoirienne. *Cahiers de l'Économie Africaine*, 8(4) : 78-92.
- Bancal V. & Tano K. (2019). Etude des modalités de réduction des pertes après récolte dans les cultures maraichères en Côte d'Ivoire, 13 p.
- Baran I., Vlastic D., Matusik W. & Popović J. (2008). Articulated mesh animation from multi-view silhouettes. *Association for Computing Machinery*, 97 : 1-9.
- Barik S.K., Saravanan M., Mubarak Ali D., Prakash P. & Pugazhendhi A. (2018). Synthesis of silver nanoparticles from *Bacillus brevis* (NCIM 2533) and their antibacterial activity against pathogenic bacteria. *Microbial Pathogenesis*, 116 : 221-226.
- Barriere G., Fici P., Gallerani G., Fabbri F., Zoli W. & Rigaud M. (2014). Circulating tumor cells and epithelial, mesenchymal and stemness markers: characterization of cell subpopulations. *Annals of Translational Medicine*, 2 (11) : 109-109.
- Barrière Q., Barbier F., Péron T., Lecerf M., Perez-Garcia M.D., Rolčık J., Boutet-Mercey S., Citerne S., Lemoine R., Porcheron B., Roman H., Leduc N., Le Gourrierec J., Bertheloot J. & Sakr S. (2015). Sucrose is an early modulator of the key hormonal mechanisms controlling bud outgrowth in *Rosa hybrida*. *Journal of Experimental Botany*, 66 (9) : 2569-2582.
- Barth R.P. (2005). Residential care : from here to eternity. *International Journal of Social Welfare*, 14 (3) : 158-162.

- Bauer A.W., Kirby W.M.M., Sherris J.C. & Turck M. (1966). Antibiotic Susceptibility Testing by a Standardized Single Disk Method. *American Journal of Clinical Pathology*, 45 (4) : 493-496.
- Bayendi Loudit S. M., Ndoutoume Ndong A., Francis F. (2017). Le maraîchage périurbain à Libreville et Owendo (Gabon) : pratiques culturelles et durabilité. *Cahiers Agricultures*, 26 : 1-10
- Ben Issa R., Gautier H. & Gomez L. (2017). Influence of neighbouring companion plants on the performance of aphid populations on sweet pepper plants under greenhouse conditions. *Agricultural and Forest Entomology*, 19 (2) : 181-191.
- Betts R. & de Blackburn C.W. (2009). Detecting pathogens in food. *Sciences Alimentaires, la Technologie et la Nutrition*, pp. 1193-1224.
- Bitas V., Kim H.-S., Bennett J.W. & Kang S. (2013). Sniffing on Microbes : Diverse Roles of Microbial Volatile Organic Compounds in Plant Health. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 26 (8) : 835-843.
- Blackburn S.D., Shin H., Haining W.N., Zou T., Workman C.J., Polley A., Betts M.R., Freeman G.J., Vignali D.A.A. & Wherry E.J. (2009). Coregulation of CD8+ T cell exhaustion by multiple inhibitory receptors during chronic viral infection. *Nature Immunology*, 10 (1) : 29-37.
- Blanco J., Malato S., Fernández-Ibáñez P., Maldonado M.I. & Gernjak W. (2009). Decontamination and disinfection of water by solar photocatalysis: Recent overview and trends. *Catalysis Today*, 147 (1) : 1-59.
- Blande J.D., Holopainen J.K. & Li T. (2010). Air pollution impedes plant-to-plant communication by volatiles. *Ecology Letters*, 13 (9) : 1172-1181.
- Bottieau E. & Van Gompel A. (2012). Salmonelloses. *International Médecine tropicale. Lavoisier, Paris (France)* pp. 582-589.
- Boudra H. (2009). Les mycotoxines dans les fourrages : un facteur limitant insidieusement la qualité des fourrages et les performances des ruminants. *Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement*, pp. 265-280.
- Boukary H., Rabe M. M., Bori H., Soumaila Abdoulaye A. & Yahaya B. Z. (2023). Pratiques Paysannes de Production de Bulbes d'Oignon (*Allium cepa* L.) dans une Zone Périurbaine de Niamey : Cas du Site Maraîcher de Kollo. *European Scientific Journal*, 19 (36) : 51-66

- Boulouis H.J., Gurfield A.N., Chomel B.B., Kasten R.W., Heller R., Bouillin C., Gandoin C., Thibault D., Chang C.-C., Barrat F. & Piemont Y. (2001). Epidemiology of Bartonella infection in domestic cats in France. *Veterinary Microbiology*, 80 (2) : 185-198.
- Bounesrag A. (2021). Analyse Des Résidus De Quelques Familles Chimiques De Pesticides Dans Les Fruits Et Légumes. *Master, (Alger)*, 100 p.
- Brahim H. (2011). Valorisation et identification structurale des principes actifs de la plante de la famille Asteraceae. *Scorzonera Undulata*, 145 p.
- Brat P. & Cuq B. (2007). Transformation et conservation des fruits en préservant leur structure initiale (Ref F6272). *Techniques de l'Ingénieur. Agroalimentaire*, 39p.
- Brezina R., Schramek S. & Kazár J. (1975). Selection of chlortetracycline-resistant strain of Coxiella burnetii. *Acta Virologica*, 19 (6) : 496.
- Burnichon N., Gimenez-Roqueplo A.P., Amar L., Favier J., Jeunemaitre X. & Plouin P.F. (2008). Apports de comète à la génétique du phéochromocytome. *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine*, 192 (1) : 105-116.
- Burnichon V., Jean S., Bellon L., Maraninchi M., Bideau C., Orsière T., Margotat A., Gérolami V., Botta A. & Bergé-Lefrants (2003). Patterns of gene expressions induced by arsenic trioxide in cultured human fibroblasts. *Toxicology Letters*, 143 (2) : 155-162.
- CASFM / EUCAST (2021). Comité de l'antibiogramme de la Société Française de Microbiologie a créé un Comité de l'Antibiogramme. *Société Française de Microbiologie*, 188p.
- Cassier M., Bourgain C., Gaudillière J.P. & Juven P.A. (2021). Les félicités du capital en santé : Épanouissement, épreuves et tensions critiques des industries pharmaceutiques aux Nords et aux Suds. *Revue Française de Socio-Economie*, 26 (1) : 127-147.
- Cassier-Chauvat C., Figge R.M., Chauvat F. & Cerff R. (2000). The carbon metabolism-controlled Synechocystis gap2 gene harbours a conserved enhancer element and a Gram-positive-like -16 promoter box retained in some chloroplast genes. *Molecular Microbiology*, 36 (1) : 44-54.
- Chapeland-Leclerc F., Bouchoux J., Goumar A., Chastin C., Villard J. & Noël T. (2005). Inactivation of the FCY2 Gene Encoding Purine-Cytosine Permease Promotes Cross-Resistance to Flucytosine and Fluconazole in Candida lusitanae. *American Society for Microbiology*, 49 (8) : 3101-3108.
- Chase T.N., Wolter K., Rasool I. & Pielke Sr. R.A. (2006). Was the 2003 European summer heat wave unusual in a global context? *Geophysical Research Letters*, 33 (23) : 027470.

- Chen Y. & Knabel S.J. (2007). Multiplex PCR for Simultaneous Detection of Bacteria of the Genus *Listeria*, *Listeria monocytogenes*, and Major Serotypes and Epidemic Clones of *L. monocytogenes*. *Applied and Environmental Microbiology*, 73 (19) : 6299.
- Cherr G.N., Keller A.A., Adeleye A.S., Conway J.R., Garner K.L., Zhao L., Hong J., Gardea-Torresdey J.L., Godwin H.A., Hanna S., Ji Z., Kaweeteerawat C., Lin S., Lenihan H.S., Miller R.J., Nel A.E., Peralta-Videa J.R., Walker S.L., Taylor A.A. & Torres-Duarte C. (2017). Comparative environmental fate and toxicity of copper nanomaterials. *NanoImpact*, 7 : 28-40.
- Chevillard A., Angellier-Coussy H., Guillard V., Gontard N. & Gastaldi E. (2012). Controlling pesticide release via structuring agropolymer and nanoclays based materials. *Journal of Hazardous Materials*, 205-206 : 32-39.
- Chowdhury S.A., Shackney S.E., Heselmeyer-Haddad K., Ried T., Schäffer A.A. & Schwartz R. (2013). Phylogenetic analysis of multiprobe fluorescence in situ hybridization data from tumor cell populations. *Bioinformatics*, 29 (13) : 189-198
- Climat-data (2019). Climat Bouaké : Pluviométrie et Température moyenne Bouaké, diagramme ombrothermique pour Bouaké. <https://fr.climate-data.org/afrique/cote-d-ivoire/vallee-du-bandama/bouake-514/>.
- CLSI (2007). CLSI announces availability of new CLSI microbiology documents. *Clinical Microbiology Newsletter*, 29 (6) : 46-47
- Codex Alimentarius Commission*. (2003). Hazard analysis and critical control point (HACCP) system and guidelines for its application (Annex to the Recommended International Code of Practice : General Principles of Food Hygiene, 1-1969.
- Collaboration T.G.O., Ng M., Fleming T., Robinson M., Thomson B., Graetz N., Margono C., Mullany E.C., Biryukov S., Abbafati C., Abera S.F., Abraham J.P., Abu-Rmeileh N.M., Achoki T., AlBuhairan F.S., Alemu Z.A., Alfonso R., Ali M.K., Ali R. & Guzman N.A. (2014). Global, regional and national prevalence of overweight and obesity in children and adults 1980-2013: A systematic analysis. *Lancet (London, England)*, 384 (9945) : 766.
- Coquet Y. & Barriuso E. (2002). Spatial variability of pesticide adsorption within the topsoil of a small agricultural catchment. *Agronomie*, 22 (4) : 389-398.
- Coquet Y. (2003). Variation of pesticide sorption isotherm in soil at the catchment scale. *Pest Management Science*, 59 (1) : 69-78.
- Coquet Y., Roger-Estrade J., Richard G., Caneill J., Boizard H., Defossez P. & Manichon H. (2004). Morphological characterisation of soil structure in tilled fields: from a diagnosis

- method to the modelling of structural changes over time. *Soil and Tillage Research*, 79 (1) : 33-49.
- Cortese M. P., Karkare P., Seini M. & Van Seters J. (2021) : Étude sur la chaîne de valeur oignon au Niger. *Rome, FAO*, 89 p.
- Coulibaly K. R. (2015). Evaluation du risque de salmonellose lié à la consommation du lait caillé (lait fermenté artisanal) produit à Yamoussoukro. *Thèse de doctorat de l'Université Nangui Abrogoua, Abidjan, Côte d'Ivoire*, 139 p.
- Coulibaly M., Tuo P. & Aké-Awomon D.F. (2018). Insalubrité et maladies infectieuses dans les quartiers précaires de Yopougon Gesco-Attié : cas de Judé, Mondon et Ayakro (Abidjan, Côte d'Ivoire). *Revue Espace, Territoires, Sociétés et Santé*, 1 (1) : 46-65.
- Coulibaly-K. J., Agbo E. A., Dadié, T. A., Dosso M. (2017). Microbiological quality of raw vegetables and ready to eat products sold in Abidjan (Côte d'Ivoire) markets. *African Journal of Microbiology Research*, 11 (1) : 204-210.
- Council N.R., Studies D.E.L., Sciences C.L. & Health C. (1983). Risk Assessment in the Federal Government : Managing the Process. *National Academies Press*, 206p.
- Crumpton M.J., Allan D., Auger J., Green N.M. & Maino V.C. (1975). Recognition at cell surfaces : phytohaemagglutinin-lymphocyte interaction. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Biological Sciences*, 272 (915) : 173-180.
- Cuq E., Urrutia-Jalabert R., Malhi Y., Barichivich J., Lara A., Delgado-Huertas A. & Rodríguez C.G. (2015). Increased water use efficiency but contrasting tree growth patterns in *Fitzroya cupressoides* forests of southern Chile during recent decades. *Journal of Geophysical Research : Biogeosciences*, 120 (12) : 2505-2524.
- Dadie A., Kouassi N., Dako E., Dje M. & Dosso M. (2014a). Virulence, serotype and phylogenetic groups of diarrhoeagenic *Escherichia coli* isolated during digestive infections in Abidjan, Côte d'Ivoire. *African Journal of Biotechnology*, 13 (9) : 998-1008.
- Dadié A., Yobouet B.A., Kouamé-Sina S.M., Makita K., Grace D., Djè K.M. & Bonfoh B. (2014b). Contamination of raw milk with *Bacillus cereus* from farm to retail in Abidjan, Côte d'Ivoire and possible health implications. *Dairy Science & Technology*, 94 (1) : 51-60.
- Dakuyo R., Konate K., Sama H., Sanou A., Kabore K., Diao M., Dibala C. I. & Dicko M. H. (2020). Assessment of onions contamination by pesticides residues and characterization of market gardeners' cultural practices in the region of Boucle du Mouhoun (Burkina Faso). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 14 (9) : 3097-3109.

- Dan-Badjo A.T., Guero Y., Lamso N.D., Barage M., Balla A., Sterckeman T., Evarria G.E. & Feidt C. (2013). Évaluation des niveaux de contamination en éléments traces métalliques de laitue et de chou cultivés dans la vallée de Gounti Yena à Niamey, Niger. *Journal of Applied Biosciences*, 67 : 5326-5335.
- Danon A. & Caplan S.R. (1976). Stimulation of ATP synthesis in *Halobacterium halobium* R1 by light-induced or artificially created proton electrochemical potential gradients across the cell membrane. *Biochimica Et Biophysica Acta*, 423 (1) : 133-140.
- De Bon H., Fondio L. & Dugué P. (2019). Etude d'identification et d'analyse des contraintes à la production maraîchère selon les grandes zones agro-climatiques de la Côte d'Ivoire. Rapport d'expertise, Montpellier. *Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement*, 140 p.
- De Jaeger C., Voronska E., Fraoucene N. & Cherin P. (2012). Exposition chronique aux pesticides, santé et longévité. Rôle de notre alimentation. *Médecine & Longévité*, 4 (2) : 75-92.
- Dela C., Oberg J.A., Bender G., L J., Sulis M.L., Pendrick D., Sireci A.N., Hsiao S.J., Turk A.T., Hibshoosh H., Remotti H., Zylber R.J., Pang J., Diolaiti D., Koval C., Andrews S.J., Garvin J.H., Yamashiro D.J. & Chung W.K. (2016). Implementation of next generation sequencing into pediatric hematology-oncology practice : moving beyond actionable alterations. *Genome Medicine*, 8 (1) : 1-19.
- Dela O., José P., Cortés C., Ana L., Montes N.L., Salas R., Laura P., Garcia Reyes R.L., Helguera Repetto A.C., Rivera Gutiérrez S., Fernandez Rendon E., Gonzalez Merchand J.A. & Cerna Cortes J.F. (2016). Frecuencia of *Escherichia coli* y patotipos de *E. coli* diarreagénicos en vegetales listos para su consumo. *The Food Technology*, 23 : 58-59.
- Delarras C. (2007). Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyses ou de contrôle sanitaire. Aliment, produits cosmétiques, eaux, produits pharmaceutiques. *International Standard Book Number*, 1 : 476.
- Den Ouden F., Schönleben A.M., Yin S., Gyllenhammar I., Bjermo H., Covaci A. & Poma G. (2025). Dietary exposure and risk assessment of the Swedish general adult population to organophosphate flame retardants and plasticizers : A food market basket study. *Food Control*, 172 : 111183.
- Desai A.G., Qazi G.N., Ganju R.K., El-Tamer M., Singh J., Saxena A.K., Bedi Y.S., Taneja S.C. & Bhat H.K. (2008). Medicinal Plants and Cancer Chemoprevention. *Current drug metabolism*, 9 (7) : 581.

- Desbordes D. (2003). Qualité microbiologique des fruits et légumes : flores, altérations, risques sanitaires, prévention. *Rapport de recherche bibliographique*, 47p.
- Diab A., Deng C., Smith J.D., Hussain R.Z., Phanavanh B., Lovett-Racke A.E., Drew P.D. & Racke M.K. (2002). Peroxisome Proliferator-Activated Receptor- γ Agonist 15-Deoxy- $\Delta^{12,14}$ Prostaglandin J₂ Ameliorates Experimental Autoimmune Encephalomyelitis. *The Journal of Immunology*, 168 (5) : 2508-2515.
- Diakité A., Kone I., N'Guessan K. et Bamba I. (2020). Pratiques agricoles et sécurité alimentaire en Afrique de l'Ouest : Le cas de la Côte d'Ivoire. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 22(1) : 75-85.
- Diallo D., Diallo B., Alhassane D., Ibrahima C., Sayon S.C. & Diawadou D. (2024). Determination of the microbiological charges of water for irrigation and vegetables from the market garden of SAGBAYA, Urban Commune of Faranah. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 43 : 735-746.
- Dibi E.A.D.B., N'Goran-Aw Z.E.B., Akmel D.C., Kablan T. & Assidjo E.N. (2017). Risques microbiens liés à la consommation de la viande bovine braisée « Choukouya » en Côte d'Ivoire/Microbial hazards linked to the consumption of braised beef meat in Côte d'Ivoire. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 19 (3) : 496-507.
- Dicke M., Pineda A., Zheng S.J., Loon J.J.A. van & Pieterse C.M.J. (2010). Helping plants to deal with insects : the role of beneficial soil-borne microbes. *Trends in Plant Science*, 15(9): 507-514.
- Dicke M.D. & Mumm R.M. (2010). Variation in natural plant products and the attraction of bodyguards involved in indirect plant defense The present review is one in the special series of reviews on animal-plant interactions. *Canadian Journal of Zoology*, 88 (7) : 10-32.
- Diop A. (2013). Diagnostic des pratiques d'utilisation et quantification des pesticides dans la zone des Niayes de Dakar (Sénégal). *Thèse de Doctorat, Université du Littoral Côte d'Opale (Sénégal)*, 241p.
- Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères volume II : utilisation des eaux usées en agriculture. Recommandation à visés sanitaires. Rapport d'un groupe scientifique de l'OMS. Série de rapports techniques. Genève : OMS, 2012. *European Journal of Scientific Research*, 137 : 26-36.
- Dousset B., Bretagnol F., Panis Y., Rullier E., Rouanet P., Berdah S., Portier G., Benoist S., Chipponi J. & Vicaut E. (2010). Rectal Cancer Surgery With or Without Bowel

- Preparation : The French Greccar III Multicenter Single-Blinded Randomized Trial. *Annals of Surgery*, 252 (5) : 863-868.
- Doyle M.P. & Erickson M.C. (2008). Summer meeting 2007 the problems with fresh produce : an overview. *Journal of Applied Microbiology*, 105 (2) : 317-330.
- Dromigny E. (2012). Les critères microbiologiques des denrées alimentaires : Réglementation, agents microbiens, autocontrôle. *Lavoisier, Paris (france)*, 531 p.
- Dubey V.S., Deb C., Lee C.-M., Daniel J., Abomoelak B., Sirakova T.D., Pawar S., Rogers L. & Kolattukudy P.E. (2009). A Novel In Vitro Multiple-Stress Dormancy Model for Mycobacterium tuberculosis Generates a Lipid-Loaded, Drug-Tolerant, Dormant Pathogen. *Plos One*, 4 (6) : 1-15
- Ducroquet H., Tillie P., Louhichi K. & Paloma S.G. y (2017). L'agriculture de la Côte d'Ivoire à la loupe : Etats des lieux des filières de production végétales et animales et revue des politiques agricoles. *Office of the European Union*, pp. 1831-9424.
- Dudareva N., Negre, Florence, Nagegowda, Dinesh A. & Orlova I. (2006). Plant Volatiles : Recent Advances and Future Perspectives. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 25 (5) : 417-440.
- Effmert U., Kalderás J., Warnke R. & Piechulla B. (2012). Volatile Mediated Interactions Between Bacteria and Fungi in the Soil. *Journal of Chemical Ecology*, 38 (6) : 665-703.
- Ehounou A.E., Kouakou A.M., N'zi J.C., Dibi K.B.E., Bakayoko Y., Essis B.S., N'Zue B., Arnau G., Maledon E., Asfaw A., Adebola P. & N'Guetta A.S.P. (2019). Production of hybrid seeds by intraspecific crossing in yam *Dioscorea alata* L. *International Journal of Science and Research*, 8 (9) : 1212-1221.
- Elgart E.S., Gusovsky T. & Rosenberg M.D. (1975). Preparation and characterization of an enzymatically active immobilized derivative of myosin. *Biochimica Et Biophysica Acta*, 410 (1) : 178-192.
- EU (2018). Annual Activity Report DG Maritime Affairs and Fisheries. *European Commission* 95p.
- Ezra D., Stinson M., Hess W.M., Sears J. & Strobel G. (2003). An endophytic *Gliocladium* sp. of *Eucryphia cordifolia* producing selective volatile antimicrobial compounds. *Plant Science*, 165 (4) : 913-922.
- FAO (1999). Rapport de la quarante-sixième session du comité exécutif de la commission du codex alimentarius. *Commission du Codex Alimentarius*, 129 p.

- FAO/OMS. (1999). Principles and guidelines for the conduct of microbiological risk assessment. CAC/GL-30 (1999). Rome, Italie, 6 p.
- Faour-Klingbeil D., Murtada M., Kuri V. & Todd E.C.D. (2016). Understanding the routes of contamination of ready-to-eat vegetables in the Middle East. *Food Control*, 62 : 125-133.
- Fewtrell L. & Bartram J. (2001). Water quality: guidelines, standards, and health : assessment of risk and risk management for water-related infectious disease. *World Health Organization, Geneva*, 424 p.
- Franz M.J., VanWormer J.J., Crain A.L., Boucher J.L., Histon T., Caplan W., Bowman J.D. & Pronk N.P. (2007). Weight-Loss Outcomes: A Systematic Review and Meta-Analysis of Weight-Loss Clinical Trials with a Minimum 1-Year Follow-Up. *Journal of the American Dietetic Association*, 107 (10) : 1755-1767.
- Freney D., Chase S.K., Whittemore R., Crosby N., Howes P. & Phillips T.J. (2000). Living With Chronic Venous Leg Ulcers: A Descriptive Study of Knowledge and Functional Health Status. *Journal of Community Health Nursing*, 17 (1) : 1-13.
- Gan P., O'Connell R.J., Thon M.R., Hacquard S., Amyotte S.G., Kleemann J., Torres M.F., Damm U., Buiate E.A., Epstein L., Alkan N., Altmüller J., Alvarado-Balderrama L., Bauser C.A., Becker C., Birren B.W., Chen Z., Choi J., Crouch J.A. & Duvick J.P. (2012). Lifestyle transitions in plant pathogenic *Colletotrichum* fungi deciphered by genome and transcriptome analyses. *Nature Genetics*, 44 (9) : 1060-1065.
- Ganacadjia C., Mavoungou J. F., Mouketou A., Biroungou C. & Nzengue E. (2022). Analyse de Quelques Caractéristiques de la Filière Maraichage dans trois provinces du Gabon. *European Scientific Journal*, 18 (27) : 296-329
- Gasparri M. L., Besharat Z. M., Farooqi A. A., Khalid S., Taghavi K., Besharat R. A., Sabato C., Papadia A., Panici P. B. & Mueller M. (2018). MiRNAs and their interplay with PI3K/AKT/mTOR pathway in ovarian cancer cells: a potential role in platinum resistance. *Journal of Cancer Research and Clinical Oncology*, 144 (12) : 2313-2318.
- Ghanim A., Bagheri R., Golkari A. & Manton D. (2014). Molar-incisor hypomineralisation : a prevalence study amongst primary schoolchildren of Shiraz, Iran. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 15 (2) : 75-82.
- Ghanim N. M., Ghani S. B. A. (2014). Control of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) and *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) by some aqueous plant extracts. *Life Sciences Journal*, 11 (3) : 299-307.

