



UNIVERSITE
JEAN LOROUGNON GUEDE
UFR AGROFORESTERIE

REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE

Union–Discipline–Travail

Ministère de l'Enseignement Supérieur et
de la Recherche Scientifique

ANNEE : 2024-2025

N° D'ORDRE : 147

CANDIDAT

Nom : OUATTARA

Prénom : LASSINAN

**Soutenue publiquement
le 24 Juillet 2025**

THESE DE DOCTORAT

Mention : Agriculture et Foresterie Tropicale

Spécialité : Biochimie - Nutrition

**État nutritionnel, qualité nutritive et sanitaire des
aliments consommés par les populations du Haut-
-Sassandra (Centre-Ouest, Côte d'Ivoire)**

JURY

Président : M. BOYE Mambé Auguste Denise, Professeur
Titulaire, Université Jean Lorougnon GUÉDÉ

Directeur : M. BEUGRE Grah Avit Maxwell, Professeur Titulaire,
Université Jean Lorougnon GUÉDÉ

Rapporteur : Mme. AGBO Adouko Edith Chiakoun, Maître de
Conférences, Université Nangui ABROGOUA

Examineurs : M. NIABA Koffi Pierre Valery, Maître de
Conférences, Université Jean Lorougnon GUÉDÉ
M. KOUASSI Kouakou Nerstor, Professeur Titulaire,
Université Nangui ABROGOUA

TABLE DES MATIERES

	Pages
TABLE DES MATIERES	i
DEDICACE	vii
REMERCIEMENTS	viii
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS	ix
LISTE DES TABLEAUX	xi
LISTE DES FIGURES.....	xiii
LISTE DES ANNEXES.....	xiv
INTRODUCTION.....	1
PREMIERE PARTIE : GÉNÉRALITÉS	6
1. Généralités sur l'alimentation.....	7
1.1. Secteur agricole et agro-alimentaire en Côte d'Ivoire.....	8
1.2. Industrie alimentaire en Côte d'Ivoire	10
1.3. Consommation alimentaire en Côte d'Ivoire	11
1.4. Systèmes alimentaires en Côte d'Ivoire.....	11
1.5. Production et commerce agricole en Côte d'Ivoire.....	13
2. Généralités sur la nutrition.....	15
2.1. Définition de la nutrition.....	15
2.2. Importance de l'état nutritionnel pour la santé publique en Côte d'Ivoire.....	15
2.3. Indicateurs de l'état nutritionnel	16
2.4. Recueil d'informations sur les habitudes alimentaires	19
3. Critères de qualité nutritionnelle des aliments.....	20
3.1. Macronutriments.....	21
3.2. Micronutriments	22
3.3. Antioxydants végétaux apportés par l'alimentation.....	23
3.3.1. Caroténoïdes.....	23
3.3.2. Composés phénoliques.....	23
3.3.3. Oligo-éléments.....	24
3.3.4. Fibres.....	24
3.3.5. Alcaloïdes.....	25
3.4. Diversité alimentaire.....	26
4. Qualité sanitaire des aliments.....	27
4.1. Microorganismes et contaminants bactériens alimentaires	27

4.2. Mycotoxines et moisissures productrices associées retrouvées en alimentation.....	28
4.3. Résidus de pesticides.....	30
4.3.1. Utilisation des pesticides.....	30
4.3.2. Classification des pesticides.....	30
4.3.3. Effets des pesticides.....	32
4.3.4. Impact potentiel sur la santé humaine.....	32
4.3.5. Règlementation des pesticides en Côte d'Ivoire.....	33
4.4. Métaux lourds.....	34
5. Problématiques nutritionnelles en Afrique de l'Ouest.....	34
5.1. Sous-nutrition en Afrique de l'Ouest.....	35
5.1.1. Principaux indicateurs et tendances.....	35
5.1.2. Causes de la sous-nutrition	34
5.1.3. Réponses et interventions	35
5.2. Surnutrition en Afrique de l'Ouest.....	36
5.2.1. Principaux indicateurs et tendances.....	36
5.2.2. Causes de la sur-nutrition	37
5.2.3. Réponses et interventions	37
5.3. Double fardeau de la malnutrition	37
6. Problématiques nutritionnelles en Côte d'Ivoire.....	38
6.1. Malnutrition en Côte d'Ivoire.....	39
6.2. Double fardeau de la malnutrition : sous-nutrition et surnutrition.....	39
6.2.1. Sous-nutrition en Côte d'Ivoire.....	39
6.2.1.1. Principaux indicateurs et tendances	39
6.2.1.2. Causes de la sous-nutrition	41
6.2.1.3. Réponses et interventions	41
6.2.2. Sur-nutrition en Côte d'Ivoire.....	42
6.2.2.1. Principaux indicateurs et tendances	42
6.2.2.2. Causes de la sur-nutrition	42
6.2.2.3. Réponses et interventions.....	43
7. Malnutrition dans la région du Haut-Sassandra.....	43
7.1. Sous-nutrition dans la région du Haut-Sassandra.....	44
7.1.1. Principaux indicateurs et tendances	44
7.1.2. Causes de la sous-nutrition dans la région du Haut-Sassandra	44
7.1.3. Interventions en réponse à la sous-nutrition.....	45

7.2. Sur-nutrition dans la région du Haut-Sassandra.....	46
7.2.1. Principaux indicateurs et tendances.....	46
7.2.2. Causes de la sur-nutrition dans le Haut-Sassandra	47
7.2.3. Réponses et interventions à la sur-nutrition.....	48
7.3. Double fardeau de la malnutrition dans le Haut-Sassandra.....	49
8. Présentation de la région du Haut-Sassandra	50
DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET METHODES.....	55
1. Type et période d'étude	56
2. Population cible.....	56
3. Matériel d'étude.....	56
3.1. Matériel biologique.....	56
3.2. Matériel technique pour l'enquête.....	57
3.3. Matériel de laboratoire.....	57
4. Approche méthodologique.....	58
4.1. Collecte de données sur l'état nutritionnel de la population du Haut-Sassandra	58
4.2. Enquête de consommation alimentaire.....	60
4.3. Taille de l'échantillon pour l'évaluation de la consommation alimentaire.....	60
4.4. Evaluation de la consommation alimentaire.....	60
4.5. Echantillonnage des aliments consommés.....	61
4.6. Production de farines à partir d'aliments de base consommés.....	62
4.7. Caractérisation physicochimique et nutritive des aliments consommés.....	62
4.7.1. Méthodes d'analyses physico-chimiques.....	62
4.7.1.1. Détermination de la matière sèche des aliments	62
4.7.1.2. Détermination de la teneur en matière grasse des aliments.....	63
4.7.1.3. Détermination du taux de cendre des aliments	63
4.7.1.4. Dosage des fibres brutes des aliments	64
4.7.1.5. Détermination des teneurs en protéines des aliments	64
4.7.1.6. Détermination de la teneur en glucides.....	65
4.7.1.7. Détermination de la valeur énergétique	66
4.7.1.8. Détermination du potentiel d'hydrogène (pH) des aliments.....	66
4.7.1.9. Détermination de l'acidité titrable des aliments.....	66
4.7.2. Dosage des minéraux essentiels des aliments.....	67
4.7.3. Détermination de la teneur en sucres totaux des aliments.....	68
4.8. Caractéristiques sanitaires des aliments de base consommés.....	69

4.8.1. Méthodes d'analyses microbiologiques.....	69
4.8.2. Analyse des moisissures contaminant les aliments consommés.....	70
4.8.2.1. Méthode du Buvard modifiée pour l'isolement de la flore fongique des aliments	70
4.8.2.2. Purification des souches fongiques et isolement sur milieu PDA.....	71
4.8.2.3. Identification des isolats fongiques des échantillons d'aliments consommés.....	71
4.9. Analyses mycotoxiques.....	72
4.10. Dosage des vitamines par chromatographie en phase liquide à haute performance	74
4.11. Caractéristiques phytochimique des aliments de base consommés.....	75
4.11.1. Alcaloïdes	75
4.11.2. Dosage des flavonoïdes totaux	75
4.11.3. Dosage des polyphénols totaux	76
4.11.4. Activité antioxydante des aliments de base consommés	76
4.12. Détermination des résidus de pesticides	77
5. Analyses statistiques des données.....	77
 TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION.....	78
Chapitre 1 : Evaluation nutritionnel.....	79
1.1. Caractéristiques sociodémographiques des populations cibles	79
1.1.1. Tranche d'âge des populations cibles	86
1.1.2. Représentation des population cibles selon le statut nutritionnel	80
1.2. État nutritionnel et les troubles associés.....	80
1.2.1. Malnutrition Aiguë Sévère Sans Complication (MASSC).....	81
1.2.2. Malnutrition Aiguë Sévère Avec Complication (MASAC).....	82
1.2.3. Malnutrition Aiguë Modérée (MAM).....	83
1.2.4. Surpoids.....	84
1.2.5. Obésité.....	85
1.2.6. Retard de Croissance (RC).....	86
1.3. Discussion.....	87
Conclusion partielle.....	88
 Chapitre 2 : Consommation alimentaire des ménages enquêtés.....	90
2.1. Enquête nutritionnelle.....	90
2.2. Consommation alimentaire.....	91
2.2.1. Céréales et tubercules.....	91
2.2.2. Légumineuses, fruits et légumes.....	92

2.2.3. Protéines animales et huiles.....	92
2.3. Score de Consommation Alimentaire (SCA).....	94
2.4. Discussion.....	95
Conclusion partielle.....	97
Chapitre 3 : Caractéristiques physicochimiques et nutritives des aliments de base consommés dans quatre départements de la région du Haut-Sassandra.....	
3.1. Teneurs en humidité des aliments de base consommés.....	98
3.2. Teneurs en matières sèches des aliments de base consommés.....	99
3.3. Teneurs en matière grasse (lipides) des aliments de base consommés.....	99
3.4. Taux de cendre des aliments consommés.....	100
3.5. Teneurs en fibres d'aliments de base consommés.....	100
3.6. Teneurs en protéines d'aliment de base consommé.....	101
3.7. Teneurs en glucides d'aliment de base consommé.....	101
3.8. Apport énergétique des aliments de base consommé.....	102
3.9. Potentiel d'hydrogène (pH) des aliments de base consommés.....	102
3.10. Acidité titrable d'aliment de base consommé.....	103
3.11. Teneurs en sucres totaux des aliments de base consommés.....	104
3.12. Screening phytochimique des aliments de base consommés.....	105
3.12.1. Flavonoïdes.....	105
3.12.2. Polyphénols.....	105
3.12.3. Tanins.....	105
3.13. Activité antioxydante des aliments de base consommés.....	106
3.14. Teneurs en éléments traces dans les aliments de base consommés.....	110
3.15. Teneurs en vitamines dans les aliments de base consommés.....	117
3.16. Discussion.....	120
Conclusion partielle.....	124
Chapitre 4 : Qualité sanitaire des aliments étudiés.....	
4.1. Caractéristiques sanitaires des aliments étudiés	125
4.2. Occurrence des aflatoxines dans les aliments selon la zone d'étude.....	128
4.3. Teneur en alcaloïdes dans les aliments étudiés	129
4.4. Liste des pesticides trouvés dans les aliments étudiés	130
4.5. Discussion.....	133
Conclusion partielle.....	136

CONCLUSION GENERALE.....	137
REFERENCES.....	142
ANNEXES.....	xv
PUBLICATIONS.....	xlv

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail :

À mon défunt père, **OUATTARA Yefongohiri**,

À ma mère, **COULIBALY Mité**,

À mes frères, **OUATTARA Ouandan** et **OUATTARA Djomotchien**,

À mon tuteur, **OUATTARA Bamory**.

REMERCIEMENTS

Cette thèse n'aurait pu voir le jour sans l'aide précieuse de nombreuses personnes que je tiens à remercier chaleureusement.

Je souhaite tout d'abord exprimer ma profonde gratitude à Madame ADOHI Krou Viviane, Professeur Titulaire, Présidente de l'Université Jean Lorougnon GUÉDÉ, pour son dévouement à la gestion de cette institution qu'elle dirige avec compétence et vision.

Je remercie sincèrement Monsieur SORO Dognimeton, Professeur Titulaire et Vice-président chargé de la Pédagogie de l'Université Jean Lorougnon GUÉDÉ, pour son engagement constant au service de l'Université, et pour son soutien indéfectible tout au long de mon parcours.

Un grand merci à Monsieur KONE Issiaka, Professeur Titulaire et Vice-président chargé de la Planification, de la Programmation et des Relations Extérieures, pour son implication constante dans le bien-être des étudiants et son soutien à ma recherche.

Je tiens à remercier Monsieur KOUASSI Kouassi Clément, Maître de Conférences et Directeur de l'Unité de Formation et de Recherche (UFR) Agroforesterie, pour ses enseignements enrichissants, sa disponibilité et son implication dans la gestion de notre formation.

Je remercie tout particulièrement Monsieur BEUGRE Grah Avit Maxwell, Professeur Titulaire à l'Université Jean Lorougnon GUÉDÉ et Directeur scientifique de ce travail. Sa rigueur, son exigence, mais aussi sa bienveillance, ont été d'une grande aide tout au long de cette thèse. Nos échanges fructueux et ses conseils avisés m'ont permis de mener ce travail à bien, et je lui suis profondément reconnaissant pour son soutien constant et sa patience.

Je réitère ma gratitude à l'ensemble du corps enseignant de l'Université Jean Lorougnon GUÉDÉ et en particulier celui de l'unité pédagogique de Biochimie-microbiologie, pour leur contribution, leur conseil et leur assistance qui m'ont permis de mener à bien mes travaux.

Je tiens particulièrement à exprimer ma gratitude, au Président du jury, Monsieur BOYE Mambé Auguste Denise, Professeur Titulaire à l'Université Jean Lorougnon GUÉDÉ ; aux membres du jury : Monsieur NIABA Koffi Pierre Valery, Maître de Conférences à l'Université Jean Lorougnon GUÉDÉ ; Monsieur KOUASSI Kouakou Nerstor, Professeur Titulaire à l'Université Nangui ABROGOUA et Madame AGBO Adouko Edith Chiakoun, Maître de Conférences à l'Université Nangui ABROGOUA, pour avoir accepté d'évaluer la qualité de ce travail.

Je tiens à adresser mes sincères remerciements à Monsieur KOUASSI Louis N'guessan, Chef du Service de Suivi Nutritionnel au Centre de Santé Régional de Daloa, pour son accueil.

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

A.O.A.C	Association of Official Analytical Chemists
CICR	Comité International de la Croix Rouge
CILSS	Comité permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel
Cirad	Centre de coopération international en recherche agronomique pour le développement
CNRA	Centre National de la Recherche Agronomique
DSRP	Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté
EDS-CI	Enquête Démographique et de Santé en Côte d’Ivoire
EDS-MICS	Enquête Démographique et de Santé en Enquête à grappes à Indicateurs Multiples
ENMCI	Enquête Nutrition Mortalité en Côte d’Ivoire
ESPC	Etablissement Sanitaire de Premier Contact
FAO	Food and Agriculture Organization
FCFA	Franc de la Communauté Financière Africaine
IAM	Insécurité Alimentaire Modérée
IAS	Insécurité Alimentaire Sévère
ICF	International Compiler Food
IMC	Indice de Masse Corporelle
INS	Institut National de la Statistique
MAG	Malnutrition Aiguë Globale
MICS	Multiple Indicators Cluster Survey (Enquête à grappes à Indicateurs Multiples)
MINAGRI	Ministère en charge de l’Agriculture
MINADER	Ministère de l’Agriculture et du développement rural de Côte d’Ivoire
MSHP	Ministère de la Santé et de l’Hygiène Publique
NCHS	National Center for Health and Statistics
OEV	Orphelins et Enfants Vulnérables
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONU	Organisation des Nations Unies
PAM	Programme Alimentaire Mondial
PIPAF	Projet Ivoirien pour la Promotion des Aliments Fortifiés
PND	Plan National de Développement
PNDS	Plan National de Développement Sanitaire
PNMN	Plan National Multisectoriel de Nutrition

PTAAO	Programme de Transformation de l’Agriculture en Afrique de l’Ouest
PVVIH	Personne Vivant avec le VIH
RCI	République de Côte d'Ivoire
RGPH	Recensement Général de la Population et de l’Habitat
SMART	Standardized Monitoring Assessment of Relief and Transitions
UFR	Unité de Formation et de Recherche
PNN	Programme National de Nutrition
SCA	Score de Consommation Alimentaire
UNICEF	Fonds des Nations Unies pour l’Enfance
UE	Union européenne

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Principales cultures de rente en Côte d'Ivoire de 2020 à 2024 en tonne	9
Tableau II : Productions des cultures vivrières en Côte d'Ivoire de 2020 à 2024.....	10
Tableau III : Classification de la malnutrition avec l'IMC selon l'OMS.....	17
Tableau IV : Classification de l'OMS de la prévalence des différents types de malnutrition....	18
Tableau V : Seuils utilisés pour la définition de la malnutrition aiguë selon le PB.....	19
Tableau VI : Mycotoxines et moisissures productrices associées retrouvées en alimentation	29
Tableau VII : Population de la région du Haut-Sassandra	51
Tableau VIII : Infrastructures sanitaires de la région du Haut-Sassandra	52
Tableau IX : Agriculture dans la région du Haut-Sassandra	53
Tableau X : Ressources animales dans la région du Haut-Sassandra	54
Ta Tableau XI : Evaluation de l'état nutritionnel de la population du Haut-Sassandra.....	59
Tableau XII : Répartition de l'échantillon selon la tranche d'âge	79
Tableau XIII : Représentation des population cibles selon le statut nutritionnel	80
Tableau XIV : Répartition de la population par groupe d'âge et statut en MASSC	81
Tableau XV : Répartition de la population par groupe d'âge et statut en MASAC.....	82
Tableau XVI : Répartition de la population par groupe d'âge et statut en MAM.....	83
Tableau XVII : Répartition de la population par groupe d'âge et statut en surpoids.....	84
Tableau XVIII : Répartition de la population par groupe d'âge et statut en obésité.....	85
Tableau XIX : Répartition de la population par groupe d'âge et statut en retard de croissance.....	86
Tableau XX : Catégorie d'aliments consommés par les ménages	93
Tableau XXI : Types d'aliments consommés par les ménages	93
Tableau XXII : Interprétation du score de consommation alimentaire des ménages	94
Tableau XXIII : Taux d'humidité (%) d'aliments de base consommés	98
Tableau XXIV : Teneurs matière sèche (%) d'aliments de base consommés	99

Tableau XXV : Teneurs en lipides (%) d'aliments de base consommés	99
Tableau XXVI : Taux de cendre (%) d'aliments de base consommés	100
Tableau XXVII : Teneurs en fibres d'aliments de base consommés	100
Tableau XXVIII : Teneurs en protéines (%) d'aliments de base consommés	101
Tableau XXIX : Teneurs en glucides d'aliments de base consommés	101
Tableau XXX : Valeur énergétique (kcal) des aliments de base consommés	102
Tableau XXXI : Profil de concentrations d'éléments traces des échantillons de riz	103
Tableau XXXII : Acidité titrable (mEq/100g) d'aliments de base consommés	103
Tableau XXXIII : Teneurs en sucres totaux (mg/g) des aliments de base consommés.....	104
Tableau XXXIV : Teneurs en flavonoïdes totaux d'aliments de base consommés.....	105
Tableau XXXV: Teneurs en polyphenols totaux d'aliments de base consommés.....	106
Tableau XXXVI : Teneurs en tanins (mg EAT/g MS) des aliments de base consommés.....	106
Tableau XXXVI I: Profil de concentrations d'éléments traces des échantillons de maïs.....	110
Tableau XXXVIII : Profil de concentrations d'éléments traces des échantillons de manioc	113
Tableau XXXIX : Profil de concentrations d'éléments traces des échantillons de riz	115
Tableau XL : Teneurs en vitamines du riz des lieux d'étude.....	118
Tableau XLI : Teneurs en vitamines du manioc des lieux d'étude.....	119
Tableau XLII : Teneurs en vitamines du maïs des lieux d'étude.....	120
Tableau XLIII : Résultats de l'analyse microbiologie des aliments de base consommés....	125
Tableau XLIV : Teneur en aflatoxine totales (µg/kg) des aliments de base consommés...128	
Tableau XLV : Teneur en alcaloïdes (mg/100g) des aliments de base consommés.....	129
Tableau XLVI : Teneurs en matières actives des pesticides trouvés dans le riz.....	130
Tableau XLVII : Teneurs en matières actives des pesticides trouvés dans le manioc.....	131
Tableau XLVIII : Teneurs en matières actives des pesticides trouvés dans le maïs.....	132

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Représentation analytique des systèmes alimentaires en Côte d'Ivoire	13
Figure 2 : Cartographie des productions agricoles selon les agropôles en Côte d'Ivoire	14
Figure 3 : Bandelettes de Shakir « MUAC »	19
Figure 6 : Fréquence de la consommation alimentaire des ménages.....	90
Figure 7 : Consommation des céréales	91
Figure 8 : Consommation des légumineuses.....	91
Figure 9 : Consommation des racines et tubercules.....	91
Figure 10: Activité antioxydante des échantillons de riz par DPPH	107
Figure 11: Activité antioxydante des échantillons de riz par ABTS.....	107
Figure 12: Activité antioxydante d'échantillons manioc par DPPH.....	108
Figure 13: Activité antioxydante d'échantillons manioc par ABTS.....	108
Figure 14: Activité antioxydante d'échantillons de maïs par DPPH.....	109
Figure 15: Activité antioxydante d'échantillons de maïs par ABTS.....	109

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Aliments utilisés.....	xvi
Annexe 2 : Poudre de grain.....	xvii
Annexe 3 : Questionnaire d'enquête.....	xix
Annexe 4 : Calcul de score de consommation alimentaire.....	xxiii
Annexe 5 : Détermination des résidus de pesticides (NF EN 15662 :2009).....	xxiv
Annexe 6 : Extraction des aflatoxines par CLHP.....	xxvii
Annexe 7 : Détermination des indices nutritionnels.....	xxviii
Annexe 8 : Notions de base en nutrition.....	xxxiv
Annexe 9 : Listes des productions scientifiques.....	xl
Annexe 10 : Titres et documents administratifs.....	xli

INTRODUCTION

L'histoire de l'alimentation des sociétés est jalonnée par des évolutions successives pour s'adapter aux changements de l'environnement et des modes de vie tout en assurant la satisfaction des besoins physiologiques des individus et une vie en relative bonne santé au quotidien (OMS, 2018 c).

Ainsi, l'alimentation et les modes de vie des individus jouent un rôle important en matière de santé publique. Toutefois, ces choix alimentaires et modes de vie peuvent également être à l'origine de maladies chroniques, telles que celles associées à la malnutrition, une problématique reconnue par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS, 2016).

L'alimentation et les habitudes alimentaires sont des facteurs de risque importants en termes de santé et de développement de maladies (OMS, 2014). Le recours à une alimentation et à des habitudes alimentaires saines, tout au long de la vie, représente ainsi un facteur protecteur majeur contre le développement de maladies non transmissibles, telles que le diabète, les maladies cardiovasculaires et le cancer (OMS, 2019b). De telles maladies ont un impact important sur l'état nutritionnel et la durée de vie de la population. En effet, plus de quarante (40) nutriments contenus dans les aliments consommés par la population sont essentiels à la santé (FAO, 2003). Toutefois, le statut nutritionnel est le résultat d'une multitude de facteurs allant des comportements individuels aux dynamiques familiales et communautaires, en passant par des dimensions économiques, sociales et politiques.

Les interventions efficaces nécessitent donc une coordination entre différents secteurs tels que la santé, l'éducation, l'agriculture, et les politiques sociales, pour s'attaquer aux causes profondes de la malnutrition. Ceci permet d'agir de manière synergique à tous les niveaux de la chaîne de causalité, et d'apporter des solutions durables et intégrées pour améliorer la nutrition et la santé publique. Ces principes sont intégrés dans les programmes du Plan National Multisectoriel de Nutrition 2016 – 2020 (PNMN, 2017).

En Côte d'Ivoire, la lutte contre les maladies non transmissibles (MNT) est un défi majeur, surtout en raison de la rareté des financements. Pourtant, le pays a mis en place plusieurs programmes verticaux et établi des points focaux de lutte contre les MNT sur tout le territoire pour améliorer la coordination et l'efficacité des efforts (RCI, 2023). Par ailleurs, en 2018, selon la FAO, 821 millions de personnes souffraient d'insécurité alimentaire chronique, ce qui représente environ une personne sur neuf dans le monde. De plus, plus de 38 millions d'enfants de moins de cinq ans étaient en surpoids (FAO, 2018). En outre l'insécurité alimentaire reste

une préoccupation majeure. Une évaluation de la sécurité alimentaire en Côte d'Ivoire réalisée en juillet 2011 montre qu'environ 29,3% des ménages ruraux enquêtés dans les dix pôles de développement sont en insécurité alimentaire dont 6,9% en insécurité sévère et 22,4% en insécurité alimentaire modérée (EDS-CI, 2012).

En ce qui concerne, la Côte d'Ivoire, elle connaît le problème du double fardeau de la malnutrition marquée par la sous nutrition (retard de croissance, malnutrition aiguë, insuffisance pondérale et carences en micronutriments) et l'émergence de la surnutrition (surpoids et obésité) (EDS-CI, 2015). Par conséquent, la malnutrition joue un rôle direct ou indirect dans la forte mortalité infantile en Côte d'Ivoire. Elle représente près de 52 décès pour 1000 naissances vivantes (EDS, 2021).

La malnutrition a également des conséquences sur les résultats scolaires, et elle serait à l'origine de pertes économiques importantes en raison de la baisse significative des capacités d'apprentissage chez les enfants (UNICEF, 2013). La malnutrition ralentit aussi la croissance économique et accroît la pauvreté. Elle engendre des pertes directes de productivité en raison du mauvais état physique, des pertes indirectes dues à la mauvaise fonction cognitive et aux déficits de scolarisation, ainsi que des pertes résultant de l'augmentation des coûts des soins de santé (PNN, 2017). En Côte d'Ivoire, les coûts économiques de la malnutrition sont alarmants. Plus de 10% des pertes de productivité chez les particuliers sont attribuées à la malnutrition, et entre 2 à 3% du PIB y est lié (Banque Mondiale, 2006).

Une étude conduite en 2017 sur l'état nutritionnel des enfants de 6-59 mois et la qualité nutritive des aliments de compléments proposés dans la région du Haut Sassandra a révélé que les habitants de cette région souffraient de nombreuses maladies liées à l'alimentation (Ouattara, 2017). En effet, les enfants étaient affectés par la malnutrition protéino-énergétique, incluant la malnutrition aiguë, la malnutrition chronique et l'insuffisance pondérale. Pendant ce temps, les adultes souffraient d'obésité, de diabète et d'hypertension. La situation est donc complexe et multidimensionnelle, nécessitant des interventions adaptées pour chaque groupe d'âge et une approche globale pour améliorer l'état nutritionnel de la population dans la région.

En 2017, des décès quotidiens étaient observés au service diabétique du Centre Hospitalier Régional de Daloa. Dans la région du Haut Sassandra, quatre facteurs jouent un rôle essentiel dans l'épidémiologie des maladies : la qualité des aliments consommés, la mauvaise alimentation, le manque de connaissances en nutrition, et les pratiques alimentaires. Ces aspects

sont essentiels pour la santé publique et requièrent une attention particulière pour améliorer la situation sanitaire. Face à ces défis, il est important de s'interroger sur la connaissance de l'état nutritionnel et de la qualité nutritive des aliments consommés ainsi que leur impact sur la santé de la population dans la région du Haut Sassandra. En effet, les données concernant l'étude de 2017 dans la région ont révélé que la malnutrition aiguë touche 44,34 % des enfants de 6 à 59 mois reçus au service diététique du CHR de Daloa et 31,13 % souffraient de formes sévères. Des enfants de 6 à 59 mois souffraient d'un retard de croissance dont 38,68 % de forme sévère et 56,60 % des enfants de 6 à 59 mois souffrent d'insuffisance pondérale (Ouattara, 2017). Une étude explore la prévalence de l'insuffisance pondérale de 15 à 20 % dans les régions rurales du Haut-Sassandra. Cette étude met en lumière les déficiences alimentaires, la faible consommation de nutriments essentiels, et l'accès limité aux soins de santé primaires comme facteurs déterminants de cette malnutrition (Soro, 2019).

Cependant, des formulations de farines proposées ont été acceptées comme aliments de complément permettant de lutter contre la malnutrition infantile dans la région car elles avaient des teneurs en minéraux (calcium, fer et zinc) qui sont conformes aux normes pour les farines infantiles. En effet, ces formulations étaient hautement digestibles. Cependant, pour utiliser ces formulations de farines proposées comme des aliments de lutte contre la malnutrition, il faudrait nécessairement les compléter avec des fruits et légumes locaux disponibles dans la région et riches en vitamines et autres minéraux. Ces études antérieures étaient limitées aux enfants sans tenir compte des maladies liées à l'alimentation qui affectent la population entière incluant les enfants et les adultes (Ouattara, 2017).

Ainsi, l'évaluation de l'état nutritionnel de la population du Haut Sassandra et l'analyse de la qualité nutritive des aliments consommés permettront d'identifier les problèmes de santé ou de nutrition spécifiques à cette population. Cela facilitera l'élaboration de programmes efficaces pour lutter contre la malnutrition. Cette étude revêt une importance capitale pour le Haut Sassandra, mais également pour la Côte d'Ivoire toute entière.

L'étude s'inscrit dans le cadre de l'examen stratégique « Faim Zéro » et du plan gouvernemental visant à éliminer la faim et la malnutrition en Côte d'Ivoire d'ici 2030. Ce plan est une initiative ambitieuse qui cherche à traiter la problématique multi-sectorielle de la faim et de la malnutrition comme un vecteur clé pour une répartition équitable des fruits de la croissance économique (FAO-CI, 2018).

L'objectif général de cette étude a est d'améliorer l'état nutritionnel et la qualité des aliments consommés par la population de la région du Haut Sassandra. Les objectifs spécifiques assignés à cette étude ont été les suivants :

- Évaluer le statut nutritionnel des populations de la région du Haut Sassandra;
- Connaître la consommation alimentaire des ménages enquêtés;
- Connaître les caractéristiques physicochimiques et nutritives des aliments consommés dans les quatre départements de la région du Haut-Sassandra;
- Apprécier la qualité sanitaire des aliments consommés sur la santé de la population.

Outre l'introduction et la conclusion suivie de perspectives, le plan de recherche est structurée en trois parties : généralité, matériel et méthodes, résultats et discussion.

PREMIERE PARTIE : GÉNÉRALITÉS

1. Généralités sur l'alimentation

L'alimentation c'est l'action d'introduire les aliments dans l'organisme. Les aliments sont des substances naturelles complexes qui contiennent au moins deux nutriments. Ils fournissent les nutriments (glucides, protéines, lipides, vitamines et minéraux) nécessaires à l'homme pour le bon fonctionnement de son corps (rester en vie, se déplacer, travailler, construire de nouvelles cellules et tissus pour la croissance, la résistance et la lutte contre les infections) (FAO, 2018). Les nutriments sont des substances chimiques provenant de la transformation de l'aliment dans l'organisme. Les nutriments essentiels pour la santé sont les macronutriments et les micronutriments. Les macronutriments sont des substances qui sont nécessaires en grande quantité au bon fonctionnement de l'organisme. Ce sont les protéines, les glucides et les lipides. Les micronutriments sont des substances qui sont nécessaires en petite quantité au bon fonctionnement de l'organisme. Ce sont les éléments tels que les vitamines, les sels minéraux et les oligo-éléments. Ces micronutriments sont indispensables à la bonne assimilation, à la bonne transformation, à la bonne utilisation des macronutriments. Les micronutriments ne peuvent pas être fabriqués par l'organisme et doivent impérativement être apportés par une alimentation variée, équilibrée et de bonne qualité (FAO, 2018). L'alimentation variée, équilibrée est un ensemble de mesures concernant la quantité de nourriture, leur répartition dans la journée, le type d'aliments et la manière de s'alimenter dans un but de respect de l'équilibre alimentaire. Une alimentation équilibrée est composée de toutes les substances nécessaires au bon fonctionnement de notre organisme. Elle doit donc apporter suffisamment de macro et de micronutriments (FAO, 2018).

L'alimentation en Côte d'Ivoire est riche et variée, reflétant la diversité culturelle du pays. Les plats traditionnels sont souvent à base de riz, de manioc, d'igname, de banane plantain et de poissons. Le poulet est également très populaire. Le foutou (boules de banane ou d'igname) et l'aloko (banane frite) sont des plats courants. Les sauces accompagnant ces plats sont souvent préparées avec des épices et des légumes frais. La Côte d'Ivoire est connue pour ses fruits tropicaux comme les mangues, les papayes et les bananes douces. Les légumes tels que les épinards et les gombos sont également largement consommés. Les cultures de légumes et légumineuses rencontrées dans les activités des populations sont le piment, l'aubergine, l'arachide et le gombo. D'autres spéculations, comme la tomate, le haricot, le concombre, la laitue et le soja ainsi que l'oignon sont tout aussi présentes mais peu pratiquées (UFE, 2024).

Le gouvernement ivoirien met en place des programmes pour assurer la sécurité alimentaire et réduire la dépendance aux importations. Des initiatives sont en cours pour améliorer la nutrition, notamment par le biais du Conseil National pour la Nutrition, l'Alimentation et le Développement de la Petite Enfance (CONNAPE & INS, 2021).

La Côte d'Ivoire est l'un des grands producteurs agricoles en Afrique, avec une économie fortement dépendante des cultures de rente comme le cacao, le café et les noix de cajou. Cependant, le pays travaille activement à diversifier sa production agricole pour réduire cette dépendance et assurer sa sécurité alimentaire (RCI, 2023). Malgré les initiatives en cours, il reste des défis importants à relever en matière de sécurité alimentaire en Côte d'Ivoire. Le chiffre de 14,9 % de la population sous-alimentée montre l'ampleur du problème (FAO, 2021).

1.1. Secteur agricole et agro-alimentaire en Côte d'Ivoire

Le secteur agricole et agro-alimentaire en Côte d'Ivoire constitue un élément fondamental pour l'économie du pays. L'importance de ce secteur ne se limite pas seulement à la production de denrées alimentaires, mais il joue également un rôle stratégique dans les exportations, avec des produits phares comme le cacao, le café, l'huile de palme et le caoutchouc, qui représentent une part importante des recettes en devises étrangères. Toutefois, cette dynamique est mise à mal par plusieurs défis, dont la dégradation des sols et la surexploitation des ressources naturelles, comme l'indique le rapport de l'International Fertilizer Development Center (IFDC) de 2022. La Côte d'Ivoire est le premier producteur mondial de cacao et de noix de cajou, ainsi que le premier exportateur d'huile de palme en Afrique. Elle produit également du café, du caoutchouc, des fruits tropicaux comme l'ananas, la banane, la mangue, et la canne à sucre (SERCOM MEF, Ministère des Finances et du Budget, 2021).

La Côte d'Ivoire dispose de 24 millions d'hectares de terres cultivables, représentant 75 % de la superficie totale du pays. Actuellement, seulement 9,5 millions d'hectares sont exploités, soit 40 % de la superficie cultivable. Les cultures vivrières occupent 2 448 000 hectares. Sur les terres irrigables (430 685 hectares), seulement 56 560 hectares sont aménagés et 32 484 hectares exploités. La production vivrière dépasse 18,8 millions de tonnes par an. Les principales cultures sont l'igname (34 %), le manioc (30 %) et le riz (10,5 %). Ces chiffres mettent en lumière le potentiel agricole encore sous-exploité du pays et les efforts nécessaires pour augmenter la productivité, notamment via l'amélioration des infrastructures d'irrigation et l'expansion des surfaces cultivées (MINADER, 2019).

Les principales cultures de rente en Côte d'Ivoire sont essentielles pour l'économie du pays. La Côte d'Ivoire est le premier producteur mondial de cacao, ce qui en fait une culture de rente majeure. Le café est également une culture importante, contribuant de manière significative aux exportations du pays. La production de caoutchouc naturel, principalement à partir de l'hévéa, est également une source de revenus importante. L'huile de palme est une autre culture de rente majeure, avec une forte demande pour l'industrie agroalimentaire et cosmétique (Ouattara *et al.*, 2021). L'anacarde, ou noix de cajou, est une autre culture de rente clé, avec une demande croissante sur le marché international (Koulibaly, 2019). Ces cultures jouent un rôle crucial dans l'économie ivoirienne, mais elles posent également des défis environnementaux, notamment en termes de déforestation et de gestion durable des ressources naturelles (Ouattara *et al.*, 2021).

En 2024, la production des cultures vivrières en Côte d'Ivoire a connu une hausse significative. Le gouvernement a mis en œuvre plusieurs initiatives pour soutenir le secteur agricole, notamment le Programme national d'investissement agricole (PNIA) et le Programme de production alimentaire d'urgence (2PAU-CI). Ces efforts ont permis d'atteindre une production de 22 millions de tonnes en 2023, soit une augmentation de 10 % par rapport à l'année précédente. Les principales cultures vivrières incluent l'igname, le manioc, le riz paddy, le maïs, et la banane plantain. Le gouvernement continue de promouvoir la diversification des cultures et l'amélioration des techniques agricoles pour assurer la sécurité alimentaire et réduire la dépendance aux importations (Agence Ecofin, 2024).

Le tableau I présente les principales cultures de rente en Côte d'Ivoire de 2020 à 2024.

Tableau I : Principales cultures de rente en Côte d'Ivoire de 2020 à 2024 en tonne

Culture	2020	2021	2022	2023	2024
Cacao	2 200 000	2 250 000	2 300 000	2 350 000	2 400 000
Café	120 000	125 000	130 000	135 000	140 000
Anacarde	750 000	775 000	800 000	825 000	850 000
Hévéa	700 000	720 000	740 000	760 000	780 000
Palmier à huile	500 000	520 000	540 000	560 000	580 000
Coton	450 000	460 000	470 000	480 000	490 000
Banane	280 000	290 000	300 000	310 000	320 000
Canne à sucre	2 000 000	2 050 000	2 100 000	2 150 000	2 200 000

Source : MINADER, 2024

Le tableau II présente les productions des cultures vivrières en Côte d'Ivoire de 2020 à 2024. Ces chiffres montrent une augmentation continue de la production des cultures vivrières au cours de cette période. Les efforts du gouvernement et des agriculteurs pour améliorer les techniques agricoles et étendre les superficies cultivées ont contribué à cette croissance.

Tableau II : Productions des cultures vivrières en Côte d'Ivoire de 2020 à 2024

Culture	Production 2020 (en tonnes)	Production 2021 (en tonnes)	Production 2022 (en tonnes)	Production 2023 (en tonnes)	Production 2024 (en tonnes)
Igname	1 500 000	1 550 000	1 600 000	1 650 000	1 720 000
Manioc	1 200 000	1 250 000	1 300 000	1 350 000	1 400 000
Riz	800 000	820 000	850 000	900 000	950 000
Banane plantain	280 000	290 000	300 000	310 000	320 000
Maïs	500 000	520 000	540 000	560 000	580 000
Sorgho	400 000	410 000	420 000	430 000	440 000
Patate douce	150 000	155 000	160 000	165 000	170 000
Taro	100 000	105 000	110 000	115 000	120 000
Gombo	200 000	210 000	220 000	230 000	240 000
Aubergine	150 000	155 000	160 000	165 000	170 000
Tomate	180 000	185 000	190 000	195 000	200 000

Source : MINADER, 2024

1.2. Industrie alimentaire en Côte d'Ivoire

Le manque de données globales dans le secteur agroalimentaire est en effet un défi majeur. Il est important de disposer d'informations détaillées pour pouvoir mesurer précisément la contribution de chaque sous-secteur, afin de mieux orienter les politiques publiques et les investissements. Peut-être que l'une des solutions pourrait être la mise en place de systèmes de collecte et de traitement des données plus sophistiqués. Cela permettrait de mieux comprendre le poids des différentes branches d'activité alimentaire et de valoriser leur contribution au PIB national (Ministères des finances de Côte d'Ivoire, 2019).

En attendant, ce serait intéressant d'explorer les méthodes actuelles de collecte de données dans ce secteur et voir comment elles peuvent être améliorées.

C'est impressionnant de voir l'importance du secteur agroalimentaire en Côte d'Ivoire, notamment en termes de création d'emplois. Avec plus de 240 000 emplois générés, cela souligne non seulement l'ampleur de l'industrie, mais aussi son rôle crucial dans l'économie nationale. Pour mieux appréhender ces chiffres et identifier les opportunités d'amélioration, il serait bénéfique de développer des outils et des systèmes de suivi et de collecte de données plus avancés. Cela permettrait de mesurer plus précisément l'impact de chaque entreprise et de chaque sous-secteur au sein de l'industrie agroalimentaire. De plus, des initiatives pourraient être mises en place pour soutenir les entreprises dans la formalisation de leurs activités et la collecte de données, ce qui améliorerait la transparence et faciliterait la prise de décision au niveau politique et économique (Bertrand, 2020).

1.3. Consommation alimentaire en Côte d'Ivoire

La consommation alimentaire en Côte d'Ivoire est diversifiée et reflète les traditions culinaires locales ainsi que l'influence des cultures étrangères. Ces habitudes alimentaires montrent une combinaison de traditions locales et d'influences modernes (RCI, 2020).

Les habitudes alimentaires des ivoiriens sont généralement basées sur le riz. Les principaux plats valorisent les productions locales telles que le manioc, la banane, l'igname, la tomate et l'aubergine africaine, accompagnés par la portion protéique comme le thon rouge, le poulet frais, le mouton, le bœuf, le gibier. Les ivoiriens prennent principalement le petit-déjeuner, le déjeuner et le dîner. Le plat consommé est composé d'une portion glucidique de semoule de manioc comme l'attiéké, de préparation de manioc ou de banane plantain, de banane plantain frite, de riz, de spaghettis et d'une portion protéique issue de protéine animale, grillée, frite ou en sauce à partir de poisson, de poulet, de bœuf, de viande de gibier (RCI, 2021).

1.4. Systèmes alimentaires en Côte d'Ivoire

La Côte d'Ivoire renferme une abondance de ressources naturelles et des conditions agroécologiques propices :

- **Ressources en eau** : des eaux de surface abondantes facilitent l'irrigation et soutiennent l'agriculture (FAO, Union européenne & Cirad, 2022).
- **Terres cultivables** : vastes étendues de terres propices à la culture des vivres et à l'exportation (FAO, Union européenne & Cirad, 2022).

- **Réserves forestières et minières** : richesses naturelles qui offrent des opportunités pour diverses industries (FAO, Union européenne & Cirad, 2022).
- **Façade maritime** : 550 km de côtes favorables à la pêche et à l'aquaculture (FAO, Union européenne & Cirad, 2022).

Avec ces atouts, la Côte d'Ivoire a le potentiel de développer une agriculture diversifiée et prospère, capable de nourrir sa population tout en générant des revenus d'exportation significatifs. Les politiques et les investissements ciblés peuvent transformer ces potentiels en réalités économiques tangibles (FAO, Union européenne & Cirad, 2022).

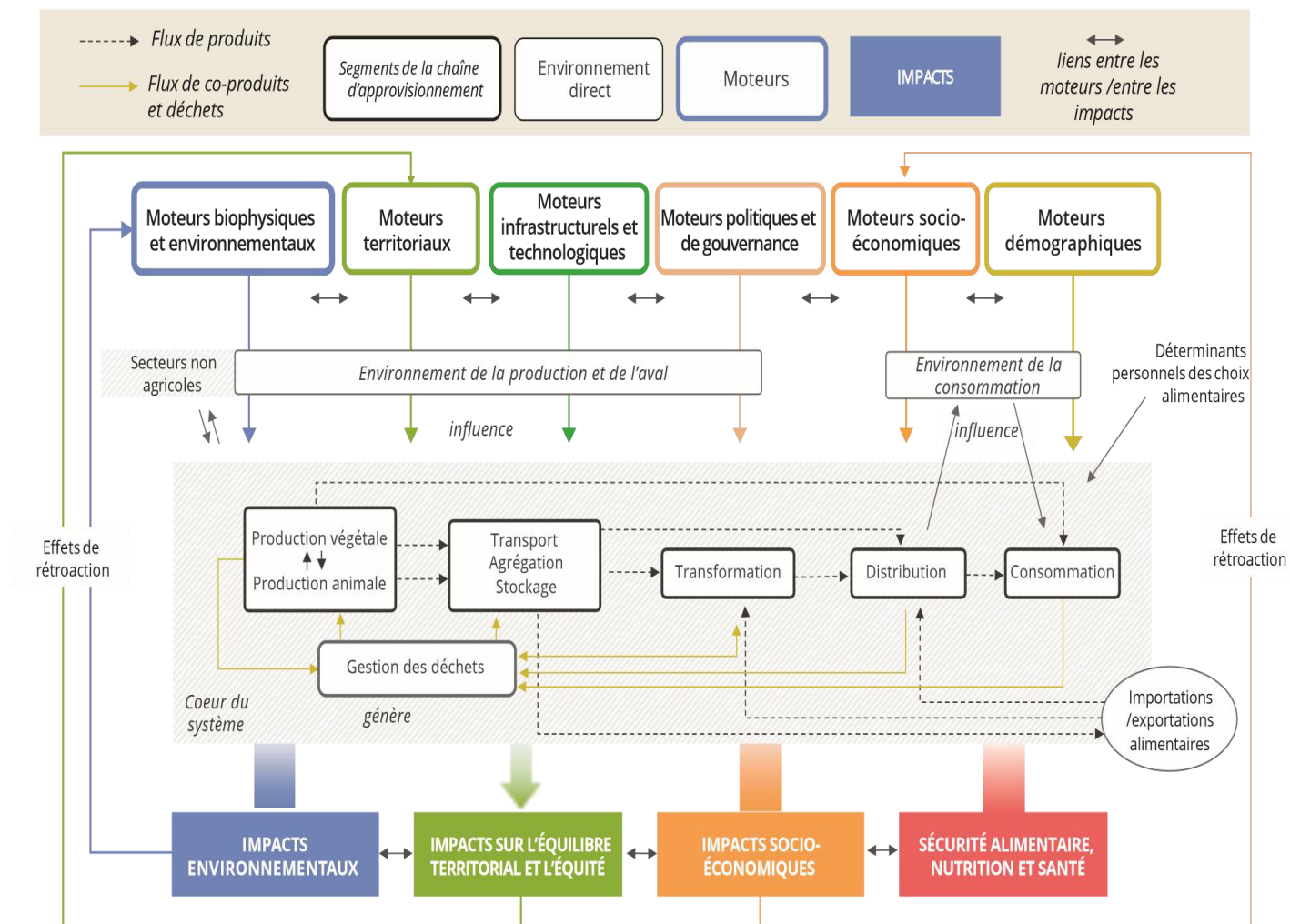
Cette initiative conjointe de l'Union européenne, de la FAO et du Cirad vise à soutenir la transformation durable et inclusive des systèmes alimentaires. Le projet Food System Assessment (FSA) a été mis en place pour évaluer les systèmes alimentaires dans plus de 50 pays, y compris la Côte d'Ivoire. Cette approche systémique examine les interactions entre les différentes composantes des systèmes alimentaires et identifie les grands enjeux ainsi que les solutions possibles pour une transformation plus durable et inclusive (Cirad, 2022).

Malgré son rang de premier producteur mondial de cacao et d'anacarde avec des disponibilités alimentaires de l'ordre de 2767 kcal/personne/jour, une auto-suffisance en racines et tubercules, une auto-suffisance en œufs (98 %) de couverture des besoins en viande de volaille, la Côte d'Ivoire a une productivité des produits alimentaires faible. Le pays reste encore dépendant des importations en céréales, en viande bovine et en produits halieutiques (FAO et *al.*, 2022). La difficulté de l'accès au foncier pour les petits producteurs et les systèmes d'irrigation traditionnels avec le coût élevé des intrants agricoles ne favorisent pas la production alimentaire, ce qui réduit les possibilités des petits producteurs, en particulier des femmes, de tirer profit des chaînes de valeur et d'améliorer leurs revenus (FAO, Union européenne & Cirad, 2022).

Par ailleurs, la pauvreté des populations, les inégalités sociales, les charges socioculturelles et la faiblesse des mécanismes de protection sociale ne favorisent pas l'accès aux aliments sains et nutritifs. Cela impacte de façon négative la capacité des ménages vulnérables à résister. La non opérationnalisation des programmes d'éducation nutritionnelle entraîne une apparition de maladies non transmissibles liées à l'alimentation et la mise sur le marché d'aliments sains et sûrs est limitée par la faiblesse des mécanismes institutionnels de contrôle de la qualité sanitaire

des aliments. Aussi, la faiblesse des synergies des programmes de sécurité alimentaire et de nutrition limite leur mise en œuvre efficace (FAO, Union européenne & Cirad, 2022).

La figure 1 ci-dessous présente une analyse détaillée des systèmes en Côte d'Ivoire.



Source: David-Benz H., Sirdey N., Deshons A., Orbell C. & Herlant, P., 2022.