- Gil Y., Sinfort C., Brunet Y., Polveche V. & Bonicelli B. (2007). Atmospheric loss of pesticides above an artificial vineyard during air-assisted spraying. *Atmospheric Environment*, 41 (14) : 2945-2957.
- Giri S., Cohen A.L., Platts-Mills J.A., Nakamura T., Operario D.J., Antoni S., Mwenda J.M., Weldegebriel G., Rey-Benito G., Oliveira L.H. de, Ortiz C., Daniels D.S., Videbaek D., Singh S., Njambe E., Sharifuzzaman M., Grabovac V., Nyambat B., Logronio J. & Armah G. (2022). Aetiology and incidence of diarrhoea requiring hospitalisation in children under 5 years of age in 28 low-income and middle-income countries : findings from the Global Pediatric Diarrhea Surveillance network. *Biology Molecular Journal Global Health*, 7 (9) : 1-12.
- Gnahoua G.M., Koné A.W., Kassin E.K., Ettien J.B.D. & Konaté Z. (2020). Le carbone des sols des zones de forêts et de savanes en Côte d'Ivoire : Carbone des sols en Afrique. *Institut de Recherche pour le Développement*, pp. 193-210.
- Gnahoua G.M., Kouassi F.Y., Angui P.K.T., BALLE P., Olivier R. & Peltier R. (2008). Effets des jachères à *Acacia mangium*, *Acacia auriculiformis* et *Chromolaena odorata* sur la fertilité du sol et les rendements de l'igname (*dioscorea* spp.) en zone forestière de Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, 20 (3) : 291-301.
- Gnahoua G.M., Oliver R., Nguessan K.A. & Balle P. (2013). Production et retombées minérales des litières chez quatre espèces de légumineuses arborées, utilisées en amélioration de jachères, en zone forestière de Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 72 : 5800-5809.
- Goldberg I. (1976). Purification and properties of a methanol-oxidizing enzyme in *Pseudomonas C*. *European Journal of Biochemistry*, 63 (1) : 233-240.
- Gould I.M. & Bal A.M. (2013). New antibiotic agents in the pipeline and how they can help overcome microbial resistance. *Virulence*, 4 (2) : 185-191.
- Gould L.H., Walsh K.A., Vieira A.R., Herman K., Williams I.T., Hall A.J., Cole D. & Centers for Disease Control and Prevention (2013). Surveillance for foodborne disease outbreaks – United States, 1998-200. *Morbidity and Mortality Weekly Report. Surveillance Summaries*, 62 (2) : 1-34.
- Gourmelon P., Bertho J.-M., Frick J., Demarquay C., Lauby A., Mathieu E., Dudoignon N., Jacquet N., Trompier F., Chapel A., Joubert C., Lopez M., Aiguëperse J., Gorin N.C. & Thierry D. (2002). Re-injection of Ex Vivo-Expanded Primate Bone Marrow Mononuclear Cells Strongly Reduces Radiation-Induced Aplasia. *Journal of Hematotherapy & Stem Cell Research*, 11 (3) : 549-564.

- Greenwood J.L.J., Adams T.D., Davidson L.E., Litwin S.E., Kolotkin R.L., La Monte M.J., Pendleton R.C., Strong M.B., Vinik R., Wanner N.A., Hopkins P.N., Gress R.E., Walker J.M., Cloward T.V., Nuttall R.T., Hammoud A., Crosby R.D., McKinlay R., Simper S.C. & Smith S.C. (2012). Health Benefits of Gastric Bypass Surgery After 6 Years. *Journal of the American Medical Association*, 308 (11) : 1122-1131.
- Greenwood M.L. & Leeuw S.N. (2012). Social determinants of health and the future well-being of Aboriginal children in Canada. *Paediatrics and Child Health*, 17 (7) : 381-384.
- Guimont S. (2005). Devenir des pesticides dans les sols en fonction de l'état d'humidité et du mode de circulation de l'eau dans le sol. *Phdthesis, Institut National Polytechnique de Lorraine (France)*, 224 p.
- Guindo I., Dicko A.A., Konaté I., Sacko K., Abdou M., Dao S. & Bougoudogo F. (2022). Pathogenicity Factors And Antibiotic Resistance Of *Escherichia Coli* Strains Isolated From Diarrheal Children Aged 0 To 59 Months In Community Settings In Bamako : Facteurs de Pathogénicité et Résistance aux Antibiotiques des Souches d'*Escherichia coli* isolées chez les Enfants Diarrhéiques de 0 à 59 Mois en Milieu Communautaire à Bamako. *Health Sciences and Disease*, 23 (5) : 49-56.
- Gupta S.N., Guenther L., Lynde C.W., Andriessen A., Barankin B., Goldstein E., Skotnicki S.P., Choi K.L., Rosen N., Shapiro L. & Sloan K. (2012). Pathway to Dry Skin Prevention and Treatment. *Journal of Cutaneous Medicine and Surgery*, 16 (1) : 23-31.
- Gutiérrez-Luna F.M., López-Bucio J., Altamirano-Hernández J., Valencia-Cantero E., Cruz D.L., Reyes H. & Macías-Rodríguez L. (2010). Plant growth-promoting rhizobacteria modulate root-system architecture in *Arabidopsis thaliana* through volatile organic compound emission. *Symbiosis*, 51 (1) : 75-83.
- Haas C. N. & Eisenberg J. N. S. (2001). Risk assessment. In L. Fewtrell & J. Bartram (Eds.), *Water Quality : Guidelines, Standards and Health* pp. 161-183.
- Haas C. N. (1999). On Modeling Correlated Random Variables in Risk Assessment. *Risk Analysis*, 19 : 1205-1214.
- Haenni M., Dagot C., Chesneau O., Bibbal D., Labanowski J., Vialette M., Bouchard D., Martin-Laurent F., Calsat L., Nazaret S., Petit F., Pourcher A.-M., Togola A., Bachelot M., Topp E. & Hocquet D. (2022). Environmental contamination in a high-income country (France) by antibiotics, antibiotic-resistant bacteria, and antibiotic resistance genes: Status and possible causes. *Environment International*, 159 : 107047.

- Harizi K. (2009). Research and identification of pathogenic bacteria 'Salmonella and Listeria' in food. *Mémoire De Master, Université de Gabès Institut Supérieure de Biologie Appliquée de Médenine*, 60p.
- Hennekinne J.A. (2009). Nouvelles approches pour la caractérisation des toxi-infections alimentaires à staphylocoques à coagulase positive. *Thèse De Doctorat, Agronomie Paris Technologie (Paris)*, 183 p.
- Herschleb J., Ananiev G. & Schwartz D.C. (2007). Pulsed-field gel electrophoresis. *Nature Protocols*, 2 (3) : 677-684.
- Holopainen M., Kaartinen H., Hyypä J., Yu X., Vastaranta M., Hyypä H., Kukko A., Heipke C., Hirschmugl M., Morsdorf F., Næsset E., Pitkänen J., Popescu S., Solberg S., Wolf B.M. & Wu J.C. (2012). An International Comparison of Individual Tree Detection and Extraction Using Airborne Laser Scanning. *Remote Sensing*, 4 (4) : 950-974.
- Holvoet K., Sampers I., Seynaeve M., Jacxsens L. & Uyttendaele M. (2015). Agricultural and Management Practices and Bacterial Contamination in Greenhouse versus Open Field Lettuce Production. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12 (1) : 32-63.
- Holvoet K., Uyttendaele M., Jaykus L.A., Amoah P., Chiodini A., Cunliffe D., Jacxsens L., Korsten L., Lau M., Mc Clure P., Medema G., Sampers I. & Rao Jasti P. (2015). Microbial Hazards in Irrigation Water: Standards, Norms, and Testing to Manage Use of Water in Fresh Produce Primary Production. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14 (4) : 336-356.
- Hosseinzadeh-Bandbafha H., Kiehadrouinezhad M., Khanali M. & Taghizadehghasab A. (2023). Emerging Risks to Plant Health. In: Biodiversity, Functional Ecosystems and Sustainable Food Production. Galanakis C.M. *Springer International Publishing*, pp.41-72.
- Huang H., Susha A.S., Kershaw S.V., Hung T.F. & Rogach A.L. (2015). Control of Emission Color of High Quantum Yield CH₃NH₃PbBr₃ Perovskite Quantum Dots by Precipitation Temperature. *Advanced Science*, 2 (9) : 1500194.
- Hung D., Martinez M., Yakir M. & Gray C. (2015). Implementing a Lean Management System in Primary Care : Facilitators and Barriers From the Front Lines. *Quality Management in Health Care*, 24 (3) : 103-108.
- Huybens N., Mainil J. & Marlier D. (2009). Les techniques de biologie moléculaire d'analyse des populations bactériennes complexes. *Médecine Vétérinaire*, 153 (4) : 112-128.

- Ihsan M.Z., Khaliq A., Mahmood A., Naeem M., El-Nakhlawy F. & Alghabari F. (2015). Field evaluation of allelopathic plant extracts alongside herbicides on weed management indices and weed–crop regression analysis in maize. *Weed Biology and Management*, 15 (2) : 78-86.
- Ihsan U., Abdul L. K., Liaqat A., Abdur R. K., Mohammed W., Javid H., In-Jung L. & Jae-Ho S. (2015). Le benzaldéhyde comme composé insecticide, antimicrobien et antioxydant produit par *Photobacterium temperata*. *Journal of Microbiologie*, 7 p.
- Innocent D., Taïra S. Tamou-Tabé, Nikita T., Murielle F. S., Armand P., Rousseau D. & Kelome C. N. (2018). Variation saisonnière de la qualité physicochimique et microbiologique des eaux d'irrigation et des légumes du site maraîcher de Bawéra et risques sanitaires associés. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12 (2) : 781-795.
- Institut de veille sanitaire (2002). Rapport annuel 2002 de l'Institut de veille sanitaire vie-publique, 112p.
- Jasson V., Jacxsens L., Luning P., Rajkovic A. & Uyttendaele M. (2010). Alternative microbial methods : An overview and selection criteria. *Food Microbiology*, 27 (6) : 710-730.
- Josephine P. & Annabelle B. (2023). Composés organiques volatils des plantes définitions et fonctions chez les plantes valorisation en protection des cultures. *Rapport de projet*, 39 p.
- Justine M., Adamou M., Djaouda M., Martin-Paul B., Younoussa A., Youssouf D. & Léopold T. N. (2020). Influence de quelques sources bactériologiques de contamination sur la qualité de la laitue consommée à Maroua (Cameroun), identification des entérobactéries. *Journal des biosciences appliquées*, 154 (1) : 15926-15939.
- Jyoti D., Sinha R. & Faggio C. (2022). Advances in biological methods for the sequestration of heavy metals from water bodies : A review. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 94 : 103-927.
- Jyoti T., Sumit G. & Satyendra G. (2022). L'alpha-cadinol comme composé volatil potentiellement inhibiteur de l'ECA identifié à partir de *Phaseolus vulgaris* L. grâce à des analyses in vitro et in silico. *Journal de la structure et de la dynamique biomoléculaire*, pp. 3847-3861.
- Kaddes A., Fauconnier M.-L., Sassi K., Berhal C., Nasraoui B. & Jijakli M.H. (2020). Efficacité des Composés Organiques Volatils fongiques (synthèse bibliographique). *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 24 : 81-98.

- Kaddes A., Fauconnier M.-L., Sassi K., Nasraoui B. & Jijakli M.H. (2019). Antifungal Properties of Two Volatile Organic Compounds on Barley Pathogens and Introduction to Their Mechanism of Action. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16 (16) : 2866.
- Kai M., Haustein M., Molina F., Petri A., Scholz B. & Piechulla B. (2009). Bacterial volatiles and their action potential. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 81 (6) : 1001-1012.
- Kanchiswamy C.N., Malnoy M. & Maffei M.E. (2015a). Chemical diversity of microbial volatiles and their potential for plant growth and productivity. *Frontiers in Plant Science*, 6 : 151.
- Kanchiswamy C.N., Malnoy M. & Maffei M.E. (2015b). Bioprospecting bacterial and fungal volatiles for sustainable agriculture. *Trends in Plant Science*, 20 (4) : 206-211.
- Kanda M., Djaneye-Boundjou G., Wala K., Gnandi K., Batawila K., Sanni A. & Akpagana K. (2013). Application des pesticides en agriculture maraichère au Togo. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, 13(1) : 134-156.
- Karima R. (2019). Analyse Des Résidus De Pesticides Sur Quelques Fruits Et Légumes Par Cg/ms. *Mémoire De Master, Ecole supérieur d'Agronomie (Alger)*, 121p.
- Karpouzas D.G., Papadopoulou E., Ipsilantis I., Friedel I., Petric I., Udikovic-Kolic N., Djuric S., Kandeler E., Menkissoglu-Spiroudi U. & Martin-Laurent F. (2014). Effects of nicosulfuron on the abundance and diversity of arbuscular mycorrhizal fungi used as indicators of pesticide soil microbial toxicity. *Ecological Indicators*, 39 : 44-53.
- Katagi M., Shima N., Kamata H., Zaitso K., Kamata T., Nishikawa M., Miki A., Tsuchihashi H., Sakuma T. & Nemoto N. (2008). Urinary excretion of the main metabolites of 3,4-methylenedioxymethamphetamine (MDMA), including the sulfate and glucuronide of 4-hydroxy-3-methoxymethamphetamine (HMMA), in humans and rats. *Xenobiotica*, 38 (3) : 314-324.
- Kemajou A., Mbou E.T., Njeugna E., Sikame N.R.T. & Ndapeu D. (2017). Modelling of the Water Absorption Kinetics and Determination of the Water Diffusion Coefficient in the Pith of *Raffia vinifera* of Bandjoun, Cameroon. *Advances in Materials Science and Engineering*, (13): 1-12
- Kemajou T.S., Awemu G.A., Digban K.A., Oshoman C.E., Ekundayo O.I., & Ajugwo A.O. (2017). Microbiological studies of vegetable leaves sold in elele market, rivers-state, Niger. *Journal of Transmitted Diseases and Immunity*, 1 (1): 1-5.

- Kim G., Burnett W.C. & Lane-Smith D. (2001). A continuous monitor for assessment of ^{222}Rn in the coastal ocean. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 249 (1) : 167-172.
- Kim S.G., Kim S.Y. & Park C.M. (2007). A membrane-associated NAC transcription factor regulates salt-responsive flowering via Flowering Locus T in Arabidopsis. *Planta*, 226 (3) : 647-654.
- Kimmerer T.W. & Kozlowski T.T. (1982). Ethylene, Ethane, Acetaldehyde, and Ethanol Production By Plants under Stress. *Plant Physiology*, 69 (4) : 840-847.
- Klingbeil D.F., Murtada M., Kuri V. & Todd E.C.D. (2016). Understanding the routes of contamination of ready-to-eat vegetables in the Middle East. *Food Control*, 62 : 125-133.
- Koffi B., Schulz M., Bréon F., Griesfeller J., Winker D., Balkanski Y., Bauer S., Berntsen T., Chin M., Collins W.D., Dentener F., Diehl T., Easter R., Ghan S., Ginoux P., Gong S., Horowitz L.W., Iversen T., Kirkevåg A. & Koch D. (2012). Application of the CALIOP layer product to evaluate the vertical distribution of aerosols estimated by global models : AeroCom phase I results. *Journal of Geophysical Research*, 117 : 16858.
- Koffi E.N., Meudec E., Adjé F.A., Lozano P.R., Lozano Y.F. & Bekro Y. A. (2015). Effect of reverse osmosis concentration coupled with drying processes on polyphenols and antioxidant activity obtained from *Tectona grandis* leaf aqueous extracts. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 2 (2) : 54-59.
- Koffi N.R., Assi C.B.J., Assemmand E.F., Wognin A.S. & Kousseman M. (2012). Origine des témoins de contamination fécale de l'eau d'arrosage de la laitue (*Lactuca sativa*) cultivée dans la zone péri-urbaine d'Abidjan. *Journal of Applied Biosciences*, 52: 3669-3675.
- Koné B., Soro G., Koffi N.M., Kouakou Y.E., M'Bra K.R., Soro P.D. & Soro N. (2022). Utilisation de produits phytosanitaires dans le maraîchage autour du barrage d'alimentation en eau potable de la ville de Korhogo (nord de la Côte d'Ivoire) : risques pour la santé publique. *Environnement, Risques & Santé*, 17 (2) : 155-163.
- Koné D., Kone F., Yapo M.T., Kadiane-Oussou J., Kone S., Karidioula J.-M., Kouame G.R., Acho J.K., Kra O. & Ouattara B. (2023). Etiologies of infections in diabetic patients hospitalized at Bouaké University teaching hospital. *African Journal of Infectious Diseases*, 17 (2) : 1-5.

- Koné I., Kouadio K., Yao K. et N'Guessan G. (2018). Utilisation des eaux usées pour l'irrigation des cultures maraîchères en Côte d'Ivoire : Évaluation des risques sanitaires. *Revue Africaine de Santé et de Médecine*, 12(2) : 45-56.
- Koné M., Anoh M. L. & Beda E. E. L. (2018). Etude sur les filières et chaînes de valeur prometteuses dans les régions du Gbêkê, Poro, Tonkpi et du district d'Abidjan. 137 p.
- Koné T. N. A., Koné A., Goly K. R. C., Benié C. K. D., & Dadié A. (2023). Antibiotic resistance profile of *Escherichia coli* strains isolated from lettuce (*Lactuca sativa*) from 3 market gardening sites in the commune of Port Bouët in Abidjan (Côte d'Ivoire). *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 41 (1) 188-196.
- Koorki Z., Shahidi-Noghabi S., Mahdian K. & Pirmaoradi M. (2018). Chemical Composition and Insecticidal Properties of Several Plant Essential Oils on the Melon Aphid, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 21 (2) : 420-429.
- Koorki Z., Shahidi-Noghabi S., Smagghe G. & Mahdian K. (2022). Insecticidal activity of the essential oils from yarrow (*Achillea wilhelmsii* L.) and sweet asafetida (*Ferula assafoetida* L.) against *Aphis gossypii* Glover. (Hemiptera: Aphididae) under controlled laboratory conditions. *International Journal of Tropical Insect Science*, 42 (4) : 2827-2833.
- Korkmaz Ö., Çakir R. & Özden M.Y. (2017). A validity and reliability study of the computational thinking scales (CTS). *Computers in Human Behavior*, 72 : 558-569.
- Koro M.E., Anandan S. & Quinlan J.J. (2010). Microbial Quality of Food Available to Populations of Differing Socioeconomic Status. *American Journal of Preventive Medicine*, 38 (5) : 478-481.
- Korsak N.K., Clinquart A. & Daube G. (2004). *Salmonella* spp. in food of animal origin : a continuous threat for public health ? *Annales de Médecine Vétérinaire*, 148 (4) : 174-193.
- Kouadio K. (2018). Climat et agriculture à Yamoussoukro : Analyse des saisons et de la pluviométrie. *Revue Ivoirienne de Météorologie*, 5(2) : 30-42.
- Kouadio K., Bamba I., Yao K. et N'Guessan G. (2019). Contamination microbiologique des légumes cultivés en milieu urbain à Abidjan. *African Journal of Food Science*. 13(4) : 123-130.
- Kouadio S-P. & Assidjo E. N. (2023). Review of the approach to modelling pesticides dispersion in environment for determining the concentrations to which organisms are

- exposed as part of risk assessment. *Journal of Applied Science & Process Engineering*, 10 (2), 94-108.
- Kouakou P. A. K. (2019). Determinants Economiques et Impact Social du secteur maraîcher dans la Commune de Boundali. *Agronomie Africaine*, pp. 103-113.
- Kouamé N.D., Dadie A., Anin-atchibri O.I., Kouassi N. & Dje K.M. (2017). Prevalence of Enteropathogenic *Escherichia coli* in Maize (*Zea mays*) or Millet (*Pennisetum glaucum*) Flours and Porridges. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6 (1) : 819-833.
- Kouamé P.K., Nguyen-Viet H., Dongo K., Zurbrügg C., Biémi J. & Bonfoh B. (2017). Microbiological risk infection assessment using QMRA in agriculture systems in Côte d'Ivoire, West Africa. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189 (11) : 1-11.
- Kouamé R.O., Benabdallah F.Z., El Bentchikou M., Zellagui A. & Gherraf N. (2017). Études ethnobotanique, phytochimique et valorisation de l'activité antimicrobienne des feuilles et de l'oléorésine du pistachier de l'atlas (*Pistacia atlantica Desf.*). *Phytothérapie*, 15 (4) : 222-229.
- Kouassi A.G., Kouassi K.C., Ouina T.S.T. & Konate I. (2024). Risks of Salmonellosis Linked to the Consumption of Lettuce Grown on the Outskirts and in Unexploited Intra Urban Areas of the City of Bouaké, Central-Côte d'Ivoire. *Journal of Advances in Microbiology*, 24 (1) : 30-38.
- Kouassi K.C., Kouassi K.A., Yao K.M., Kouassi A.G. & Koffi N.R. (2019). Assessment of the Risk of Microbial contamination of an Urban Crop in the City of Daloa (Côte d'Ivoire) : Case of Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Food Research*, 8 : 122-132.
- Kpan K.G.K., Yao L.B., Diemeleou C.A., N'guettia R.K., Traore S.K. & Dembele A. (2019). Pratiques phytosanitaires en agriculture périurbaine et contamination des denrées par les pesticides : cas des maraîchers de Port-Bouët (Abidjan). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 41(1) : 6847-6863.
- Krajevitch A., Blot P. & Cara M. (1975). Transport of newborn infants. Apropos of 114 cases. *Annales De L'anesthesiologie Francaise*, 1 : 135-142.
- Kreuzwieser J., Scheerer U., Kruse J., Burzlaff T., Honsel A., Alfarraj S., Georgiev P., Schnitzler J.P., Ghirardo A., Kreuzer I., Hedrich R. & Rennenberg H. (2014). The Venus flytrap attracts insects by the release of volatile organic compounds. *Journal of Experimental Botany*, 65 (2) : 755-766.

- Kroupitski Y., Golberg D., Belausov E., Pinto R. & Sela S. (2011). *Salmonella Typhimurium* internalization is variable in leafy vegetables and fresh herbs. *International Journal of Food Microbiology*, 145 (1) : 250-257.
- Kroupitski Y., Golberg D., Belausov E., Pinto R., Swartzberg D., Granot D. & Sela S. (2009). Internalization of *Salmonella enterica* in Leaves Is Induced by Light and Involves Chemotaxis and Penetration through Open Stomata. *Applied and Environmental Microbiology*, 75 (19) : 6076-6086.
- Kumar S.A., Lo P.H. & Chen S.M. (2008). Electrochemical selective determination of ascorbic acid at redox active polymer modified electrode derived from direct blue. *Biosensors and Bioelectronics*, 24 (4) : 518-523.
- Lalam N. (2006). Estimation of the reaction efficiency in polymerase chain reaction. *Journal de Biologie Théorique*, 242 (4) : 947-953.
- Lalâtiana O. R. R. (2006). Contribution à l'étude de la qualité microbiologique d'un aliment de rue dans la ville de Talatan'ny Volonondry (Madagascar) : cas du Koba Ravina. Thèse de la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, 100 p.
- Le Petit G.F. (1976). Medazepam pKa determined by spectrophotometric and solubility methods. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 65 (7) : 1094-1095.
- Lecomte J. (2004). Les applications du sentiment d'efficacité personnelle. *Savoirs*, (5) : 59-90.
- Lee C.E. & Gelembiuk G.W. (2008). Evolutionary origins of invasive populations. *Evolutionary Applications*, 1 (3) : 427-448.
- Lee S., Koo D. & Kim J. (2008a). Personal values as underlying motives of shopping online. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, 20 (2) : 156-173.
- Lee Y., Choi J., Lee K.J., Stott N.E. & Kim D. (2008b). Large-scale synthesis of copper nanoparticles by chemically controlled reduction for applications of inkjet-printed electronics. *Nanotechnology*, 19 (41) : 415604.
- Lemfack M.C., Nickel J., Dunkel M., Preissner R. & Piechulla B. (2013). mVOC : a database of microbial volatiles. *Nucleic Acids Research*, 42 : 744.
- Lewandowski R.J., Kulik L.M., Riaz A., Senthilnathan S., Mulcahy M.F., Ryu R.K., Ibrahim S.M., Sato K.T., Baker T., Miller F.H., Omary R., Abecassis M. & Salem R. (2009). A Comparative Analysis of Transarterial Downstaging for Hepatocellular Carcinoma : Chemoembolization Versus Radioembolization. *American Journal of Transplantation*, 9 (8) : 1920-1928.

- Lima L.V., De Santana J.M., Rasmussen L.A. & Sluka K.A. (2017). Short-duration physical activity prevents the development of activity-induced hyperalgesia through opioid and serotonergic mechanisms. *Pain*, 158 (9) : 1697.
- Lindgren J., El-Sayed M., Olsen K. (2014). Detection of diarrhoeagenic *Escherichia coli* in clinical and environmental samples by multiplex PCR targeting *eae*, *stx1*, *stx2*, *lt*, *stx2a*, *eagg*, *astA* and *bfp* virulence genes. *Plos One*, 9(6) : 99831.
- Liu X., Xu W., Pan Y. & Du E. (2015). may have underestimated dissolved organic nitrogen (N) but overestimated total particulate N in wet deposition in China. *Science of The Total Environment*, 520 : 300-301.
- Llandres A. L., Almohamad R., Brevault T., Renou A., Tereta I., Jean J. & Goebel F. R. (2018). Plant training for induced defense against insect pests : a promising tool for integrated pest management in cotton. *Pest Management Sciences*, 74 (9) : 1973-2203.
- López-Campos J.L., Miravittles M., Soler-Cataluña J.J., Calle M., Molina J., Almagro P., Quintano J.A., Riesco J.A., Trigueros J.A., Piñera P., Simón A., Soriano J.B. & Ancochea J. (2012). Spanish COPD Guidelines (GesEPOC): Pharmacological Treatment of Stable COPD. *Archivos de Bronconeumología*, 48 (7) : 247-257.
- Louchart X., Rio P., Causeret F., Andrieux P., Dejean C. & Frot E. (2000). Gérer la pollution par les herbicides : une simulation en milieu viticole méditerranéen. L'émission de polluants vue comme problème de décision. *Économie rurale*, 259 (1) : 33-49.
- Loudit S.M.B., Ndong A.N. & Francis F. (2017). Le maraîchage périurbain à Libreville et Owendo (Gabon) : pratiques culturelles et durabilité. *Cahiers Agricultures*, 26 (4) : 45002.
- Lourenço L.J.S., Crispim M.C. & Eloy C.C. (2015). Caracterização do parque estadual marinho de Areia Vermelha, Cabedelo, PB, baseado na diversidade e abundância dos cnidários da classe anthozoa, como subsídio para o zoneamento ecológico econômico. *Gaia Scientia*, 9 (1) : 745-755.
- Mace E.S., Tai S., Gilding E.K., Li Y., Prentis P.J., Bian L., Campbell B.C., Hu W., Innes D.J., Han X., Cruickshank A., Dai C., Frère C., Zhang H., Hunt C.H., Wang X., Shatte T., Wang M., Su Z. & Li J. (2013). Whole-genome sequencing reveals untapped genetic potential in Africa's indigenous cereal crop sorghum. *Nature Communications*, 4 (2320) : 1-9
- Maceira A., Kawel-Boehm N., Valsangiacomo-Buechel E.R., Vogel-Claussen J., Turkbey E.B., Williams R., Plein S., Tee M., Eng J. & Bluemke D.A. (2015). Normal values for

- cardiovascular magnetic resonance in adults and children. *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance*, 17 (1) : 29-62.
- Madrigal A., Kurek I., Chang T.K., Bertain S.M., Liu L., Lassner M.W. & Zhu G. (2007). Enhanced Thermostability of Arabidopsis Rubisco Activase Improves Photosynthesis and Growth Rates under Moderate Heat Stress. *The Plant Cell*, 19 (10) : 3230-3241.
- Mahanti P., Meisel J.D., Panda O., Schroeder F.C. & Kim D.H. (2014). Chemosensation of Bacterial Secondary Metabolites Modulates Neuroendocrine Signaling and Behavior of *C. elegans*. *The Plant Cell*, 159 (2) : 267-280.
- Maïwore J., Adamou M., Djaouda M., Baane M.P., Amale Y., Youssouf D. & Ngoune L.T. (2020). Influence of some bacteriological sources of contamination on the quality of lettuce consumed in Maroua (Cameroon), identification of Enterobacteria. *Journal of Applied Biosciences*, 154 : 15926-15939.
- Makar A.B., Mc Martin K.E., Palese M. & Tephly T.R. (1975). Formate assay in body fluids : application in methanol poisoning. *Biochemical Medicine*, 13 (2) : 117-126.
- Malorny B., Dieckmann R., Helmuth R. & Erhard M. (2008). Rapid Classification and Identification of Salmonellae at the Species and Subspecies Levels by Whole-Cell Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization-Time of Flight Mass Spectrometry. *Applied and Environmental Microbiology*, 74 (24) : 7767-7778.
- Mambe-Ani P., Ouattara K.N., Elleingand F.E. & Kadjo V. (2019). Assessment of the impact of pesticide use in urban and periurban agriculture in Abidjan, Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13 (6) : 2824-2837.
- Maslow J. & Mulligan M.E. (1996). Epidemiologic typing systems. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 17 (9) : 595-604.
- Massé B. & Beaudry M. (2007). Les jardins collectifs et l'agriculture urbaine, formes de renouvellement de la solidarité. *Promouvoir et Diffuser la Recherche et la Création*, 2008 (1) : 4320-4341.
- Mazaheri S., Ahrabi S.S. & Aslani M.M. (2014). Shiga Toxin-Producing *Escherichia Coli* Isolated From Lettuce Samples in Tehran, Iran. *Jundishapur Journal of Microbiology*, 7 (11) : 1-6.
- Mebdoua S., Lazali M., Ounane S.M., Tellah S. & Nabi F. (2017). Evaluation of pesticide residues in fruits and vegetables from Algeria. *Food Additives & Contaminants*, 10 (2) : 91-98.

- Mechichi G. (2024). Caractérisation des pratiques agricoles et phytosanitaires adoptées dans la viticulture tunisienne et étude de la qualité du raisin et de ses sous-produits en termes de résidus de pesticides. *Thèse de Doctorat, Université de Liège*, 244p.
- Mendez-Vilas A. (2013). Worldwide Research Efforts in the Fighting Against Microbial Pathogens from Basic Research to Technological Developments. *Universal-Publishers*, 271 p.
- Messing M., Douillard F.P., Ribbera A., Kant R., Pietilä T.E., Järvinen H.M., Randazzo C.L., Paulin L., Laine P., Ritari J., Caggia C., Lähteinen T., Brouns S.J.J., Satokari R., Ossowski I. von, Reunanen J., Palva A. & Vos W.M. (2013). Comparative Genomic and Functional Analysis of 100 *Lactobacillus rhamnosus* Strains and Their Comparison with Strain GG. *Plos Genetics*, 9 (8) : 1-15
- Mitropoulou C., Van D.W.C., Cambon-Thomsen A., Cecchin E., Cheung K., Dávila-Fajardo C., Deneer V., Dolžan V., Ingelman-Sundberg M., Jönsson S., Karlsson M., Kriek M., Patrinos G., Pirmohamed M., Samwald M., Schaeffeler E., Schwab M., Steinberger D., Stingl J. & Sunder-Plassmann G. (2017). Implementing Pharmacogenomics in Europe : Design and Implementation Strategy of the Ubiquitous Pharmacogenomics Consortium. *Clinical Pharmacology & Therapeutics*, 101 (3) : 341-358.
- Mohammad R.N., Moayed A., Fariba S. & Jahangir A. (2013). Assessment of the microbiological safety of salad vegetables from different Restaurants in Ilam. *Journal of Paramedical Sciences*, 2 : 2008-4978.
- Monia T.R., Mohamed N.K., Nidhal M. & Sonia S. (2016). Impact de L'épandage Agricole des Boues Résiduaires Urbaines sur la Qualité Microbiologique de Trois Légumes. *European Journal of Scientific Research*, 137 (1) : 26-36.
- Monzur H., Alam N., Khalil M.I., Moniruzzaman M., Sulaiman S.A. & Gan S.H. (2011). High catechin concentrations detected in *Withania somnifera* (ashwagandha) by high performance liquid chromatography analysis. *Bio-Médecine Central*, 11 (65) : 001-008.
- Morath C., Opelz G., Zeier M. & Süsal C. (2012a). Prevention of antibody-mediated kidney transplant rejection. *Transplant International*, 25 (6) : 633-645.
- Morath S.U., Hung R. & Bennett J.W. (2012b). Fungal volatile organic compounds : A review with emphasis on their biotechnological potential. *Fungal Biology Reviews*, 26 (2-3) : 73-83.
- Muranyi-C & De Micco. (1993). Pourquoi, quand et comment utiliser l'eau de javel ? *Concours Médical (Paris)*, 115 (37) : 3253-3258.

- Musa M., Cooperwood J. & Khan M.O. (2008). A Review of Coumarin Derivatives in Pharmacotherapy of Breast Cancer. *Current Medicinal Chemistry*, 15 (26) : 2664-2679.
- Musale K.D., Zamukulu P., Ayagirwe R., Ndeko A., Bagula E., Mondo J., Ganza D. & Nachigera M.G. (2019). Contraintes et opportunités de l'intégration agriculture-élevage à Mushinga dans l'Est de la RD Congo. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 41 (3) : 7000-1014.
- N'diaye O., Diatta U., Abeudje A., Dramé M., Ndiaye S. & Tidiane B.C. (2021). Caractérisation des périmètres maraîchers institués par les groupements des femmes comme stratégie de résilience en zone post conflit (Casamance, Sénégal). *European Scientific Journal*, 17 (13) : 118-135.
- National Research Council. (1983). Risk Assessment in the Federal Government : Managing the Process. *National Academy Press*, 191p.
- Nauciel C. & Vildé J.L. (2005). Bactériologie médicale. *Elsevier Masson*, 280p.
- Ndiaye M., Diongue K., Seck M.C., Badiane A.S., Diallo M.A., Deme A.B., Ndiaye Y.D., Dieye B., Diallo S., Ndoye N.W., Ndir O. & Ndiaye D. (2015). Profil épidémiologique des teignes du cuir chevelu à Dakar (Sénégal). Bilan d'une étude rétrospective de six ans (2008–2013). *Journal de Mycologie Médicale*, 25 (2) : 169-176.
- Nelson B.K., Cai X. & Nebenführ A. (2007). A multicolored set of in vivo organelle markers for co-localization studies in Arabidopsis and other plants. *The Plant Journal*, 51 (6) : 1126-1136.
- Ngom S., Dieng Faye F., Diop M., M.K.J. & Samb A. (2012). Composition chimique et propriétés physico-chimiques des huiles essentielles d'Ocimum basilicum et d'Hyptis suaveolens (L.) Poit. Récoltés dans la région de Dakar au Sénégal. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 81 (2012) : 166-175.
- Ngom S., Mbow M.A., Diouf M. & Akpo L.E. (2013). Prédiction de la qualité fourragère des feuilles de Sterculia setigera Del. Par la méthode de la Spectroscopie Proche Infra Rouge (SPIR). *Journal of Applied Biosciences*, 62 : 4628-4636.
- N'Guessan Koffi., Kouadio K., Yao K. et Koffi N. (2015). Utilisation des pesticides dans les cultures maraîchères en Côte d'Ivoire : Pratiques et risques pour la santé. *Journal of Applied Biosciences*, 90 : 100-110.
- N'Guessan, G. (2019). Climat et agriculture à Bouaké : enjeux et défis. *Revue Ivoirienne de Géographie*, 22(1), 25-38.

- Nicolopoulou S.P., Maipas S., Kotampasi C., Stamatis P. & Hens L. (2016). Chemical pesticides and human health : the urgent need for a new concept in agriculture. *Frontiers in public health*, 4 : 1-8.
- Nishio H., Marango J., Shimoyama M., Meyer J.A., Min D.J., Sirulnik A., Martinez-Martinez Y., Chesi M., Bergsagel P.L., Zhou M.M., Waxman S., Leibovitch B.A., Walsh M.J. & Licht J.D. (2007). The MMSET protein is a histone methyltransferase with characteristics of a transcriptional corepressor. *Blood*, 111 (6) : 3145-3154.
- Nollet L.M.L. & Toldra F. (2008). Handbook of Processed Meats and Poultry Analysis. *Press, Boca Raton*, 760 p.
- Nozha M., Al Ghonaim M.A. & Abba A.A. (2006). Endocarditis caused by *Pasteurella multocida*. *Annals of Saudi Medicine*, 26 (2) : 147-149.
- Oberndorfer E., Lundholm J., Bass B., Coffman R.R., Doshi H., Dunnett N., Gaffin S., Köhler M., Liu K.K.Y. & Rowe B. (2007). Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services. *Bio Science*, 57 (10) : 823-833.
- Ohmura-Hoshino M., Miyaki Y. & Yashima S. (2022). A one-step multiplex PCR-based assay for simultaneous detection and classification of virulence factors to identify five diarrheagenic *E. coli* pathotypes. *Heliyon*, 8 (8) : 1-7.
- Ojo E.O. (2003). The Mass Media and the Challenges of Sustainable Democratic Values in Nigeria : Possibilities and Limitations. *Media, Culture & Society*, 25 (6) : 821-840.
- Olanrewaju T.O., Aderibigbe A., Popoola A.A., Braimoh K.T., Buhari M.O., Adedoyin O.T., Kuranga S.A., Biliaminu S.A., Chijioke A., Ajape A.A., Grobbee D.E., Blankestijn P.J. & Klipstein-Grobusch K. (2020). Prevalence of chronic kidney disease and risk factors in North-Central Nigeria : a population-based survey. *Bio-Medecine Centrale*, 21 (1) : 1-10.
- Omayma (2021). Molecular Characterization of *Salmonella Enterica* Serotype *Typhimurium* and *Enteritidis* Isolates from Food Samples in West Bank / Palestine. *Thesis, An Najah National University (Palestine)*, 95 p.
- OMS (2019). World health statistics 2019 : monitoring health for the SDGs, sustainable development goals. *Bibliothèque Virtuelle de Santé*, p. 311696.
- OMS. (2002). Guidelines for Drinking-Water Quality - Second Edition - Health Criteria and Other Supporting Information, Genève, Suisse, 2 : 142.
- Orji J.O., Ayogu T.E., Nnachi A.U., Obaji M., Efunshile A.M., Okeh C., Uzoh C.V. & Asobie I.M. (2017). Bacteriological quality of mixed fruits / vegetables salads and selected

- ready-to-eat vegetables sold in Abakaliki metropolis, Ebonyi State, Nigeria. *World Journal of Pharmaceutical and Life Sciences*, 3 (3) : 157-163.
- Oubellil A. & Lahdir M. (2022). Détection des plaques d'immatriculation par Deep Learning. *Fgei.ummtto, tizi-ouzou*, 48 p.
- Panicker G., Myers M.L. & Bej A.K. (2004a). Rapid Detection of *Vibrio vulnificus* in Shellfish and Gulf of Mexico Water by Real-Time PCR. *Applied and Environmental Microbiology*, 70 (1) : 498- 507
- Panicker G., Vickery M.C. & Bej A.K. (2004b). Multiplex PCR detection of clinical and environmental strains of *Vibrio vulnificus* in shellfish. *Canadian Journal of Microbiology*, 50 (11) : 911-922.
- Paré D., Lavoie M., Fenton N., Groot A. & Taylor K. (2011). Paludification and management of forested peatlands in Canada : a literature review. *Environmental Reviews*, p. 05-006.
- Parvez M.M., Fujii Y., Shibuya T., Nakatani K., Itani T. & Hiradate S. (2004). Assessment method for allelopathic effect from leaf litter leachates. *Weed Biology and Management*, 4 (1) : 19-23.
- Pavon R. D. N., Mendoza P. D. G., Flores C. A. R., Calayag A. M. B., & Rivera W. L. (2022). Genotypic virulence profiles and associations in *Salmonella* isolated from meat samples in wet markets and abattoirs of Metro Manila, Philippines. *BioMed Central Microbiology*, 22(1) : 1-17.
- Periquet G., Espagne E., Dupuy C., Huguet E., Cattolico L., Provost B., Martins N., Poirié M. & Drezen J.M. (2004). Genome Sequence of a Polydnavirus : Insights into Symbiotic Virus Evolution. *Science*, 306 (5694) : 286-289.
- Perry G.H., Dominy N.J., Claw K.G., Lee A.S., Fiegler H., Redon R., Werner J., Villanea F.A., Mountain J.L., Misra R., Carter N.P., Lee C. & Stone A.C. (2007). Diet and the evolution of human amylase gene copy number variation. *Nature genetics*, 39 (10) : 1256–1260.
- Poma S., Jones R.E., Kirstein L.A., Kasemann S.A., Litvak V.D., Alonso R.N. & Hinton R. (2016). The role of changing geodynamics in the progressive contamination of Late Cretaceous to Late Miocene arc magmas in the southern Central Andes. *Lithos*, 262 : 169-191.
- Pot B., Grangette C., Nutten S., Palumbo E., Morath S., Hermann C., Dewulf J., Hartung T., Hols P. & Mercenier A. (2005). Enhanced anti-inflammatory capacity of a

- Lactobacillus plantarum* mutant synthesizing modified teichoic acids. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102 (29) : 10321-10326.
- Potempa J., Mydel P. & Koziel J. (2017). The case for periodontitis in the pathogenesis of rheumatoid arthritis. *Nature Reviews Rheumatology*, 13 (10) : 606-620.
- Quintana-Rodriguez E., Morales-Vargas A.T., Molina-Torres J., Ádame-Alvarez R.M., Acosta-Gallegos J.A. & Heil M. (2015). Plant volatiles cause direct, induced and associational resistance in common bean to the fungal pathogen *Colletotrichum lindemuthianum*. *Journal of Ecology*, 103 (1) : 250-260.
- Rajcáni J., Krobová J. & Málková D. (1975). Distribution of Lednice (Yaba 1) virus in the chick embryo. *Acta Virologica*, 19 (6) : 467-472.
- Ramirez J.C. (2015). Développement d'une culture durable de laitue de transformation en sol minéral. [http : hdl.Handle.net/20.500.11794/25990](http://hdl.handle.net/20.500.11794/25990). (Consultée le 11 juillet 2022).
- Rasool O., Saarne T., Kaiser L., Huecas S., Van H.H.M. & Gafvelin G. (2003). Cloning and Characterisation of Two IgE-Binding Proteins, Homologous to Tropomyosin and α -Tubulin, from the Mite and It ; i and gt ; *Lepidoglyphus destructor* and It & gt. *International Archives of Allergy and Immunology*, 130 (4) : 258-265.
- Raza S., Mahajan A., Ahmed S., Mc Aleer M.F., Weinberg J.S., Li J., Brown P., Settle S., Prabhu S.S., Lang F.F., Levine N., Mc Govern S., Sulman E., Mc Cutcheon I.E., Azeem S., Cahill D., Tatsui C., Heimberger A.B., Ferguson S. & Ghia A. (2017). Post-operative stereotactic radiosurgery versus observation for completely resected brain metastases : a single-centre, randomised, controlled, phase 3 trial. *The Lancet Oncology*, 18 (8) : 1040-1048.
- Razzaq K., Khan A.S., Malik A.U., Shahid M. & Ullah S. (2014). Role of putrescine in regulating fruit softening and antioxidative enzyme systems in 'Samar Bahisht Chaunsa' mango. *Postharvest Biology and Technology*, 96 : 23-32.
- Regnault-Roger C. & Jr P.B. (2005). Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. *Lavoisier*, 1013 p.
- Regnault-Roger C. (2013). Essential Oils in Insect Control. *International Natural Products*, 1 : 4087-4107.
- RGPH. (2014). Résultats Recensement Général de la Population et de l'Habitat. *Institut National de la statistique*, 6 p.
- RGPH. (2021). Résultats Recensement Général de la Population et de l'Habitat. *Institut National de la statistique*, 37 p.

- Riyaz-Ul-Hassan S., Verma V. & Qazi G.N. (2008). Evaluation of three different molecular markers for the detection of *Staphylococcus aureus* by polymerase chain reaction. *Food Microbiology*, 25 (3) : 452-459.
- Roger D., Abdoudramane S., Kiessoun K., Hemayoro S., Kabakdé K., Mamounata D., Crépin I.D. & Mamoudou H.D. (2020). Cultural practices and pesticides contamination level of tomato in two gardening sites in the region of Boucle du Mouhoun, Burkina Faso. *African Journal of Agricultural Research*, 16 (10) : 1334-1341.
- Rokibul H., Mrityunjoy A., Eshita D., Kamal K.D., Tasnia A., Muhammad A.A., Kazi. K.F. & Rashed N. (2013). Microbiological study of sea fish samples collected from local markets in Dhaka city. *International Food Research Journal*, 20 (3) : 1491- 1495
- Rose R. & Mackenzie W.J.M. (1991). Comparing Forms of Comparative Analysis. *Political Studies*, 39 (3) : 446-462.
- Saber B. (2011). Open source comme système d'informatique décisionnelle. *Revue internationale d'intelligence économique*, 3 (1) : 93-101.
- Sadjia B., Roland B., Luke M., Gabrielle P., John F. & Josée H. (2003). Rapid Identification of *Escherichia coli* Pathotypes by Virulence Gene Detection with DNA Microarrays. *Journal of clinical microbiology*, 41 (5) : 2113-2125.
- Saliou N., Anastasie M., Moussoukhoye D., Mamadou B.T., Jean R.I.C. & Seydou T. (2013). Étude de l'évolution des résidus de pesticides dans les produits horticoles de grande consommation au Sénégal. *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologies*, 21 (22) : 31-44.
- Samandoulougou S., Ilboudo A.J., Ouedraogo G.S., Bagre T.S., Tapsoba F.W., Compaore H., Dao A., Zoungrana A., Savadogo A. & Traore A.S. (2016). Qualité physico-chimique et nutritionnelle des oeufs de poule locale et de race améliorée consommés à Ouagadougou au Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10 (2) : 737-748.
- Sanaa M. & Cerf O. (2002). La démarche d'analyse quantitative des risques de maladies infectieuses transmises par les aliments. *Epidémiologie et Santé Animale*, 41 : 157-168.
- Sanda A.A., Inoussa M.M., Soumana O.S. & Bakasso Y. (2017). Diversité et dynamique des *Salmonella*. *Journal of Applied Biosciences*, 119 : 11917-11928.
- Sassoui D., Seridi R., Azin K. & Usai M. (2015). Évaluation des constituants phytochimiques par GC-MS et de l'activité antidépressive de l'extrait de graines de *Peganum harmala* L. *Asian Pacific. Journal of Tropical Disease*, 5 (12) : 971-974.

- Sassoui D., Seridi R., Azine K & Houmani Z. (2019). Évaluation des teneurs en oméga-3 et effet antidépresseur des extraits de *Portulaca oleracea* L. *Pharmacognosie, Phytothérapie*, 17 : 22-30.
- Schalchli H., Tortella G.R., Rubilar O., Parra L., Hormazabal E. & Quiroz A. (2016). Fungal volatiles : an environmentally friendly tool to control pathogenic microorganisms in plants. *Critical Reviews in Biotechnology*, 36 (1) : 144-152.
- Schmoldt A., Benthe H.F. & Haberland G. (1975). Digitoxin metabolism by rat liver microsomes. *Biochemical Pharmacology*, 24 (17) : 1639-1641.
- Sharma S.V., Bell D.W., Settleman J. & Haber D.A. (2007). Epidermal growth factor receptor mutations in lung cancer. *Nature Reviews Cancer*, 7 (3) : 169-181.
- Shetty R., Ghosh A., Honavar S., Khamar P. & Sethu S. (2020). Therapeutic opportunities to manage COVID-19/SARS-CoV-2 infection : Present and future. *Indian Journal of Ophthalmology*, 68 (5) : 693-702.
- Shin E.H., Park S.W., Song B.G., Yun S.M., Han M.G., Park M.Y., Park C. & Ryou J. (2014). Prevalence of severe fever with thrombocytopenia syndrome virus in *Haemaphysalis longicornis* ticks in South Korea. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 5 (6) : 975-977.
- Shin H.W., Hayashi M., Christoforidis S., Lacas-Gervais S., Hoepfner S., Wenk M.R., Modregger J., Uttenweiler-Joseph S., Wilm M., Nystuen A., Frankel W.N., Solimena M., De Camilli P. & Zerial M. (2005). An enzymatic cascade of Rab5 effectors regulates phosphoinositide turnover in the endocytic pathway. *The Journal of Cell Biology*, 170 (4) : 607-618.
- Shirley J.E., Sargeant J.M., Leslie K.E., Pulkrabek B.J. & Lim G.H. (2001). Sensitivity and Specificity of Somatic Cell Count and California Mastitis Test for Identifying Intramammary Infection in Early Lactation. *Journal of Dairy Science*, 84 (9) : 2018-2024.
- Shoiful A., Ueda Y., Nugroho R. & Honda K. (2016). Degradation of organochlorine pesticides (OCPs) in water by iron (Fe)-based materials. *Journal of Water Process Engineering*, 11 : 110-117.
- Shrestha P.M., Malvankar N.S., Werner J.J., Franks A.E., Elena-Rotaru A., Shrestha M., Liu F., Nevin K.P., Angenent L.T. & Lovley D.R. (2014). Correlation between microbial community and granule conductivity in anaerobic bioreactors for brewery wastewater treatment. *Bioresource Technology*, 174 : 306-310.

- Signs R.J., Darcey V.L., Carney T.A., Evans A.A. & Quinlan J.J. (2011). Retail Food Safety Risks for Populations of Different Races, Ethnicities, and Income Levels. *Journal of Food Protection*, 74 (10) : 1717-1723.
- Slayton R.B., Turabelidze G., Bennett S.D., Schwensohn C.A., Yaffee A.Q., Khan F., Butler C., Trees E., Ayers T.L., Davis M.L., Laufer A.S., Gladbach S., Williams I. & Gieraltowski L.B. (2013). Outbreak of Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli* (STEC) O157:H7 Associated with Romaine Lettuce Consumption, 2011. *Plos One*, 82 (11) : 1950-1958.
- Smith M. (2010). Adaptation de L. Hodgson. Le grand livre du jardinage pour le Québec, St-constant, Broquet, 400 p.
- Son D. (2018). Analyse des risques liés à l'emploi des pesticides et mesure de la performance de la lutte intégrée en culture de tomate au Burkina Faso. *Thèse de Doctorat, Université de Liège*, 212 p.
- Soro G., Koffi N.M., Kone B., Kouakou Y.E., M'Bra K.R., Soro P.D. & Soro N. (2018). Utilisation de produits phytosanitaires dans le maraîchage autour du barrage d'alimentation en eau potable de la ville de Korhogo (nord de la Côte d'Ivoire) : risques pour la santé publique. *Environnement Risque and Sante*, 17 (2) : 155-163.
- Souza S.W., Ogourtsova T., Archambault P.S. & Lamontagne A. (2017). Virtual reality treatment and assessments for post-stroke unilateral spatial neglect : A systematic literature review. *Neuropsychological Rehabilitation*, 27 (3) : 409-454.
- Sperber W.H. & Doyle M.P. (2009). Compendium of the Microbiological Spoilage of Foods and Beverages. *Food Microbiology and Food Safety*, 12 p.
- Spinelli M.S., Maccauro G., Mauro S., Perisano C., Graci C. & Rosa M.A. (2011). Physiopathology of Spine Metastasis. *International Journal of Surgical Oncology*, 2011 (1) : 1-8.
- Standl E., Janka H.U., Dexel T. & Kolb H.J. (1976). Muscle metabolism during rest and exercise : influence on the oxygen transport system of blood in normal and diabetic subjects. *Europe PubMed Central*, 25 (2) : 914-919.
- Struelens M.J. (1998). Molecular Epidemiologic Typing Systems of Bacterial Pathogens: Current Issues and Perspectives. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 93 (5) : 581-586.
- Sugiura M. & Ito A. (1975). Studies on dextranase. VIII. Some enzymatic properties of immobilized dextranase from *Brevibacterium fuscum* var. *dextranlyticum*. *Chemical & Pharmaceutical Bulletin*, 23 (12) : 3223-3227.