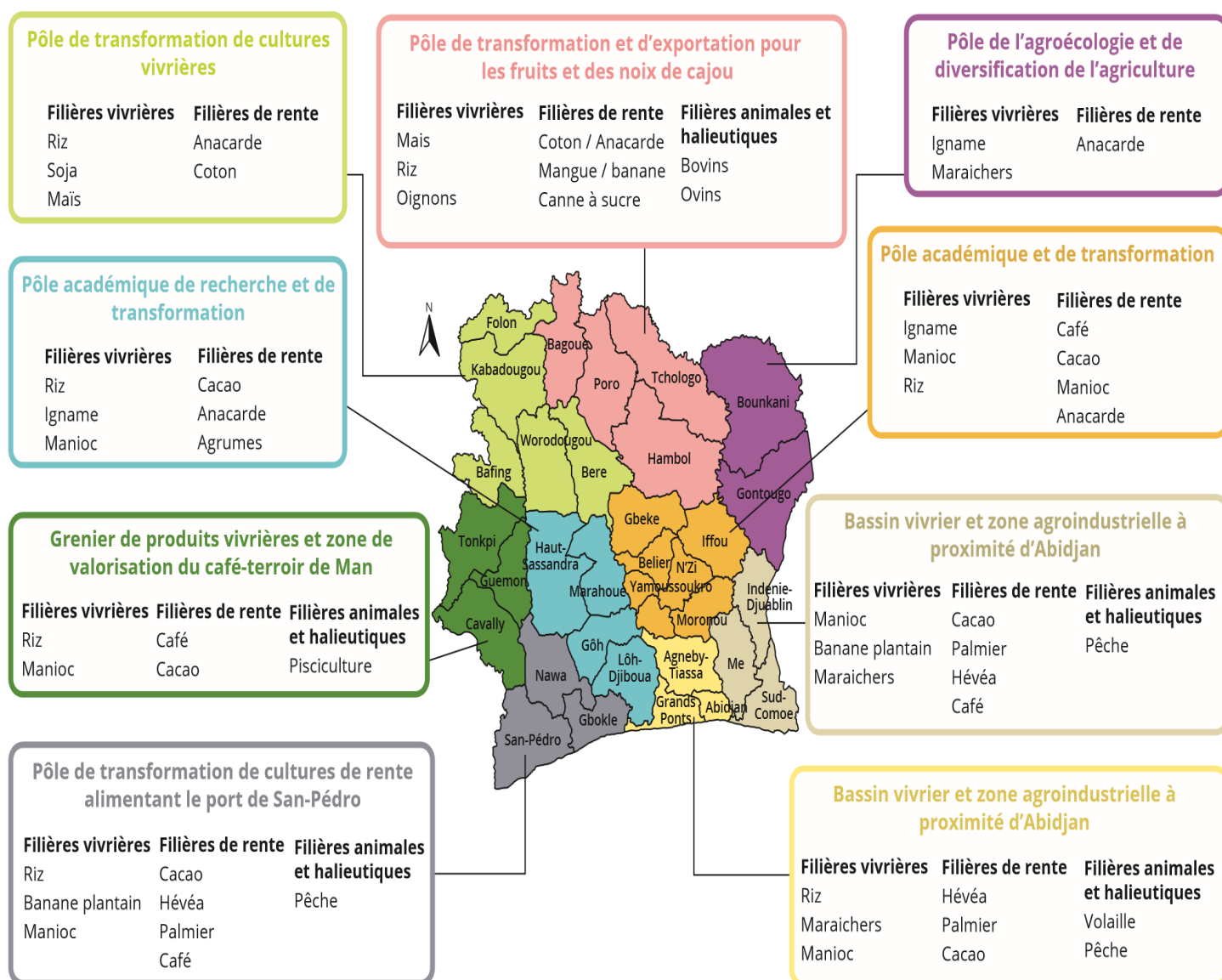
Figure 1 : Représentation analytique des systèmes alimentaires en Côte d'Ivoire

1.5. Production et commerce agricole en Côte d'Ivoire

La Côte d'Ivoire dispose de conditions agroécologiques variées et favorables pour le développement d'une riche diversité de produits agricoles. La répartition géographique de ces produits agricoles selon les agropôles définis par le Programme National d'Investissement Agricole (PNIA) est présentée dans la Figure 2. Ce programme est basé sur cinq axes qui sont : une stratégie de transformation localisée des produits agropastoraux et halieutiques qui tient compte des réalités des territoires, une approche des filières priorisées au niveau national et

local, une concentration de facilités et de services pertinents pour ces filières, dans chacune des zones définies, une forte implication du secteur privé et des communautés locales et une approche cohérente avec celle définie pour les pôles économiques compétitifs (PEC) à l'échelle nationale (FAO et *al.*, 2022).

A travers cette cartographie qui montre des productions agricoles selon les agropôles en Côte d'Ivoire, la région du Haut-Sassandra est un pôle académique de recherche et de transformation. Sa production vivrière est à base de riz, d'igname et de manioc. Le cacao, l'anacarde et les agrumes sont les produits de rente de cette région.



Source : ONU, 2018

Figure 2 : Cartographie des productions agricoles selon les agropôles en Côte d'Ivoire

2. Généralités sur la nutrition

2.1. Définition de la nutrition

La nutrition est le processus par lequel l'organisme reçoit, assimile et utilise les nutriments provenant des aliments pour maintenir sa croissance, ses fonctions biologiques et son équilibre énergétique. Elle englobe l'ingestion, la digestion, l'absorption, le transport et l'utilisation des nutriments nécessaires au bon fonctionnement du corps, tels que les protéines, les glucides, les lipides, les vitamines et les minéraux. Une nutrition adéquate est essentielle pour une bonne santé, le développement normal, la prévention des maladies et l'amélioration du bien-être général selon la classification de l'OMS (UNICEF, 2023).

La qualité nutritionnelle d'un aliment se définit par sa capacité à répondre aux besoins nutritionnels de l'organisme. Elle englobe à la fois un aspect quantitatif, tel que la teneur énergétique (par exemple, la valeur calorique), et un aspect qualitatif, qui concerne l'équilibre nutritionnel recherché pour favoriser une santé optimale (Assia & Kadi, 2014). Une alimentation équilibrée doit apporter une quantité suffisante de macronutriments (protéines, lipides, glucides) et de micronutriments (vitamines, minéraux) nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme.

2.2. Importance de l'état nutritionnel pour la santé publique en Côte d'Ivoire

L'état nutritionnel de la population ivoirienne joue un rôle central dans la santé globale et le bien-être des individus. Une mauvaise nutrition affecte non seulement la croissance et le développement des enfants, mais aussi la productivité des adultes et l'espérance de vie. L'impact de la malnutrition est multidimensionnel, touchant tant les aspects de santé que ceux liés au développement économique et social (WFP, 2023) :

- Santé des enfants : L'état nutritionnel des enfants de moins de cinq ans est particulièrement préoccupant, car une malnutrition prolongée peut entraîner des retards de croissance, des carences en micronutriments (comme la vitamine A et le fer), ainsi qu'une susceptibilité accrue aux maladies infectieuses (diarrhées, paludisme, infections respiratoires aiguës). La malnutrition aiguë sévère est un facteur majeur de mortalité infantile, particulièrement dans les zones rurales où l'accès aux soins de santé est limité.

- Santé maternelle : La malnutrition chez les femmes enceintes peut entraîner des complications obstétricales, comme l'anémie, des fausses couches, des accouchements prématurés, ou encore des morts néonatales. La sous-alimentation maternelle est un facteur de risque majeur pour des bébés en sous-poids, ce qui renforce les risques de malnutrition et de mortalité infantile.
- Maladies non transmissibles : La surnutrition (obésité, diabète de type 2, hypertension) devient également une menace croissante dans les zones urbaines et semi-urbaines, avec l'adoption de régimes alimentaires riches en calories, en graisses et en sucres, souvent au détriment de la consommation d'aliments frais et nutritifs. Ces maladies chroniques représentent un lourd fardeau économique et sanitaire pour le pays, avec des conséquences sur la productivité des adultes et les systèmes de santé.
- Productivité économique : La malnutrition réduit les capacités de travail et diminue la productivité économique. Les adultes en mauvaise santé nutritionnelle sont souvent moins performants au travail, ce qui entraîne une perte de revenus et une dépendance accrue aux systèmes de santé.

C'est une situation alarmante. La malnutrition et la pauvreté sont intimement liées, et leurs impacts sont dévastateurs pour la population, en particulier pour les enfants.

Pour illustrer ces chiffres : 34,8 % de la population vit en dessous du seuil de pauvreté, soit avec moins de 1,22 USD par jour et 30 % des habitants des régions nord et centre-ouest souffrent de retard de croissance dû à la malnutrition. La population totale du pays s'élève à 29,4 millions. Ces statistiques montrent à quel point il est crucial d'adopter des mesures pour améliorer la situation nutritionnelle et économique en Côte d'Ivoire. Les efforts doivent se concentrer sur la réduction de la pauvreté, l'amélioration de l'accès à une alimentation de qualité, et le renforcement des systèmes de santé pour mieux soutenir les populations vulnérables (WHO,2024).

2.3. Indicateurs de l'état nutritionnel

Les indicateurs de l'état nutritionnel sont des outils permettant d'évaluer la situation nutritionnelle d'un individu ou d'une population. Ces indicateurs peuvent être utilisés pour détecter les déséquilibres nutritionnels, tels que la sous-nutrition ou la sur-nutrition.

Les principaux indicateurs incluent :

- **Indice de Masse Corporelle (IMC)**

L'IMC est un indicateur simple utilisé pour évaluer le poids corporel d'une personne par rapport à sa taille. Il est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$\text{IMC} = \frac{\text{Poids (en kg)}}{\text{Taille}^2 \text{ (m)}} \quad (1) \text{ où :}$$

- **Poids** : Le poids de la personne en kilogrammes (kg).
- **Taille** : La taille de la personne en mètres (m).

Tableau III : Classification de la malnutrition avec l'IMC selon l'OMS

Malnutrition	15 à 49 ans	
	Types	IMC
Par excès	Obésité	≥ 30,00
	Surpoids	25,00 - 29,99
Normal	Normal	18,50 - 24,99
Par défaut	Insuffisance pondérale légère	17,00 - 18,49
	Insuffisance pondérale modérée	16,00 - 16,99
	Insuffisance pondérale sévère	< 16,00

Source : OMS, 2004

- **Indice poids/taille (P/T)**

C'est un indicateur de l'émaciation chez les enfants. Il révèle la malnutrition aiguë. Cela est due à un manque d'apport alimentaire entraînant des pertes récentes et rapides de poids avec un amaigrissement extrême. Il n'y a pas de déficit en vitamine, un apport alimentaire en quatre semaines permet de rétablir une bonne santé. Forme la plus fréquente dans les situations d'urgence et de soudure. Elle traduit une situation conjoncturelle et constitue le meilleur indicateur d'interprétation d'une insécurité alimentaire. Selon la classification de l'OMS, un taux de prévalence de l'émaciation compris entre 5 et 9% est jugé moyen, élevé entre 10 et 14% et très élevé au-delà de 15% (Laure, 2010). En Côte d'Ivoire, elle touche 8 % des enfants de moins de cinq ans (INS & ICF, 2022).

Cet indice est évalué selon OMS (Tableaux IV).

- Indice taille/âge (T/A)

C'est l'indicateur de retard de croissance qui reflète la malnutrition chronique. Il est caractérisé par des enfants rabougris (trop petit pour leurs âges), cet indicateur anthropométrique traduit un problème alimentaire et/ou nutritionnel chronique en particulier pendant la période de développement fœtal. Il traduit une situation structurelle et donc n'est pas influencé par une amélioration conjoncturelle de la situation nutritionnelle des enfants ; il constitue le meilleur indicateur de suivi de l'état nutritionnel des enfants dans une population donnée et traduit le niveau de développement socio-économique de la population. Cet indice est interprété selon la classification de l'OMS (Tableau IV). En Côte d'Ivoire, 23% des enfants de moins de cinq ans souffrent de retard de croissance dont 8 % de forme sévère (INS & ICF, 2022).

- Indice poids/âge (T/A)

C'est l'indicateur de l'insuffisance pondérale qui traduit la malnutrition globale. Il se manifeste par un faible poids d'un enfant. Cet indicateur est utilisé en consultation pour le suivi individuel de l'enfant (Laure, 2010). La malnutrition globale atteint 14 % des enfants de moins de cinq ans, sur l'ensemble du territoire Ivoirien (INS & ICF, 2022). Le tableau IV présente la classification selon l'OMS.

Tableau IV : Classification de l'OMS de la prévalence des différents types de malnutrition

Strates	Malnutrition Aigüe Globale	Malnutrition Chronique	Insuffisance Pondérale
Critique	$MAG \geq 15\%$	$MC \geq 40\%$	$IP \geq 30\%$
Sérieux	$10\% \leq MAG < 15\%$	$30\% \leq MC < 40\%$	$20\% \leq IP < 30\%$
Précaire	$5\% \leq MAG < 10\%$	$20\% \leq MC < 30\%$	$10 \leq IP < 20\%$
Acceptable	$MAG < 5\%$	$MC < 20\%$	$IP < 10\%$

Source : OMS, 2004

- Périmètre brachial (PB) et périmètre abdominal (T/P)

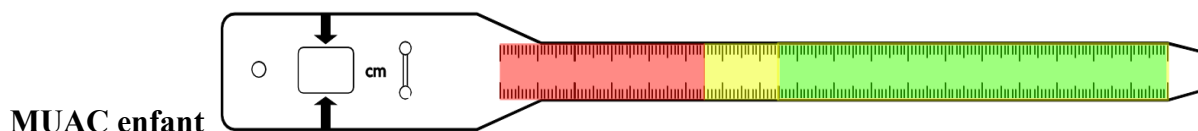
Mesure du périmètre du bras chez les enfants pour évaluer les carences en protéines avec le mètre ruban ou MUAC. L'OMS donne les classes suivantes pour cet indicateur (Tableau V).

Tableau V : Seuils utilisés pour la définition de la malnutrition aiguë selon le PB

Valeur de PB	Signification malnutritionnelle
PB < 115 mm et/ou œdèmes	Malnutrition sévère
125 mm > PB ≥ 115 mm	Malnutrition modérée
PB < 123 mm et/ou œdèmes	Malnutrition globale

Source : OMS/UNICEF/PAM, 2014 et OMS, 2013

Le périmètre abdominal mesure l'indice taille/poids pour les adultes afin d'évaluer les risques d'obésité et de maladies métaboliques.



Source : PNN, 2017



Source : PNN, 2017

Figure 3 : Bandelettes de Shakir « MUAC »

2.4. Recueil d'informations sur les habitudes alimentaires (De Boer *et al.*, 2011)

- **Enquête de fréquence alimentaire (EFA)** : un questionnaire standardisé a consisté à administrer aux participants tout en leur demandant la fréquence avec laquelle ils ont consommé certains aliments sur une période donnée (une semaine ou un mois). Cela a permis de déterminer les groupes alimentaires les plus courants et leur fréquence dans le régime alimentaire local.

- **Méthode du rappel de 24 heures** : les participants ont décrit tout ce qu'ils ont mangé et bu au cours des dernières 24 heures. Cette méthode était particulièrement utile pour identifier les types d'aliments consommés quotidiennement et évaluer l'équilibre nutritionnel.
- **Enquête quantitative sur la consommation alimentaire** : collecte de données sur les quantités d'aliments consommés, afin d'estimer l'apport énergétique (calories) et la composition nutritionnelle (protéines, graisses, glucides, fibres, etc.).
- **Pratiques alimentaires des ménages** : des habitudes de préparation, de conservation et de partage des repas au sein des ménages ont été identifiées.
- **Table de composition des aliments** : des bases de données locales ou internationales ont été utilisées pour calculer les valeurs nutritionnelles des aliments rapportés (apport en calories, protéines, lipides, vitamines, minéraux, etc.).
- **Questionnaire structuré** : des questionnaires ont été distribués aux ménages et individus, en particulier ceux responsables de la préparation des repas (principalement les mères ou responsables de la gestion des aliments dans les foyers).
- **Variables collectées** : type et fréquence des aliments consommés, quantité et portions des aliments ingérés, diversité alimentaire (présence de fruits, légumes, protéines, etc.), consommation d'aliments riches en micronutriments (fer, zinc, vitamines, iode, etc.).

3. Qualité nutritionnelle des aliments

Les critères de qualité nutritionnelle des aliments se réfèrent aux différents aspects qui permettent de juger si un aliment ou une alimentation dans son ensemble contribue à une santé optimale. Ces critères incluent la composition en macronutriments, micronutriments et la diversité alimentaire (RCI, 2021).

Ils sont essentiels pour évaluer leur impact sur la santé. Une alimentation équilibrée et diversifiée, riche en nutriments essentiels et faible en composants indésirables (comme les sucres ajoutés et les graisses saturées), est un des piliers d'une bonne santé. Une telle approche permet de prévenir de nombreuses maladies et favorise une longévité optimale (PNN, 2021).

Les autorités sanitaires, fournissent des recommandations précieuses. Par exemple, le Programme National Nutrition (PNN) en Côte d'Ivoire et l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) mettent en avant des lignes directrices pour aider les populations à adopter une alimentation plus saine et équilibrée. Une alimentation diversifiée et équilibrée est essentielle pour une bonne santé.

3.1. Macronutriments

Les macronutriments sont les nutriments nécessaires en grandes quantités pour fournir de l'énergie et maintenir les fonctions corporelles. Les trois catégories principales de macronutriments sont les glucides, les lipides et les protéines. La qualité nutritionnelle des aliments dépend en grande partie de la proportion, du type et de la source de ces macronutriments (FAO, 2024).

- **Glucides:**

- Les glucides sont la principale source d'énergie du corps. Ils se trouvent principalement dans les céréales, les fruits, les légumes et les légumineuses.
- **Glucides complexes** (fibres et amidons) : Ces glucides sont digérés lentement et fournissent une source d'énergie durable. Les sources de glucides complexes de qualité incluent les céréales complètes, les légumes et les légumineuses.
- **Glucides simples** (sucres) : Ceux-ci se trouvent principalement dans les aliments sucrés, les boissons sucrées et certains produits industriels. Ils sont rapidement digérés et peuvent entraîner des pics de glycémie. Une consommation excessive de sucres simples peut être néfaste pour la santé.

- **Lipides:**

- Les lipides (graisses) sont essentiels pour l'absorption des vitamines liposolubles (A, D, E, K) et pour la production d'hormones. Ils sont également une source concentrée d'énergie.
- **Graisses insaturées** (huile d'olive, avocat, noix, poissons gras) sont bénéfiques pour la santé cardiovasculaire.

- **Graisses saturées** (présentes dans les viandes grasses, les produits laitiers entiers, les huiles tropicales comme l'huile de palme) doivent être consommées avec modération.
- **Acides gras trans** : Consommés dans des aliments industriels transformés, ces acides gras sont particulièrement nocifs et augmentent le risque de maladies cardiovasculaires.
- **Protéines:**
 - Les protéines sont nécessaires à la construction et à la réparation des tissus corporels. Elles sont également importantes pour la production d'enzymes et d'hormones.
 - **Protéines animales** (viandes, poissons, œufs, produits laitiers) contiennent tous les acides aminés essentiels, mais elles peuvent aussi être riches en graisses saturées.
 - **Protéines végétales** (légumineuses, tofu, quinoa, noix, graines) sont des sources de protéines de qualité, souvent moins riches en graisses saturées. Combinées judicieusement, elles peuvent fournir tous les acides aminés nécessaires.

3.2. Micronutriments

Les micronutriments (vitamines et minéraux) sont nécessaires en petites quantités, mais ils sont cruciaux pour de nombreuses fonctions biologiques, telles que le métabolisme, la santé immunitaire, la formation des os, etc. La qualité nutritionnelle des aliments dépend de leur teneur en ces nutriments essentiels (OMS, 2024a).

- **Vitamines:**
 - Les vitamines **liposolubles** (A, D, E, K) sont stockées dans les tissus graisseux et le foie. Par exemple, la vitamine A est importante pour la vision et le système immunitaire, tandis que la vitamine D est nécessaire pour l'absorption du calcium.
 - Les vitamines hydrosolubles (C et les vitamines du groupe B) ne sont pas stockées dans l'organisme et doivent être consommées régulièrement. Par exemple, la vitamine C est un puissant antioxydant et aide à l'absorption du fer, tandis que les vitamines B sont cruciales pour le métabolisme énergétique.
- **Minéraux:**
 - Le calcium est essentiel pour la santé des os et des dents.

- Le fer est nécessaire pour la production de globules rouges et pour le transport de l'oxygène.
- Le magnésium est impliqué dans de nombreuses fonctions corporelles, y compris la contraction musculaire et la transmission nerveuse.
- Le zinc, le potassium, le sodium et d'autres minéraux jouent aussi des rôles importants dans la régulation de l'équilibre hydrique, la fonction musculaire et nerveuse, et la réponse immunitaire.

3.3. Antioxydants végétaux apportés par l'alimentation

Les aliments renferment une vaste gamme de micronutriments pouvant jouer un rôle important dans la prévention des maladies liées alimentation. En effet, l'une des propriétés communes de ces micronutriments des plantes est leur pouvoir antioxydant. Il y a les caroténoïdes, les polyphénols, les vitamines, les oligo-éléments, etc (Moumouni, 2015).

3.3.1. Caroténoïdes

Les caroténoïdes sont des constituants membranaires des chloroplastes et forment groupe de pigments liposolubles. Ils contribuent à la coloration jaune, orange ou rouge des fruits et légumes. Ils sont retrouvés souvent dans les plantes alimentaires. Ils sont d'abord connus pour la capacité de certains d'entre eux à être convertis en vitamine A, une vitamine essentielle, indispensable à la vision, à la préservation des tissus épithéliaux ou au système immunitaire (Kospell & Kospell, 2006 ; Gabriela *et al.*, 2012). Près de 10 % des caroténoïdes et, parmi eux, l' α -carotène, le β -carotène et la cryptoxanthine sont des précurseurs de la vitamine A. La lutéine et la zéaxanthine quant à elles interviennent dans la prévention des maladies liées à la dégénérescence maculaire (Fraser & Bramley, 2004).

3.3.2. Composés phénoliques

Les composés phénoliques constituent une importante famille d'antioxydants dans les plantes, les fruits et les légumes. L'alimentation en fournit environ un gramme par jour. L'industrie agro-alimentaire utilise également ces composés notamment les polyphénols comme additif (Belanger *et al.*, 2008). Ces micronutriments ont été qualifiés de métabolites secondaires car pensait-on qu'ils n'étaient que des résidus du métabolisme des plantes. Ce sont notamment des arômes, des tanins astringents, voire des composés sans couleur, sans odeur et sans saveur. On

sait aujourd'hui qu'ils ne sont pas si secondaires que cela et qu'ils contribuent à protéger la plante contre les pathogènes, les champignons de pourriture, du rayonnement UV (Simmonds, 2003 ; Hema, 2010).

Ces micronutriments ont parfois des activités biologiques, pharmacologiques ou nutritionnelles. Les polyphénols en particulier, possèdent comme la vitamine C, la vitamine E ou les caroténoïdes, des propriétés antioxydantes et sont capables de piéger les radicaux libres générés en permanence par notre organisme ou formés en réponse à des agressions de notre environnement (Simmonds, 2003 ; Hema, 2010).

Ingérés avec nos aliments, ces composés renforcent nos défenses naturelles contre le stress oxydant et préviendraient ainsi diverses pathologies chroniques comme les cancers et les maladies cardio-vasculaires (Simmonds, 2003 ; Hema, 2010).

3.3.3. Oligo-éléments

Ils sont appelés aliments protecteurs ; ces micronutriments sont présents en très petite quantité dans l'organisme (trace). Ils sont indispensables au bon fonctionnement de celui-ci. On peut citer entre autre le sélénium, le cuivre, le zinc, etc (Dabiré, 2011).

- **Le sélénium** est un oligo-élément largement distribué à des concentrations relativement faibles dans la chaîne alimentaire humaine. C'est un nutriment essentiel qui joue un rôle majeur dans le système de défense antioxydant.
- **Le cuivre** participe au maintien des systèmes de défense antioxydants dans l'organisme.
- **Le zinc** est important pour les mécanismes de défense de l'organisme contre les maladies inflammatoires. Un régime équilibré est le meilleur moyen de garantir un apport de zinc.

3.3.4. Fibres

Les fibres alimentaires sont les parties des végétaux (fruits, céréales et légumes) que nous consommons. Elles font partie de la catégorie des hydrates de carbone complexes (glucides). Les fibres ne sont pas transformées ni absorbées par le système digestif. Elles favorisent et sont même indispensables au bon fonctionnement de notre transit intestinal. Les fibres jouent également un rôle dans la diminution du taux de cholestérol, la régulation de la glycémie ou encore dans la gestion du poids (Dre, 2016). Elles contribuent au sentiment de satiété ce qui

permet de diminuer l'apport énergétique durant les repas. La quantité de calories qu'elles apportent oscille entre 0 et 2 kcal par gramme. La consommation quotidienne de fibres a diminué au cours des siècles, passant de 50 g au paléolithique à 31 g en 1900 et à 15 g aujourd'hui, alors que les chercheurs recommandent d'en ingérer 25 à 30 g. De nos jours, les consommateurs préfèrent les céréales et les produits raffinés (pauvres en fibres) et consomment moins de fruits, de légumes et surtout de légumineuses. De plus, la disponibilité des produits bruts et complets (non raffinés) est faible et ils sont paradoxalement plus chers. Or, la plupart des études épidémiologiques convergent pour dire que les populations qui consomment beaucoup de fibres sont moins touchées par l'obésité, le diabète, les maladies cardio-vasculaires et le cancer du côlon (Dre, 2016).

3.3.5. Alcaloïdes

Les alcaloïdes tropaniques (AT) sont des toxines végétales naturelles présentes dans plusieurs familles de plantes, telles que les Brassicaceae (*B. oleracea*), les Solanaceae (*Atropa belladonna* L., *Datura stramonium* L. et *Hyoscyamus niger* L.) et les Erythroxylaceae (y compris la coca). Les alcaloïdes tropaniques sont responsables des effets toxiques de certaines de ces plantes, dont toutes les parties en contiennent. Le groupe des alcaloïdes tropaniques comprend plus de 200 composants et le large éventail de composants que l'on trouve en particulier dans la famille des Solanacées résulte de l'estérification de la tropine avec une variété d'acides (FAO & OMS, 2024).

Bien que plus de 200 alcaloïdes tropaniques différents aient été identifiés à ce jour dans diverses plantes, les données relatives à leur présence dans les aliments destinés à la consommation humaine et animale et à leur toxicité sont limitées. Les alcaloïdes tropaniques exercent leurs effets pharmacologiques et toxicologiques principalement en agissant comme antagonistes compétitifs des récepteurs muscariniques de l'acétylcholine, tant au niveau du système nerveux central que périphérique (EFSA, 2013). En 2013, le groupe scientifique de l'EFSA sur les contaminants de la chaîne alimentaire a publié un avis scientifique sur les risques pour la santé humaine et animale liés à la présence d'alcaloïdes tropaniques dans les aliments destinés à la consommation humaine et animale. Il a choisi la diminution du rythme cardiaque comme effet critique et a constaté qu'elle se produisait à des doses plus faibles que les autres effets antimuscariniques périphériques. Pour cet effet, le groupe a établi une dose de référence aiguë de groupe (DrfA) de 0,016 µg/kg de poids corporel (EFSA, 2013).

Abia et *al.* (2020) résument également les conditions agricoles susceptibles de favoriser la contamination des denrées agricoles et des produits alimentaires par les AT. Ils soulignent également certaines associations potentielles entre le changement climatique et les pratiques agricoles, qui peuvent influencer la contamination des aliments par les AT. Enfin, ils indiquent certaines pratiques agricoles et industrielles susceptibles de prévenir la contamination des denrées alimentaires par les AT. Dans chaque pays, les principaux aliments contribuant à l'exposition aiguë aux alcaloïdes tropaniques étaient tous des aliments de base: le riz (République populaire du Bangladesh, République démocratique populaire lao, République des Philippines), le maïs (État plurinational de Bolivie, République de l'Ouganda, République de Zambie) et le sorgho (République de Zambie) (FAO & OMS, 2020).

3.4. Diversité alimentaire

La diversité alimentaire est un critère important de la qualité nutritionnelle. Une alimentation diversifiée signifie que l'on consomme une grande variété d'aliments provenant de différentes catégories d'aliments et groupes alimentaires. Cette diversité permet de couvrir l'ensemble des besoins nutritionnels et d'assurer un apport suffisant en macronutriments, micronutriments et autres composés bénéfiques pour la santé (FAO, 2024).

- **Consommer des aliments de différents groupes** : Il est recommandé de varier les sources de protéines, de consommer plusieurs types de fruits et légumes, d'inclure des céréales complètes, des légumineuses et des sources de graisses saines.
- **Consommation de fruits et légumes** : Il est conseillé de manger une large gamme de fruits et légumes, car ils sont riches en vitamines, minéraux, fibres et antioxydants. En général, on recommande de consommer au moins cinq portions de fruits et légumes par jour, de préférence de couleurs et types variés.
- **L'alimentation locale et saisonnière** : Choisir des aliments locaux et de saison peut améliorer la qualité nutritionnelle de l'alimentation, tout en réduisant l'empreinte écologique liée au transport des aliments.

Pour qu'un aliment ou une alimentation soit considérée comme de bonne qualité nutritionnelle, il doit être équilibré et offrir un apport suffisant en macronutriments (glucides, lipides, protéines) de qualité, en micronutriments (vitamines et minéraux) essentiels à la santé, et refléter une diversité alimentaire qui permette de couvrir l'ensemble des besoins nutritionnels.

Une alimentation variée et équilibrée est la clé pour favoriser la santé à long terme et prévenir les risques de carences ou de maladies chroniques liées à l'alimentation (OMS, 2024b).

4. Qualité sanitaire des aliments

Les risques biologiques à contrôler pour assurer la sécurité sanitaire des aliments sont variés et comprennent en particulier les agents bactériens, comme les salmonelles (*Salmonella spp.*), les *Escherichia coli*, la *Listeria monocytogenes*, les *Campylobacter spp.* et le complexe *Mycobacterium tuberculosis*. De très nombreux parasites, virus ou toxines sont également à considérer. Les risques chimiques comprennent les résidus de médicaments vétérinaires et les polluants chimiques (PCB, dioxines) ou environnementaux (métaux lourds) (FAO, 2024).

4. 1. Microorganismes et contaminants bactériens alimentaires

Un des effets les mieux connus des microorganismes contaminants de nos aliments est la dégradation de la qualité sanitaire. Les caractéristiques nutritionnelles et technologiques de l'aliment contribuent à cette qualité. Tous nos aliments peuvent être le siège de prolifération microbienne, prolifération d'autant plus variée que le produit est "riche" en éléments nutritifs et placé dans des conditions favorables à la croissance microbienne. Ainsi, la plupart de nos aliments (non soumis à des traitements antimicrobiens) ont des charges microbiennes comprises entre 10^4 et 10^6 /g. Au cours de cette prolifération des modifications d'aspect (couleur, limon), de texture, de flaveur (odeur et saveur) apparaissent. Les microorganismes les plus souvent rencontrés appartiennent aux genres *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Moraxella*, *Alcaligenes*, *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Clostridium sporogenes* et *Flavobacterium*, et les modifications qu'ils engendrent sont le plus souvent défavorables (odeur putride, limon, rancissement, liquéfaction). Parfois cette prolifération est souhaitée (bière, vin, yaourt, beurre, fromage, saucisson, choucroute, anchois, nuoc-nam) : il s'agit alors de fermentations contrôlées, de biotransformations, de production de biomasse (OMS, 2024b).

L'innocuité d'un aliment correspond à une qualité seuil et la norme zéro défaut doit être atteinte pour certains systèmes aliment-microorganisme en particulier à partir du moment où la présence du microorganisme dans le produit risque d'avoir une incidence défavorable et parfois très grave sur la santé du consommateur. Il n'en reste pas moins vrai qu'actuellement les maladies microbiennes d'origine alimentaire sont des affections à la "mode" dont chacun d'entre nous peut en être la victime. Généralement, les symptômes ressentis sont qualifiés de "crise de foie" et ont une localisation gastro-intestinale (FAO & OMS, 2024).

Toutefois, tendre vers la consommation d'aliments stériles est probablement très défavorable pour l'humain qui deviendrait plus sensible aux maladies s'il n'est pas continuellement en contact avec un certain nombre de germes pathogènes. En effet, ces germes induisent et stimulent des mécanismes de défense. Ainsi quand des européens ou des américains "voyagent" hors de leurs frontières, ils contractent des maladies pour lesquelles les populations des pays visités sont immunisées (Louis-Malassis, 2020).

Dans son approche actuelle, la microbiologie alimentaire apparaît au premier abord comme une démarche simpliste. En effet, vérifier la conformité à des critères microbiologiques par l'étude de groupes mal définis au plan taxonomique comme la flore aérobie mésophile, les coliformes, les anaérobies sulfito-réducteurs est une opération apparemment facile à effectuer. Or, il n'en est rien car il est nécessaire que ces techniques soient codifiables, standardisables (universalité), peu coûteuses, rapides et sensibles quand il s'agira de rechercher un petit nombre de germes "noyés" dans un environnement bactérien abondant (Jean-Louis, 2021).

4. 2. Mycotoxines et moisissures productrices associées retrouvées en alimentation

Les mycotoxines sont des produits du métabolisme secondaire de moisissures pouvant se développer sur la plante au champ ou en cours de stockage et douées de potentialités toxiques à l'égard de l'homme et des animaux. Plus de 300 métabolites secondaires ont été identifiés mais seuls une trentaine possèdent de réelles propriétés toxiques préoccupantes. Ces toxines se retrouvent à l'état de contaminants naturels de nombreuses denrées d'origine végétale, notamment les céréales mais aussi les fruits, noix, amandes, grains, fourrages ainsi que les aliments composés et manufacturés issus de ces filières destinées à l'alimentation humaine et animale (Afssa, 2004).

Les mycotoxines sont produites par des moisissures appartenant notamment aux genres *Aspergillus*, *Penicillium* et *Fusarium* (tableau VI).

Tableau VI : Mycotoxines et moisissures productrices associées retrouvées en alimentation

	Mycotoxines	Principales moisissures productrices
Mycotoxines Réglementées ou en cours de réglementation	Aflatoxines B1, B2, G1, G2	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. parasiticus</i> , <i>A. nomius</i>
	Ochratoxine A	<i>Penicillium verrucosum</i> , <i>Aspergillus ochraceus</i> , <i>Aspergillus carbonarius</i>
	Patuline	<i>Penicillium expansum</i> , <i>Aspergillus clavatus</i>
	Fumonisin B1, B2, B3	<i>Byssoschlamys nivea</i>
	Trichothécènes (DON)	<i>Fusarium verticillioides</i> , <i>F. proliferatum</i>
	Zéaralénone	<i>Fusarium graminearum</i> , <i>F. culmorum</i>
		<i>F. crookwellense</i> , <i>F. sporotrichioides</i>
		<i>F. poae</i> , <i>F. tricinctum</i> , <i>F. acuminatum</i>
		<i>Fusarium graminearum</i> , <i>F. culmorum</i> <i>F. crookwellense</i> .
	Alcaloïdes d'ergot (dit ergot du seigle)	<i>Claviceps purpurea</i> , <i>C. paspali</i> , <i>C. africana</i>
Autres mycotoxines	Citrinine	<i>Aspergillus terreus</i> , <i>A. carneus</i> , <i>A. niveus</i>
	Toxines d' <i>Alternaria</i> (alternariol, alternariol méthyl éther...)	<i>Penicillium verrucosum</i> , <i>P. citrinum</i> , <i>P. expansum</i>
	Acide cyclopiazonique	<i>Alternaria alternata</i> , <i>Alternaria solani</i>
	Sterigmatocystine	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. versicolor</i> , <i>A. tamaris</i>
	Sporidesmines	<i>Penicillium</i> dont <i>P. camemberti</i>
	Stachybotryotoxines	<i>Aspergillus nidulans</i> , <i>A. versicolor</i> , <i>A. flavus</i>
	Toxines d'endophytes (ergovaline, lolitrène B)	<i>Pithomyces chartarum</i>
	Phomopsines	<i>Strachybotrys chartarum</i>
	Toxines trémorgènes	<i>Neotyphodium coenophialum</i> , <i>N. lolii</i>
		<i>Phomopsis leptostromiformis</i>
		<i>Penicillium roquefortii</i> , <i>P. crustosum</i> , <i>P. puberulum</i>
		<i>Aspergillus clavatus</i> , <i>A. fumigatus</i>

Source : AFSSA, 2003

4.3. Résidus de pesticides

L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Organisation mondiale de la santé (OMS) définissent les "pesticides" comme des substances ou des associations de substances contenant des composants chimiques ou biologiques destinés à repousser, détruire ou combattre les ravageurs, les maladies ou les mauvaises herbes, ainsi que des substances utilisées comme régulateurs de croissance des plantes. Parmi eux, ils existent les produits phytosanitaires destinés à la protection des végétaux tels que les herbicides, les insecticides et les fongicides, et les biocides destinés à la protection de l'être humain et les animaux tels que les produits de nettoyage et désinfectants (Wissam, 2022).

4.3.1. Utilisation des pesticides

Les pesticides sont utilisés majoritairement dans l'activité agricole pour la prévention, le contrôle ou l'élimination d'organismes jugés indésirables. Ces organismes indésirables peuvent être des mauvaises herbes, des insectes, des acariens, des champignons ou des bactéries et bien d'autres qui peuvent causer des dommages aux cultures et réduire les rendements. Ils sont également utilisés pour protéger les cultures des maladies et pour prolonger la durée de conservation des aliments après la récolte: les semences ou les céréales conservées dans les silos qui peuvent être altérés par des moisissures, des champignons ou encore détruits par certains insectes ; les fruits dont la conservation doit garantir les qualités sanitaires, gustatives et organoleptiques. Les pesticides sont utilisés aussi dans d'autres activités tels qu'en sylviculture, en horticulture, pour le désherbage des zones non cultivées, pour le traitement de bâtiments d'élevage, de matériel de stockage et de transport d'animaux. Globalement, 90 % de pesticides sont utilisés dans l'activité agricole (FAOSTAT, 2019). Le pesticide est une substance chimique devenue partie intégrante de l'agriculture moderne d'aujourd'hui. La population mondiale est en forte croissance et nécessite une production alimentaire toujours plus importante. Par conséquent, les pesticides sont largement utilisés à l'échelle mondiale pour assurer quantitativement la sécurité alimentaire. La consommation mondiale de pesticides a augmenté au cours de la dernière décennie en raison de la croissance démographique constante et de l'urbanisation rapide (Wissam, 2022).

4.3.2. Classification des pesticides

Les pesticides peuvent être classés en fonction de leur action sur les organismes cibles.

A. Herbicides

Les herbicides sont les pesticides les plus employés dans le monde, principalement dans les pays industrialisés. Aussi communément appelés désherbants, les herbicides sont des substances chimiques utilisées pour tuer les plantes indésirables, pour réduire la densité des mauvaises herbes et favoriser la croissance des espèces désirables, ce qui laisse des effets secondaires non perçus (EPA, 2011). Les herbicides peuvent augmenter sensiblement le rendement des cultures en éliminant sélectivement les mauvaises herbes et en stimulant la croissance. 10% de rendement supplémentaire est obtenu avec l'emploi d'herbicides par rapport au travail manuel. En Chine, les herbicides représentent 53% de tous les pesticides utilisés. L'application d'herbicides favorise les bonnes pratiques agricoles, notamment les techniques et les méthodes de plantation. Ceci permet d'augmenter la production de soja, de maïs, de blé et de coton. Cependant, les résidus d'herbicides ont été détectés sur des plants de soja, de maïs, de blé, de riz et de coton en Chine (FAOSTAT, 2019).

B. Fongicides

Les fongicides sont des agents utilisés pour prévenir ou éradiquer les champignons, spores fongiques et bactéries indésirables des plantes ou des graines en agriculture. On distingue deux grands groupes de fongicides : les fongicides minéraux et les fongicides organiques. Ils sont appliqués pour protéger les tubercules, les fruits et les légumes pendant le stockage ou ils sont également appliqués directement sur les plantes ornementales, les arbres, les grandes cultures, les céréales et les graminées à gazon (Gupta, 2012 ; Correia et *al.*, 2016).

C. Insecticides

Les insecticides sont utilisés dans l'agriculture, la médecine, l'industrie et dans nos maisons contre les insectes à tous les stades de leur développement. De nombreux insecticides sont également utilisés contre les oeufs et les larves d'insectes (Ji et *al.*, 2016). La plupart des produits agissent en tant que neurotoxiques et endommagent le système nerveux de l'insecte pour aboutir à sa mort. D'autres empêchent sa mue ou inhibent la faim, ce qui causera sa mort. Les insecticides agissent pour éliminer ou prévenir la reproduction des insectes nuisibles en agissant sur le système nerveux de l'insecte ou en agissant comme régulateurs de croissance ou endotoxines (EPA, 2017a).

4.3.3. Effets des pesticides

Si les pesticides sont bénéfiques dans la protection de culture et dans la conservation de fruits et légumes, ils présentent des impacts négatifs pour la santé humaine et l'environnement. Suite à l'utilisation massive et variées, les résidus de pesticides sont omniprésents dans différentes matrices de l'environnement telles que le sol, l'eau, sédiment et le biote, et aussi dans les aliments incluant les fruits et légumes. Les résidus de pesticides dans les fruits et légumes présentes des risques importants sur la santé humaine. En effet, lorsque les aliments contaminés sont consommés, les résidus de pesticides peuvent s'accumuler dans notre organisme et affectent par la suite la santé du consommateur. L'exposition aux pesticides conduit à de nombreux impacts et parmi eux, les anomalies congénitales, la stérilité, les troubles immunologiques, endocriniens et troubles respiratoires (Ntzani et *al*, 2013 ; Sun et *al.*, 2020). En outre, on attribue aux pesticides différentes formes de cancers, les diabètes, et les maladies neurodégénératives tels que la maladie de Parkinson, d'Alzheimer et de sclérose latérale amyotrophique ou de SLA. Chaque année, de 5 000 à 20 000 personnes meurent et de 500 000 à 1 million de personnes sont empoisonnées par des pesticides (Yadav et *al*, 2017). Les ouvriers agricoles font parti de la population à haute risque, plus que 50% des personnes intoxiquées et 75 % de celles qui meurent à cause des pesticides sont des ouvriers agricoles. Le reste est empoisonné par la consommation d'aliments contaminés (FAO, 2014).

4.3.4. Impact potentiel sur la santé humaine

Les pesticides peuvent pénétrer dans le corps humain via trois principales voies : par l'inhalation d'air pollué, de poussières et de vapeurs contenant des pesticides, par l'exposition orale en consommant des aliments et de l'eau contaminés et par exposition cutanée par contact direct avec les pesticides (Sacramento, 2008). Les pesticides sont pulvérisés sur les aliments, en particulier les fruits et les légumes, ils sont sécrétés dans les sols et les eaux souterraines qui peuvent se retrouver dans l'eau potable et leurs résidus peuvent se présenter dans les matrices alimentaires avec des teneurs qui dépassent les seuils acceptables (Narendaran et *al*, 2019 ; Idowu, 2022). La toxicité des produits chimiques, la durée et l'ampleur de l'exposition déterminent le degré d'impact nocif sur la santé humaine (Lorenz, 2009). La toxicité des produits chimiques dépend de la nature du toxique, des voies d'exposition (orale, cutanée et par inhalation), de la dose et de l'organisme. La toxicité peut être aiguë ou chronique. La toxicité aiguë est la capacité d'une substance à provoquer des effets nocifs allant des maux de tête aux vertiges, à l'irritabilité, aux vomissements, à la nervosité, à la confusion, aux nausées et aux

convulsions (ATSDR, 2007) qui se développent rapidement après l'absorption, c'est-à-dire quelques heures ou un jour. La toxicité chronique est la capacité d'une substance à provoquer des effets nocifs sur la santé résultant d'une exposition à long terme à une substance tel que des défauts de reproduction, une neurotoxicité, des tremblements et des cancers (ATSDR, 2005). Les pesticides figurent parmi les principales causes de décès par auto-empoisonnement, en particulier dans les pays moins développés, à cause de l'utilisation non contrôlée de pesticides toxiques qui peuvent se propager dans l'environnement en provoquant des effets sanitaires aigus et chroniques (OMS, 2018 a).

4.3.5. Règlementation des pesticides en Côte d'Ivoire

La Côte d'Ivoire, dans le cadre de la régulation de l'usage des pesticides, dispose d'un système structuré comprenant une liste des pesticides homologués et une liste des pesticides interdits. Ces produits sont régulièrement testés et évalués afin d'améliorer leur qualité, en réduisant leur toxicité tout en augmentant leur efficacité. Cette révision continue permet de garantir un contrôle de leur impact environnemental et sanitaire (RCI, 2018b).

Face à cette situation, il a été recommandé d'organiser une collecte et une élimination des stocks de pesticides obsolètes, comme le DDT, afin d'éviter toute exposition prolongée et dangereuse. Ces produits hors d'usage devraient être stockés dans des conditions sécurisées, notamment dans des magasins de conservation spécialisés, et convoyés vers des sites d'élimination appropriés tels que RMG Côte d'Ivoire SA, où un dispositif d'élimination est déjà en place pour traiter ces déchets dangereux. Toutefois, malgré ces recommandations, les stocks de pesticides périmés restent toujours en attente, et les collectes se poursuivent lentement dans de nombreuses localités (RCI, 2018b). L'usage excessif et inapproprié de pesticides présente des risques considérables, tant pour les agriculteurs que pour l'environnement. Une mauvaise gestion des pesticides peut entraîner des coûts financiers importants pour les producteurs, en plus des risques écologiques liés à leur dispersion dans l'environnement (sol, eau, air). Cela peut également avoir des retombées nocives sur la faune et la flore locales. Sur le plan sanitaire, l'exposition aux résidus de pesticides dans les aliments, ainsi que le contact direct avec ces substances lors de leur application ou de leur stockage, représentent un danger direct pour la santé humaine. Cependant, la Côte d'Ivoire n'a pas encore mis en place un système de collecte de données sur l'incidence des pesticides sur la santé des populations. Il est crucial de commencer à suivre l'impact de l'exposition aux pesticides, afin de mieux comprendre les risques sanitaires associés à leur usage. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS),

environ 3 % des ouvriers agricoles dans le monde souffrent chaque année d'intoxications aiguës dues aux pesticides, ce qui souligne l'ampleur du problème à l'échelle mondiale. Bien que la réglementation sur l'usage des pesticides en Côte d'Ivoire ait été renforcée ces dernières années, la situation sur le terrain demeure préoccupante. Il est essentiel de renforcer la surveillance de la qualité des produits phytosanitaires, de promouvoir une gestion plus sûre des pesticides, et de mettre en place des systèmes de suivi de l'impact sanitaire de ces produits afin de protéger à la fois l'environnement et la santé des populations, particulièrement celles qui vivent dans des zones rurales comme la région du Haut-Sassandra.

4.4. Métaux lourds

Les éléments traces métalliques sont généralement définis comme des métaux lourds, ils sont libérés dans le milieu, soit par des processus naturels (altération) ou anthropiques (exploitation minière) depuis leur source. On appelle métaux lourds tout élément métallique naturel dont la masse volumique dépasse 5g/cm³. Ils englobent l'ensemble des métaux et métalloïdes présentant un caractère toxique pour la santé et l'environnement (El Ouattassi, 2017).

Les métaux lourds les plus souvent considérés comme toxiques pour l'homme sont : le plomb, le mercure, l'arsenic et le cadmium. D'autres comme le cuivre, le zinc, le chrome, pourtant nécessaires à l'organisme en petites quantités, peuvent devenir toxiques à doses plus importantes (Ghezri, 2014). Dans le cadre de chimie, les métaux lourds sont généralement définis sur la base de leurs propriétés physico-chimiques. En science du sol, il est convenu de parler « d'éléments trace métalliques » qui désignent des composés minéraux présents à très faible concentration. En toxicologie, ils peuvent être définis comme des métaux à caractère cumulatif (souvent dans les tissus biologiques) ayant essentiellement des effets très néfastes sur les organismes vivants. En nutrition et en agronomie, ils peuvent même être assimilés à des oligo-éléments indispensables à certains organismes, en particulier par leur action catalytique au niveau du métabolisme (Matias, 2009).

5. Problématiques nutritionnelles en Afrique de l'Ouest

Aperçu des études sur la malnutrition en Afrique de l'Ouest : Sous-nutrition et Sur-nutrition.

La malnutrition est un problème majeur de santé publique en Afrique de l'Ouest, avec des impacts graves sur la santé des populations, en particulier des enfants et des femmes enceintes. La malnutrition dans la région se manifeste sous deux formes principales : la sous-nutrition

(incluant les carences alimentaires et la maigreur excessive) et la sur-nutrition (en particulier l'obésité et les maladies métaboliques liées à l'alimentation) (FAO, 2020b).

5.1. Sous-nutrition en Afrique de l'Ouest

La sous-nutrition en Afrique de l'Ouest reste un problème critique, surtout chez les enfants de moins de 5 ans. Les causes de la sous-nutrition dans la région sont multiples et incluent des facteurs économiques, sociaux, environnementaux et politiques (UNICEF, 2021).

5.1.1. Principaux indicateurs et tendances

- **Insuffisance pondérale** : Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), de nombreux pays d'Afrique de l'Ouest ont des taux élevés d'insuffisance pondérale chez les enfants, avec des prévalences variant de 10 à 25 % dans des pays comme le Niger, le Burkina Faso et le Mali. Ces taux restent préoccupants, bien que des progrès aient été réalisés ces dernières années (OMS, 2021c).
- **Retard de croissance (stunting)** : Le retard de croissance est un problème de sous-nutrition largement répandu dans la région. Les enfants souffrant de retard de croissance ont un développement physique et mental limité, ce qui impacte leur santé à long terme. Par exemple, au Burkina Faso, au Niger et au Mali, près de 30 à 40 % des enfants de moins de 5 ans sont affectés par ce problème. Les principales causes incluent une alimentation inadéquate, des infections fréquentes, un faible accès à l'eau potable et à l'assainissement, et des soins de santé insuffisants (CILSS, 2019).
- **Carences micronutritionnelles** : La carence en fer, vitamine A, zinc, et iode est courante en Afrique de l'Ouest. Une étude menée dans plusieurs pays (dont le Sénégal et la Côte d'Ivoire) a révélé des taux de carence en fer élevés chez les enfants et les femmes enceintes, conduisant à des problèmes d'anémie, qui augmentent les risques de complications pendant la grossesse et l'accouchement (OMS, 2020).