- Sultana S., Kayani S., Ahmad M., Zafar M., Khan M.P.Z., Ashraf M.A., Hussain J. & Yaseen G. (2014). Ethnobotanical uses of medicinal plants for respiratory disorders among the inhabitants of Gallies - Abbottabad, Northern Pakistan. *Journal of Ethnopharmacology*, 156 (1) : 47-60.
- Tan X., Zhou L., Liu Y., Liu S., Yin Y., Zeng G., Hu X., Hu X., Jiang L., Ding Y., Liu S. & Huang X. (2016). Investigation of the adsorption-reduction mechanisms of hexavalent chromium by ramie biochars of different pyrolytic temperatures. *Bioresource Technology*, 218 : 351-359.
- Tennille D. & Presley. (2010). « Acute effect of a high nitrate diet on brain perfusion in older adults », Nitric Oxide. (DOI 10.1016/j.niox.2010.10.002), 9 p.
- Thakur D.S., Khot R., Joshi P.P., Pandharipande M. & Nagpure K. (2014). Glyphosate poisoning with acute pulmonary edema. *Toxicology international* 21 (3) : 328-330
- Thavasi R., Jayalakshmi S., Balasubramanian T. & Banat I.M. (2007). Biosurfactant production by *Corynebacterium kutscheri* from waste motor lubricant oil and peanut oil cake. *Letters in Applied Microbiology*, 45 (6) : 686-691.
- Theis M., Si K. & Kandel E.R. (2003). Two previously undescribed members of the mouse CPEB family of genes and their inducible expression in the principal cell layers of the hippocampus. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100 (16) : 9602-9607.
- Thies J.E. (2007). Soil Microbial Community Analysis using Terminal Restriction Fragment Length Polymorphisms. *Soil Science Society of America Journal*, 71 (2) : 579-591.
- Thomas R., Sanders S., Doust J., Beller E. & Glasziou P. (2015). Prevalence of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder : A Systematic Review and Meta-analysis. *Pediatrics*, 135 (4) : 994-1001.
- Tohouri G. A. (2016). Géographie de l'activité maraîchère et risques sanitaires dans la ville de Bouaké. *Mémoire de Master 2, Université Alassane Ouattara*, 78 p.
- Traoré O., Nyholm O., Siitonen A., Bonkougou O.J.I., Traoré S.A., Barro N. & Haukka K. (2015). Prevalence and diversity of *Salmonella enterica* in water, fish and lettuce in Ouagadougou, Burkina Faso. *BioMed Central Microbiology*, 15: 151-158
- Tuo P., Coulibaly M. & Aké-Awomon D.F. (2019). Gestion des eaux usées et nuisances sanitaires dans les cadres de vie des populations d'Abobo-Kennedy-Clouetcha (Abidjan, Côte d'Ivoire). *Revue Africaine des Sciences Sociales et de la Santé Publique*, 1 (1) : 74-90.
- Ueda M., Horibata Y., Shono M., Misumi Y., Oshima T., Su Y., Tasaki M., Shinriki S., Kawahara S., Jono H., Obayashi K., Ogawa H. & Ando Y. (2011). Clinicopathological

- features of senile systemic amyloidosis : an ante- and post-mortem study. *Modern Pathology*, 24 (12) : 1533-1544.
- USDA. & NRCS. (2017). The PLANTS Data base. <http://plants.usda.gov> (Consultée le 11 juillet 2022), 2p.
- Velusamy V., Arshak K., Korostynska O., Oliwa K. & Adley C. (2010). An overview of foodborne pathogen detection: In the perspective of biosensors. *Biotechnology Advances*, 28 (2) : 232-254.
- Verheggen F., Francis F., Vandermoten S., Lognay G. & Haubruge E. (2005). Is the (E)- β -farnesene only volatile terpenoid in aphids ? *Journal of Applied Entomology*, 129 (1) : 6-11.
- Vuorinen T., Jartti T., Lehtinen P., Österback R., Hoogen B. Van D., Osterhaus A.D. & Ruuskanen O. (2004). Respiratory Picornaviruses and Respiratory Syncytial Virus as Causative Agents of Acute Expiratory Wheezing in Children. *Emerging Infectious Diseases*, 10 (6) : 1095.-1101
- Weston A.H., Curtis M.J., Bond R.A., Spina D., Ahluwalia A., Alexander S.P.A., Giembycz M.A., Gilchrist A., Hoyer D., Insel P.A., Izzo A.A., Lawrence A.J., Mac Ewan D.J., Moon L.D.F., Wonnacott S. & Mc Grath J.C. (2015). Experimental design and analysis and their reporting : new guidance. *British Journal of Pharmacology*, 172 (14) : 3461-3471.
- Wickstrom P., Ruiz E., Lija G.P., Hinterkopf J.P. & Haglin J.J. (1976). Accidental hypothermia : core rewarming with partial bypass. *American Journal of Surgery*, 131 (5) : 622-625.
- Wognin A.S., Ouattara M.B., Assi C.B.J. & Koffi-Nevry. R. (2022). Evaluation des niveaux de contamination bactériologique de la laitue selon les sites de production et de vente dans les sites de maraîchage d'Abidjan et zone périurbaine. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 16 (4) : 1580-1592.
- Yamamoto T. & Echeverria P. (1996). Detection of the enteroaggregative *Escherichia coli* heat-stable enterotoxin 1 gene sequences in enterotoxigenic *E. coli* strains pathogenic for humans. *Infection and Immunity*, 64 (4) : 1441-1445.
- Yao A., Anouman D.G.L., Soro G.E. & Bi T.A.G. (2019). Spatial and Temporal Evolution of Low Water Flows in the Sassandra River Catchment Area in Cote d'Ivoire. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 7 (6) : 184-202.
- Yao A.B. (2015). Évaluation des potentialités en eau du bassin versant de la Lobo en vue d'une gestion rationnelle (Centre-ouest de la Côte d'Ivoire). *Thèse De Doctorat, Université Nangui Abrogoua (Abidjan)*, 190 p.

- Yao B.L., Kpan K.G.K., Messoum F.G., Dembélé A. & Traoré K.S. (2016). Evaluation du risque phytosanitaire lié à la consommation de la laitue (*Lactuca sativa* L.) cultivée dans la commune de Port-Bouët (Abidjan). *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 4 (3) : 23-30.
- Yao C.Y.A., Kpangui K.B., Vroh B.T.A. & Ouattara D. (2016). Pratiques culturales, valeurs d'usage et perception des paysans des espèces compagnes du cacaoyer dans des agroforêts traditionnelles au centre de la Côte d'Ivoire. *Revue d'ethnoécologie*, 9 : 2474
- Yao Y., Lv T., Li N. & Chen T. (2016). Highly Stretchable Supercapacitors Based on Aligned Carbon Nanotube/Molybdenum Disulfide Composites. *Angewandte Chemie International Edition*, 55 (32) : 9191-9195.
- Yaron S., Kolling G.L., Simon L. & Matthews K.R. (2000). Vesicle-Mediated Transfer of Virulence Genes from *Escherichia coli* O157:H7 to Other Enteric Bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 66 (10) : 4414- 4420
- Yeo K.T., Fondio L. & Kouakou K.L. (2022). Caractérisation et diversité des systèmes de productions maraîchères au centre (Bouaké) de la Côte d'Ivoire en vue d'une transition agroécologique. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 52 : 9538-9551.
- Yu H., Ding W., Luo J., Geng R. & Cai Z. (2012). Long-term application of organic manure and mineral fertilizers on aggregation and aggregate-associated carbon in a sandy loam soil. *Soil and Tillage Research*, 124 : 170-177.
- Zah B.T. (2015). Impact de la migration sur la démographie en Côte d'Ivoire. *Revue ivoirienne de géographie des savanes*, 13 : 283-300.
- Zhang X. & Shu C.W. (2010). On positivity-preserving high order discontinuous Galerkin schemes for compressible Euler equations on rectangular meshes. *Journal of Computational Physics*, 229 (23) : 8918-8934.
- Zhang Y. & coll. (2017). Nutritional value, bioactive compounds and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Functional Foods*, 28 : 9-19.

ANNEXES

Annexe 1 : Fiche d'enquête sur les producteurs de laitue urbaine des villes d'étude

Sexe : M F

Age : Inferieur à 30 ans 30-60 ans Supérieur à 60 ans

Nationalité : Ivoirienne Burkinabé Malienne Autres à préciser

Niveau d'étude : Analphabète Primaire Secondaire Supérieur Universitaire

Source de l'eau d'arrosage : Puits Ruissèlement Eau de surface

Autres à préciser

Type d'engrais : Fiente de volaille Bouse de bœuf Artificiel

Autre à préciser.....

Quelle est la quantité du produit suite à l'itinéraire technique :

Faible rendement Rendement moyen Bon rendement Très bon rendement

Annexe 2 : Risque sanitaire lié à la consommation de la laitue dans les villes d'étude**1) Identification de l'enquêté**Sexe : F M Age : <18 ans 18-30ans 31-40ans >40ans

Quartier:.....

Ethnie:.....

Niveau d'étude : primaire secondaire supérieur analphabète

Profession:.....

Situation matrimoniale : marié(e) célibataire **2) Habitude alimentaire**

La salade fait – elle partie de votre alimentation ?

Oui non

Si Oui :

Où achetez-vous la salade que vous consommez ?

Dans les restaurants auprès des vendeuses ambulantes

A quel moment de la journée préférez-vous consommer la salade ?

Matin midi soir **3) Fréquences de consommation**

Combien de fois consommez-vous la salade au cours de la journée ?

1 fois 2 fois 3 fois autres

Combien de fois consommez-vous la salade au cours de la semaine ?

Tous les jours 2 fois une fois par semaine autres

Quelle est la quantité consommée à chaque repas ?

200f 300f 500f autres

Précisez.....

4) Symptômes rencontrés

Avez-vous une fois rencontré un problème de santé après consommation de la salade ?

Oui non

Si oui, le ou lesquels ?

Nausée vomissement diarrhée maux de ventre autres

Précisez.....

Annexe 3 : Planches de laitues et sources d'eau d'arrosage des laitues



Planches de laitues représentatives des différentes villes d'étude



Sources d'eau d'arrosage des laitues représentatives des différentes villes d'étude

Annexe 4 : Matériel technique provenant du laboratoire Agrovalorisation de l'Université Jean Lorougnon Guédé



Bain-Marie



Bec Bunsen



Balance électronique



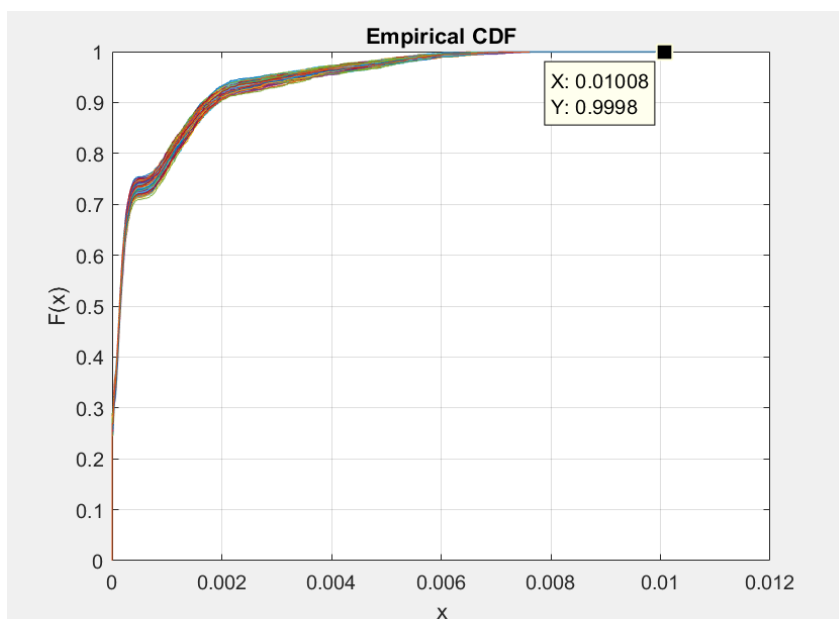
Etuve



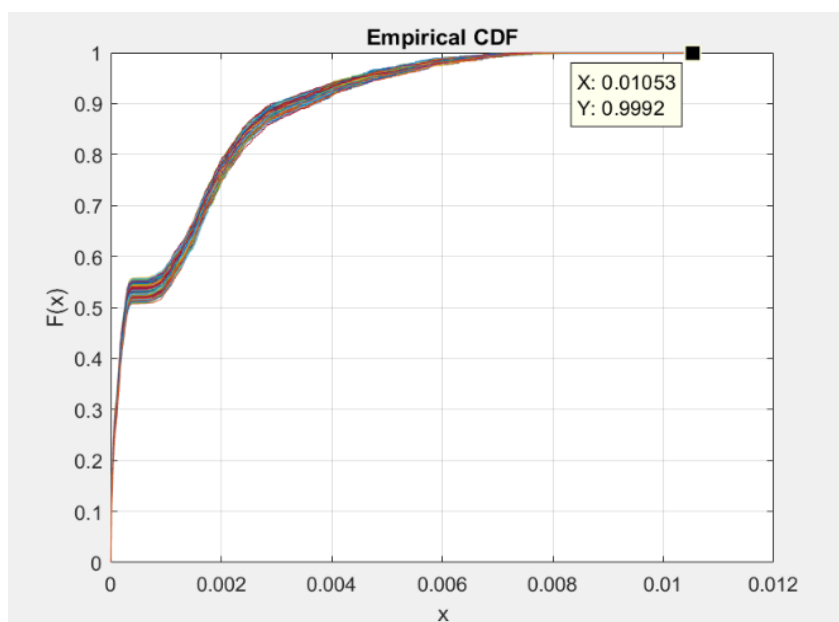
Cuve à électrophorèse



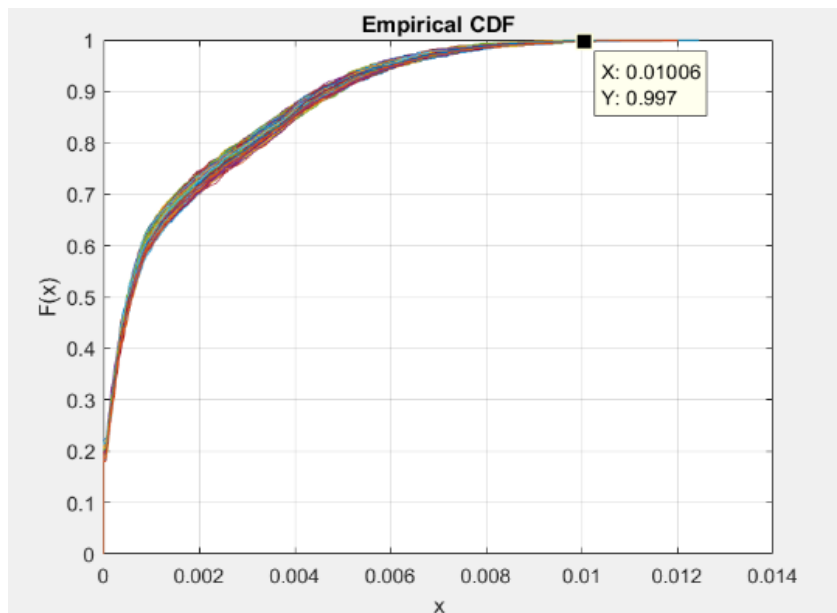
Ecran de visualisation

Annexe 5 : Courbes de l'évaluation des risques chimiques des villes d'étude

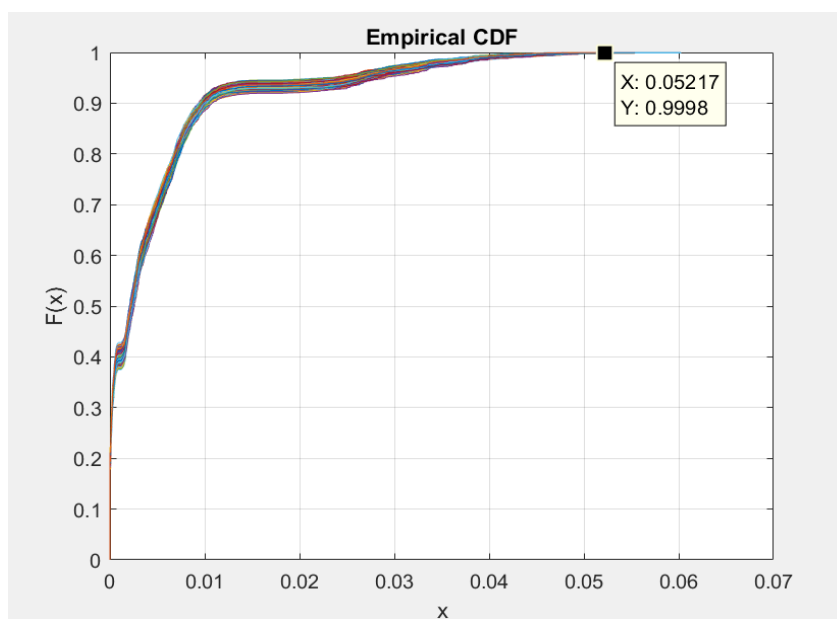
Risque d'intoxication chronique avec le chlorpyriphos à Abidjan



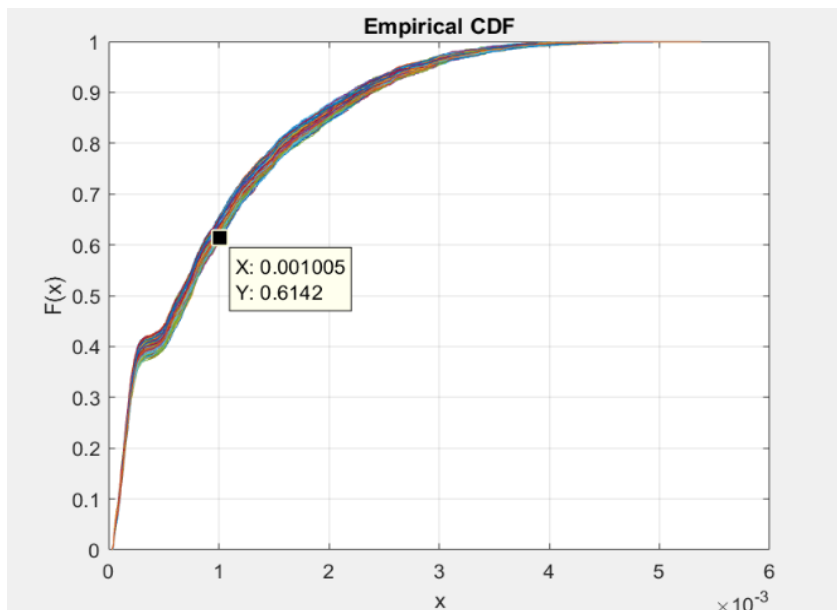
Risque d'intoxication chronique avec le chlorpyriphos à Daloa



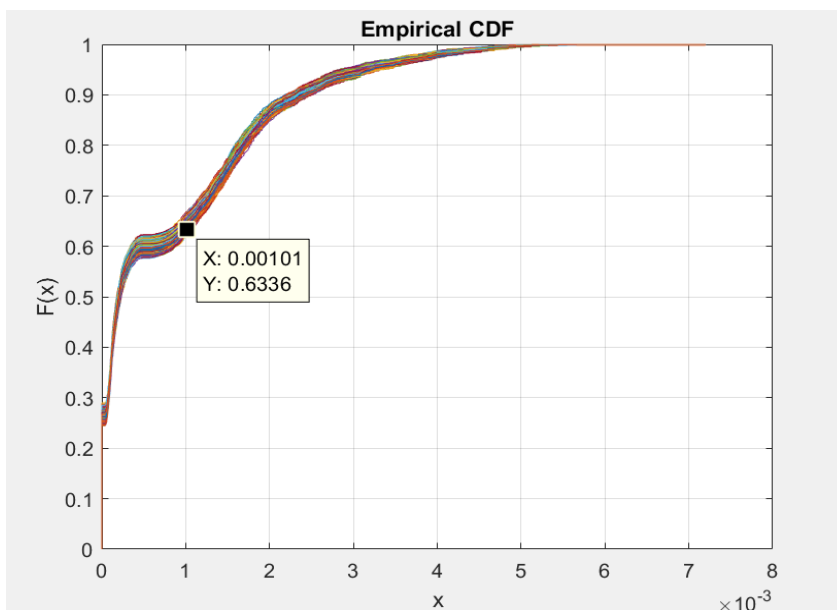
Risque d'intoxication chronique avec le chlorpyrifos à Yamoussoukro



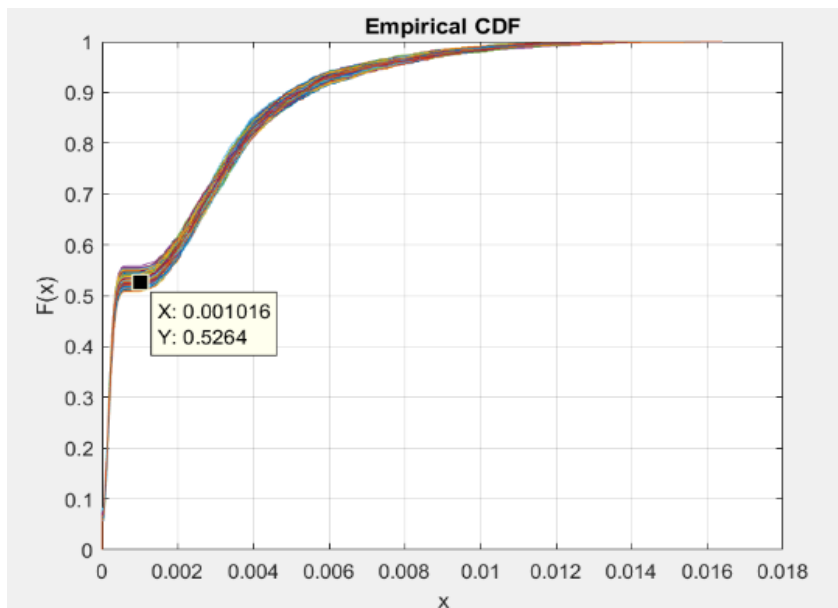
Risque d'intoxication chronique avec la cyperméthrine à Bouaké



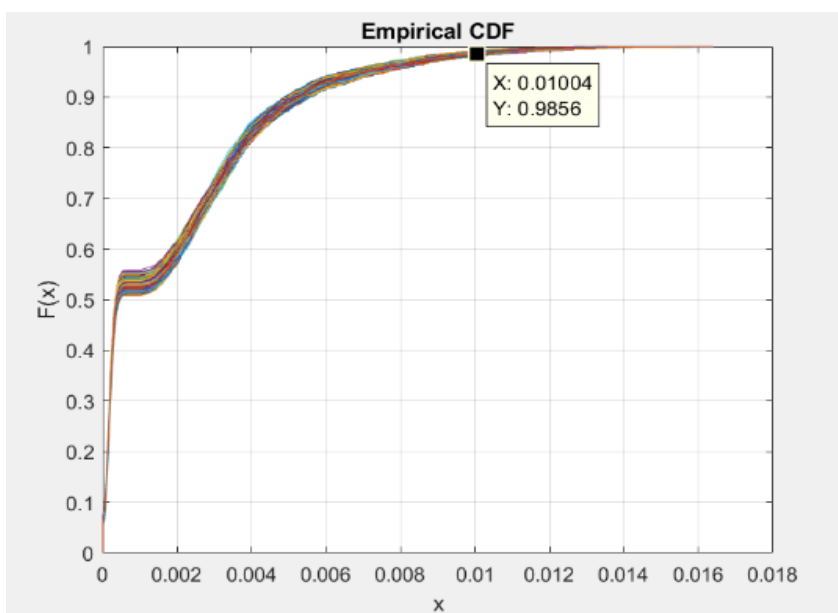
Risque d'intoxication chronique avec le diméthoate à Bouaké