5.1.2. Causes de la sous-nutrition (OMS, 2018d)

- **Accès limité à une alimentation variée et nutritive** : L'accès à des aliments riches en protéines et en micronutriments (légumes, fruits, viandes maigres, poissons) reste limité dans de nombreuses régions rurales.

- Pratiques d'alimentation inappropriées : L'alimentation infantile est parfois inadéquate, avec des pratiques telles que le sevrage précoce ou des régimes alimentaires insuffisants en nutriments essentiels.
- Problèmes de santé publique : Les maladies infectieuses, notamment les diarrhées et les infections respiratoires, contribuent à l'aggravation de la malnutrition, car elles réduisent l'appétit et l'absorption des nutriments.

5.1.3. Réponses et interventions (SEN, 2018)

Les efforts pour réduire la sous-nutrition en Afrique de l'Ouest incluent :

- Les programmes d'alimentation thérapeutique pour traiter les enfants sévèrement mal nourris.
- L'enrichissement alimentaire (ex. : enrichir les céréales de base avec des micronutriments).
- Les programmes de supplémentation en micronutriments, notamment en fer, en vitamine A et en zinc.
- L'amélioration de l'accès à l'eau potable et à l'assainissement, pour prévenir les infections qui aggravent la malnutrition.

5.2. Sur-nutrition en Afrique de l'Ouest

La sur-nutrition, qui comprend l'obésité et d'autres troubles métaboliques liés à l'alimentation, est un problème émergent dans les zones urbaines d'Afrique de l'Ouest. Bien qu'elle soit moins répandue que la sous-nutrition, elle connaît une progression rapide, notamment dans les grandes villes et parmi les classes moyennes (FAO, 2020b).

5.2.1. Principaux indicateurs et tendances (OMS, 2019a)

- Obésité et surpoids : des études montrent une augmentation du surpoids et de l'obésité dans de nombreuses régions urbaines d'Afrique de l'Ouest. Par exemple, au Sénégal et en Côte d'Ivoire, les prévalences de l'obésité chez les adultes ont fortement augmenté au cours des dernières décennies, avec des taux atteignant parfois 20 à 30 % chez les femmes adultes. Les femmes sont particulièrement touchées par ce phénomène, en raison de facteurs socioculturels, notamment la valorisation du corps plus corpulent comme symbole de richesse et de bien-être.

- Problèmes métaboliques : la sur-nutrition dans la région est liée à une augmentation des maladies non transmissibles telles que le diabète de type 2, les maladies cardiovasculaires et l'hypertension artérielle. Ces pathologies sont de plus en plus fréquentes, notamment dans les grandes agglomérations comme Abidjan (Côte d'Ivoire) et Dakar (Sénégal).

5.2.2. Causes de la sur-nutrition (UNICEF, 2021)

- Alimentation déséquilibrée : l'urbanisation rapide a conduit à une transition alimentaire caractérisée par une consommation accrue d'aliments transformés, riches en graisses saturées, en sucres et en sel, au détriment des aliments traditionnels plus équilibrés.
- Mode de vie sédentaire : le manque d'exercice physique, exacerbé par l'urbanisation et les nouvelles technologies, contribue également à l'augmentation de la sur-nutrition.
- Facteurs socio-économiques et culturels : le changement de mode de vie, la mondialisation et l'accès à des produits alimentaires importés ont modifié les habitudes alimentaires des populations urbaines.

5.2.3. Réponses et interventions

- Sensibilisation et éducation à la nutrition : Des campagnes de sensibilisation visant à promouvoir une alimentation équilibrée et l'importance de l'activité physique ont été mises en place, par exemple au Sénégal et au Ghana (Akinyele, 2017).
- Réglementation de l'industrie alimentaire : Certains pays ont introduit des lois pour limiter la publicité de produits alimentaires malsains, en particulier pour les enfants, et encourager les entreprises à améliorer la qualité nutritionnelle de leurs produits (Akinyele, 2017).

5.3. Double fardeau de la malnutrition

Un phénomène de double fardeau de la malnutrition est de plus en plus observé en Afrique de l'Ouest, où coexistent à la fois sous-nutrition et sur-nutrition dans les mêmes populations, ou même dans le même ménage. Par exemple, dans certaines régions, un enfant peut souffrir de retard de croissance ou de carence en micronutriments, tandis que ses parents souffrent de surpoids ou d'obésité. Ce double fardeau peut résulter de la transition rapide des systèmes alimentaires et des inégalités d'accès à une nutrition de qualité (FAO, 2019).

La malnutrition en Afrique de l'Ouest est un problème complexe qui combine des défis liés à la sous-nutrition (en particulier le retard de croissance, l'insuffisance pondérale et les carences micronutritionnelles) et la sur-nutrition (principalement l'obésité et ses conséquences métaboliques). Tandis que la sous-nutrition reste un problème majeur dans les zones rurales, la sur-nutrition est de plus en plus courante dans les zones urbaines (OMS, 2021a).

Les interventions pour lutter contre la malnutrition en Afrique de l'Ouest nécessitent une approche holistique, qui comprend la promotion d'une alimentation diversifiée et équilibrée, l'amélioration des conditions socio-économiques et la lutte contre la pauvreté. Le double fardeau de la malnutrition souligne l'importance d'une réponse plus intégrée, qui s'attaque à la fois aux causes de la sous-nutrition et aux facteurs de la surnutrition (Tetteh, 2018).

Selon des études récentes menées à Abidjan et dans d'autres grandes villes ivoiriennes, ce phénomène de double fardeau est de plus en plus visible. De nombreux foyers sont confrontés à la coexistence de malnutrition infantile (telles que les carences en micronutriments et les retards de croissance chez les enfants) et de surpoids ou d'obésité chez les adultes, principalement en raison des habitudes alimentaires et des modes de vie modernes influencés par l'urbanisation rapide et la mondialisation des régimes alimentaires (Soro, 2020).

La malnutrition en Côte d'Ivoire présente un double défi : la sous-nutrition qui reste un problème grave, en particulier chez les enfants, et la sur-nutrition, un phénomène émergent, surtout dans les zones urbaines et parmi les populations à revenu moyen. Les causes sous-jacentes de ces deux formes de malnutrition sont multiples et comprennent des facteurs socio-économiques, culturels, environnementaux et sanitaires (Kouadio, 2021).

Les efforts pour lutter contre la malnutrition doivent être intégrés et inclure des stratégies pour améliorer l'alimentation, la santé publique, les pratiques d'hygiène et les conditions socio-économiques. L'approche doit être holistique et adaptée aux contextes ruraux et urbains pour être efficace à long terme (WHO, 2019).

6. Problématiques nutritionnelles en Côte d'Ivoire

La malnutrition en Côte d'Ivoire est un problème de santé publique majeur, qui touche particulièrement les enfants de moins de 5 ans, les femmes enceintes et allaitantes, ainsi que certaines populations vulnérables. La malnutrition en Côte d'Ivoire se manifeste sous deux formes principales : la sous-nutrition (notamment la sous-pondération et les carences en

micronutriments) et la sur-nutrition (principalement l'obésité et les maladies métaboliques). La situation est complexe et varie selon les zones géographiques (urbaines vs rurales) et les groupes socio-économiques (Ministère de la Santé et de l'Hygiène Publique, 2018).

6.1. Malnutrition en Côte d'Ivoire

La malnutrition en Côte d'Ivoire demeure l'un des principaux défis de santé publique, en particulier dans les zones rurales et semi-urbaines. Bien que des progrès aient été réalisés dans certains domaines, comme la lutte contre certaines formes de malnutrition, la situation reste préoccupante, avec un double fardeau nutritionnel. Cela inclut à la fois la sous-nutrition (carences en nutriments et insuffisance énergétique) et la surnutrition (surpoids et obésité), qui se manifestent de manière plus marquée dans certaines populations (UNICEF, 2022). Elle représente en effet un problème de santé publique crucial. Les efforts pour combattre la malnutrition se heurtent à plusieurs défis, notamment le double fardeau nutritionnel du pays.

En Côte d'Ivoire, plusieurs facteurs contribuent à cette situation, parmi lesquels la pauvreté, le manque d'accès à des aliments nutritifs, et des habitudes alimentaires inadéquates. La sous-nutrition, caractérisée par des carences en vitamines et minéraux essentiels ainsi qu'une insuffisance énergétique, touche particulièrement les enfants et les femmes enceintes, entraînant des retards de croissance et d'autres problèmes de santé graves (UNICEF, 2022).

Par ailleurs, la surnutrition et ses conséquences, telles que le surpoids et l'obésité, commencent à émerger en milieu urbain et semi-urbain, souvent en raison de changements dans le mode de vie et l'alimentation, notamment une consommation accrue d'aliments transformés et riches en calories. Pour faire face à ces défis, des interventions multisectorielles sont nécessaires, englobant la promotion de l'agriculture durable, l'amélioration de l'accès à l'éducation nutritionnelle, et le renforcement des systèmes de santé pour mieux dépister et traiter la malnutrition sous toutes ses formes (UNICEF, 2022).

6.2. Double fardeau de la malnutrition : sous-nutrition et surnutrition

La Côte d'Ivoire fait face à un double fardeau nutritionnel, qui englobe à la fois la sous-nutrition et la surnutrition, bien que la répartition entre ces deux formes de malnutrition varie selon les zones géographiques et les groupes socio-économiques. La carence en fer est particulièrement répandue, ce qui entraîne une anémie chez de nombreux enfants et femmes, rendant les

individus plus vulnérables aux infections et réduisant leur capacité à travailler et à se développer (UNICEF, 2024).

Cela est particulièrement visible dans les populations urbaines qui ont accès à des aliments ultratransformés (sucreries, boissons gazeuses, fast food), tandis que les populations rurales continuent de consommer des produits locaux moins riches en graisses et sucres mais plus carencés en micronutriments essentiels (RCI, 2021).

Ces problématiques montrent l'importance de stratégies intégrées pour améliorer la nutrition, qui devraient inclure des interventions pour les deux formes de malnutrition. Des efforts accrus sont nécessaires pour promouvoir des régimes alimentaires équilibrés et améliorer l'accès à des aliments nutritifs, tout en sensibilisant aux risques de l'obésité et des maladies associées.

6.2.1. Sous-nutrition en Côte d'Ivoire

La sous-nutrition en Côte d'Ivoire affecte principalement les enfants et reste une cause majeure de morbidité et de mortalité infantile, malgré les efforts de réduction de la pauvreté et des inégalités alimentaires. Elle est caractérisée par des formes telles que la carence en nutriments (vitamines et minéraux essentiels) et le retard de croissance chez les enfants (UNICEF, 2020).

Au niveau national, la prévalence de la malnutrition dans l'ensemble est de 6,8% et celle de la malnutrition aigüe sévère est de 1,9%. La couverture nationale de la vitamine A est de 75% et 63% des enfants de 12 à 59 mois ont été déparasités au niveau national (EDS, 2021). Les résultats de l'enquête montrent que la prévalence des femmes non enceintes en état de dénutrition sévère grade III est de 0,3%. Cependant le taux de surpoids est de 21,9% et un taux d'obésité de 12,9%.

Au plan national, 51,2% des femmes enceintes et/ou allaitantes avaient une malnutrition aigüe globale dont 27,4% de malnutrition aigüe sévère (EDS, 2021).

6.2.1.1. Principaux indicateurs et tendances

- Insuffisance pondérale (faible poids pour l'âge) : Une étude de l'Institut National de la Statistique (INS) de 2017 dans le cadre de l'Enquête Démographique et de Santé (INS & ICF, 2022) a révélé que 14 % des enfants de moins de 5 ans en Côte d'Ivoire souffrent d'insuffisance pondérale. Ce chiffre est particulièrement préoccupant dans les régions rurales, où l'accès aux soins de santé et à une alimentation diversifiée reste limité.

- Retard de croissance (stunting) : Le retard de croissance est une forme de sous-nutrition marquée par une taille inférieure à la norme pour l'âge, indiquant un retard de développement physique et parfois cognitif. Selon l'EDS 2021, 23 % des enfants ivoiriens souffrent de retard de croissance. Ce phénomène est particulièrement accentué dans les zones rurales, où la pauvreté et l'insécurité alimentaire sont plus prononcées (FAO, 2020a).
- Carences en micronutriments:
 - Carence en fer : L'anémie due à une carence en fer touche un grand nombre d'enfants et de femmes enceintes en Côte d'Ivoire. Une étude menée dans le district d'Abidjan a montré que plus de 40 % des enfants souffrent d'anémie ferriprive, souvent exacerbée par une alimentation insuffisante en sources de fer (viandes, légumes à feuilles vertes, etc.) (FAO, 2020a).
 - Carence en vitamine A : Une autre étude a révélé que la carence en vitamine A affecte également un grand nombre d'enfants, entraînant des problèmes de vision (notamment la cécité nocturne) et une diminution de l'immunité (FAO, 2020a).

6.2.1.2. Causes de la sous-nutrition

- Pauvreté et inégalités sociales : Un grand nombre de familles n'ont pas accès à une alimentation suffisante et diversifiée en raison de la pauvreté et des inégalités économiques, surtout dans les zones rurales (OMS, 2021a).
- Pratiques alimentaires inappropriées : Les pratiques de nourrissage des enfants, telles que l'allaitement précoce insuffisant, le sevrage alimentaire trop rapide et l'absence d'aliments complémentaires de qualité après les 6 mois, sont courantes (OMS, 2021a).
- Conditions sanitaires et infections : Les maladies fréquentes (notamment les diarrhées) et le manque d'accès à de l'eau potable propre et à de bonnes conditions d'assainissement jouent également un rôle dans la malnutrition en Côte d'Ivoire (OMS, 2021a).

6.2.1.3. Réponses et interventions

- Programmes d'alimentation thérapeutique : Le gouvernement ivoirien et les ONG mettent en place des programmes visant à traiter la malnutrition aiguë sévère, comme les unités de prise en charge de la malnutrition (OMS, 2021b).
- Supplémentation en micronutriments : Des programmes de supplémentation en vitamine A, fer et zinc sont mis en place pour les enfants et les femmes enceintes.

- Promotion de l'allaitement exclusif : Des campagnes de sensibilisation sur l'importance de l'allaitement exclusif pendant les 6 premiers mois sont courants pour améliorer la nutrition infantile.
- Amélioration de l'accès à l'eau potable : L'amélioration des infrastructures sanitaires et de l'accès à l'eau est une priorité pour réduire les maladies infectieuses et, par conséquent, la malnutrition.

6.2.2. Sur-nutrition en Côte d'Ivoire

La sur-nutrition, qui inclut principalement l'obésité et le surpoids, est un problème émergent en Côte d'Ivoire, particulièrement dans les zones urbaines et parmi les classes moyennes. Ce phénomène est lié à la transition nutritionnelle en cours dans le pays, avec une adoption croissante de régimes alimentaires riches en sucres, en graisses et en aliments ultra-transformés.

6.2.2.1. Principaux indicateurs et tendances

- Obésité et surpoids : Les études menées sur l'obésité montrent une augmentation significative du surpoids et de l'obésité, en particulier chez les femmes et les adultes. Selon une étude menée par l'Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan en 2018, environ 20 à 30 % des femmes adultes en milieu urbain sont en surpoids, et près de 10 à 15 % sont obèses (OMS, 2021c).
- Problèmes métaboliques : La sur-nutrition est directement liée à une augmentation des maladies non transmissibles (MNT), telles que le diabète de type 2, l'hypertension artérielle et les maladies cardiovasculaires. Une étude sur les adultes à Abidjan a montré que près de 10 % des adultes souffrent de diabète, et près de 25 % des adultes sont hypertendus (OMS, 2021c).

6.2.2.2. Causes de la sur-nutrition

- Études locales : En Côte d'Ivoire, des études comme celle de Bamako (2016) montrent que les consommateurs urbains, notamment en milieu urbain comme Abidjan, ont une prédisposition à acheter des produits alimentaires transformés et des fast food, contribuant à une augmentation des maladies métaboliques telles que l'obésité.
- Études sur la Côte d'Ivoire : Des études locales comme celle de Diakité (2019) indiquent que la population ivoirienne, en particulier en milieu urbain, mène une vie de plus en plus

sédentaire en raison des déplacements motorisés, du manque d'infrastructures pour la pratique de l'exercice physique et de l'usage excessif de la technologie.

- Études locales et observations culturelles : Une étude réalisée par Soro en 2015 sur la perception de l'obésité en Côte d'Ivoire montre que de nombreuses femmes, notamment dans les classes moyennes et supérieures, considèrent l'obésité comme un symbole de bien-être social et économique. Cette perception conduit parfois à une adoption de régimes alimentaires riches et à une minimisation des risques sanitaires associés à l'obésité.

6.2.2.3. Réponses et interventions

Les actions de prévention en matière de nutrition et de santé publique, comme les campagnes de sensibilisation, la réglementation de la publicité, et les interventions communautaires, sont essentielles pour lutter contre les comportements alimentaires malsains et l'obésité.

En Côte d'Ivoire, des programmes nationaux de prévention ont été lancés pour encourager la population à adopter des comportements alimentaires sains, notamment en réponse à la hausse de l'obésité et des maladies métaboliques. Par exemple, le Ministère de la Santé et de l'Hygiène publique a mis en place des campagnes pour sensibiliser la population aux dangers du sucre et des aliments transformés (Ministère de la Santé et de l'Hygiène publique, 2019).

Bien que la réglementation de la publicité pour les aliments malsains soit encore en développement en Côte d'Ivoire, il y a eu des discussions récentes autour de l'adoption de lois pour limiter la publicité de produits alimentaires non sains, notamment ceux destinés aux enfants. Ces mesures visent à réduire l'influence des messages publicitaires incitant à une consommation excessive d'aliments transformés (Goudou, 2020).

En Côte d'Ivoire, des programmes communautaires ont été mis en place pour éduquer les populations urbaines et rurales à une alimentation saine, en particulier à travers des ateliers et des séminaires dans les écoles et les quartiers. Ces initiatives visent à sensibiliser les parents et les enfants aux risques des régimes alimentaires déséquilibrés et à promouvoir des alternatives plus saines (Kouadio, 2020).

7. Malnutrition dans la région du Haut-Sassandra

La région du Haut-Sassandra est située dans l'ouest de la Côte d'Ivoire, et elle fait face à des défis importants en matière de malnutrition, tant en ce qui concerne la sous-nutrition que la sur-

nutrition. Comme dans de nombreuses régions rurales de la Côte d'Ivoire, les populations du Haut-Sassandra sont confrontées à des conditions socio-économiques précaires, des défis en matière d'accès à la nutrition et aux soins de santé, ainsi que des inégalités d'accès aux ressources alimentaires diversifiées. Le double fardeau de la malnutrition, avec des formes de sous-nutrition et des taux croissants de sur-nutrition, est également une tendance émergente dans la région.

7.1. Sous-nutrition dans la région du Haut-Sassandra

7.1.1. Principaux indicateurs et tendances

Les problèmes de malnutrition, notamment l'insuffisance pondérale, le retard de croissance (ou *stunting*), et les carences micronutritionnelles comme l'anémie ferriprive, sont des enjeux majeurs dans la région du Haut-Sassandra en Côte d'Ivoire, où l'accès à une alimentation diversifiée et à des soins de santé adéquats est limité, particulièrement dans les zones rurales.

Un rapport de la FAO met en lumière les taux alarmants d'anémie ferriprive (40 à 50 %) chez les enfants et femmes enceintes dans la région, en raison de l'accès limité à des aliments riches en fer, tels que la viande rouge, les légumes à feuilles vertes, et les légumineuses. La prévalence élevée de carences en vitamine A est également soulignée, en raison d'une alimentation monotone dominée par des céréales et peu diversifiée (FAO, 2017).

Une autre étude révèle que 40 à 50 % des enfants et femmes enceintes dans le Haut-Sassandra souffrent d'anémie ferriprive. Les auteurs attribuent cette situation à un manque d'accès aux aliments riches en fer et à une alimentation pauvre en micronutriments, ce qui aggrave les risques de complications sanitaires chez les mères et les enfants (Yao, 2019). Un rapport de l'UNICEF aborde les conséquences des carences en fer et vitamine A sur la santé des enfants et des femmes enceintes dans le Haut-Sassandra. Le rapport souligne que les carences en micronutriments sont des problèmes majeurs, entraînant des troubles du développement chez les enfants et augmentant les risques de complications pendant la grossesse (UNICEF, 2016).

7.1.2. Causes de la sous-nutrition dans la région du Haut-Sassandra

La situation nutritionnelle du Haut-Sassandra est marquée par plusieurs défis qui sont liés à l'accès limité à une alimentation variée et nutritive, des pratiques alimentaires insuffisantes, ainsi qu'à l'impact des maladies infectieuses et des conditions sanitaires précaires. Ces problèmes de malnutrition sont exacerbés par des facteurs socio-économiques et

environnementaux spécifiques à la région. Les populations rurales du Haut-Sassandra, comme dans beaucoup de régions de la Côte d'Ivoire, dépendent largement de l'agriculture de subsistance pour leur alimentation quotidienne. Cependant, cette dépendance a des limites, notamment en termes de diversité alimentaire et de richesse nutritionnelle. Les cultures dominantes, comme le manioc, le riz et le maïs, ne sont pas suffisamment diversifiées pour répondre aux besoins nutritionnels complets des populations. Le manque d'accès à des aliments riches en protéines (viandes, poissons, œufs, légumineuses) et en micronutriments (fruits et légumes frais) est un facteur clé dans la malnutrition. Les obstacles à l'accès à ces aliments sont dus à plusieurs facteurs, notamment les faibles rendements agricoles, l'absence d'infrastructures de stockage et de transformation des produits alimentaires, et les coûts élevés des produits riches en protéines et en micronutriments (FAO, 2019).

Les maladies infectieuses, en particulier les diarrhées et les infections respiratoires aiguës, sont des causes majeures de malnutrition dans la région. Ces maladies, souvent liées à des conditions sanitaires et à un manque d'accès à l'eau potable, aggravent les carences nutritionnelles en affectant l'absorption des nutriments et en augmentant les besoins énergétiques du corps. Le Haut-Sassandra, comme d'autres régions rurales de la Côte d'Ivoire, fait face à des défis considérables en matière de gestion de l'eau et des assainissements, ce qui expose les populations, notamment les enfants, à des risques élevés d'infections (UNICEF, 2018).

7.1.3. Interventions en réponse à la sous-nutrition

Les programmes de nutrition dans la région du Haut-Sassandra, visant à lutter contre la malnutrition et ses conséquences, sont multiples et impliquent une approche intégrée combinant supplémentation en micronutriments, promotion de l'allaitement et de la nutrition infantile, ainsi que l'amélioration des infrastructures sanitaires.

L'accès à l'eau potable et à des conditions sanitaires adéquates est un facteur essentiel dans la réduction de la malnutrition, particulièrement dans les communautés rurales comme celles du Haut-Sassandra. Les maladies diarrhéiques et les infections respiratoires sont courantes dans ces zones, en raison de la mauvaise qualité de l'eau et des infrastructures d'assainissement insuffisantes. Pour remédier à cette situation, le gouvernement ivoirien, en collaboration avec des partenaires de développement (ONG, agences de l'ONU), met en œuvre des projets d'amélioration des infrastructures d'eau et d'assainissement, en particulier dans les zones rurales les plus vulnérables. Ces projets incluent la construction de puits, de forages, ainsi que la

promotion de l'hygiène et de l'assainissement à travers des campagnes de sensibilisation (World Bank, 2017 ; Ministry of Health and Public Hygiene & UNICEF, 2019 ; UNDP, 2020).

La lutte contre la malnutrition dans la région du Haut-Sassandra est également soutenue par des initiatives globales comme les Objectifs de Développement Durable (ODD), en particulier l'ODD 2 (Faim zéro) et l'ODD 6 (Eau propre et assainissement) (UN, 2015 ; FAO, 2020d).

Des acteurs internationaux tels que l'UNICEF, l'OMS, la FAO, ainsi que des ONG locales et internationales, collaborent avec le gouvernement ivoirien pour mettre en place des programmes visant à réduire la malnutrition infantile et améliorer l'accès à l'eau potable et à des services d'assainissement (UN, 2015 ; FAO, 2020d).

Les efforts pour lutter contre la malnutrition dans le Haut-Sassandra passent par une approche intégrée qui combine la supplémentation en micronutriments, la promotion de l'allaitement exclusif et l'introduction précoce d'aliments complémentaires nutritifs, ainsi que l'amélioration des infrastructures sanitaires. Ces interventions visent à réduire la malnutrition dans toutes ses formes, tout en soutenant le développement durable de la région et en améliorant la qualité de vie des populations rurales.

7.2. Sur-nutrition dans la région du Haut-Sassandra

Le phénomène de la sur-nutrition, bien qu'historiquement plus répandu dans les zones urbaines de la Côte d'Ivoire, commence effectivement à toucher certaines zones rurales, notamment dans les villes et marchés locaux du Haut-Sassandra. Ce changement est lié à une évolution des habitudes alimentaires et à une transition vers une alimentation plus industrialisée et moins diversifiée, caractérisée par une consommation accrue d'aliments transformés, riches en graisses saturées, en sucres et en sel. Ces changements sont souvent observés dans les zones où l'accès à des produits alimentaires transformés devient plus facile, et où l'urbanisation entraîne des modifications des modes de vie, notamment une sédentarisation accrue et une réduction de l'activité physique (FAO, 2020a).