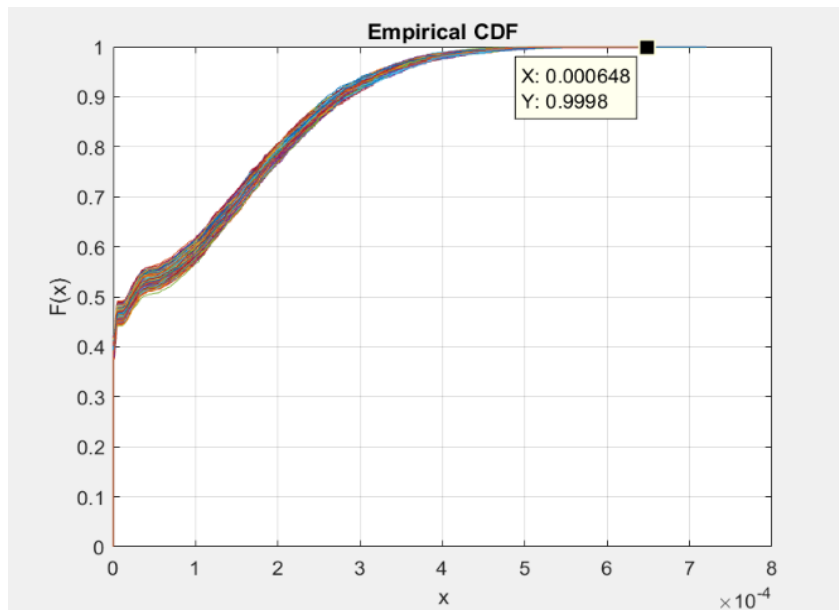
Risque d'intoxication chronique avec le diméthoate à Daloa



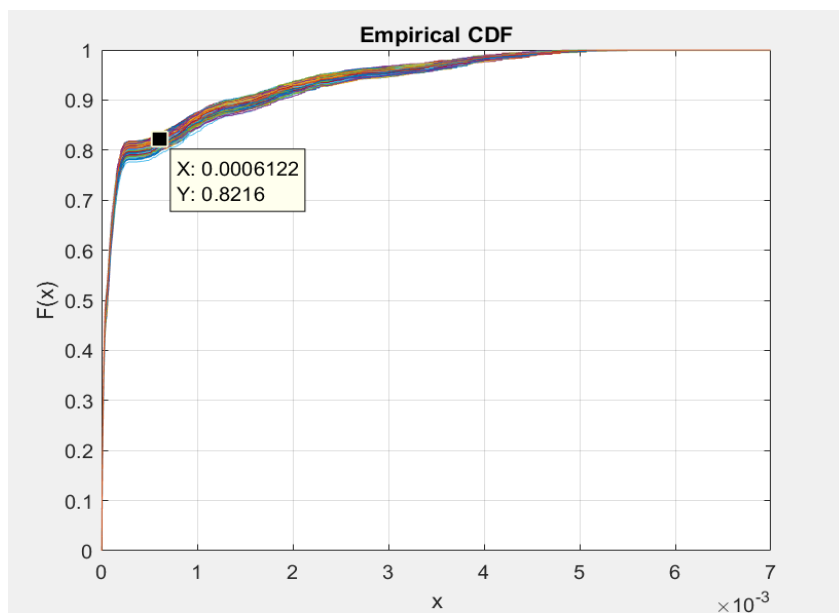
Risque d'intoxication chronique avec le diméthoate à Yamoussoukro



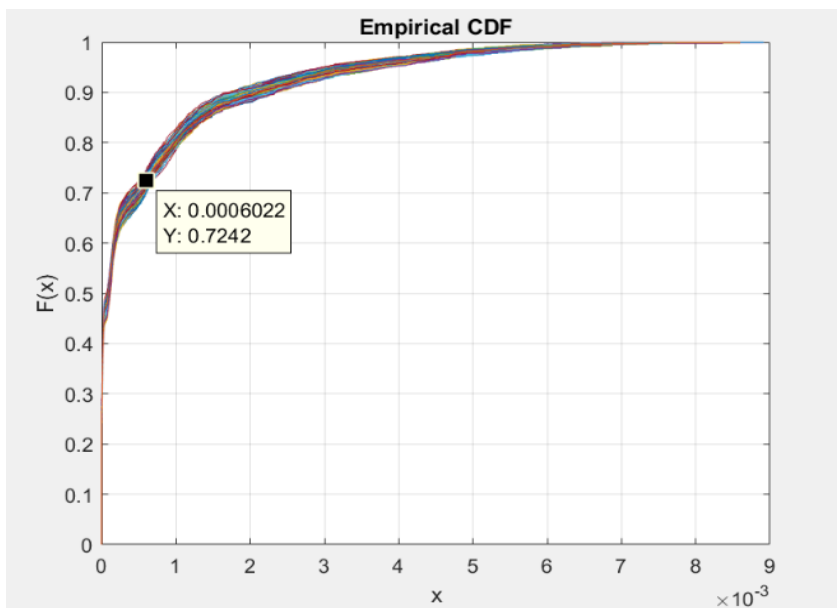
Risque d'intoxication aigue avec le diméthoate à Yamoussoukro



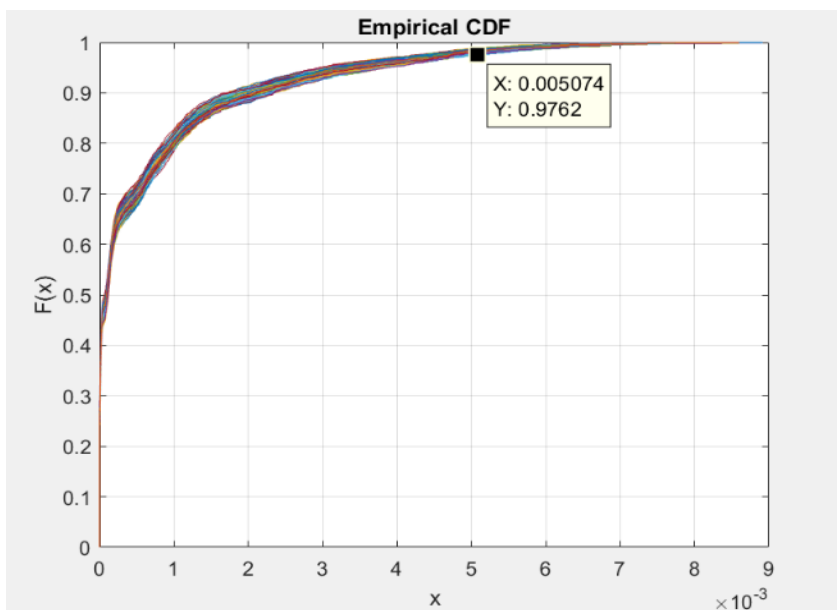
Risque d'intoxication chronique avec le parathion à Abidjan



Risque d'intoxication chronique avec le parathion à Daloa

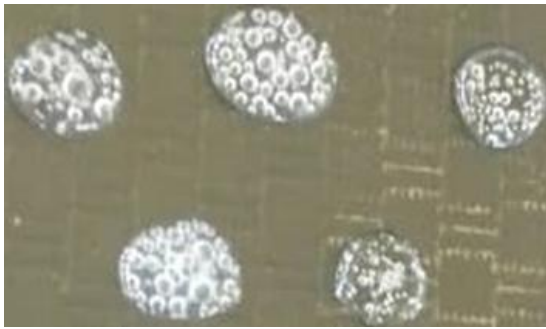


Risque d'intoxication chronique avec le parathion à Yamoussoukro



Risque d'intoxication aigue avec le parathion à Yamoussoukro

Annexe 6 : Présentation des tests biochimiques



Test de catalase de *E. coli* et *Salmonella* spp.



Test d'oxydase de *E. coli* et *Salmonella* spp.



Test Urée-Indole



Aspect de quelques tubes à essai après incubation du portoir réduit de Leminor (Kligler Hajna, Mannitol Mobilité, Citrate)

PUBLICATIONS

PUBLICATION 1



Risks of Salmonellosis Linked to the Consumption of Lettuce Grown on the Outskirts and in Unexploited Intra-Urban Areas of the City of Bouaké, Central-Côte d'Ivoire

Kouassi Adingra Gustave ^{a*}, Kouassi Kouassi Clément ^a,
Ouina Toualy Serge Thibaut ^a and Konate Ibrahim ^a

^a Université Jean Lorougnon GUEDE, Département Biochimie-Microbiologie, Laboratoire Agrovalorisation, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire.

Authors' contributions

This work was carried out in collaboration among all authors. All authors read and approved the final manuscript.

Article Information

DOI: 10.9734/JAMB/2024/v24i1783

Open Peer Review History:

This journal follows the Advanced Open Peer Review policy. Identity of the Reviewers, Editor(s) and additional Reviewers, peer review comments, different versions of the manuscript, comments of the editors, etc are available here: <https://www.sdiarticle5.com/review-history/111596>

Original Research Article

Received: 04/11/2023
Accepted: 09/01/2024
Published: 13/01/2024

ABSTRACT

Lettuce is one of the most popular and consumed vegetables in the world. It could be contaminated with *Salmonella* spp. which would lead to food poisoning. The objective of this study was to quantitatively assess the risk of salmonellosis linked to the consumption of lettuce produced in Bouaké (Central-Côte d'Ivoire). A survey of 138 urban lettuce producers and 384 salad lettuce consumers was first conducted. Then, microbiological analyzes were carried out on forty-five lettuce samples collected in the city of Bouaké. A probabilistic approach was followed to quantitatively assess the risks associated with the consumption of lettuce. Finally, the risk of ingestion of the infectious dose which is 10^5 cells of *Salmonella* spp. was estimated by a Monte Carlo type

*Corresponding author: E-mail: kdadingragustave@gmail.com;

simulation. Microbiological analyzes showed that *Salmonella* spp. loads ranged from 0 ± 0 CFU/g to $7.73.10^2 \pm 2.33.10^1$ CFU/g. Furthermore, the prevalence of *Salmonella* spp. in lettuce was 77.78%. The risk of salmonellosis exists and is 6.36% to 6.56%; i.e. 6,360 to 6,560 cases per 100,000 inhabitants. This study showed that lettuces were contaminated with *Salmonella* spp. There is a risk of developing typhoid or paratyphoid salmonellosis following their consumption.

Keywords: *Lactuca sativa*; *Salmonella* spp; risk assessment; Bouaké; Côte d'Ivoire.

1. INTRODUCTION

In Côte d'Ivoire, the urbanization rate was around 52% in 2017. The trend of urbanization and migration towards cities is increasing. In addition, urban population growth increases the need for food crops and especially market gardening. Fruits and vegetables are increasingly consumed by populations in developing countries. They are renowned for their organoleptic and nutritional qualities. In Ivory Coast, market gardening is characterized by an abundance of products [1]. Market gardening is practiced in lowlands and by vulnerable social groups. It is an agricultural activity linked to the production of vegetables in general, including lettuce [2]. It generates income for producers. It is also a source of empowerment and improvement in the living conditions of market gardeners [3,4]. Furthermore, the availability of very limited reliable agricultural statistics in Côte d'Ivoire [5] constitutes an insufficiency for this sector despite its strong contribution to food security. Although fruits and vegetables of urban origin are renowned for their nutritional qualities, the same is not true for their health qualities. In Bouaké, a large city in the center of the country, urban market gardening faces enormous difficulties. This concerns, among other things, the proximity of certain production sites to places where pipes loaded with domestic and industrial effluents lead [6]. We also note the use of wastewater for irrigation [7]. This could lead to microbial contamination of vegetables by *Salmonella* spp. with a negative impact on the health of the consumer. Many studies have mentioned the contamination of vegetables and mainly lettuce by *Salmonella* spp [8,9]. Consumption of food contaminated with *Salmonella* spp could lead to collective foodborne illness (TIAC). It very often causes typhoid fever which can even lead to death [10]. Would the consumption of vegetables, particularly lettuce, present a risk for the consumer? This study was carried out with the aim of providing elements of response to this concern. Its objective is to quantitatively assess the risk of salmonellosis linked to the consumption of lettuce produced in Bouaké. More specifically, it was a question of

determining the lettuce consumption pattern and characterizing the associated risk.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Study Areas

The study area is the city of Bouaké located in the center of Côte d'Ivoire. the department of Bouaké is part of the Gkêkê region. it is limited to the North by the department of Katiola, to the South by the department of Tiébissou, to the east by that of M' Bahiakro and to the west by the departments of Béoumi, Sakassou and Botro. The department has 5 sub-prefectures (Bouaké, Brobo, Mamini, Bounda and Djébonoua) and 3 communes (Bouaké, Djébonoua, and Brobo) [11].

2.2 Collection of Data Related to the Production and Consumption of Lettuce

To conduct surveys at producer level, sheets including questionnaires were developed. They made it possible to collect information on urban lettuce production in the city of Bouaké. The investigation for the characterization and production of lettuce consisted of two essential parts. The first part provides information on the profile of producers (sex, age, nationality, level of education) and the second part concerns the characteristics of urban production (source of irrigation water, type of fertilizer and the use of pesticides). In total, the survey covered one hundred and thirty-eight (138) lettuce producers. As for the diagnostic investigation, emphasis was placed on the quantities and frequency of lettuce consumption and the symptoms encountered. A total number of three hundred and eighty-four (384) salad lettuce consumers were interviewed. The people surveyed are of both sexes, of all levels of study and from all social strata.

2.3 Sampling

Three sites located in the center of the city of Bouaké were selected. On each site, three different boards constituted a study block. When

the crop was ripe, three lettuce plants (a sample) weighing 500 g were harvested and then packaged in a stomacher bag. These sachets have been carefully labeled with an individual identification number. They were subsequently transported in coolers containing cold accumulators to the Agrovalorization laboratory for microbiological analyses. In total, 45 lettuce samples, 5 samples per study site, were taken.

2.4 Testing for *Salmonella* spp

The search for *Salmonella* spp was carried out in 4 stages according to standard NF / ISO 6579: 2002 Amd 1: 2007. These are pre-enrichment, enrichment, isolation and finally reading and identification.

2.5 Assessment of Microbiological Risk Linked to the *Salmonella* Genus

The risk assessment linked to the *Salmonella* genus in lettuce (*Lactuca sativa* L.) was carried out following the method described by the Codex Alimentarius Commission [12]. It took place in 4 stages which are: identification of the danger, characterization of the danger, assessment of exposure and characterization of the risk. The exposure assessment step provides a mathematical link (model) between the quantity of microorganisms ingested and the fraction of a consuming population that would become ill. As for that of risk characterization, it establishes the risk of the occurrence of the disease for a given population [13,14,15]. For this study, the infectious dose was 10^5 cells [16].

2.6 Data analysis

The various data collected are processed using SPSS 22 software. For the microbiological risk assessment, the data were processed using MATLAB R 2016b software. The results of the

treatments are presented in the form of graphs, pie charts and tables.

3 RESULTS

3.1 Profile of Producers, Inputs Used and Conditions Linked to the Consumption of Lettuce Produced in Bouaké

3.1.1 Profile of urban lettuce producers

The profile of urban lettuce producers is summarized in Table 1. Lettuce is produced by both genera in the town of Bouaké. It is dominated by the male gender with a rate of 53.62% compared to 46.38% for the female gender. The age of the producers varies between 30 and 60 years. Ivorians are more numerous in this sector of activity with a rate of 45.65%, followed by Burkinabés and Malians with respective rates of 36.96% and 17.39%. The majority of lettuce producers surveyed in the city are illiterate with a rate of 56.52%. However, there are also primary and secondary level producers at rates of 33.33% and 10.15% respectively.

3.1.2 Main inputs used in lettuce production

The main inputs used in lettuce production are recorded in Table 2. 37.68% of the producers surveyed use water from unprotected wells for watering. On the other hand, 62.32% use surface water for watering lettuce. Poultry droppings and chemical fertilizers are used by respondents in 73.91% of cases as fertilizer in the city of Bouaké. Lettuce producers, 26.09%, use a mixture of poultry droppings, cow dung and chemical fertilizer to fertilize the beds. Furthermore, almost all producers use pesticides to combat lettuce pests.

Table 1. Profile of urban lettuce producers in Bouaké

		Frequency	Percentage (%)
Age	< 30 years	21	15,21
	30-60 years	109	79
	> 60 years	8	5,79
Genre	Male	74	53,62
	Female	64	46,38
Nationalité	Ivoirian	63	45,65
	Burkinabé	51	36,96
	Malian	24	17,39
Level of study	illiterate	78	56,52
	Primary	46	33,33
	Secondary	14	10,15

Table 2. Main inputs used in urban lettuce production in Bouaké

Inputs	Fréquence	Pourcentages (%)
Water from unprotected wells	52	37,68
Surface water	86	62,32
Poultry droppings and chemical fertilizers	102	73,91
Poultry droppings, cow dung and chemicalfertilizers	36	26,09
Pesticides	138	100

3.1.3 Conditions linked to the consumption of lettuce produced in the city of Bouaké

No consumers were sick during the surveys. But previous potential symptoms associated with a food infection related to lettuce consumption were reported by 74.23% of consumers. The most commonly mentioned conditions were abdominal pain, nausea, vomiting, diarrhea and high fevers. Fig. 1 illustrates the conditions linked to the consumption of lettuce in Bouaké.

3.2 Risk of Salmonellosis Linked to the Consumption of Lettuce Produced in the City of Bouaké

3.2.1 Daily quantities of lettuce consumed per person and per meal

The distribution of quantities of lettuce consumed obtained from the consumer survey is presented in Fig. 2. The daily quantities of lettuce vary from 91.28 ± 32.42 g to 155.38 ± 29.69 g.

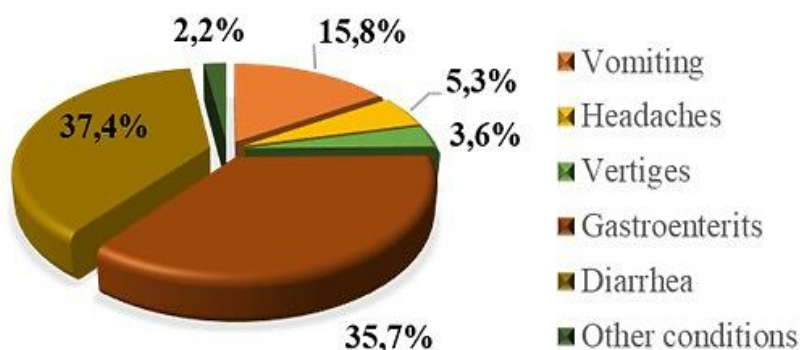


Fig. 1. Conditions linked to lettuce consumption in Bouaké

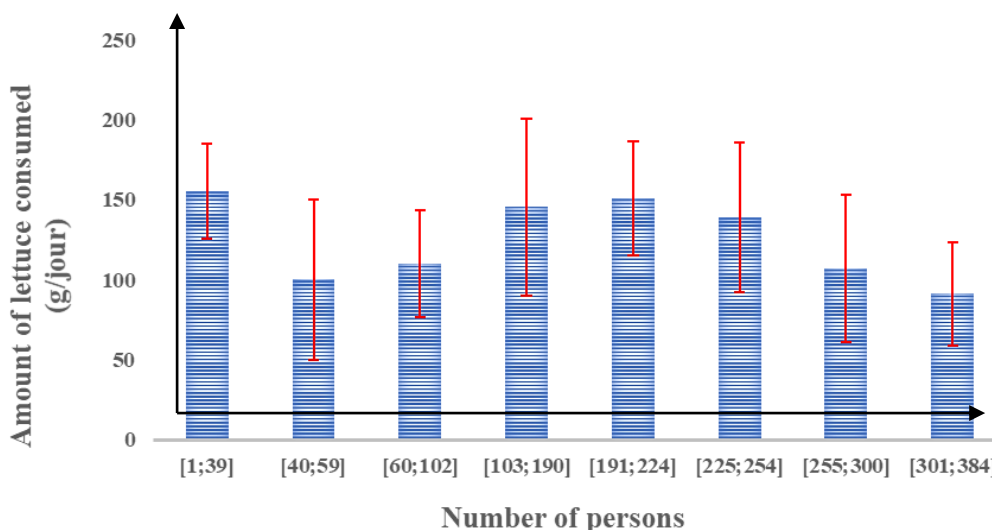


Fig. 2. Daily quantities of lettuce consumed per person in Bouaké

3.2.2 Distribution of the *Salmonella* spp pathogen in lettuce

The distribution of the pathogenic germ studied in lettuce is shown in Fig. 3. The analyzes show that the pathogenic germ

sought was found in 35 lettuce samples from the city of Bouaké. However, microbial loads range from 0 ± 0 CFU/g to $7.73.10^2 \pm 2.33.10^1$ CFU/g. Furthermore, the prevalence of *Salmonella* spp in lettuce was 77.78%.

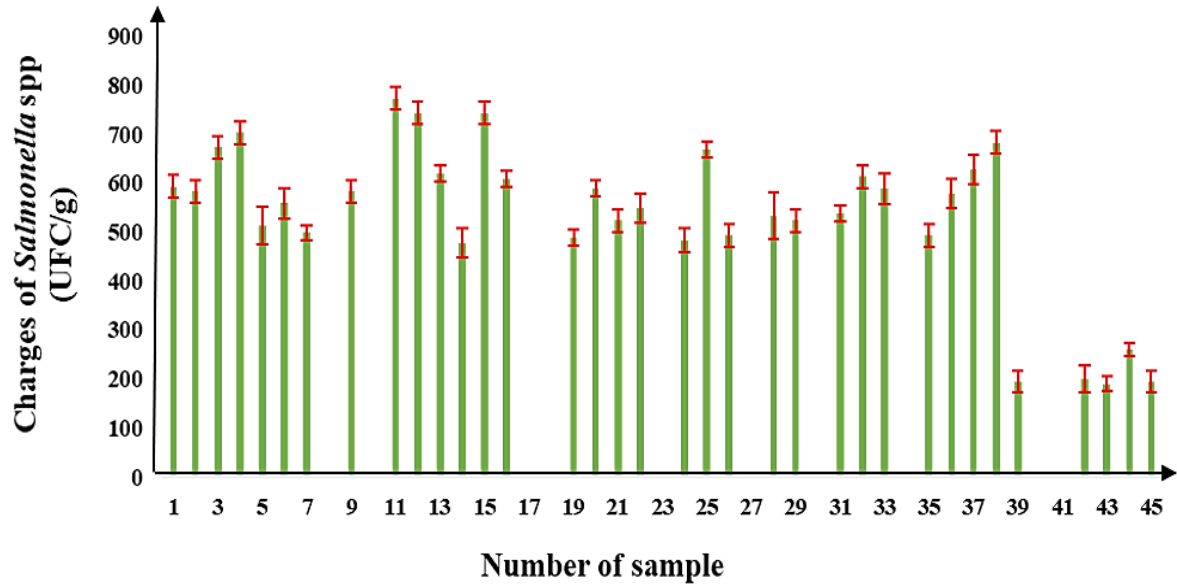


Fig. 3. Distribution of *Salmonella* spp in lettuce from Bouaké

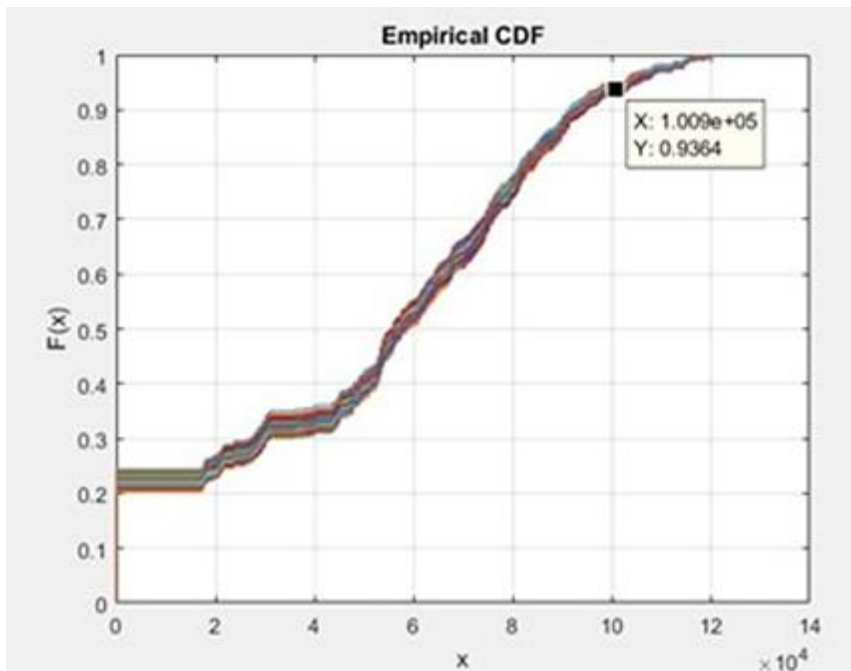


Fig. 4. Risk of salmonellosis linked to the consumption of lettuce produced in Bouaké according to Monte Carlo type simulation

3.2.3 Risk of *Salmonella* spp in lettuce and exposure assessment

Fig. 4 is the result of the simulation using the Monte Carlo method of the distribution of the microbial load (*Salmonella* spp) and that of the daily consumption of lettuce. It represents the distribution of ingestion of the contaminant (*Salmonella* spp) by consumers. It also provides information on the risk of contracting typhoid or paratyphoid fever and non-typhoid salmonellosis linked to the consumption of lettuce. As a result, the risk of salmonellosis linked to the consumption of lettuce in the city of Bouaké is of the order of 6.36% to 6.56%; i.e. 6,360 to 6,560 cases per 100,000 inhabitants.