7.2.1. Principaux indicateurs et tendances

Les données concernant la sur-nutrition dans cette région sont encore limitées, mais certaines tendances observées dans d'autres zones rurales de la Côte d'Ivoire suggèrent une augmentation du surpoids, surtout chez les femmes adultes. Cette évolution semble liée à un changement de

régime alimentaire, notamment l'augmentation de la consommation d'aliments transformés, riches en sucre et en graisses.

Une étude menée à San Pedro (région d'Agneby-Tiassa) a montré que 25 % des femmes adultes étaient en surpoids, tandis que 12 % étaient obèses. Ces chiffres sont significatifs dans un contexte où la sur-nutrition est en hausse (INS, 2024).

Les travailleurs migrants et les jeunes adultes qui adoptent un mode de vie plus urbain semblent aussi plus exposés à un surpoids accru, en raison de l'adoption d'une alimentation moins équilibrée et plus riche en produits industriels. Les problèmes de santé tels que l'hypertension, le diabète de type 2 et d'autres troubles métaboliques commencent à se manifester dans cette région. Bien que ces résultats proviennent d'études menées principalement à Abidjan, il est raisonnable de supposer que les tendances sont similaires dans d'autres zones urbaines et périurbaines de la Côte d'Ivoire (WHO, 2024).

Une étude menée à Abidjan a révélé que près de 30 % des adultes souffraient d'hypertension, un chiffre qui pourrait être encore plus élevé dans les zones rurales si l'on considère la transition rapide vers des régimes alimentaires moins sains (INS, 2024). L'obésité est un facteur de risque important pour le diabète de type 2. L'augmentation du nombre de personnes obèses dans les zones urbaines et rurales contribue à une élévation du nombre de cas de diabète dans le pays.

7.2.2. Causes de la sur-nutrition dans le Haut-Sassandra

L'urbanisation rapide de certaines villes comme Daloa a modifié de manière significative les habitudes alimentaires et le mode de vie des populations locales. Avec l'urbanisation, l'accès à des aliments ultra-transformés, des boissons sucrées et des fast-foods a considérablement augmenté. Ce phénomène a des conséquences directes sur la nutrition, car ces aliments sont souvent riches en sucres, graisses saturées, et sel, contribuant ainsi à un déséquilibre alimentaire.

Elle a facilité l'accès à des produits alimentaires prêts à consommer, souvent de moindre qualité nutritionnelle. Ces produits, bien qu'ils soient pratiques et souvent moins chers, sont également associés à une augmentation de la prise de poids et à des risques accrus de maladies non transmissibles comme le diabète et les maladies cardiovasculaires (FAO/OMS, 2024).

L'introduction de ces aliments transformés et de la restauration rapide dans les habitudes alimentaires des urbains contribue à un surpoids excessif et à des comportements alimentaires malsains. Ce phénomène touche particulièrement les jeunes adultes et les classes sociales les plus urbanisées, qui sont plus enclins à adopter ces régimes alimentaires modernes. Le manque d'activité physique et la sédentarité croissante, en particulier parmi les jeunes adultes et les travailleurs migrants, sont également des facteurs clés contribuant à l'augmentation des taux de surpoids et d'obésité dans les zones urbaines du Haut-Sassandra (OMS, 2024c).

Le développement des infrastructures urbaines a souvent réduit les occasions de pratiquer une activité physique régulière, en raison de la dépendance accrue aux moyens de transport motorisés et à un mode de vie plus axé sur le travail de bureau ou des emplois sédentaires. Les jeunes adultes, en particulier, sont de plus en plus sédentaires, passant de longues heures devant des écrans et négligeant l'exercice physique (FAO/OMS, 2024).

Les travailleurs migrants qui viennent s'installer dans les villes ont souvent un mode de vie moins actif, avec une forte dépendance au transport en voiture ou en moto et peu d'espace pour pratiquer une activité physique régulière. Cela, associé à une alimentation déséquilibrée, est un facteur majeur de l'augmentation du surpoids et de l'obésité dans cette population (OMS, 2024a).

7.2.3. Réponses et interventions à la sur-nutrition

Des campagnes de sensibilisation à la nutrition sont mises en œuvre dans la région du Haut-Sassandra pour encourager une alimentation plus saine et équilibrée. Ces initiatives visent à informer la population des dangers des régimes alimentaires déséquilibrés et de l'importance d'intégrer l'exercice physique dans leur routine quotidienne. Plusieurs types de campagnes sont généralement utilisés, notamment (OMS, 2018d):

- Des ateliers et des programmes éducatifs dans les écoles et les communautés locales permettent de sensibiliser les jeunes et les adultes aux bienfaits d'une alimentation variée et équilibrée, ainsi qu'à l'importance de maintenir une activité physique régulière. Cela inclut souvent des formations sur la lecture des étiquettes nutritionnelles et la planification de repas sains.
- Les autorités locales et les ONG utilisent les radios communautaires, la télévision et les réseaux sociaux pour diffuser des messages de sensibilisation, des recettes saines et des

conseils pratiques sur la gestion du poids et la nutrition. Ces campagnes visent particulièrement les femmes et les jeunes adultes, groupes les plus touchés par les problèmes de surpoids et d'obésité.

- Des collaborations avec des nutritionnistes, médecins et autres experts de la santé permettent de renforcer les messages éducatifs et de fournir un soutien direct aux individus souffrant de problèmes de santé liés à la nutrition (OMS, 2018 a).

Des initiatives réglementaires sont également mises en place pour limiter la consommation d'aliments malsains et encourager des pratiques alimentaires plus équilibrées dans la région. Parmi ces initiatives, on peut citer :

- La réglementation sur les produits alimentaires malsains : Certaines lois locales sont en cours d'élaboration pour limiter la commercialisation des aliments ultra-transformés et des boissons sucrées, notamment auprès des enfants. Cela inclut des politiques de restriction de la publicité pour ces produits, en particulier dans les écoles et à proximité des lieux fréquentés par les jeunes.
- L'étiquetage nutritionnel et contrôle de la qualité des aliments : Les autorités de santé publique travaillent à la mise en place de réglementations sur l'étiquetage des produits alimentaires. L'objectif est de garantir que les consommateurs puissent facilement identifier la qualité nutritionnelle des produits qu'ils achètent dans les marchés locaux et commerces.
- Le soutien aux commerçants locaux pour une offre alimentaire plus saine : Des incitations sont mises en place pour encourager les marchés locaux et les petits commerçants à proposer des produits alimentaires plus sains, comme des fruits et légumes frais, tout en réduisant la disponibilité des produits transformés et riches en sucre.

7.3. Double fardeau de la malnutrition dans le Haut-Sassandra

Le double fardeau de la malnutrition est un phénomène complexe observé dans de nombreuses régions rurales de la Côte d'Ivoire, y compris dans la région du Haut-Sassandra, où se coexistent à la fois des formes de sous-nutrition (telles que la sous-pondération et le retard de croissance) et des problèmes de sur-nutrition (notamment le surpoids et l'obésité, particulièrement chez les adultes). Ce phénomène est particulièrement frappant dans les ménages où les enfants sont confrontés à la malnutrition, tandis que les parents, souvent les mères, souffrent de problèmes liés à l'obésité ou au surpoids.

Le double fardeau de la malnutrition est souvent observé dans des ménages à faible revenu, où les contraintes économiques limitent l'accès à une alimentation adéquate et équilibrée pour les enfants, tandis que les adultes, en particulier les mères, sont confrontés à une augmentation de la consommation d'aliments ultra-transformés et à un mode de vie sédentaire, ce qui conduit à des problèmes de surpoids et d'obésité (OMS, 2024a).

La malnutrition dans la région du Haut-Sassandra est marquée par deux tendances opposées mais coexistantes : la sous-nutrition affectant principalement les enfants et certaines populations vulnérables, et la sur-nutrition en émergence, notamment dans les zones urbaines et chez les adultes. Le double fardeau de la malnutrition soulève des défis de santé publique complexes. Les réponses à ces problèmes doivent inclure des stratégies adaptées aux contextes ruraux et urbains, avec un accent sur l'amélioration de l'accès à une alimentation nutritive, la promotion de pratiques alimentaires saines et l'amélioration des conditions de vie et sanitaires pour toutes les populations.

8. Présentation de la région du Haut-Sassandra

Le Haut-Sassandra est une région située dans le centre-ouest de la Côte d'Ivoire. C'est l'une des 14 régions administratives du pays, appartenant au district des Savanes. Sa position géographique la place à la frontière avec plusieurs autres régions de la Côte d'Ivoire, notamment la région du Sassandra-Marahoué à l'ouest et le Gbôklé au sud, ce qui lui confère une importance stratégique dans la dynamique de la production agricole et commerciale dans le pays. La Région du Haut-Sassandra se subdivise en quatre (04) Départements : Daloa (Chef-lieu), Zoukougbeu, Vavoua et Issia. Elle a une superficie de 15 200 km², soit 4,71% de la superficie nationale. Coordonnées géographiques : situé entre 6° 30' et 7° 30' de latitude nord et 6° et 7° de longitude ouest (Anonyme, 2024).

La population de la région se présente comme suit (Tableau VII) :

Tableau VII : Population de la région du Haut-Sassandra

ENTITE	POPULATION			MÉNAGES		
	Hommes	Femmes	Total	Rapport de Masculinite	Nombre	Taille moyenne
Région du Haut-Sassandra	920 422	819 275	1739 697	112	287 502	6,1
Département Daloa	255 203	221 951	477 154	115	66 477	7,2
Daloa (Chef - Lieu)	70 170	62 358	132 528	113	21 222	6,2

Source: INS, RGPH 2021

Daloa, chef-lieu de la région, est un connecteur économique secondaire (ville parvenue à un stade intermédiaire d'urbanisation facilitant les économies de localisation grâce à la concurrence entre des entreprises intervenant dans le même secteur) qui a une vocation de centre d'approvisionnement, de distribution commerciale et de services à la population et aux entreprises (PEC, 2018). La ville de Daloa a une position géographique stratégique qui lui permet d'être une plateforme d'échanges avec les deux (02) Ports Autonomes d'Abidjan (PAA) et de San-Pedro (PASP).

Une (01) zone industrielle y existe : située dans le département de Daloa avec une superficie de 964 ha dont plus de 145 hectares abritent actuellement et majoritairement des unités industrielles de transformation du bois (MCIPPME, 2022). Secteur financier : 11 Banques commerciales, 16 Assurances et 16 structures de Microfinances (Mutuelles d'Epargne) y sont implantées. Couverture réseau mobile (ARTCI, juillet 2023): 100% des localités et 100% de la population sont couvertes. Santé : les infrastructures sanitaires de la région prennent en compte l'essentiel des plateaux techniques (Tableau VIII).

Tableau VII I: Infrastructures sanitaires de la région du Haut-Sassandra

Infrastructures sanitaires	Nombre
Etablissements Sanitaires de Premiers Contacts (ESPC)	147
Hôpitaux Généraux	03
Hôpitaux Généraux confessionnels	02
Centres Hospitaliers Régionaux	01
Etablissements Privés de Soins	34
Blocs opératoires fonctionnels	04
Salles d'opération gynéco-obstétrique fonctionnelles	01
Services publics de radiologie fonctionnels	03
Services privés de radiologie fonctionnels	07
Cabinets dentaires publics	03
Cabinets dentaires privés	03
Pharmacies publiques	25
Pharmacies privées	35

Source: MSHPCMU, 2022

Les secteurs d'activités porteurs sont, notamment l'agriculture et l'agro-industrie, les ressources animales et halieutiques, les ressources minières et l'industrie du bois et le tourisme. Le tableau IX présente l'agriculture dans la région du Haut-Sassandra de 2021 à 2023.

Tableau XI : Agriculture dans la région du Haut-Sassandra

Type de culture		Productions (en tonne)		
		2021	2022	2023
Cultures de rentes	Cacao	180 029	178 972	161 609
	Café	12 030	23 383	22 175
	Coton	1 679	1 619	1 200
	Anacarde	68 460	79 125	80 804
Cultures vivrières	Banane plantain	88 416	91 843	179 295
	Igname	261 707	268 477	295 673
	Maïs	47 119	49 591	79 472
	Riz	346 999	278 674	311 847
	Taro	10 777	11 099	ND
	Patate	2 668	2 745	ND
	Manioc	200 487	216 450	550 381
	Arachide	10 071	10 480	799
Cultures maraichères	Aubergine	6 590	6 746	3 162
	Gombo	18 811	19 382	4 545
	Tomate	1 585	1 633	3 796

Source : MSHPCMU, 2022

Les ressources animales dans la région du Haut-Sassandra sont présentées dans le Tableau X.

Tableau X : Ressources animales dans la région du Haut-Sassandra

Type d'élevage	Espèce	Cheptel (en nombre de têtes)
		2022
Volailles	Poulets de chair	185 193
	Pondeuses	164 788
	Poulets traditionnels	92 310
Ruminants	Bovins	43 240
	Ovins	46 904
	Caprins	43 245
Porcins	Porc traditionnel	5 505
	Porc moderne	

Source : MIRAHA, estimation 2022 ND : Non Disponible

- **Agro-industrie et Elevage** : Décorticage de café, fabrication d'aliment de volailles ;
- **Pêche continentale** : Port de pêche de Guessabo- Zoukougbeu- et les rivières d'Iboguhé et de Gbeuzibo dans le département d'Issia. Les espèces ordinairement pêchées sont le silure, le tilapia, la carpe et le mâchoiron ;
- **Filière bois** : plusieurs scieries dont des unités de sciage et de déroulage de contreplaqué ;
- **Ressources minières** : Or, sable, gravier ;
- **Tourisme** : l'offre touristique de la région est composée des Singes sacrés de la forêt, de Gbétitapéa, la Roche-éléphant de Brizéboua, le Centre artisanal de Daloa, les Grottes mystiques de Zébra, le Musée des amulettes de Vavoua, la Rivière sacrée de Guédékipréa, le Rocher de Lotazra à Issia.

DEUXIEME PARTIE : MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Type et période d'étude

La méthode adoptée a été essentiellement basée sur des enquêtes nutritionnelles et des analyses d'aliments consommés par la population. Il s'agit d'une enquête qui s'est déroulée en trois phases à savoir : une première enquête qui a été menée du 18 Janvier au 25 Mai 2018 suivit d'une deuxième qui a eu lieu du 15 Juin au 19 Septembre 2019 et d'une troisième du 14 Octobre au 20 Décembre 2020 soit une durée d'environ 3 ans.

2. Population cible

La population cible de cette étude était constituée des habitants du Haut-Sassandra, une région située dans le centre-ouest de la Côte d'Ivoire. Cette population inclut différents groupes d'âge, de statut de la femme (femmes enceintes et allaitantes.), ce qui a permis de capturer une diversité de pratiques alimentaires et d'états nutritionnels.

3. Matériel d'étude

3.1. Matériel biologique

Le matériel biologique de l'étude était composé des principaux aliments de base (riz, maïs, manioc) consommés par la population du Haut-Sassandra. Ces produits ont été achetés sur les marchés des départements de la région, puis stockés dans des sacs en plastique à température ambiante. Par la suite, ils ont été transformés en farines dans le laboratoire d'Agrovalorisation de l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa.

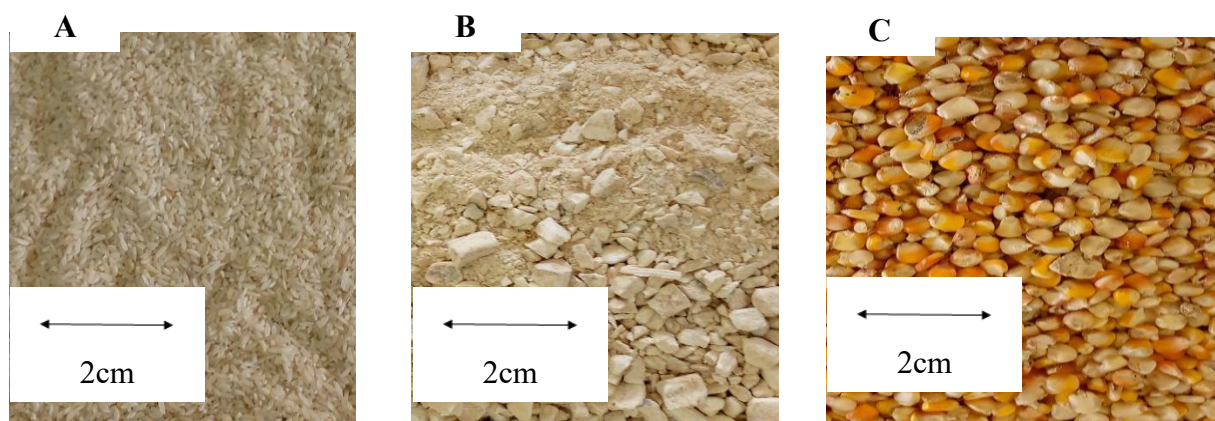


Figure 4 : Grains de riz (A) ; Morceaux de manioc sec (B) ; Grains de maïs sec (C)

3.2. Matériel technique pour l'enquête

Pour assurer le bon déroulement de l'enquête, un questionnaire a été conçu, comprenant : une fiche de consentement informé et de confidentialité des entretiens, une fiche de renseignement sur les caractéristiques sociodémographiques, une fiche des spéculations alimentaires, listant différentes catégories d'aliments et une fiche de mesure de la consommation d'aliments spécifiques (voir Annexe 2).

3.3. Matériel de laboratoire

Au cours de cette étude, plusieurs instruments et appareils ont été utilisés, répartis selon les types d'analyses effectuées.

- **Analyses physicochimiques:**

- Réfractomètre (Atago, Japon)
- pH-mètre (Hanna)
- Étuve isotherme (Mettler, modèle SCHWABACH 854, France)
- Four à moufle (Nabertherm GmbH, France)
- Cartouches Whatman (22 mm x 80 mm)
- Appareil Soxhlet (Lenz Laborglasinstrumente™)
- Spectromètre d'absorption atomique (Shimadzu AA-700, Japon)
- Mortier en porcelaine (AVIGNON)

- **Analyses microbiologiques:**

- Autoclave (OT 012, France)
- Boîtes de Petri

- **Analyses toxicologiques:**

- Blender (Waring Commercial, Laboratory Blender, Allemagne)
- Agitateur vortex (Heidolph 541-10000-00, France)
- Centrifugeuse (UNIVERSAL 320R ; HETTICH, Allemagne) : pour la centrifugation des échantillons
- Lecteur Vicam (Vicam-Afla Test WB SR, France)
- Verrerie courante de laboratoire
- Évaporateur rotatif (BUCHI R-250, Hollande) avec pompe à vide (BUCHI V-700) : pour l'évaporation des solvants volatils
- Bain-marie (BUCHI B-491, Hollande)

- Colonnes d'immunoaffinité (Afla-Prep, France) : pour la purification/concentration des solutions d'Aflatoxines
- Balance électronique (Shimadzu UW4200H, Japon) : pour les pesées de précision $\pm 0,01$ g
- Étuve (BINDER, Allemagne) : pour le séchage et l'étuvage des échantillons et de la verrerie
- Mixeur Ultra-thurax (OMNI-MIXER, Italie) : pour homogénéiser les échantillons
- Bain à ultrasons (Elma S-100, Allemagne) : pour chasser les bulles d'air des solutions et la dissolution des solutés
- Centrifugeuse (UNIVERSAL 320R ; HETTICH, Allemagne) : pour la centrifugation des échantillons
- Agitateur (KS 130BAS de marque IKA, Hollande) : (pour homogénéiser les solutions
- Poudre alimentaire (100 g -150 g, Côte d'Ivoire) : pour la transformation des aliments en farines.

4. Approche méthodologique

4.1. Collecte de données sur l'état nutritionnel de la population du Haut-Sassandra

Pour l'évaluation de l'état nutritionnel de la population de la région du Haut-Sassandra, des données ont été collectées auprès du service sanitaire régional. Un total de 372534 entretiens a été réalisé pour le nombre de personnes ayant bénéficié d'une évaluation nutritionnelle, à travers la prise de poids et de taille des individus, représentant différentes tranches d'âge et groupes cibles. Cette évaluation s'est déroulée de Novembre 2021 à Décembre 2021. Les données recueillies couvrent une large gamme de catégories, incluant les nourrissons, les enfants, les adolescents, les adultes, ainsi que des groupes spécifiques tels que les femmes enceintes et femmes allaitantes. La répartition des personnes ayant bénéficié de l'évaluation nutritionnelle est présentée dans le tableau XI.

Tableau XI : Evaluation de l'état nutritionnel de la population du Haut-Sassandra

		NPABEN	MASSC	MASAC	MAM	Surpoids	Obésité	RC
0 – 5 mois	M	15856	18	26	0	0	0	3
	F	14704	29	19	0	0	0	5
6 – 11 mois	M	12741	110	39	130	8	0	12
	F	12277	136	31	160	10	3	0
12 – 23 mois	M	23200	203	74	247	8	2	7
	F	22233	250	46	280	8	0	6
24 – 59 mois	M	34165	130	25	190	7	2	6
	F	33389	143	35	218	3	2	5
5 – 9 ans	M	12714	15	6	127	22	4	0
	F	12007	11	3	132	27	5	0
10 – 14 ans	M	6751	1	3	106	14	8	0
	F	7139	2	1	47	28	2	0
15 – 19 ans	M	6852	2	0	56	36	22	0
	F	11358	2	0	75	104	50	0
20 – 24 ans	M	8714	1	0	55	122	38	0
	F	17161	8	1	140	254	109	0
25 ans et plus	M	41539	29	3	269	828	257	0
	F	79734	48	10	430	1341	684	0
	F.E	61651	22	0	47	142	38	0
	F.A	27490	1	0	7	38	11	0
Total		372534	1138	322	2662	2820	1188	44

M : Masculin ; F : Feminin ; NPABEN : Le Nombre de personnes ayant bénéficié d'une évaluation nutritionnelle (prise poids et taille) ; MASSC : Malnutris aigüe sévères sans complication ; MASAC : Malnutris aigüe sévères avec complication ; MAM : Malnutris aigüe modérés ; FE : Femmes enceintes ; FA : Femmes allaitantes ; RC : Retard de croissance

4.2. Enquête de consommation alimentaire

Concernant la consommation alimentaire une enquête a été menée. Les groupes d'individus pris en compte ont été :

- Enfants de moins de 5 ans : principalement pour mesurer l'impact de la malnutrition sur leur croissance et leur développement (retard de croissance, insuffisance pondérale, carences en micronutriments).
- Femmes enceintes et allaitantes : ces groupes sont particulièrement vulnérables à la malnutrition, et leur état nutritionnel impacte directement celui des enfants.
- Adultes (hommes et femmes) : pour évaluer l'impact des habitudes alimentaires sur la santé nutritionnelle des adultes (sous-nutrition, obésité, maladies chroniques, etc.).

4.3. Taille de l'échantillon pour l'évaluation de la consommation alimentaire

La détermination de la taille nécessaire à l'évaluation de la consommation alimentaire a été calculée à partir de la formule suivante de Schwarz : $n = [Z^2 \times p \times q \times d] / i^2$ (2)

n = taille de l'échantillon ; Z = paramètre lié au risque d'erreur, $Z = 1,96$ (soit 2) pour un risque d'erreur de 5 % (0,05) ; p = prévalence attendue de la malnutrition dans la population, exprimée en fraction de 1 ($q = 0,548$) ; $q = 1-p$, prévalence attendue des enfants non malnutries, exprimée en fraction de 1 ($q = 0,548$) ; i = précision absolue souhaitée exprimée en fraction de 1. ($i = 0,05$) ; d = paramètre mesurant l'effet de grappe ($d = 2$ pour ce genre d'enquête).

L'échantillon étudié comportait 500 ménages urbains et 406 ménages ruraux. Le district sanitaire a été réparti en 3 départements constituant les ménages urbains et les ménages ruraux. Ce nombre aura été défini à l'aide du logiciel Epi Info en fonction de la taille de la population des villages de chaque département de la région du Haut Sassandra. Il est possible d'utiliser le logiciel informatique Epi Info pour déterminer la taille de l'échantillon en fonction du degré de certitude recherché. On rentrera le nombre d'individus de la population cible et on obtiendra le nombre d'individus à enquêter.

4.4. Evaluation de la consommation alimentaire

L'approche est basée sur l'utilisation du score de consommation alimentaire comme indicateur.

L'approche stipule qu'il existe des fondements théoriques suffisants pour assimiler une pauvre consommation alimentaire en termes de fréquence et de diversité alimentaire courante. Les ménages sont repartis en trois classes : consommation alimentaire pauvre, consommation alimentaire limite, consommation alimentaire acceptable.

- Calcul de Score de Consommation Alimentaire (SCA)

Le score de consommation alimentaire (SCA) est un indicateur composite, qui reflète à la fois la diversité alimentaire, la fréquence et l'apport nutritionnel relatif de chaque produit et groupe d'aliments consommés par un ménage.