4. DISCUSSION

Urban agriculture, and particularly lettuce production, is experiencing significant development in the city of Bouaké. It is an activity practiced by both genders. It is dominated by the male gender with a rate of 53.62% compared to 46.38% for the female gender. These data differ from those reported by Kouassi et al. [17]. Indeed, in a similar study in Daloa (Côte d'Ivoire), the authors showed that urban lettuce production is dominated by women in 58.1% of cases compared to 41.9% for men. The results obtained in this study are similar to those of Bâ et al. [18], who showed in a recent study in Dakar, Senegal that market gardening activity was dominated by men in 95% of cases. Furthermore, according to Alio et al. [9], urban lettuce production is exclusively reserved for men in the majority of cases (100%). The strong involvement of men in this activity could be explained by the unavailability of land. The below-average rate of women could be linked to the arduousness of the work. Added to this is the fact that women are generally specialized in the marketing of agricultural crops [19]. But also by the lack of financing for market gardening activities. The omnipresence of seniors, even retirees, seeking additional income [18] and certainly the arduousness of the work (transplanting and irrigation) mean that the age of the producers surveyed is between 30 and 60 years old. This result is inconsistent with those of N'diaye et al. [19]. Indeed, according to a study carried out in Casamance in Senegal, the age of urban producers is between 20 and 80 years old. Similarly, the age of producers in a study carried out on the Kollo site (Niamey) ranges from 17 to 70 years [20]. Market gardening in Bouaké is mainly practiced by Ivorians in 45.65% of cases

on the sites investigated. Unlike the studies carried out by Ganacadja et al. [21], the activity is mainly carried out by non-nationals with a rate of 87.87%. This result comes from a study carried out on the analysis of some characteristics of the market gardening sector in three provinces of Gabon. The strong involvement of Ivorians in market gardening in Bouaké could be due to the fact that they are engaging more and more in this activity. The percentage of illiterates (56.52%) obtained from this study is higher than the 34% of illiterates reported by Sandrine et al. [22]. This illiteracy rate could be explained by the fact that market gardening does not necessarily require a fairly high level of education. However, the level of education impacts the mastery of Good Agricultural Practices (GAP).

The producers surveyed (37.68%) use water from unprotected wells and surface water (62.32% of producers) for watering lettuce. These risky practices were reported by Kouadio et al. [23] who showed in a study that urban producers use well water for irrigation. Likewise, Kouassi et al. [17] showed that lettuce growers use surface water for watering. Poultry droppings and chemical fertilizers are used by respondents (73.91%) as fertilizer in the city of Bouaké. This result corroborates with those found by Kouadio et al. [23], De Bon et al. [24] and Yeo et al. [25] in their various works. Nearly 26.09% of urban lettuce producers use a mixture of poultry droppings, cow dung and chemical fertilizer for fertilizing the beds. This goes hand in hand with the results of Boukary et al. [20] stating that urban producers use organic manure combined with two types of chemical fertilizer (NPK and Urea). The use of these fertilizers proves that cultivable soils are increasingly poor in nutrients. All producers (100%) use pesticides. This result is contrary to that of Boukary et al. [20] which showed that 74% of producers use chemicals. The use of pesticides could be explained by the high presence of diseases and crop pests.

Furthermore, the results showed that 74.23% of consumers developed illnesses following the consumption of lettuce. The symptoms detected are markers of typhoid or paratyphoid fever and non-typhoid salmonellosis. This could be explained by the non-rational use of poultry droppings and cow dung as fertilizer. Some producers seem to have less control over fertilizer application doses [26]. Added to this is the irrigation of the plants with well water in watering cans. In fact, these methods lead to

microbial contamination of the products. Therefore, a complex epidemiology of *Salmonella* spp. [9]. The results also reveal that the daily quantities of lettuce consumed by the people surveyed vary from 91.28 ± 32.42 g and 155.38 ± 29.69 g. In contrast, Yao et al. [27] showed in a study that the total quantity of lettuce consumed in one day by all households surveyed in Port-Bouët is 4,180 g. This high consumption of lettuce by populations could be explained by the fact that this vegetable is very popular. Furthermore, lettuce is an important nutritional source.

The results obtained showed that *Salmonella* spp. was found in 35 lettuce samples analyzed. Therefore, the prevalence of *Salmonella* spp in lettuce is 77.78%. Microbial loads range from 0 ± 0 CFU/g to $7.73.102 \pm 2.33.101$ CFU/g. This prevalence is opposed to that of Kouassi et al. [17] found in their study on lettuce. Conversely, Traoré et al. [28] found a prevalence of 50% in a study carried out in Burkina Faso. This very high prevalence rate is explained by the illiterate rate (56.52%) present on the study sites. This high presence of *Salmonella* spp. in lettuce would increase the risk of salmonellosis [29,30]. It would therefore be important to characterize this risk.

The study carried out highlighted the risk of salmonellosis linked to the consumption of lettuce produced in Bouaké. This risk is of the order of 6.36% to 6.56%; i.e. 6,360 to 6,560 cases of salmonellosis per 100,000 inhabitants. The high risk of salmonellosis is surely due to the high presence of *Salmonella* spp. in lettuce. It could worsen with the presence of other germs. It is important for consumers to wash lettuce well and disinfect it with sodium hypochlorite, respecting the recommended doses.

5. CONCLUSION

This study focused on the assessment of the risks of salmonellosis linked to the consumption of lettuce produced in the town of Bouaké (Central Côte d'Ivoire). It revealed that lettuce is produced by illiterate people at a rate of 56.52% in difficult conditions. Lettuce is very popular among the population of this city with a daily consumption of 91.28 ± 32.42 g to 155.38 ± 29.69 g per capita. The microbiological analyzes carried out gave a prevalence of 77.78% of *Salmonella* spp. in the lettuce samples. Which

means that these samples are not suitable for consumption. The conditions recorded during this study are characteristic of *Salmonella*. Furthermore, the risk assessment showed that the risk associated with the presence of *Salmonella* spp. for the lettuce consumer in Bouaké exists. Taking into account the infectious dose of 10^5 cells, the probability of developing salmonellosis when consuming lettuce is 6.36% to 6.56%; i.e. 6,360 to 6,560 cases per 100,000 inhabitants. This reveals a real public health problem. Given the high consumption of lettuce by populations, these results should attract the attention of the competent authorities who could organize awareness campaigns on BPA and microbiological risks of food origin.

COMPETING INTERESTS

Authors have declared that no competing interests exist.

REFERENCES

1. Bancal V, Tano K. Study of Modalities for Reducing Post-Harvest Losses in Market Gardening Crops in Ivory Coast. Expertise Report. 2019;91.
2. NAPO H. Diagnostic study of onion (*Allium cepa* L.) production techniques in the Yatenga province. Master thesis, agricultural extension option, Polytechnic University of Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 2013;83.
3. Koné M, Anoh ML. Beda EEL. Study on promising sectors and value chains in the regions of Gbêkê, Poro, Tonkpi and the district of Abidjan, Ivory Coast, Final report. 2018;137.
4. Kouakou PAK. Economic Determinants and Social Impact of the market gardening sector in the Municipality of Boundali. Ag. Af. 2019;103–113.
5. Ducroquet H, Tillie P, Louhichi K. Gomez YPS. Agriculture in Côte d'Ivoire under the microscope. State of play of plant and animal production sectors and review of agricultural policies. EUR 28754 FR, Publications Office of the European Union, Luxembourg. 2017;137.
6. Kanda M, Djaneye-Boundjou G, Wala K, Gnandi K, Batawila K, Sanni A. Akpagana K. Assessment of pesticide residues and trace element contamination in market gardens of Togo. African J. Approx. Sci. and Tech. 2013;6:380-390.

7. Dan-badjo TA, Guéro Y, Dan Lamso N, Baragé M, Balla A, Sterckeman T. Evaluation of metal trace contamination of lettuce and cabbage in the Gounti valley, Niamey J. of Appl. Bios. 2013;67:5326-5335.
8. Kroupitski Y, Golberg D, Belausov E, Pinto R, Swartzberg D, David GD. Seta Internalization of Salmonella enterica in leaves is induced by light and involves chemotaxis and penetration through open stomata. Appl. Approx. Microbiol. 2009, 75:6076–6086.
9. Alio SA, Inoussa MM, Bakasso Y, Samna SO. Diversity and dynamics of Salmonella isolated from lettuce (*Lactuca sativa* L.) in market garden crops in Niger (West Africa). J. of Appl. Bios. 2017;119:11917-11928.
10. Harizi K. Research and identification of pathogenic bacteria Salmonella and Listeria in foods. Master's thesis in quality control and safety of animal and plant products, University of Gabés, Gabés, Tunisia. 2009;60.
11. Kouamé AR, Vei KN, Yao NF. Peri-urban market gardening production in Bouaké: dynamism of actors and functions. Revue Ivoirienne de Géographie des Savanes. 2017;1:66-77.
12. FAO/WHO. Principles and guidelines for the conduct of microbiological risk assessment. CAC/GL-30. Rome, Italy. 1999;6.
13. Assidjo E, Aw S, Akmel C, Akaki D, Elleingand E, Yao B. (). Risk analysis: Innovative tool for improving food safety. Dakar: African Review of animal health and production. African Journal of Animal Health and Production. 2013;11(S): 3-13.
14. Coulibaly KR. Assessment of the risk of salmonellosis linked to the consumption of curdled milk (artisanal fermented milk) produced in Yamoussoukro. Doctoral thesis from Nangui Abrogoua University, Abidjan, Ivory Coast. 2015;39.
15. Akmel DC, Aw S, Montet D, Assidjo N, Degni ML, Akaki D, Moretti C, Elleingand E, Brabet C, Baud G, Mens F, Yao B, Michel T, Durand N, Assin H, Berthiot L, Tapé T Quantitative assessment of the microbiological risk associated with the consumption of attieke in Cote d'Ivoire. F. Control. 2017;81:65-73.
16. Dromigny E. Microbiological criteria. Regulations Microbiological agents Self-control. 1st ed., Technique and Documentation Lavoisier, Paris, France. 2012;231.
17. Kouassi KC, Kouassi KA, Yao KM, Kouassi AG, Koffi NR. Assessment of the Risk of Microbial contamination of an Urban Crop in the City of Daloa (Côte d'Ivoire): Case of Lettuce (*Lactuca sativa* L.). J. of F. Res. 2019;8: 122-132.
18. Ba A, Cantoreggi NL. Urban and peri-urban agriculture (AUP) and agri-urban household economy in Dakar (Senegal). Int. J. Approx. Agric. Biotechnology. 2018; 3:195–207.
19. Ndiaye O, Diatta U, Abeudje A, Dramé M, Ndiaye S, Tidiane Ba C. Characterization of market gardening perimeters established by women's groups as a resilience strategy in post-conflict zones (Casamance, Senegal). Euro. Sci. J. 2021; 17(13):118-135
20. Boukary H, Rabe MM, Bori H., Soumaila Abdoulaye A. Yahaya BZ. Peasant Practices for the Production of Onion Bulbs (*Allium cepa* L.) in a Peri-urban Area of Niamey: Case of the Kollo Market Gardening Site. ESI Preprints. 2023;10: 257-273
21. Ganacadja C, Mavoungou JF, Mouketou A, Biroungou C, Nzengue E. Analysis of Some Characteristics of the Market Gardening Sector in Three Provinces of Gabon. ESI Preprints. 2022;55.
22. Sandrine MBL, Auguste NN, Frédéric FC. Peri-urban market gardening in Libreville and Owendo (Gabon): cultural practices and sustainability Cah. Agric. 2017;26: 45002. DOI:10.1051/cagri/2017026.
23. Kouadio RO, Kouakou RN, Florence F Dimi TD. Intra-urban market gardening is challenged by the growing demand of city dwellers for vegetables: misuse of pesticides and health risks in Bouaké (Côte d'Ivoire) Approx. R. & Santé. 2023; 22(3):230-242
24. De Bon H, Fondio L, Dugué P. Study of identification and analysis of constraints to market gardening production according to the major agro-climatic zones of Côte d'Ivoire. Expert report. Montpellier: CIRAD. 2019;140.
25. Yeo KT, Fondio L, Kouakou KL. Characterization and diversity of market gardening production systems in the center (Bouaké) of Ivory Coast with a view

- to an agroecological transition. J Anim Plant Sci. 2022;52:9538–9551.
26. FAO. AgrInvest Project - Food Systems, Study on the onion value chain in Niger. 2021;50.
 27. Yao BL, Kpan KGK, Messoum FG, Dembélé A, Traoré KS. Assessment of the phytosanitary risk linked to the consumption of lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown in the commune of Port-Bouët (Abidjan). Rev. Mar. Sci. Agron. Vet. 2016; 4(3):23-30.
 28. Traoré O, Nyholm O, Siitonen A, Bonkougou OJI, Traoré SA, Barro N, Haukka K. Prevalence and diversity of *Salmonella enterica* in water, fish and lettuce in Ouagadougou, Burkina Faso BMC Microbiol. 2015;15:151.
 29. Agossou J, Adédémy DJ, Noudamandjo A, Ahohoui, Afouda L, Tovihoudji P, Tido NC, Mazou B, Fayomi B, Koumakpai, Ayivi B, Akpona S, Sylvain E. Risks of typhoid and paratyphoid fevers linked to the use of water waste in urban and peri-urban agriculture: case of market gardening in the town of Parakou (Benin). Approx. Laugh. & Santé. 2014;13(5):405-416.
 30. Lalatiana O RR. Contribution to the study of the microbiological quality of a street food in the town of Talatan'ny Volonondry (Madagascar): case of Koba Ravina. Thesis from the Faculty of Medicine, Pharmacy and Odonto-Stomatology, Cheikh Anta Dilop University, Dakar, Senegal, 2006;100.

© 2024 Gustave et al.; This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Peer-review history:
The peer review history for this paper can be accessed here:
<https://www.sdiarticle5.com/review-history/111596>

PUBLICATION 2



Pesticide Contamination of Urban Lettuce (*Lactuca sativa* L.) in Yamoussoukro (Côte d'Ivoire)

Adingra Gustave KOUASSI ^{a*}, Arthur Constant ZEBRE ^a
and Kouassi Clément KOUASSI ^a

^a Département Biochimie-Microbiologie, Laboratoire Agrovalorisation, Université Jean Lorougnon
GUEDE, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire.

Authors' contributions

This work was carried out in collaboration among all authors. All authors read and approved the final manuscript.

Article Information

DOI: <https://doi.org/10.9734/jabb/2025/v28i11859>

Open Peer Review History:

This journal follows the Advanced Open Peer Review policy. Identity of the Reviewers, Editor(s) and additional Reviewers, peer review comments, different versions of the manuscript, comments of the editors, etc are available here: <https://www.sdiarticle5.com/review-history/129300>

Original Research Article

Received: 28/10/2024

Accepted: 30/12/2024

Published: 05/01/2025

ABSTRACT

Context: Lettuce is one of the most popular leafy vegetables in Côte d'Ivoire. Often produced in urban agriculture under uncontrolled conditions, lettuce is said to contain pesticide residues that are increasingly used in agriculture. The aim of this study was to assess the pesticide content of urban-grown lettuce consumed by the population of Yamoussoukro the political capital of Côte d'Ivoire.

Methods: A characterization of lettuce production in urban agriculture was carried out through a survey of 117 urban producers. Fifteen (15) lettuces samples were collected from three emblematic sites located in the heart of the city. These samples were analyzed using an HPLC chain (Waters alliance) to identify and measure the pesticide content of lettuce produced and consumed in Yamoussoukro. A chemical risk assessment for pesticides was carried out using the *Codex Alimentarius* method.

*Corresponding author: E-mail: kdadingragustave@gmail.com;

Results: The study revealed that nationals (Ivorians) dominate lettuce production in the city of Yamoussoukro with a rate of 58.97%. This activity is dominated by men with a rate of 55.56%. Various pesticide residues grouped into nine (9) families were detected in lettuces, some at very alarming levels. According to WHO, FAO and European Community standards, 33% of the samples were unacceptable, and therefore unfit for human consumption. The assessment of the health risk linked to consumption due to the presence of Parathion in lettuce would be 28% for chronic intoxication and 2% for acute intoxication. The risk of chronic intoxication by Dimethoate would be 47%, and of acute intoxication 1%. For both Chlorpyrifos and Spirodiclofen, the risks of chronic poisoning of populations are real, but the populations exposed would be low.

Conclusion: Urban-grown lettuce from Yamoussoukro, the political capital of Côte d'Ivoire, often contains pesticide residues in excess of required standards. This lettuce represents a danger and exposes consumer populations to health risks. These very important results must be taken into consideration by politicians.

Keywords: Lactuca sativa; pesticide residues; risk assessment; Yamoussoukro.

1. INTRODUCTION

Urban population growth in the major cities of sub-Saharan Africa is increasing the need for food crops, especially market garden produce. In the many shallows and other drainage areas left vacant in cities, varieties of fresh fruit and vegetables are grown and ready for consumption. Yamoussoukro, the political capital of Côte d'Ivoire, is no exception to the rule, as the many lakes surrounding the city make it an ideal location for market gardening (Tano et al., 2011; Kpan et al., 2019). Market gardening is therefore an income-generating activity for urban producers. It is also a source of empowerment and improved living conditions for market gardeners (Kouakou, 2019; AGRA, 2021). Fruits and vegetables from this agriculture are actively involved in the urban human diet due to their accessibility and beneficial health effects (Yao et al., 2016; Dakuyo et al., 2020). These include lettuce, one of the most popular leafy vegetables (Kouassi et al., 2024).

However, urban production of lettuce, like that of other vegetables, faces enormous difficulties. These difficulties are linked to cultivation practices, soil infertility, the use of pesticides and the poor quality of the water used. Indeed, with the implementation of this emergency agriculture often requires heavy use of pesticides to combat pests. Pesticide use is increased particularly in lettuce production, which remains a crop highly susceptible to pests (Tano et al., 2011; Soro et al., 2018). Pesticides are chemical or biological agents capable of destroying pests or controlling their growth and reproduction. They significantly reduce crop losses and increase crop yields (Son, 2018; Orou et al., 2024). Apart from their beneficial effects, pesticides can have harmful for humans and increase environment pollution

(Saliou et al., 2013; Ekra et al., 2023). Indeed, poor phytosanitary practices, intensive pesticide use and bioaccumulation phenomena can cause respiratory problems, cancer, headaches, skin and mucous membrane irritation and even death (Kpan et al., 2019; Mambe-Ani et al., 2019). Despite alerts and incidence studies of phytosanitary practices in urban market gardening, the level of pesticide contamination in lettuce produced by urban farmers is less studied. It is in this context that this study was carried out in Yamoussoukro, a city with a high level of urban agricultural production. The aim of the study was therefore to assess the level of pesticide contamination of lettuce produced and consumed in Yamoussoukro. Specifically, the aim was to identify pesticide residues in lettuce, determine levels and assess the health risk associated with consumption of this leafy vegetable.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Study Area

The study area was the city of Yamoussoukro, in central Côte d'Ivoire. The low-lying areas near the Basilica known as Petit Bouaké, behind the Presidency and behind the CIE were chosen as study sites. These sites are located right in the city center.

2.2 Lettuce Production Data Collection

In order to carry out surveys at farmer level, questionnaires were drawn up. These used to gather information on urban lettuce in Yamoussoukro. The lettuce characterization and production survey was divided into two main parts. The first part provided information on the

profile of producers (gender, age, nationality, level of education) and the second part concerned the characteristics of urban production (source of irrigation water, type of fertilizer and use of pesticides). In all, one hundred and seventeen (117) lettuce farmers were surveyed. The people surveyed were of both sexes, from all levels of education and all social strata.

2.3 Sampling

Three sites in the center of Yamoussoukro were selected. On each site, three different beds formed a study block. At crop maturity, three lettuce plants (one sample) weighing 500 g were harvested and packed in a stomacher bag. These bags were carefully labelled with an individual identification number. They were then transported in coolers containing cold accumulators to the laboratory for toxicological analysis. A total of 15 lettuce samples (5 per study site) were collected.

2.4 Pesticide Analysis Techniques

Pesticide residue analysis was performed using the method described by Yao *et al.* (2016).

2.4.1 Extraction and separation

To extract pesticide residues from lettuce, 50 g of lettuce shred was taken, then 50 ml of double-distilled water and 100 ml of acetone were added. This mixture was homogenized for 3 minutes using an Ultra Turax blender. The resulting homogenate was filtered through Whatman paper containing glass wool and anhydrous sodium sulfate. To separate the aqueous phase from the organic phase, 20 g NaCl was added to the filtrate, and the mixture shaken vigorously. After shaking, the mixture was left to stand for a few minutes in a separating funnel. The supernatant was collected and its volume reduced to 10 ml using an evaporator (BUCHI). A glass column containing 20 g of activated fluorisil (ACROS) was conditioned with 5 ml acetone. The 10 ml extract was passed through the column, 1 to 2 drops per second. The filtrate was collected in a round-bottomed flask and shaken for about a minute, then left to stand for 10 to 15 minutes. A 5 ml aliquot of the filtrate was evaporated to dryness at 40°C. After evaporation, the round-bottomed flask was left to cool for one minute. Pesticides were recovered with 5 ml hexane and transferred to vials for quantification of active ingredient residues.

2.4.2 Determination of pesticide residues

For Pesticides detection, an HPLC chain (Waters alliance) equipped with a SIL-20A sampler, LC-20AT pump, TRAY tank, DGU-20A5 degasser, CTO-20A oven and SPD-20A UV/VIS detector was used. Data acquisition was performed on a computer running LC solution software. The mobile phase consisted of water (10% - 30%) and Hipersolv grade acetonitrile (70% - 90%). Elution was carried out in isocratic mode. The stationary phase consisted of a Shim pack VPODS reversed-phase column (250 L x 4.6). Wavelengths ranged from 210 nm to 271 nm, while injection volumes were 10 µL and 20 µL. Oven temperature was set at 40°C. For each pesticide, a calibration was performed using the pure standard of the known concentration. From this calibration, the pesticide peak was identified on the sample chromatograms. The areas of the peaks (standards and samples) were used to quantify the various active ingredients present in the lettuce samples. The various pesticide levels were calculated using the following

$$\text{formula: } Cp = \frac{Sc \times Ce \times V2 \times Vf \times F}{Se \times Me \times V1}$$

Cp: active ingredient concentration (mg/kg); Sc: sample peak area; Se: standard peak area; Ce: standard concentration (mg/L); V1: volume to be purified (L); V2: volume after purification (L); Vf: final volume (L); Me: sample mass (kg) and F: dilution factor.

The quantities of pesticide found in lettuce samples from the city of Yamoussoukro were compared with the Maximum Residue Limits (MRLs) set by the European Union (EU, 2018) and the World Health Organization (WHO, 2019). This was used to determine the acceptability of the lettuce samples. Pesticide levels were also compared with the ADI and ARfD of each chemical compound for the respective chronic and acute risk assessment.

2.5 Data Analysis

The various data collected are processed in Excel 2021. For pesticide determination, data were processed using LC solution software. Past 4.17 was used to compare pesticide levels between sites. MATLAB R2016b was used for chemical risk assessment. Treatment results are presented in the form of tables, box plots and curves. These software programs were chosen for their precision in the results and their easier handling.

3. RESULTS

3.1 Profile of Urban Lettuce Growers

The profile of urban lettuce growers is summarized in Table 1 below. Lettuce is produced by both genders in the city of Yamoussoukro. It is dominated by men (55.56%), compared with 44.44% for women. Producers range in age from 30 to 60. Ivorians are more interested in this activity in Yamoussoukro, with a rate of 58.97%. The majority of lettuce growers surveyed in the city are illiterate, with a rate of 82.91%. However, there are also primary school and secondary school growers, with rates of 12. and 4. respectively.

3.2 Inputs Used for Lettuce Production

The main inputs used in lettuce production in Yamoussoukro are listed in Table 2. All farmers surveyed (100%) use water from unprotected wells to water their lettuces. Poultry droppings and chemical fertilizers were used by 62.39% of growers in Yamoussoukro. Other growers (37.61%) use a mixture of poultry dung, cow dung and chemical fertilizer to fertilize their beds. Almost all growers use pesticides to control lettuce pests and diseases.

3.3 Pesticide Residues in Lettuce

Toxicological analyses of lettuce samples from the town of Yamoussoukro revealed the

presence of twelve (12) pesticide residues. Each lettuce sample was contaminated with at least one (1) pesticide residue. These residues belong to the following families (Table 3).

Statistical analysis showed that there was no significant difference ($P > 0.05$) between sites in the concentrations of Parathion, Chlorpyrifos, Dimethoate, Cypermethrin, Cyhalothrin, Spirodiclofen, Carbendazim, Chlorothalonil, Maneb, Thiamethoxam and Orthophenilphenol. On the other hand, a significant difference ($P < 0.05$) was observed between Zoxamide levels from one site to another. The highest values were observed in sites 2 and 3 respectively (0.65 mg/kg and 1.83 mg/kg). The figures below show the concentration variability of the various chemical elements.

3.3.1 Lettuce pesticide compliance with standards

Pesticide levels in lettuce, Maximum Residue Limits (MRLs) and their different classes are summarized in Table 4. For samples with active ingredient levels less than or equal to the MRL, the product is considered acceptable. On the other hand, if the level is strictly higher than the MRL, the product is said to be unacceptable, and therefore unfit for consumption. So samples contained levels well in excess of the MRLs laid down by the WHO and the European Union. A rate of 33.33 lettuce samples did not comply with the prescribed standards, and were therefore unacceptable and unfit for consumption. The proportion of samples conforming to different

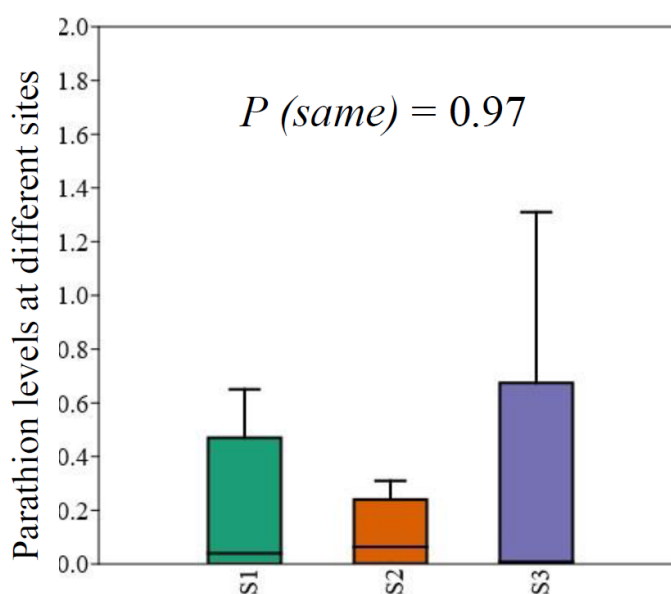


Fig. 1. Content variability in parathion in sites

standards was 66.67%. Parathion, a product recognized by the WHO as extremely dangerous for consumers, was found in some samples at

levels exceeding the MRL. The figures below show the variability of pesticide levels in lettuce at the various study sites.

Table 1. Profile of urban lettuce farmers

		Frequency	Percentage (%)
Age	< 30 years	19	16,24
	30-60 years	86	73,5
	> 60	12	10,26
Type	Male	65	55,56
	Female	52	44,44
Nationality	Ivorian	69	58,97
	Burkinabe	36	30,77
	Malian	12	10,26
Study level	Illiterate	97	82,91
	Primary	15	12,82
	Secondary	5	4,27

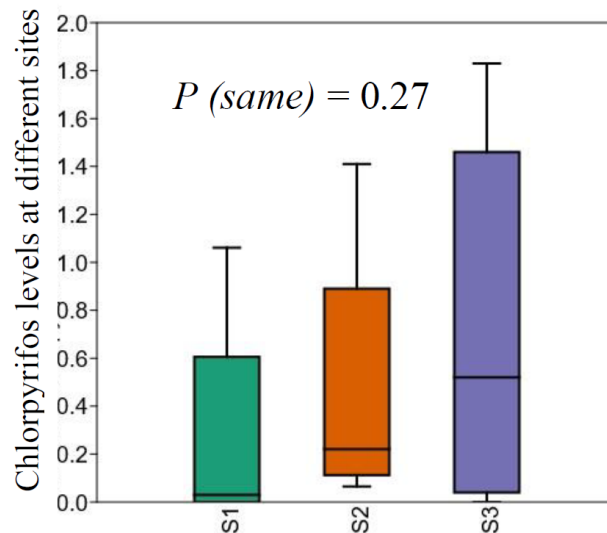


Fig. 2. Content variability in chlorpyrifos at the sites

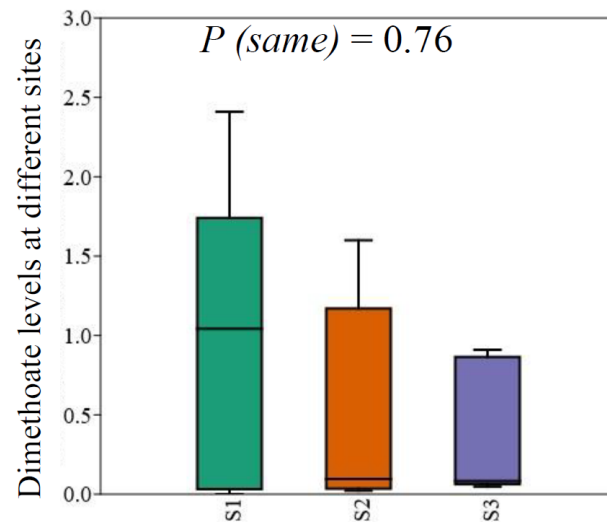


Fig. 3. Content variability in dimethoate at the sites

Table 2. Main inputs used in urban lettuce production

Inputs	Frequencies	Percentages (%)
Water from unprotected wells	117	100
Surface water	0	0
Poultry droppings and chemical fertilizers	73	62,39
Poultry droppings, cow dung and chemical fertilizers	44	37,61
Pesticides	117	100

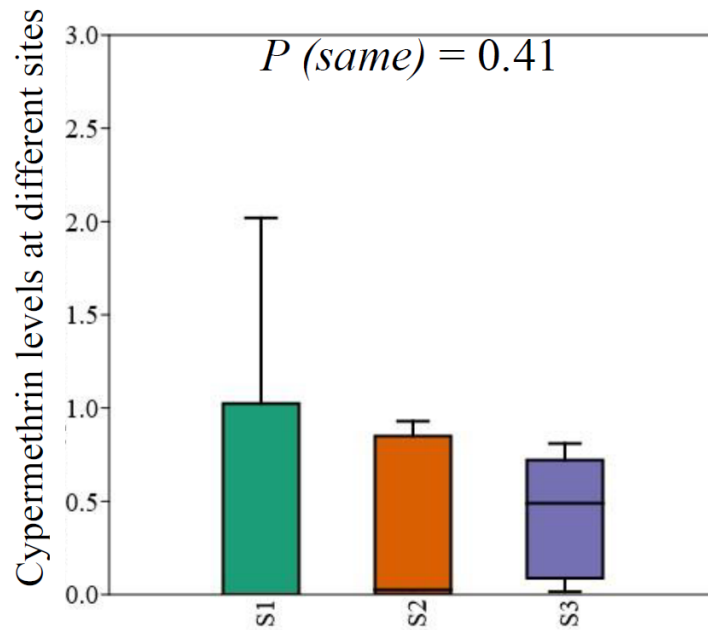


Fig. 4. Content variability in cypermethrin at the sites

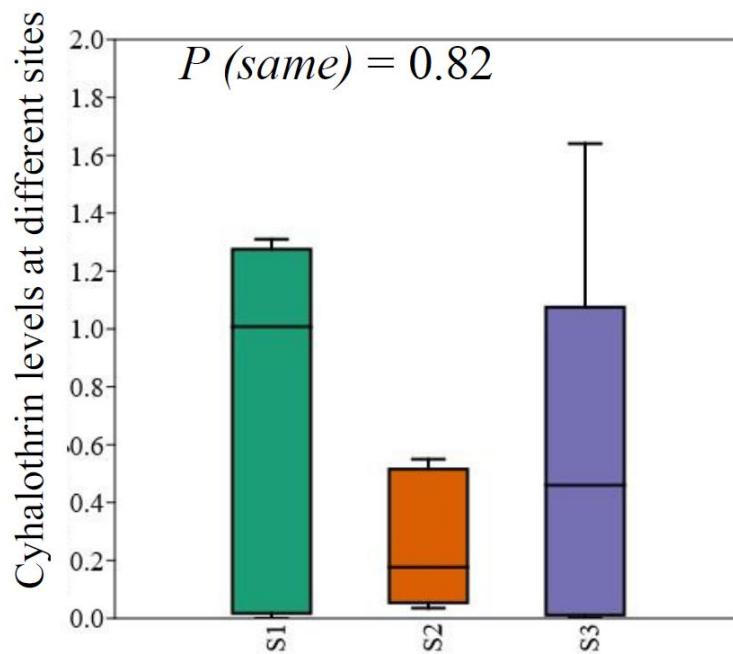


Fig. 5. Content variability in cyhalothrin in sites

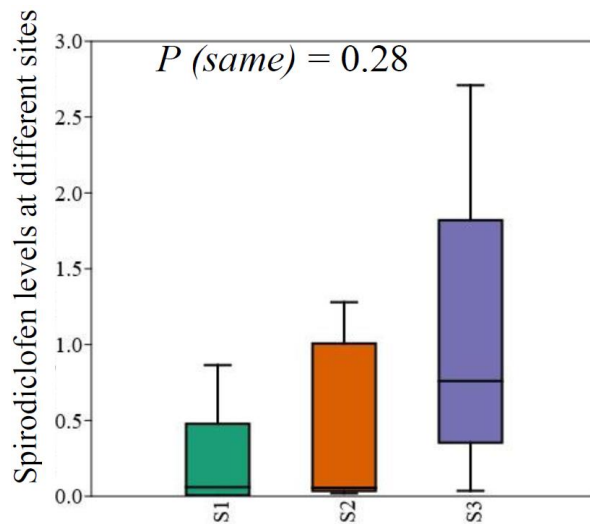


Fig. 6. Content variability in spiroadiclofen in sites

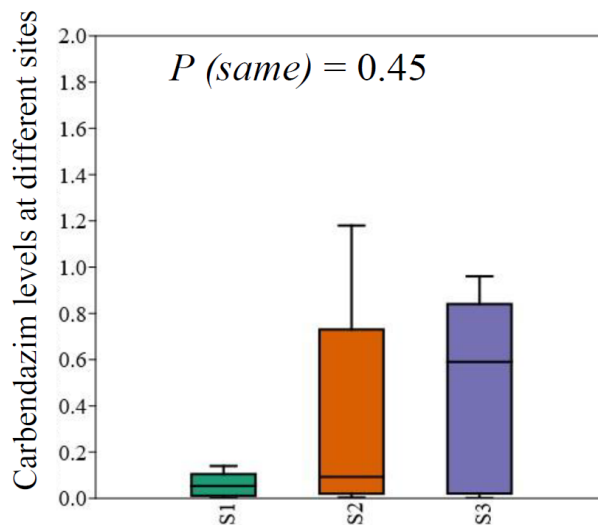


Fig. 7. Content variability in carbendazim in sites

Table 3. Concentration (mg/kg or ppm) of pesticides residues extracted from Yamoussoukro lettuce

		Yamoussoukro	
		VMax	CM
Organophosphates	Parathion	1,31	0,19 ± 0,09
	Chlorpyriphos	1,83	0,47 ± 0,15
	Dimethoate	2,41	0,6 ± 0,18
Pyrethroids	Cypermethrin	2,02	0,39 ± 0,15
	Cyhalothrin	1,64	0,5 ± 0,14
Tetronic Acids	Spirodiclofen	2,71	0,55 ± 0,19
Benzimidazoles / Carbamates	Carbendazim	1,18	0,28 ± 0,1
Organochlorines	Chlorothalonil	1,29	0,31 ± 0,09
Dithiocarbamates	Maneb	1,33	0,12 ± 0,08
Benzamides	Zoxamide	2,58	0,83 ± 0,24
Neonicotinoids	Thiamethoxam	1,03	0,21 ± 0,09
Phenols	Orthophenilphenol	1,04	0,2 ± 0,09

VMax: Maximum Value; CM: Average Concentration

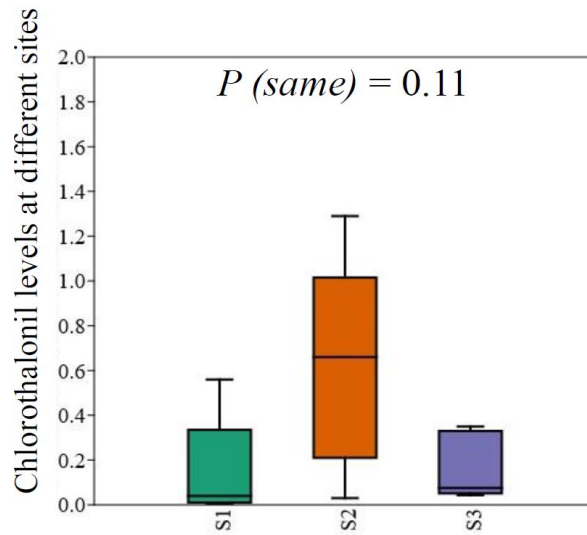


Fig. 8. Content variability in chlorothalonil in sites

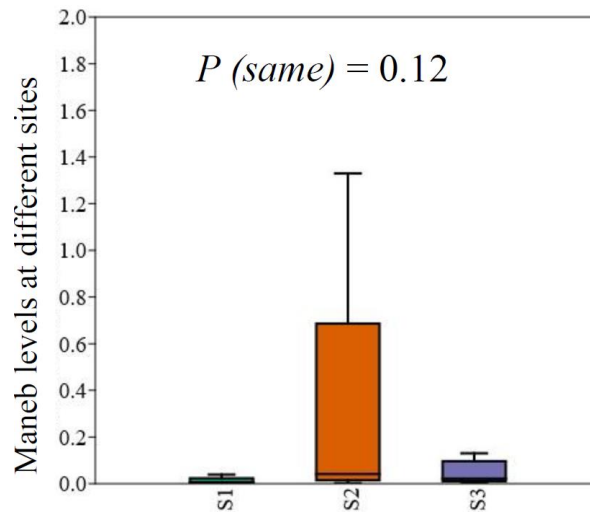


Fig. 9. Content variability in maneb at the sites

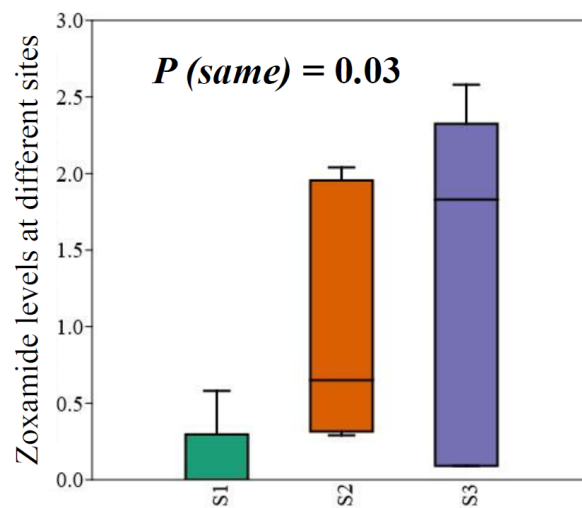


Fig. 10. Content variability in zoxamide in sites

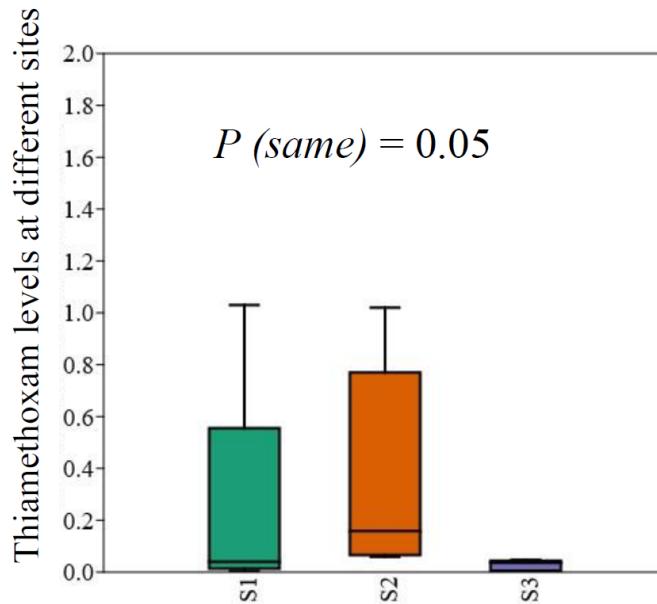


Fig. 11. Content variability in thiamethoxam in sites

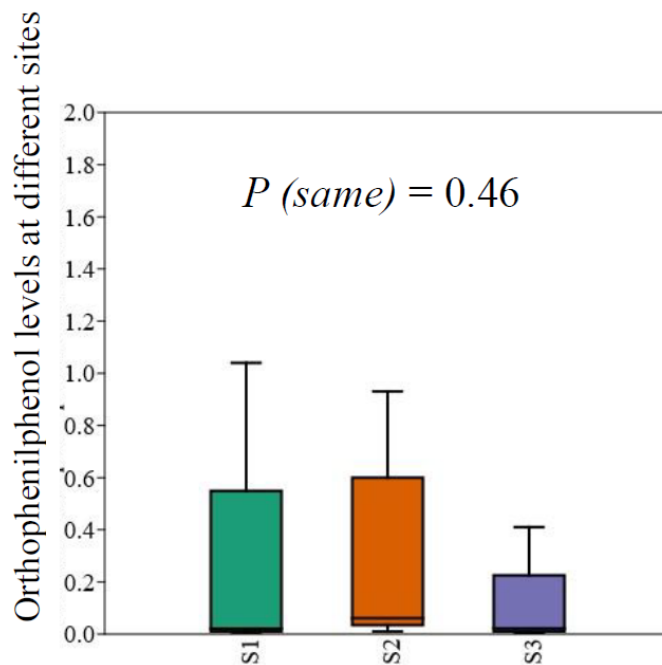


Fig. 12. Content variability in orthophenilphenol at sites

4. CHEMICAL RISKS ASSOCIATED WITH EATING LETTUCE

Chemical risk assessment for lettuce consumption was carried out according to the method described by the *Codex Alimentarius* Commission (FAO/WHO, 1999). There are risks of chronic and acute intoxication with Parathion, Dimethoate, Chlorpyrifos and Spirodiclofen. The risk of chronic poisoning with Parathion is

28%. On the other hand, the risk of acute poisoning is 2%. The risk of chronic poisoning with Dimethoate is 47%. While the risk of acute poisoning is 1%. With Chlorpyrifos, the risk of chronic poisoning is 0.3%. The risk of acute poisoning with Chlorpyrifos is non-existent. Spirodiclofen, on the other hand, presents a risk of chronic and acute poisoning. These risks are 0.22%. The figures below show the curves for the chemical compounds at risk.

Table 4. Comparison of active ingredient levels with MRLs

Active ingredients	Classes	MRL (mg/kg)	No. of acceptable samples (%)	No. of unacceptable samples (%)	References
Parathion	Ia	0,05	9 (60)	6 (40)	(EU, 2018 ; WHO, 2019)
Chlorpyrifos	II	0,05	4 (26,67)	11 (73,33)	
Dimethoate	II	0,3	8 (53,33)	7 (46,67)	
Cypermethrin	II	0,7	11 (73,33)	4 (26,67)	
Cyhalothrin	II	0,5	9 (60)	6 (40)	
Spirodiclofen	III	0,02	3 (20)	12 (80)	
Orthophenilphenol	NC	0,05	15 (100)	0 (0)	
Zoxamide	U	30	8 (53,33)	7 (46,67)	
Thiamethoxam	II	5	15 (100)	0 (0)	
Chlorothalonil	U	0,3	15 (100)	0 (0)	
Maneb	U	5	15 (100)	0 (0)	WHO, 2019
Carbendazim	II	5	8 (53,33)	7 (46,67)	
TOTAL			120 (66,67)	60 (33,33)	

MRL: Maximum Residue Limit; EU: European Union; WHO: World Health Organization; Ia: extremely hazardous; II: moderately hazardous; III: slightly hazardous; U: unlikely to present an acute hazard; NC: Not Classified; mg: milligram; kg: kilogram; No: Number and %: Percentage