Le score de consommation alimentaire (SCA) des ménages est calculé en utilisant la formule suivante :

$$\text{Score} = a_{\text{céréale}} \times X_{\text{céréale}} + a_{\text{légumineuse}} \times X_{\text{légumineuse}} + a_{\text{légume}} \times X_{\text{légume}} + a_{\text{fruit}} \times X_{\text{fruit}} \\ + a_{\text{animal}} \times X_{\text{animal}} + a_{\text{sucré}} \times X_{\text{sucré}} + a_{\text{lait}} \times X_{\text{lait}} + a_{\text{huile}} \times X_{\text{huile}} \quad (3)$$

Avec : a_i = Poids attribué au groupe d'aliments ; X_i = Nombre de jours de consommation relatif à chaque groupe d'aliments (≤ 7 jours).

Les seuils définis pour la Côte d'Ivoire sont les suivants : score ≤ 28 : consommation alimentaire pauvre ; score compris entre 21,5 à 35 : consommation alimentaire limite et score $\geq 35,5$: consommation alimentaire acceptable.

4.5. Echantillonnage des aliments consommés

L'échantillonnage a été réalisé dans les départements d'Issia, Vavoua, Daloa et Zoukougbeu, situés dans la région du Haut-Sassandra, au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. Pour ce faire, trois aliments de base (riz, maïs, manioc) indiqués dans la figure 3 (A, B, C) ont été sélectionnés dans chacun des quatre départements de la région. Les aliments de base locaux, identifiés lors de l'enquête de consommation alimentaire, ont été retenus pour l'échantillonnage. Au total, douze aliments (trois par département) ont été collectés, chaque échantillon pesant un kilogramme. Ces aliments (secs) ont été récoltés sur différents marchés.

4.6. Production de farines à partir d'aliments de base consommés

Après la collecte, les aliments de base ont été soigneusement stockés dans des sachets afin d'assurer leur intégrité. Ils ont ensuite été transportés au Laboratoire d'Agro-valorisation de l'Université Jean Lorougnon GUÉDÉ de Daloa. La transformation des matières premières en farines s'est faite selon le diagramme suivant :

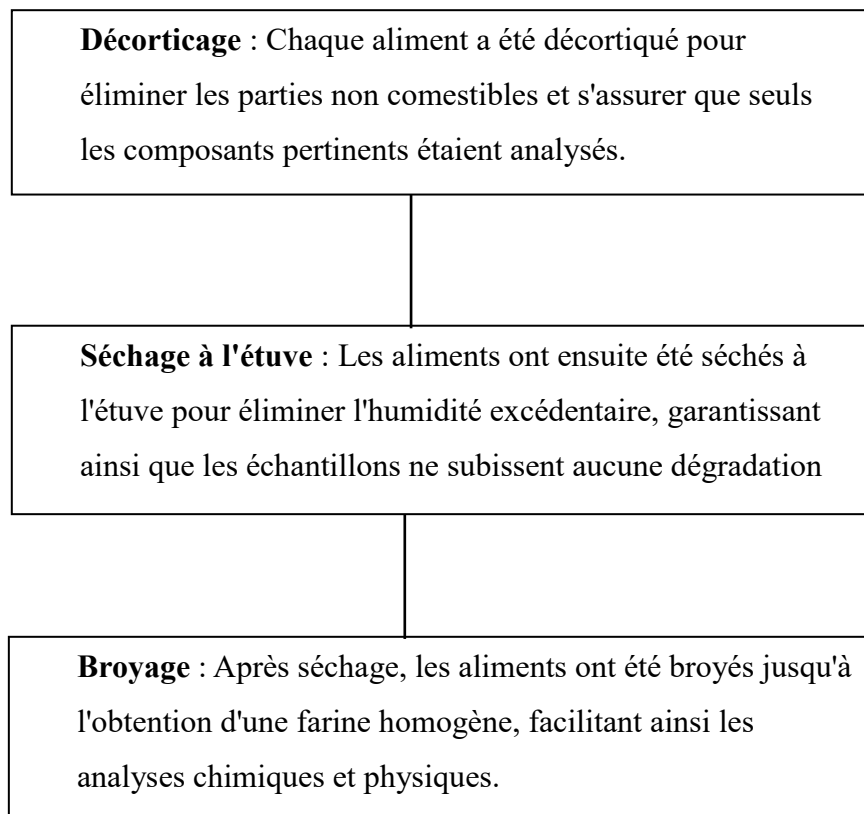


Figure 5 : Diagramme de production des farines d'aliments de base consommés

4.7. Caractéristiques physicochimiques et nutritives des aliments étudiés

4.7.1. Méthodes d'analyses physico-chimiques

Toutes les analyses ont été réalisées en triple pour assurer la fiabilité et la reproductibilité des résultats. Cela signifie que chaque mesure a été répétée trois fois, ce qui permet de minimiser les erreurs expérimentales et d'obtenir des données précises.

4.7.1.1. Détermination de la matière sèche des aliments

La teneur en matière sèche est déterminée selon la méthode de A.O.A.C., (1990). Un (1) g de farine d'aliment a été pesé et mis dans un creuset en porcelaine parfaitement sec et de masse

connue (m_0). La masse de l'ensemble (creuset et la prise d'essai) (m_1) a été mis à sécher pendant 24 h dans une étuve isotherme à 105°C. Après ce temps, l'ensemble a été retiré et refroidi au dessiccateur puis a été pesé à nouveau pour obtenir une masse notée : m_2 . Le taux de matière sèche (MS) a été obtenu suivant la formule ci-dessous :

$$\text{MS (\%)} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100 \quad (4)$$

Avec : MS = matière sèche, m_0 = masse du creuset vide (g), m_1 = masse du creuset (g) + masse de l'échantillon frais (g), m_2 = masse du creuset (g) + masse de l'échantillon séché (g).

4.7.1.2. Détermination de la teneur en matière grasse des aliments

La détermination de la teneur en matière grasse (MG) de l'échantillon a été réalisée par extraction au Soxhlet (AOAC, 1995). Dix (10) g de farine d'aliment déshydratés ont été introduits dans une cartouche d'extraction (cartouche de Wattman) et insérée dans l'ampoule d'extraction. Un ballon à fond rond préalablement pesé (P_1) contenant 300 ml d'hexane a été chauffé à 70 °C puis racolé au reste du système réfrigérant. La matière grasse a été extraite pendant 6 heures. Après l'extraction, le solvant a été évaporé à l'aide d'un évaporateur rotatif et les extraits ont été séchés à 130 °C pendant 30 minutes à l'étuve. Le ballon a été ensuite placé dans un dessiccateur pendant 5 minutes puis a été pesé avec les matières grasses pour obtenir le poids (P_2).

La formule suivante a permis de calculer le taux de matière grasse :

$$\text{MG (\%)} = \frac{P_2 - P_1}{P_e (\text{MS})} \times 100 \quad (5)$$

P_1 : poids du ballon à vide (g) ; P_2 : poids du ballon après extraction de la matière grasse (g).

P_e : poids de l'échantillon analysé (g).

4.7.1.3. Détermination du taux de cendre des aliments

Le taux de cendres (TC) en pourcentage (%) est déterminé par la méthode AOAC, 1990. Un gramme de farine d'aliment a été prélevé dans un creuset préalablement pesé. L'ensemble a été

pesé et placé au four à moufle à 550 °C pendant 24 h. Le creuset a été ensuite retiré et refroidi au dessiccateur, puis a été pesé à nouveau. Le taux de cendres (TC) en pourcentage (%) a été déterminé par la formule suivante : (MS)

$$\text{TC (\%)} = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1(\text{MS})} \times 100 \quad (6)$$

Avec : TC (%) : taux de cendres ; m_1 : la masse du creuset vide (g) ; m_2 : la masse du creuset + la prise d'essai (g) et m_3 : la masse du creuset après incinération (g).

Ainsi, cette méthode a permis de quantifier la proportion de matière inorganique (cendres) dans l'échantillon initial.

4.7.1.4. Dosage de la cellulose des aliments

La teneur en fibre des aliments consommés a été déterminée selon la méthode de BIPEA (1976). Ainsi, 3 g de farine d'aliment (P_e) ont été chauffés dans une solution de 325 ml constituée d'acide sulfurique (0,28 N), d'eau distillée et d'hydroxyde de potassium (0,5 N) (1 ; 0,6 ; 1 ; V/V/V). Le résidu a été séparé par filtration, lavé et séché à 140°C pendant 120 minutes. Il a été ensuite pesé et calciné à 900°C pendant 30 minutes. La perte de poids résultant de la calcination correspond à la cellulose brute de la prise d'essai. La teneur en cellulose pour 100 g de farine a été donnée par la formule suivante :

$$\text{CB (\%)} = \frac{(P_1 - P_2) - P_{am}}{P_e \text{ (MS)}} \times 100 \quad (7)$$

P_{am} = 0,02 g : Poids de l'amiante ; P_1 : masse (creuset+ résidu séché) ; P_2 : masse (creuset+ résidu calciné). La masse de la cellulose brute correspond à la différence entre la masse après séchage et la masse après calcination, ce qui représente la fraction de la matière qui n'a pas été brûlée lors de la calcination (la cellulose résiduelle).

4.6.1.5. Détermination des teneurs en protéine des aliments

Les protéines ont été déterminées à partir du dosage de l'azote total par la méthode de Kjeldhal (1883). Un (1) g de farine d'aliment a été introduit dans un tube Matras dans lequel sont ajoutés

Matériel et méthodes

20 ml d'acide sulfurique 98 % (NORMAPUR®), quelques pastilles de sulfate de cuivre (CuSO_4) et sulfate de potassium (K_2SO_4) comme catalyseur. L'ensemble est minéralisé dans un digesteur (LIEBISCH) à 400 °C pendant 2 h pour l'obtention d'une coloration vert clair. Les tubes ont été refroidis, le minéralisat est transvasé dans une fiole de 100 mL et ajusté avec de l'eau distillée pour empêcher la formation de cristaux. Dix (10) ml du mélange sont prélevés et 10 ml de solution d'hydroxyde de sodium (40 %) sont ajoutés.

Le tout a été distillé pendant 10 min en prenant soin de piéger le distillat dans un ballon contenant 20 mL d'acide borique (2 %) additionné d'un indicateur mixte (rouge de méthyle + vert de bromocrésol). Le distillat a été récupéré et dosé par une solution titrante d'acide sulfurique (0,1 N) en présence d'un indicateur coloré (le rouge de méthyle).

Le titrage a été achevé lors du virage du bleu au rose. Un blanc contenant l'ensemble des réactifs à l'exception de l'échantillon a été réalisé parallèlement. Le pourcentage d'azote (N) a été déterminé à partir de l'équation :

$$N (\%) = \frac{(V_{H_2SO_4} - V_0) \times N_{H_2SO_4} \times 14,01}{1000 \times M} \quad (8)$$

$V_{H_2SO_4}$ = Volume de l'acide sulfurique utilisé pour l'échantillon (ml) ; V_0 = volume d'acide sulfurique utilisé pour le blanc (ml) ; $N_{H_2SO_4}$ = normalité de la solution d'acide sulfurique utilisé lors du titrage ; M = masse en gramme de la prise d'essai 14,01 = Masse molaire de l'azote.

La teneur en protéine exprimée en pourcentage a été obtenue en multipliant la teneur en azote par un coefficient 6,25.

$$\% \text{ Protéine} = \% N \times 6,25 \quad (9)$$

4.7.1.6. Détermination de la teneur en glucides

La détermination de la teneur en glucides d'un échantillon alimentaire est généralement réalisée par calcul indirect, en utilisant la composition en macronutriments déjà connue (protéines, matières grasses, cendres, etc.) et la formule suivante, recommandée par l'OMS/FAO/UNU (1986). Cette méthode repose sur le principe que la somme des proportions des macronutriments dans un aliment doit être égale à 100% de la matière sèche.

$$\% G = 100 - (\% \text{ Protéines} + \% \text{ Lipides} + \% \text{ Cendres} + \% \text{ Fibres}) \quad (10)$$

4.7.1.7. Détermination de la valeur énergétique (VE)

La valeur énergétique (VE) d'un aliment, exprimée en kcal/100g, peut être calculée en utilisant la composition en macronutriments de l'aliment et les coefficients d'Atwater (1986).

La formule est la suivante :

$$\% VE = \{4 \times (\% \text{ Protéines} + \% \text{ Glucide})\} + 9 \times (\% \text{ Lipides}) \quad (11)$$

4.7.1.8. Détermination du potentiel d'hydrogène (pH) des aliments

Pour l'estimation de l'acidité ou l'alcalinité, le pH des aliments a été déterminé selon la méthode AOAC (1995). Dix (10) g de farine d'aliment sont ajoutés à 90 ml d'eau distillée puis agités au vortex pendant 30 min. La suspension a été laissée au repos pendant 10 min. Le pH a été déterminé à l'aide d'un pH-mètre électronique en plongeant l'électrode dans la solution à analyser et la valeur du pH est directement lue sur l'écran du pH-mètre. Avant la mesure du pH, l'étalonnage de l'appareil a été assuré par l'usage de deux solutions tampon à pH 7,0 et 4,0.

4.7.1.9. Détermination de l'acidité titrable des aliments

L'acidité titrable (en mEq/100g), a été déterminée suivant la méthode colorimétrique décrite par la norme française NF V05-101 (AFNOR, 1974). Une masse (m) de 5 g de farine d'aliment ont été délayés dans 50 ml d'eau distillée. Après 5 min d'homogénéisation à l'aide d'un agitateur magnétique et 20 min de centrifugation à 4000 trs/min, 10 ml du surnageant (V_0) a été prélevé et transvasé dans un erlenmeyer. La titration a été ensuite réalisée avec de l'hydroxyde de sodium (NaOH à $N_1 = 0,1$ N) après ajout au préalable de 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine et le virage à la coloration rose met fin à l'analyse. Les résultats obtenus ont constitué la moyenne de trois essais. L'acidité titrable a été obtenue selon la formule suivante :

$$\text{Acidité Titrable (mEq/100g)} = \frac{N_1 \times V_1}{m \times V_0} \times 10^5 \quad (12)$$

V_0 : volume (ml) de la prise d'essai ; m : masse (g) du broyat d'amande ; N_1 : normalité de la soude versée (méq-g/l) ; V_1 : volume (ml) de la solution de NaOH versé à l'équivalence.

4.7.2. Dosage des minéraux essentiels des aliments étudiés

Les éléments minéraux ont été quantifiés selon le protocole décrit par l'AOAC (1990). Cinq (5) g de farine d'aliment sont disposés dans des capsules et mis à l'étuve à 105°C pendant 24h.

Pour les différentes mesures, les longueurs d'ondes des éléments à analyser sont d'abord définies sur l'appareil (285.2 nm pour le magnésium, 766.5 nm pour le potassium, 213.9 nm pour le zinc, 248,3 nm pour le fer, 424,7 nm pour le calcium, 324,8 nm pour le cuivre et 589.0 nm pour le sodium). Tout en ayant pris soin de préparer des solutions standard pour chaque élément à doser, les différentes lectures des gammes d'étalonnage ont été faites afin de permettre d'établir la courbe d'étalonnage traduisant l'absorbance en fonction de la concentration. La lecture des solutions contenant la cendre est aussi faite au spectrophotomètre d'absorption atomique (SAA) afin de déterminer l'absorbance. Notons qu'il faut obligatoirement faire passer le blanc entre le passage de deux solutions différentes.

Quant au phosphore, il a été dosé par colorimétrie après une minéralisation par voie humide selon la méthode utilisée par Abot (2017).

Cette méthode est basée sur la colorimétrie du bleu de molybdène. Le principe de base a été une formation puis une réduction du complexe phosphomolybdique qui va produire une coloration bleue dont la densité optique (DO) a été proportionnelle à la concentration en phosphate. Cette absorbance est mesurée à la longueur d'onde de 885 nm. La teneur des différents minéraux T (en mg.kg^{-1}) a été obtenue suivant l'équation :

$$T (\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}) = \frac{C_{\text{ech}} - C_{\text{blanc}} \times V}{m} \quad (13)$$

C_{ech} = concentration de l'échantillon lue par la SAA, C_{blanc} = concentration du blanc donné par la SAA, V = volume (ml) d'acide chlorhydrique à 0,1 N, m = masse (mg) de l'échantillon sec.

4.7.3. Détermination de la teneur en sucres totaux des aliments

Une quantité de 0,5 g de farine d'aliment consommé a été ajoutée à 10 ml d'éthanol 80 °. Le mélange a été agité à l'aide d'un vortex et centrifugé à 3000 trs/min pendant 15 minutes et le surnageant a été recueilli. Au surnageant, a été ajouté 2 ml d'acétate de plomb 10 % et l'ensemble homogénéisé et centrifugé à 3000 trs/min pendant 15 min pour purification. Le surnageant a été recueilli et complété avec 5 ml d'eau distillée. Les sucres totaux ont été mesurés par le test au phénol (Dubois et *al.*, 1956).

Ainsi, 7 tubes contenant du glucose à 10 ; 20 ; 30 ; 40 ; 50 ; 60 et 70 µg/ml ont été également préparés en prélevant respectivement 0,1 ; 0,2 ; 0,3 ; 0,4 ; 0,5 ; 0,6 et 0,7 ml de la solution de glucose à 1mg/ml. Ensuite, il a été déposé avec précaution dans un tube en pyrex 1 ml de la solution obtenue et 1 ml de la solution de phénol préparée en dissolvant 50 g de phénol dans un litre d'eau distillée et 5 ml d'acide sulfurique concentrée (95-98°C). Les tubes sont alors portés au bain-marie bouillant pendant 5 minutes. Après homogénéisation douce du mélange réactionnel et refroidissement des tubes sur la paillasse, les densités optiques sont lues au spectrophotomètre à 490 nm contre le blanc. Les quantités de sucres totaux ont été déterminées par référence à une courbe d'étalonnage préalablement établie à partir des solutions de glucose de concentrations ci-dessus.

- Mesure de l'absorbance :

- Après homogénéisation douce du mélange réactionnel et refroidissement des tubes, les densités optiques (DO) ont été mesurées à 490 nm à l'aide d'un spectrophotomètre. Cette longueur d'onde est choisie en raison de la couleur produite par la réaction du phénol avec les sucres.
- Les mesures de l'absorbance ont été effectuées contre le blanc, qui est un tube contenant seulement les réactifs (phénol, acide sulfurique et eau distillée).

- Calcul des sucres totaux dans l'échantillon :

- La concentration en sucres totaux de l'échantillon a été déterminée à partir de l'absorbance mesurée en la comparant à la courbe d'étalonnage établie avec les solutions standards de glucose.

- La courbe d'étalonnage est tracée en pouvant estimer la relation entre l'absorbance et la concentration en glucose. La concentration en sucres totaux a été calculée en extrapolant l'absorbance de l'échantillon à cette courbe.
- **Calcul de la teneur en sucres totaux (mg/g ou g/100g) :**

La concentration des sucres totaux dans l'échantillon a été déterminée par la formule :

$$C_{\text{sucres totaux}} = \frac{A_{\text{échantillon}}}{A_{\text{étalon}}} \times C_{\text{standard}} \quad (14)$$

Où:

- $A_{\text{échantillon}}$ = absorbance mesurée pour l'échantillon,
- $A_{\text{étalon}}$ = absorbance des standards de glucose (selon la courbe d'étalonnage),
- C_{standard} = concentration en glucose de la solution standard correspondante.

Ensuite, cette concentration a été convertit en fonction de la masse de l'échantillon pour obtenir la quantité de sucres totaux exprimée en mg/g ou g/100g.

Cette méthode permet une estimation précise des sucres totaux dans un échantillon alimentaire, en utilisant une réaction chimique colorimétrique. Les résultats sont obtenus par comparaison avec une courbe d'étalonnage, ce qui assure la validité des mesures et permet de quantifier les sucres totaux présents dans l'aliment analysé.

4.8. Caractéristiques sanitaires des aliments de base consommés

4.8.1. Méthodes d'analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques des farines d'aliments de base ont été réalisées par le Laboratoire d'Agrovalorisation de Département de Biochimie-Microbiologie de UFR Agroforesterie de Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa, BP 150 Daloa-Côte d'Ivoire. Selon le Règlement (CE) n° 1441/2007 de la commission du 5 décembre 2007 modifiant le Règlement (CE) n° 2073/2005 concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires. Trois échantillons aléatoires provenant de cinq farines aliments de base diffentes ont été analysés pour chaque lot de production. Les analyses réalisées, ainsi que les limites d'acceptation des aliments sont détaillées dans l'annexe. L'aliment est considéré comme

sain microbiologiquement lorsque les résultats de toutes les analyses sont inférieurs à la valeur m ou bien lorsque $1/3$ des échantillons au maximum est compris entre les valeurs m et M . Lorsqu'un échantillon est supérieur à la valeur M ou bien que plus de tiers des échantillons est compris entre les valeurs m et M , l'aliment est considéré comme contaminé et une procédure d'élimination des aliments doit être mise en œuvre. Les analyses microbiologiques des farines d'aliments de base sont essentielles pour assurer la sécurité alimentaire. En suivant les critères définis par le Règlement (CE) n° 1441/2007, les autorités compétentes peuvent garantir que les produits destinés à la consommation humaine sont exempts de contaminants microbiologiques ou, au moins, respecter des seuils d'acceptabilité. Lorsque les résultats sont défavorables, des actions correctives doivent être immédiatement mises en œuvre pour protéger la santé publique.

4.8.2. Analyse des moisissures contaminant les aliments consommés

4.8.2.1. Isolement de la flore fongique des aliments

La flore fongique des échantillons des aliments a été isolée par la méthode du buvard modifiée (Gadi, 2012). C'est une méthode directe de détection qui a permis de mettre en évidence la moisissure de surface et de profondeur des aliments étudiés.

- Principe de la méthode

L'humidité favorise le développement des champignons, en utilisant le substrat comme source d'énergie, ce qui va mettre en évidence la flore réelle qui peut se développer.

- Mode opératoire pour la Méthode du buvard modifiée

Elle a consisté à la désinfection superficielle des échantillons des aliments en utilisant l'hypochlorite de sodium (NaClO_3). Ainsi, 100 g de chaque échantillon, prises au hasard, ont été introduites dans l'eau de javel à 8° pendant 2 minutes et rincées avec de l'eau distillée stérile 3 fois de suite. Dans des conditions stériles et à l'aide d'une pince stérile, 3 échantillons de chaque traitement étudié ont été prélevés et déposés à 3 endroits différents dans des boîtes de Pétri stériles tapissées de papiers filtres imbibés d'eau distillée stérile à raison de 3 g par boîte de sorte qu'elles soient suffisamment espacées. Les boîtes de Pétri ont été ensuite fermées de parafilm, et incubées à 25°C pendant 3 à 5 jours, afin de favoriser la croissance des moisissures (Redouane-salah, 2016).

4.7.2.2. Purification des souches fongiques et isolement sur milieu PDA

Après incubation, les souches obtenues ont été repiquées sur le milieu PDA (Potato, Dextrose, Agar) au chloramphénicol stérilisé à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes jusqu'à obtention des isolats purs (Dongmo et *al.*, 2017). Pour la purification des souches, il a fallu prélever aseptiquement avec une anse stérile (flambée) un fragment mycélien à la marge du te de chaque colonie et transférer l'inoculum sur un milieu neuf dans de nouvelles boîtes contenant le milieu PDA. Pour obtenir un développement typique du champignon, l'inoculation a été réalisée en un seul point en déposant la bouture au centre de la boîte de Pétri (Botton et *al.*, 1990). Les boîtes ont été incubées à 30°C pendant 7 jours. L'opération a été répétée jusqu'à l'obtention de souches pures qui ont été utilisées pour leur identification ultérieure.

4.8.2.3. Identification des isolats fongiques des échantillons d'aliments consommés

L'identification des isolats a été faite à l'aide de clés dichotomiques et d'ouvrages d'identification, en faisant essentiellement appel aux caractères cultureux et microscopiques.

- **Identification macroscopique**

Les identifications ont été réalisées après ensemencement des souches pures sur les deux milieux de cultures PDA-chloramphénicol et Sabouraud. L'identification se fait à l'œil nu et elle se base essentiellement sur les caractères cultureux comme la vitesse de croissance, la couleur et texture de te, la couleur du revers de la colonie, l'aspect de la spore (granuleux, poudreux), l'uniformité de la couleur des spores, présence de pigment diffusible, l'odeur et exsudats des moisissures formées et aux caractères morphologiques microscopiques (mycelia et conidies), des moisissures isolées à l'état pure (Dir et *al.*, 2018).

L'observation a été effectuée en deux temps ; sur une culture jeune d'environ 3 et 5 jours, puis sur une culture de 7 jours pour avoir des structures bien différenciées et caractéristiques de la souche. En effet, l'identification repose principalement sur la formation des spores qui se produit dans une culture jeune (Botton et *al.*, 1990).