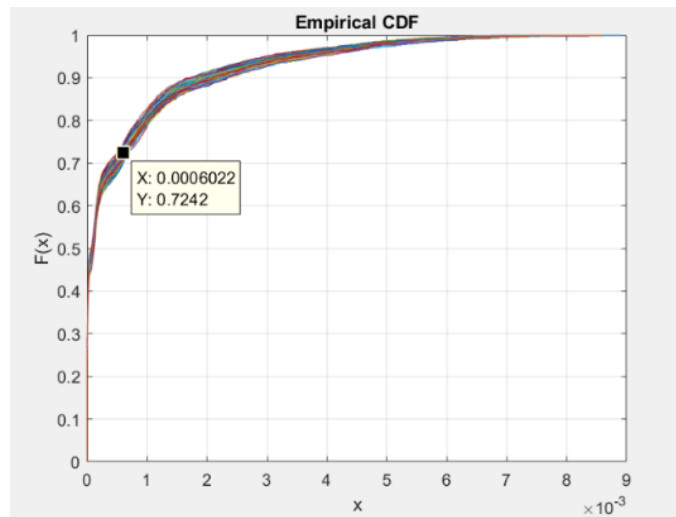


Fig. 13. Risk of chronic poisoning with parathion

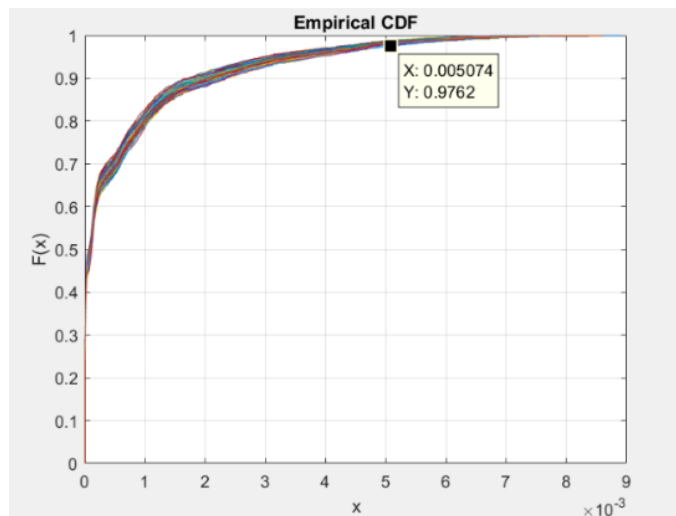


Fig. 14. Risk of acute poisoning with parathion

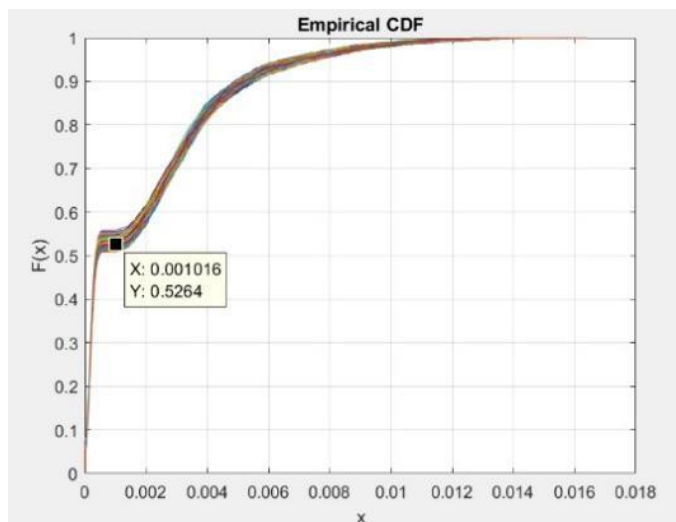


Fig. 15. Risk of chronic poisoning with dimethoate

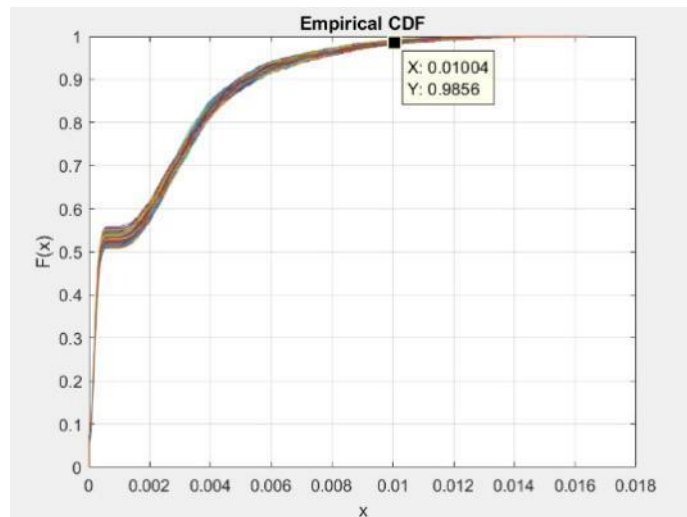


Fig. 16. Risk of acute poisoning with dimethoate

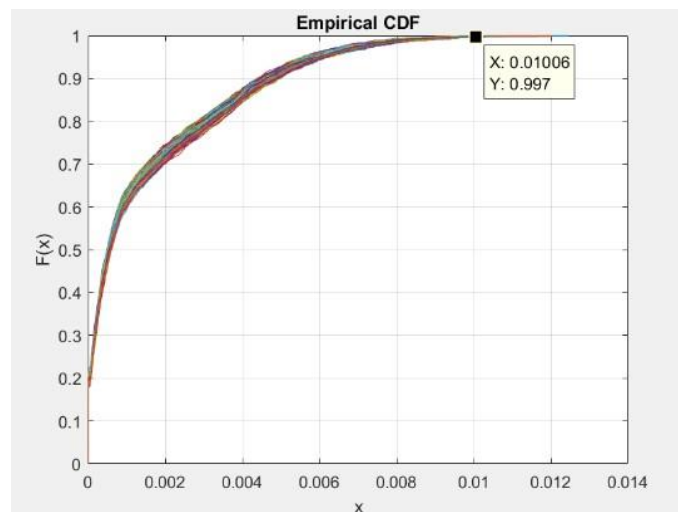


Fig. 17. Risk of chronic poisoning with chlorpyrifos

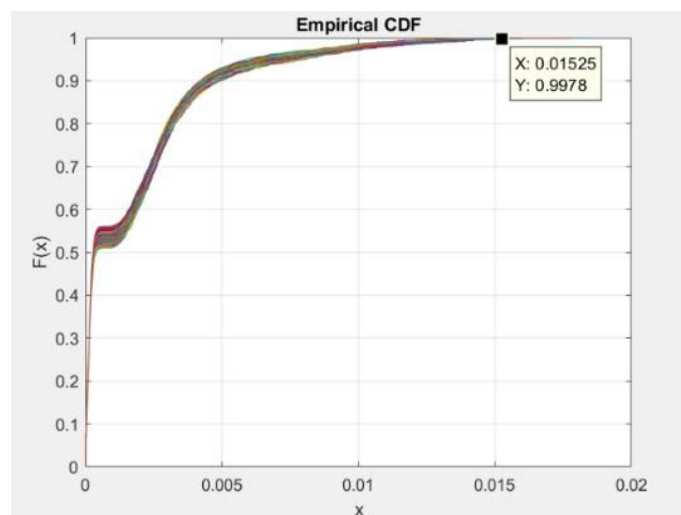


Fig. 18. Risk of chronic poisoning and acute with spiroadiclofen

5. DISCUSSION

Urban agriculture, in particular lettuce production, is undergoing significant development in the city of Yamoussoukro. This activity is practiced by both genders. However, it is dominated by men (55.56%) compared to women (44.44%). The strong presence of men in the market gardening activity has been noted in recent similar studies on market gardening (Alio et al., 2017; Bâ et al., 2018; Kouassi et al., 2024). However, these data differ from those reported by Kouassi et al. (2019). Indeed, in a study carried out in Daloa (Côte d'Ivoire), the authors showed that urban lettuce production is dominated by the female gender in 58.1% of cases versus 41.9% for men. The high involvement of men in this activity could be explained by the unavailability of land. The lower-than-average rate for women could be linked to the arduous nature of the work. Added to this is the fact that women are generally specialized in marketing agricultural crops (N'diaye et al., 2021). But also, by the lack of financing for market gardening activities. The omnipresence of senior citizens, or even retirees, seeking additional income and surely the arduous nature of the work (transplanting and irrigation) mean that the age of the producers surveyed is between 30 and 60 (Bâ et al., 2016). This result differs from the studies by N'diaye et al. (2021) and Boukary et al. (2023) on income distribution and economic growth in sub-Saharan Africa and onion bulb farming practices. Market gardening in Yamoussoukro is mainly practiced by Ivorians (58.97%). Contrary to the studies carried out by Ganacadja et al. (2022), the activity is predominantly carried out by non-nationals, with a rate of 87.87%. The high involvement of Ivorians in market gardening in Yamoussoukro is due to the fact that they are increasingly involved in this activity. The percentage of illiterates (82.91%) obtained in this study is higher than the 70% of illiterates reported by Kouassi et al. (2019). This illiteracy rate can be explained by the fact that market gardening does not necessarily require a high level of education. However, the level of education does have an impact on the mastery of Good Agricultural Practices (GAP).

The growers surveyed (100%) use water from unprotected wells to water their lettuces. These risky practices were reported by Kouassi et al. (2024), who showed in a study that urban growers used well water for irrigation. Poultry droppings and chemical fertilizers are used by respondents (62.39%) as fertilizers in the city of

Yamoussoukro. This result corroborates those found by De Bon et al. (2019) and Yeo et al. (2022) in their various works on agroecological practices and the challenges of vegetable production in Côte d'Ivoire. A rate of 37.61% of urban lettuce growers use a mixture of poultry droppings, cow dung and chemical fertilizer for bed fertilization. Similar inputs were reported in the work of Boukary et al. (2023), who stated that urban growers use organic manure combined with two types of chemical fertilizer (NPK and urea). The use of these fertilizers proves that cultivable soils are becoming increasingly nutrient-poor. All growers (100%) use pesticides. In the work of Boukary et al. (2023), 74% of market gardeners were already using pesticides.

The use of pesticides by market gardeners (100%) in the town of Yamoussoukro is an unavoidable practice. This result is contrary to that found by Oula et al. (2021). Indeed, the authors revealed in their work in Côte d'Ivoire that the inappropriate use of registered or unregistered phytopharmaceutical products is widespread, reaching a rate of 97% among the growers surveyed. This high use of pesticides by market gardeners can be explained by repeated plague attacks on lettuce. At least one pesticide residue was found in all lettuce samples from the different study sites. Relatively similar pesticide active ingredients were detected in lettuces from the city investigated. This similarity indicates uniform pesticide use practices across all study sites. We can therefore notice that growers with the same difficulties exchange information on the same production site. A wide variety of active ingredients were detected in lettuces. These active ingredients belong to several families, including Organophosphates, Pyrethroids, Tetrionic Acids, Carbamates, Organochlorines, Dithiocarbamates, Benzamide, Neonicotinoids and phenols in high concentrations. Despite the similarities observed, pesticide residue levels differ from site to site. Organophosphates were most abundant in lettuce grown in the study town. Our results are in line with those of Saliou et al (2013). Indeed, in a study conducted on the evolution of pesticide residues in consumer horticultural products in Senegal, the authors reported the presence of pesticide residues belonging to the Organophosphorus, Organochlorine, Carbamate and Pyrethroid families. Similarly, Amadou Diop (2013) reported the presence of these pesticide families in fruit and vegetables. Residue analysis of some pesticide chemical families in fruit and

vegetables has also revealed the presence of Organophosphates and Organochlorines (Bounesrag, 2021). Chlorpyrifos and Cypermethrin were also found in fruit and vegetables in a study carried out in Algeria (Samira, 2017; Rahmani, 2019). In contrast with the work of Yao et al. (2016), Lambda cyhalothrin was not detected in lettuces from the study sites. Parathion, an extremely hazardous product (EU, 2018), detected in lettuces from the city of Yamoussoukro was not reported in the work of Kpan et al. (2019). The diversity of active ingredients obtained could be explained by the fact that growers use several types of phytosanitary products to treat lettuce. The different concentrations observed in these pesticide families can be explained by their physicochemical properties. But also by the quantities of active ingredients applied by growers.

Active ingredients declared moderately hazardous (II), slightly hazardous (III) and unlikely to present an acute hazard (U) were reported in our work (EU, 2018; WHO, 2019). These results confirm those reported by Oubellil (2022) in their work on the evaluation and characterization survey of pesticides used in viticulture in Algeria. The active ingredients detected in lettuces from the town of Yamoussoukro sometimes exceed the MRL. The presence of these compounds in lettuces could have negative consequences for human and animal health, as well as for the environment. A rate of 33.33% of samples did not comply with current European Union and WHO standards. In other studies on vegetables, especially lettuce, high rates of non-compliant samples have been reported. This has been noted in studies on lettuce (Narendran et al., 2019; Pang et al., 2020) and other vegetables (Rahman et al., 2021). These high levels of active ingredients can be explained by overdosing of plant protection products by growers. This could expose consumers to the acute, sub-acute and chronic effects associated with these products. Residue levels below MRLs can be explained on the one hand by the length of the period between application and sampling, and on the other by compliance with the manufacturer's instructions prior to product application (Ahmad et al., 2013; Bakirci et al., 2014). In order to obtain good-quality lettuces, the use of pesticides on lettuce crops could be limited.

Chemical risk assessment has shown that there is a risk of chronic and acute poisoning from

parathion, dimethoate, chlorpyrifos and spirodiclofen. In fact, 28% of the population would be exposed to chronic poisoning by parathion and 2% to acute poisoning. On the other hand, 47% of the population would be exposed to chronic intoxication with dimethoate and 1% to acute intoxication. In the case of chlorpyrifos, only 0.3% of the population would be exposed to chronic poisoning. On the other hand, 0.22% of the population would be exposed to chronic and acute intoxication with spirodiclofen. The results obtained from this study corroborate those of Yao et al. (2016). Indeed, the authors showed in their work that lettuce consumers are exposed to the chronic and adverse effects of dimethoate and chlorpyrifos. The adverse effects of these pesticides on human health are manifold. These include digestive, neurological and cardiovascular disorders, peripheral neuropathies and pulmonary complications. But also dermatological, carcinogenic, reproductive and endocrine effects (Thakur et al., 2014).

6. CONCLUSION

The study revealed pesticide contamination of urban-grown lettuce in Yamoussoukro, the political capital of Côte d'Ivoire. It revealed that lettuce is produced by illiterate people at a rate of 82.91%. Pesticide residues were detected in the lettuces. These residues belong to nine (9) pesticide families namely organophosphates, pyrethroids, tetronic acids, carbamates, organochlorines, dithiocarbamates, benzamides, neonicotinoids and phenols. Parathion, an extremely hazardous product, was detected in the lettuces produced. A rate of 33.33% of samples did not comply with current standards. The presence of these compounds in lettuces could have negative consequences for human health and the environment. The risks of chronic and acute poisoning linked to the consumption of lettuces are real in the city of Yamoussoukro. Respecting pre-harvest periods could reduce the harmful effects of pesticides on consumers. The relevant authorities need to make growers aware of the harmful effects of pesticides and train them in good farming practices.

DISCLAIMER (ARTIFICIAL INTELLIGENCE)

Authors hereby declare that NO generative AI technologies such as Large Language Models (ChatGPT, COPILOT, etc) and text-to-image

generators have been used during writing or editing of this manuscript.

COMPETING INTERESTS

Authors have declared that no competing interests exist.

REFERENCES

- AGRA. (2021). Food Market Demand and Competitiveness. West Africa Region Report.
- Ahmad S., Hiroyuki F., Isao W. & Katsuhisa H. (2013). Concentrations of organochlorine pesticides (OCPs) residues in foodstuffs collected from traditional markets in Indonesia. *Chémosphère* volume 90, 1742 - 1750 p.
- Alio S. A., Inoussa M. M., Bakasso Y. & Samna S. O. (2017). Diversity and dynamics of *Salmonella* isolated from lettuce (*Lactuca sativa* L.) in vegetable crops in Niger (West Africa). *Journal of Applied Biosciences*, 119: 11917-11928.
- Amadou D. (2013). Diagnosis of pesticide use practices and quantification in the Niayes area of Dakar (Senegal). Doctoral thesis, 241 p.
- Ba A. & Cantoreggi N. L. (2018). Urban and peri-urban agriculture (AUP) and the economy of agri-urban households in Dakar (Senegal). *Int. J. Environ. Agric. Biotechnol.* 3, 195-207.
- Ba A., Cantoreggi N., Simos J. & Duchemin E. (2016). Health impacts of urban farmers' practices in Dakar (Senegal). *VertigO Rev. Électronique En Sci. L'environnement* 16.
- Bakirci G. T., Dilek B. Y. A., Fatih B. & Semih O. (2014). Pesticide residues in fruits and vegetables from the Aegean region, Turkey. *Food Chemistry* volume 160, 379 - 392 p.
- Boukary H., Rabe M. M., Bori H., Soumaila Abdoulaye A. & Yahaya B. Z. (2023). Practices
- Bounesrag A. (2021). Analysis of residues of some chemical families of pesticides in fruits and vegetables. Dissertation, 66 p. Chemical pesticides and human health: the urgent need for a new concept in agriculture. *Frontiers in public health*, 4, 148.
- Dakuyo R., Konate K., Sama H., Sanou A., Kabore K., Diao M., Dibala C. I. & Dicko M. H. (2020). Assessment of onions contamination by pesticides residues and characterization of market gardeners' cultural practices in the region of Boucle du Mouhoun (Burkina Faso). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 14(9): 3097-3109.
- De Bon H., Fondio L. & Dugué P. (2019). Study to identify and analyze constraints to vegetable production according to the major agro-climatic zones of Côte d'Ivoire.
- Ekra A. M. E., Kwadjo K. E., Loukou K. K. S., Kra K. D., Guessan B. T. K., Atsain R. E. (2023). Evaluation of health and environmental risks related to phytosanitary practices cucurbit growers in southern and central Côte d'Ivoire. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.* 42 (2023) 19-34. EU Pesticides Database - European Commission
- FAO/WHO. (1999). Principles and guidelines for the conduct of microbiological risk assessment. CAC/GL-30 (1999). Rome, Italy, 6 p.
- Ganacadjia C., Mavoungou J. F., Mouketou A., Biroungou C. & Nzengue E. (2022). Analyse de Quelques Caractéristiques de la Filière Maraichage dans Trois Provinces du Gabon. *ESI Preprints*, 55p.
- Kouakou P. A. K. (2019). Determinants Economiques et Impact Social du secteur maraîcher dans la Commune de Boundali. *Agron Africaine N° Spécial* 103-113.
- Kouassi A. G., Kouassi K. C., Ouina T. S. T., & Konate I. (2024). Risks of Salmonellosis Linked to the Consumption of Lettuce Grown on the Outskirts and in Unexploited Intra Urban Areas of the City of Bouaké, Central-Côte d'Ivoire. *J. Adv. Microbiol*, vol. 24, no. 1, pp. 30-38.
- Kouassi K. C., Attien Y. P., Coulibaly B., Diomandé S., Benie C. K. D., Konate I. & Koffi N. R. (2019). Consumption of Traditional Leafy Vegetables (*Amaranthus hybridus*) and Risk of its Microbial Contamination in Daloa Town (Côte d'Ivoire). *Annual Research & Review in Biology*, 33(3): 1-14.
- Kouassi K. C., Kouassi K. A., Yao K. M., Kouassi A. G. & Koffi N. R. (2019). Assessment of the Risk of Microbial contamination of an Urban Crop in the City of Daloa (Côte d'Ivoire): Case of Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Food Research*, Vol 8, 122-132.

- Kpan K. G. K., Yao L. B., Diemeleou C. A., N'guettia R. K., Traore S. K. & Dembele A. (2019). Phytosanitary practices in peri-urban agriculture and pesticide contamination of foodstuffs: the case of market gardeners in Port-Bouët (Abidjan). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 41(1): 6847 - 6863.
- Mambe-Ani P., Ouattara K. N., Elleingand F. E. & Kadjo V. (2019). Assessment of the impact of pesticide use in urban and periurban agriculture in Abidjan, Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 13 (6): 2824-2837.
- Narendaran S., Meyyanathan S., Karri V. V. S. R., Babu B., & Chintamaneni P. (2019). Multivariate response surface methodology assisted modified QuEChERS extraction method for the evaluation of organophosphate pesticides in fruits and vegetables cultivated in Nilgiris, south India. *Food Chemistry*, 300, 125188.
- N'diaye O., Diatta U., Abeudje A., Dramé M., Ndiaye S. & Tidiane Ba C. (2021). Characterization of market gardening perimeters instituted by women's groups as a resilience strategy in a post-conflict zone (Casamance, Senegal). *European Scientific Journal*, ESJ, 17(13), 118.
- Orou S. A., Chirawurah D., Houndji A., Achana F., Aputere N. J., Nkansah B. M., & Martin N. A. (2024). Occurrence of pesticide residues and associated ecological risks assessment in water and sediment from selected dams in northern Ghana. *PLoS ONE* 19(10): e0312273.
- Oubellil Z. Y. (2022). Evaluation and characterization survey of pesticides currently used in viticulture in the wilayas of Boumerdès and Tizi-ouzou. *Dissertation*, 144 p.
- Oula P. Q., Martin T., Fondio L., Koné D., Djézou W. B., Parrot L. (2021). Les déterminants de l'usage inadapté des produits phytomédicaments en maraichage de contre saison en côte d'ivoire. *CIRAD*, 15 p.
- Pang Y., Zang X., Li H., Liu J., Chang Q., Zhang S. & Wang Z. (2020). Solid phase microextraction of organophosphorus pesticides from food samples with a nitrogen doped porous carbon derived from g-C₃N₄ templated MOF as the fiber coating. *Journal of hazardous materials*, 384, 121430.
- Paysannes de Production de Bulbes d'Oignon (*Allium cepa* L.) dans une Zone Périurbaine de Niamey : Cas du Site Maraicher de Kollo. *ESI Preprints*.
- Rahman M., Hoque M. S., Bhowmik S., Ferdousi S., Kabiraz M. P. & van Brakel M. L. (2021). Monitoring of pesticide residues from fish feed, fish and vegetables in Bangladesh by GC- MS using the QuEChERS method. *Heliyon*, 7(3), e06390.
- Rahmani K. (2019). Analysis of pesticide residues on some fruits and vegetables by GC / MS. *Thesis*, 71 p.
- Saliou N., Anastasie M., Moussoukhoye D., Mamadou B. T., Jean R. I. C. & Seydou T. (2013). Étude de l'évolution des résidus de pesticides dans les produits horticoles de grande consommation au Sénégal. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.* 21 & 22 (2013) 31 - 44.
- Samira M., Mohamed L., Sidi M. O., Sihem T., Fahima N. & Ghania O. (2017). Evaluation of pesticide residues in Algerian fruits and vegetables. *Foods Additives Contaminants* volume 10, 91 - 98 p.
- Son D. (2018). Risk analysis of pesticide use and performance measurement of integrated pest management in tomato cultivation in Burkina Faso. *PhD thesis*, Université de Liège, 212 p.
- Soro G., Koffi N. M., Kone B., Kouakou Y. E., M'Bra K. R., Soro P. D. & Soro N. (2018). Use of phytosanitary products in market gardening around the drinking water supply dam in the city of Korhogo (northern Côte d'Ivoire): risks to public health. *Environ. Risque Sante*, 17 (2): 155 - 163.
- Tano B.F., Abo K., Dembélé A. & Fondio L. (2011). Production systems and risky practices in urban agriculture: the case of market gardening in the city of Yamoussoukro, Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 5(6): 2317 2329.
- Thakur D. S., Khot R., Joshi P. P., Pandharipande M. & Nagpure K. (2014). Glyphosate poisoning with acute pulmonary edema. *Toxicology international*. 21(3): 328.
- WHO. (2019). Recommended WHO hazard classification of pesticides and guidelines for classification. 104 p.
- Yao B. L., Kpan K. G. K., Messoum F. G., Dembélé A. & Traoré K. S. (2016). Evaluation of the phytosanitary risk associated with the consumption of lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown in the commune of Port-Bouët (Abidjan). *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.* 4 (3): 23-30.

Yeo K. T., Fondio L. & Kouakou K. L. (2022).
Characterization and diversity of vegetable
production systems in central (Bouaké)

Côte d'Ivoire with a view to agroecological
transition. *J Anim Plant Sci* 52: 9538-
9551.

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of the publisher and/or the editor(s). This publisher and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions or products referred to in the content.

© Copyright (2025): Author(s). The licensee is the journal publisher. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Peer-review history:

The peer review history for this paper can be accessed here:

<https://www.sdiarticle5.com/review-history/129300>

Résumé

La culture urbaine de la laitue en plein centre-ville dans les zones d'étude est en plein essor. La présente étude était consacrée à l'évaluation de la contamination microbiologique de la laitue produite et consommée dans les villes investiguées. Cette activité est pratiquée par les deux genres dans toutes les villes d'étude. L'âge des maraîchers varie entre 30 et 60 ans dans les villes investiguées. La majorité des producteurs de laitue des différentes villes d'étude sont des analphabètes avec un taux moyen de 56,52 %. L'eau de puits non protégé et l'eau de surface sont utilisées par les maraîchers pour l'arrosage des plants. Aussi, les fientes de volaille, les engrais chimiques et un mélange de fiente de volaille, de bouse de vache et d'engrais chimique ont été utilisés par les producteurs pour la fertilisation des planches. Par ailleurs, tous les producteurs (100 %) des villes investiguées utilisent des pesticides. Les analyses microbiologiques effectuées ont donné une prévalence de 67 % de *Salmonella* spp. dans les échantillons de laitue. Par ailleurs, l'évaluation des risques a montré que la probabilité de développer une salmonellose en consommant la laitue est de 6,36 % à 8,4 % ; soit 6.360 à 8.400 cas pour 100.000 habitants. L'évaluation du risque chimique a montré qu'il existe des risques d'intoxication chronique et aiguë avec le parathion, le diméthoate, le chlorpyrifos, le spirodiclofen, la cyperméthrine et le cyhalothrine. Le bon choix de la technique de PCR a fait ressortir les gènes de virulence *aggA* ; *bfpA* ; *east1* ; *lt* ; *st* ; *stx1* ; *stx2* de *E. coli*. Mais aussi, les espèces *S. typhi* et *S. typhimurium*. Les résultats de l'antibiogramme réalisés montrent qu'au moins 50 % des isolats de *E. coli* et 55 % des isolats de *Salmonella* spp. ont résisté à au moins un antibiotique de la famille des Bêtalactamines et aux autres antibiotiques. Des résidus de pesticides ont été détectés dans les laitues. Ces résidus appartiennent à neuf (9) familles de pesticides. Le parathion, un produit extrêmement dangereux a été détecté dans les laitues des zones investiguées. Le taux d'échantillons de laitue acceptables varie de 71,11 % à 79,44 %. Par contre, celui des échantillons non acceptables oscille entre 20,56 % et 28,89 %. Cette étude a également permis d'identifier et de quantifier un nombre important de composés organiques volatils émis par les feuilles de laitue. Il s'agit de l' α - Pinène, le 2 - Phényl éthanol, le P. hydroxy acétophénone, l'heptadécane, l' α - Cadinol, le 3 - méthyl - 2 - butanol, l'alcool benzylique et le benzaldéhyde.

Mots clés : Culture urbaine de laitue, contamination microbienne, résidus de pesticides, *Lactuca sativa*.

Abstract

Urban lettuce cultivation in the city center in the study areas is a reality. This study was devoted to the assessment of microbiological contamination of lettuce produced and consumed in the investigated cities. This activity is practiced by both genders in all the study cities. The age of market gardeners varies between 30 and 60 years in the investigated cities. The majority of lettuce producers in the different study cities are illiterate with an average rate of 56.52%. Unprotected well water and surface water are used by market gardeners for watering the plants. Also, poultry droppings, chemical fertilizers and a mixture of poultry droppings, cow dung and chemical fertilizer were used by producers for fertilizing the beds. In addition, all producers (100%) in the investigated cities use pesticides. The microbiological analyses carried out gave a prevalence of at least 67% of *Salmonella* spp. in the lettuce samples. Furthermore, the risk assessment showed that the probability of developing salmonellosis by consuming lettuce is 6.36% to 8.4%; or 6,360 to 8,400 cases per 100,000 inhabitants. The chemical risk assessment showed that there are risks of chronic and acute poisoning with parathion, dimethoate, chlorpyrifos, spirodiclofen, cypermethrin and cyhalothrin. The good choice of the PCR technique highlighted the virulence genes *aggA*; *bfpA*; *east1*; *lt*; *st*; *stx1*; *stx2* of *E. coli*. But also the species *S. typhi* and *S. typhimurium*. The results of the antibiogram carried out show that at least 50% of *E. coli* isolates and 55% of *Salmonella* spp. isolates were resistant to at least one antibiotic from the beta-lactam family and other antibiotics. Pesticide residues were detected in lettuce. These residues belong to nine (9) pesticide families. Parathion, an extremely dangerous product, was detected in lettuce from the investigated areas. The rate of acceptable lettuce samples varies from 71.11% to 79.44%. On the other hand, the rate of unacceptable samples varies between 20.56% and 28.89%. This study also made it possible to identify and quantify a significant number of VOCs emitted by lettuce leaves. These are α -pinene, 2-phenyl ethanol, P. hydroxy acetophenone, heptadecane, α -cadinol, 3-methyl-2-butanol, benzyl alcohol and benzaldehyde.

Key words : Urban culture, microbial contamination, pesticide residues, *Lactuca sativa*.