- **Identification microscopique**

L'observation microscopique a été réalisée par la technique du scotch qui consiste à adhérer à l'aide d'un bout de scotch une fraction mycélienne à partir d'une culture jeune et de la coller sur une lame contenant quelques gouttes de bleu de méthylène et en se référant au manuel de

Barnett & Hunter (Barnett & Hunter, 1998), à la clé de Botton (Botton et *al.*, 1990) ainsi que celle de Pitt et Hocking (Pitt & Hocking, 1997). Les observations microscopiques ont été effectuées aux grossissements $\times 10$, $\times 40$, $\times 100$ (Frelka & Harris, 2015). L'étude microscopique du mycélium est basée sur l'absence ou la présence de cloisons, la couleur des filaments mycéliens, le mode de ramification des cloisons et la différenciation des thallospores. La densité relative (Dr) des moisissures isolées a été calculée selon la formule rapportée par (Redouane-salah, 2016) :

$$Dr (\%) = \frac{\text{Nombre d'isolats d'une espèce ou d'un genre}}{\text{Nombre total de champignons isolés}} \times 100$$

(15)

4.9. Analyses mycotoxiques

Les aflatoxines ont été déterminées selon la méthode décrite par l'AOAC (1995), qui comprend plusieurs étapes : l'extraction des aflatoxines de l'échantillon, suivie d'une purification sur colonne d'immunoaffinité. Après cette étape, les aflatoxines ont été concentrées et quantifiées par chromatographie liquide haute performance (CLHP). La quantification a été réalisée à l'aide d'une courbe d'étalonnage obtenue avec des standards d'aflatoxines.

- Phase d'extraction

Une quantité de 25 g de farine d'aliments consommés a été ajoutée à 100 mL d'une solution méthanol/eau (80 : 20, v/v) dans un tube à centrifuger.

Le mélange a été homogénéisé pendant 3 minutes à l'aide d'un agitateur Ultra Turrax (France). L'homogénéisat a été ensuite centrifugé à 4000 tr/min pendant 5 minutes, puis filtré sur un papier filtre Whatman N°4 dans des Erlenmeyers de 25 mL.

- Phase de purification

Après filtration, un volume de 3 mL du filtrat a été mélangé avec 32 mL d'une solution tampon phosphate saline (PBS), ce qui a donné un volume total d'extrait de 35 mL. Un volume de 30 mL de cet extrait a été passé sur une colonne d'immunoaffinité (Vicam, USA) à un débit de 1,5 mL/min. La colonne a été ensuite lavée avec 10 mL de PBS à un débit de 2 mL/min. L'air dans la colonne a été éliminé à l'aide d'une pompe à vide pendant 30 secondes. Les aflatoxines ont

été ensuite éluées avec 1,5 mL d'une solution d'acétonitrile, en trois étapes de 0,5 mL chacune, séparées par une pause d'une minute entre chaque étape, à un débit de 0,5 mL/min.

- Phase de concentration

L'éluat a été dilué avec 1,5 mL de solution PBS sur la colonne, à un débit de 0,5 mL/min. L'éluat est recueilli dans un tube de 2 mL et séché sous un flux d'azote à 40°C. Le résidu obtenu a été dissous dans 500 µL de méthanol. Le dosage des aflatoxines a été ensuite effectué par Chromatographie Liquide Haute Performance (CLHP).

- Phase de détection et de quantification des aflatoxines

La détection et la quantification des aflatoxines dans les extraits ont été réalisées par CLHP avec détection fluorimétrique, selon la méthode de R-Biopharm (2012). Pour cela, un aliquote de 100 µL de l'extrait a été injectée manuellement à l'aide d'une microseringue dans une colonne C18, avec un débit de 0,5 mL/min. Les aflatoxines ont été éluées à l'aide d'un mélange binaire méthanol/acétonitrile (50 : 50, v/v) en conditions isocratiques. La détection des aflatoxines a été effectuée par fluorescence (λ excitation : 365 nm ; λ émission : 435 nm) après dérivation post-colonne dans une cellule électrochimique à 100 µA, où 119 mg de bromure de potassium et 350 µL d'acide nitrique 4M ont été ajoutés. La concentration des aflatoxines a été déterminée à partir d'une courbe d'étalonnage établie avec des standards d'aflatoxines totales (TSL-108, R-Biopharm Rhône Ltd, Glasgow, UK).

- Paramètres de performance

Les paramètres de performance de la méthode, notamment la limite de détection (LOD) et la limite de quantification (LOQ) pour les aflatoxines, ont été calculés à l'aide des formules suivantes (non fournies dans le texte initial, mais basées sur les principes généraux de validation des méthodes analytiques) : LOD (Limite de détection) : concentration de l'analyte correspondant à un signal de 3 fois l'écart-type du bruit de fond ; LOQ (Limite de quantification) : concentration de l'analyte correspondant à un signal de 10 fois l'écart-type du bruit de fond.

Ces valeurs ont été utilisées pour évaluer la sensibilité de la méthode et sa capacité à détecter et quantifier précisément les aflatoxines à faibles concentrations.

$$\text{LOD} = 3,3 \times S_{(yx)}^{-1} b^{-1} \quad (16)$$

$$\text{LOQ} = 10 \times S_{(yx)}^{-1} b^{-1} \quad (17)$$

Où : $S_{(yx)}$ est l'écart type standard de la droite de régression et b^{-1} , la valeur de la pente.

✓ Calcul des concentrations en aflatoxines

Les concentrations en aflatoxines ont été déterminées en calculant l'aire des différents pics observés sur les chromatogrammes des échantillons, à l'aide de la courbe de calibration, exprimée en ng/mL. Les résultats ont ensuite été exprimés en $\mu\text{g/kg}$ d'échantillon en utilisant la formule suivante :

$$[\text{AF}]_{\mu\text{g/kg}} = \frac{[\text{AF}]_{\text{HPLC}} \times V_{\text{extraction}} \times V_{\text{éluat}}}{P \times V_{\text{extrait}}} \quad (18)$$

$[\text{AF}]_{\mu\text{g/kg}}$: concentration en aflatoxine ($\mu\text{g/kg}$) ; $[\text{AF}]_{\text{HPLC}}$: concentration en aflatoxine donnée par CLHP (ng/ml) ; $V_{\text{extraction}}$: volume des solvants d'extraction (ml) ; $V_{\text{éluat}}$: volume utilisé pour éluer les aflatoxines dans la colonne d'immunoaffinité (ml). V_{extrait} : volume de l'extrait d'échantillon purifié dans la colonne d'immunoaffinité (ml) ; P : poids de l'échantillon utilisé pour l'extraction des aflatoxines (g).

4.10. Dosage des vitamines par chromatographie en phase liquide à haute performance

- Extraction des vitamines :

Une masse de 0,5 g de farine d'aliment de base a été pesée dans un tube à essai de 10 mL, puis 4 mL d'éthanol, une pincée d'acide ascorbique et 0,5 mL de KOH y ont été ajoutés.

Une fois le tube fermé, il a été agité et chauffé pendant 20 min au Bain Marie à 100 °C. Après 20 minutes, le tube a été refroidi, 1 mL d'eau et 2 mL de n-hexane ont été ajoutés à la solution précédente. Le tube a été de nouveau agité puis centrifugé jusqu'à séparation des deux phases liquides. Ensuite, la phase hexanique (phase supérieure) a été transférée avec une pipette Pasteur dans un autre tube de 10 mL. L'opération a été répétée avec 2 mL de n-Hexane.

Le contenu du tube a été ensuite évaporé à sec à 45 °C sous azote. Enfin, le résidu obtenu a été dissous dans de l'hexane pour être analysé par HPLC.

- Analyse chromatographique :

Les conditions étaient identiques pour les vitamines à la différence des longueurs d'ondes de détection. La séparation des vitamines (A, B1/Thiamine, B2/Riboflavine, B3/PP/Niacine, B5/Pantothiamine, B6, B8/Biotine, B9/Folates, B12, C, D, E, K) a été réalisée par chromatographie liquide haute performance en phase inverse.

L'appareil utilisé de marque Jasco était muni d'une pompe, d'un détecteur U.V, d'un injecteur automatique et d'une colonne de type C18 (lichrosorb RP 18, 2 mm x 220 mm, de granulométrie 10 µm). L'élution des vitamines E et A a été faite à l'aide d'un mélange binaire méthanol/eau (92 : 8 ; V/V) avec un débit de 1,5 mL/mn. La détection U.V. a été réalisée pour chaque vitamine. Pour ce faire, les extraits secs des échantillons ont été dissouts dans 10 mL d'hexane. Pour les étalons, 5 mg de chacun ont été mis en solution dans 50 mL d'hexane, ce qui correspond à 100 µg/mL. Puis, des dilutions ont été faites jusqu'à l'obtention d'une concentration de 1µg/mL, cela a permis de déterminer la limite de détection (LD) de ces vitamines.

L'utilisation de l'HPLC a permis une analyse précise des vitamines présentes dans les aliments de base, en séparant les composants sur la base de leur polarité, et la détection UV a permis de quantifier ces vitamines avec une sensibilité élevée.

4.11. Caractéristiques phytochimiques des aliments étudiés

4.11.1. Alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des composés azotés basiques souvent toxiques et ayant des effets physiologiques puissants. Leur détection se fait généralement par l'utilisation d'un réactif spécifique comme le réactif de Mayer, réactif de Dragendorff, ou le réactif de Wagner. Ces réactifs colorent les alcaloïdes, ce qui a permis leur identification. Un mL d'extrait des aliments a été séché sur un bain de sable. Le résidu a été ensuite repris dans 6 mL d'éthanol à 60°. Deux gouttes de réactif de DRAGENDORFF ont été ajoutées à la solution ainsi obtenue. L'apparition d'un précipité ou d'une coloration orangée a indiqué la présence d'alcaloïdes.

4.11.2. Dosage des flavonoïdes totaux

La teneur des extraits en flavonoïdes totaux a été déterminée selon Marinova et *al.* (2005). A 0,3 mL de NaNO₂ à 5 % (m/v) ont été ajoutés 0,3 mL d'AlCl₃ à 10 % (m/V) et 1 mL d'extrait

de tourteau. Après 5 min de réaction à température ambiante ($30 \pm 2^\circ\text{C}$), le mélange a été additionné de 2 mL de NaOH (1 M). Le volume du mélange a été ajusté à 10 mL avec de l'eau distillée. Après agitation vigoureuse du mélange, l'absorbance de la solution obtenue a été mesurée au spectrophotomètre à $\lambda = 510 \text{ nm}$. La quantité de flavonoïdes totaux dosés a été exprimée en milligramme Equivalent Quercétine par gramme de matière sèche (mg QE/g MS). Tous les dosages ont été réalisés en triple.

4.11.3. Dosage des polyphénols totaux

La teneur des extraits en polyphénols totaux a été déterminée selon Wood et *al.* (2002). A 2,5 mL de réactif de Folin-Ciocalteu dilué au 1/10ème ont été ajoutés 30 μL d'extrait de tourteau. Le mélange est maintenu pendant 2 min à l'obscurité à température ambiante ($30 \pm 2^\circ\text{C}$). On y ajoute 2 mL de Na_2CO_3 (75 g.L^{-1}). Le mélange est incubé à 50°C pendant 15 minutes dans un bain marie pour permettre le total développement de la coloration bleue du mélange réactionnel.

L'absorbance est lue au spectrophotomètre UV-visible à la longueur d'onde de $\lambda = 760 \text{ nm}$. Cette absorbance est proportionnelle à la concentration en polyphénols totaux de l'extrait dosé. Les polyphénols totaux dosés ont été exprimés en milligramme Equivalent Acide Gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/g MS).

4.11.4. Activité antioxydante des aliments de base consommés

L'activité antioxydante des aliments de base a été évaluée selon la méthode décrite par Sène et *al.* (2014). Six solutions-mères de 1 mg/ml ont été préparées à partir de solution méthanolique de chaque farine d'aliment et de l'acide ascorbique. Pour chaque solution-mère, quatre solutions-filles ont été préparées parallèlement en procédant à des dilutions successives de 1/2. Ensuite, 50 μL de chaque solution méthanoïque des farines d'aliments testés à différentes concentrations (0,0625 ; 0,125 ; 0,25 ; 0,5 et 1 mg /mL) ont été mélangés avec 3,9 mL de la solution du DPPH (0,06 mM). Après une période d'incubation de 20 minutes à la température du laboratoire (37°C), l'absorbance a été lue à 517 nm au spectrophotomètre microplaque MP96 SAFAS. On détermine donc l'activité antioxydante des aliments en rapportant les absorbances sur la courbe d'étalonnage d'équation. Les activités antioxydantes des aliments ont été exprimées en mg d'équivalent d'acide ascorbique par grammes d'aliment. L'acide ascorbique a été utilisé comme témoin. Toutes les mesures ont été réalisées trois fois. Le même

procédé a été fait pour le réactif ABTS, l'absorbance a été lue à 734 nm au spectrophotomètre. La concentration d'extrait d'échantillon des aliments fournissant une inhibition de 50% de la concentration de DPPH (EC50) a été calculée à partir du graphique du pourcentage d'inhibition en fonction des concentrations d'extrait. Enfin, la concentration d'extrait d'échantillon des aliments fournissant une inhibition de 50% de la concentration du radical-cation ABTS⁺ (EC50) a été calculée à partir du graphique du pourcentage d'inhibition en fonction des concentrations d'extrait.

4.12. Détermination des résidus de pesticides

Les résidus de pesticides ont été déterminés par la méthode NF EN 15662 (2009) utilisée par Merck et Darmstadt (2016). Un échantillon 10 g a été placé dans un récipient adapté. Puis 10 ml d'acide formique/acétonitrile (1 :1 volume/volume-%) et y ont été homogénéisés puis ont ajoutés le mélange tampon-sel, homogénéiser. Ensuite ont été récupérés 4 ml et ajouter le mélange de sorption-sel à cette phase puis homogénéiser. Enfin a été transféré 1 ml de la phase supérieure dans une fiole. Les résidus de pesticides ont été déterminés par analyse LC-MS/MS et détecteur de MS-MS.

5. Analyses statistiques des données

Les données de l'enquête ont été dépouillées à l'aide des logiciels SPSS 17.0 version 15 et Statistica version 7.1. Le test de Khi deux de Pearson et les valeurs de Phi ont permis de déterminer la corrélation entre les mesures nominales. Les résultats des analyses ont été soumis à une analyse de la variance à un facteur (ANOVA) au seuil de probabilité de 0.05 dans le but de mettre en évidence des différences significatives pouvant exister entre les paramètres des échantillons analysés. En cas de différence significative, le test de comparaison de moyenne post hoc de Tukey est utilisé pour déterminer les échantillons qui diffèrent les uns des autres.

TROISIEME PARTIE : RÉSULTATS ET DISCUSSION

Chapitre 1 : Etat nutritionnel

Dans le cadre de l'amélioration de la santé publique et du bien-être nutritionnel des populations, il est essentiel de connaître l'état nutritionnel des individus, particulièrement dans des régions spécifiques comme celle du Haut-Sassandra. La nutrition est un facteur déterminant pour la prévention des maladies, la croissance physique et le développement mental, ainsi que pour la réduction des risques de maladies chroniques. Cette étude revêt une grande importance pour la région du Haut-Sassandra, car elle permettra d'obtenir des données détaillées sur l'état nutritionnel de la population, d'identifier les risques nutritionnels et de proposer des stratégies adaptées pour améliorer la santé des habitants. Elle représente un préalable crucial pour les politiques publiques visant à réduire la malnutrition, à prévenir les maladies chroniques liées à l'alimentation et à promouvoir une alimentation saine dans cette région. Les résultats de l'étude pourront être utilisés pour orienter des interventions nutritionnelles ciblées et contribuer à la sécurité alimentaire et à l'amélioration de la santé à long terme.

1.1. Caractéristiques sociodémographiques des populations cibles

1.1.1. Tranche d'âge des populations cibles

Les personnes de 25 ans et plus représentaient la tranche d'âge majoritaire dans 32,73 % des cas, cependant, 45,11 % des enfants de moins de 5 ans étaient représentés (Tableau XII).

Tableau XII : Répartition de l'échantillon selon la tranche d'âge

N = 379548	Effectif	Pourcentage
0-5 mois	30660	8,08%
6-11 mois	25657	6,76%
12-23 mois	46564	12,27%
24-59 mois	68320	18,00%
5-9 ans	25073	6,61%
10-14 ans	14102	3,72%
15-19 ans	18485	4,87%
20-24 ans	26456	6,97%
25 ans et plus	124231	32,73%

1.1.2. Représentation des populations cibles selon le statut nutritionnel

Parmi la population cible (8174), 1138 malnutris aiguës sévères sans complication soit 13,92% ; 322 malnutris aiguës sévères avec complication soit 3,94 % ; 2662 malnutris aiguës modérés soit 32,57 % ; 2820 avaient le surpoids soit 34,50 % ; l'obésité touchait 1188 soit 14,53 % et le retard de croissance avait touché 44 avec 0,54% (Tableau XIII).

Tableau XIII : Représentation des population cibles selon le statut nutritionnel

N = 8174	Effectif	Pourcentage
Malnutris aiguës sévères sans complication	1138	13,92%
Malnutris aiguës sévères avec complication	322	3,94%
Malnutris aiguës modérés	2662	32,57%
Surpoids	2820	34,50%
Obésité	1188	14,53%
Retard de croissance	44	0,54%

1.2. État nutritionnel et les troubles associés

L'évaluation nutritionnelle menée a permis d'identifier divers troubles nutritionnels, en particulier les cas de malnutrition aiguë sévère, malnutrition aiguë modérée, surpoids, obésité, et retard de croissance au sein de la population de la région du Haut-Sassandra. Voici la présentation détaillée des résultats pour ces différents groupes.

1.2.1. Malnutrition Aiguë Sévère Sans Complication (MASSC)

Un total de 1138 sur 8174 personnes a été identifié comme souffrant de malnutrition aiguë sévère sans complication. Le groupe le plus touché par la malnutrition aiguë sévère sans complication est constitué des enfants de 12 à 23 mois (453 cas), suivi des enfants de 24 à 59 mois (273 cas). Les cas de malnutrition aiguë sévère chez les femmes enceintes (22) et les femmes allaitantes (1) sont relativement faibles, mais néanmoins préoccupants (Tableau XIV).

Tableau XIV : Répartition par groupe d'âge et statut en MASSC

Tranche d'âge	Nombre de cas de MASSC
0-5 mois	47
6-11 mois	246
12-23 mois	453
24-59 mois	273
5-9 ans	26
10-14 ans	3
15-19 ans	4
20-24 ans	9
25 ans et plus	77
Femmes enceintes	22
Femmes allaitantes	1
Total	1138

MASSC: malnutrition aiguë sévère sans complication

1.2.2. Malnutrition Aiguë Sévère Avec Complication (MASAC)

Un total de 322 personnes souffre de malnutrition aiguë sévère avec complication. Le groupe le plus affecté est encore une fois celui des enfants de 12 à 23 mois (120 cas), suivis des enfants de 6 à 11 mois (70 cas). La répartition par groupe d'âge et statut est dans le tableau XV.

Tableau XV : Répartition par groupe d'âge et statut en MASAC

Tranche d'âge	Nombre de cas de MASAC
0-5 mois	45
6-11 mois	70
12-23 mois	120
24-59 mois	60
5-9 ans	9
10-14 ans	4
15-19 ans	0
20-24 ans	1
25 ans et plus	13
Femmes enceintes	0
Femmes allaitantes	0
Total	322

1.2.3. Malnutrition Aiguë Modérée (MAM)

Un total de 2662 personnes a été identifié comme souffrant de malnutrition aiguë modérée.

La malnutrition aiguë modérée touche principalement les enfants de 12 à 23 mois (527 cas), suivis des enfants de 6 à 11 mois (290 cas) et des adultes de 25 ans et plus (699 cas). Les femmes enceintes (47) et les femmes allaitantes (7) sont également affectées, bien que dans une proportion plus faible. La répartition par groupe d'âge et statut est la suivante :

Tableau XVI : Répartition par groupe d'âge et statut en MAM

Tranche d'âge	Nombre de cas de MAM
0-5 mois	0
6-11 mois	290
12-23 mois	527
24-59 mois	408
5-9 ans	259
10-14 ans	153
15-19 ans	131
20-24 ans	195
25 ans et plus	699
Femmes enceintes	47
Femmes allaitantes	7
Total	2662

1.2.4. Surpoids

Un total de 2,820 personnes a été identifié comme souffrant de surpoids. Le groupe le plus touché par le surpoids est constitué des adultes de 25 ans et plus (2,169 cas), suivi des jeunes adultes de 20 à 24 ans (376 cas). Le surpoids affecte également un certain nombre de femmes enceintes (142) et femmes allaitantes (38), ce qui soulève des préoccupations concernant les risques nutritionnels pendant la grossesse et l'allaitement.

Tableau XVII : Répartition par groupe d'âge et statut en surpoids

Tranche d'âge	Nombre de cas de surpoids
0-5 mois	0
6-11 mois	18
12-23 mois	16
24-59 mois	10
5-9 ans	49
10-14 ans	42
15-19 ans	140
20-24 ans	376
25 ans et plus	2169
Femmes enceintes	142
Femmes allaitantes	38
Total	2820

1.2.5. Obésité

Un total de 1188 personnes souffre d'obésité. Comme pour le surpoids, l'obésité touche principalement les adultes de 25 ans et plus (941 cas). Cependant, les jeunes adultes de 20 à 24 ans et les adolescents de 15 à 19 ans sont également affectés. L'obésité est également présente chez les femmes enceintes (38) et les femmes allaitantes (11), suggérant un besoin de stratégies nutritionnelles ciblées pour ces groupes (Tableau XVIII).

Tableau XVIII : Répartition par groupe d'âge et statut en obésité

Tranche d'âge	Nombre de cas de obésité
0-5 mois	0
6-11 mois	3
12-23 mois	2
24-59 mois	4
5-9 ans	9
10-14 ans	10
15-19 ans	72
20-24 ans	147
25 ans et plus	941
Femmes enceintes	38
Femmes allaitantes	11
Total	1188

1.2.6. Retard de Croissance (RC)

Un total de 44 enfants de moins de 5 ans présentent un retard de croissance. Le retard de croissance touche principalement les enfants de 6 à 23 mois, avec une prédominance chez les enfants de 12 à 23 mois (13 cas) et les enfants de 6 à 11 mois (12 cas). La répartition par groupe d'âge et statut en retard de croissance est la suivante:

Tableau XIX : Répartition par groupe d'âge et statut en retard de croissance

Tranche d'âge	Nombre de cas de retard de croissance
0-5 mois	8
6-11 mois	12
12-23 mois	13
24-59 mois	11
5-9 ans	0
10-14 ans	0
15-19 ans	0
20-24 ans	0
25 ans et plus	0
Femmes enceintes	0
Femmes allaitantes	0
Total	44

1.3. Discussion

Les résultats de l'étude menée dans la région du Haut-Sassandra mettent en lumière une situation nutritionnelle préoccupante, caractérisée par la coexistence de différents types de malnutrition et des implications importantes pour la santé publique. Les données recueillies révèlent un double fardeau de la malnutrition dans la région, phénomène qui combine la malnutrition aiguë (avec des cas de malnutrition sévère et modérée) et la surnutrition (surpoids et obésité). Cette situation reflète un défi complexe pour les autorités sanitaires locales et les professionnels de la santé, qui doivent répondre simultanément à ces deux problématiques. La domination du sexe féminin dans l'étude pourrait être attribuée à une sensibilité accrue des femmes aux maladies chroniques, ce qui entraîne une fréquence plus élevée des prises en charge nutritionnelles. En outre, les femmes enceintes et allaitantes sont particulièrement vulnérables aux carences nutritionnelles, ce qui se reflète dans les taux de malnutrition aiguë sévère et modérée.

En effet, une forte vulnérabilité à la malnutrition à cet âge, où la croissance et le développement sont rapides. Cela indique que les premiers mois de vie sont cruciaux et que des interventions précoces pour améliorer la nutrition des nourrissons sont nécessaires. Ce qui est un indicateur préoccupant, car l'obésité peut affecter la qualité de la production de lait et augmenter les risques de maladies chroniques chez la mère.

La prévalence de la malnutrition aiguë sévère sans complication et modérée met en évidence un problème majeur dans la région. Ces chiffres indiquent que près de 50 % de la population cible souffre de malnutrition sous différentes formes, ce qui est largement au-dessus des seuils recommandés par l'OMS. La malnutrition aiguë, surtout sévère, expose les individus à des risques accrus de morbidité et de mortalité, notamment chez les enfants de moins de 5 ans et les femmes enceintes. Ces résultats sont en phase avec ceux de l'enquête 2017 réalisée dans la région de Daloa, où la prévalence de la malnutrition aiguë (44,34%) a dépassé le seuil acceptable (10%) (Ouattara, 2017).

La malnutrition aiguë sévère avec complication touche principalement les jeunes enfants, ce qui montre l'importance d'interventions nutritionnelles précoces dans cette tranche d'âge. Il n'y a aucun cas signalé chez les femmes enceintes et femmes allaitantes, ce qui pourrait suggérer une sous-déclaration ou un besoin d'amélioration dans la détection des complications nutritionnelles chez ces groupes.

En parallèle, la présence d'un taux élevé de surpoids et d'obésité témoigne d'un phénomène de surnutrition qui ne se limite pas aux populations urbaines, mais touche également les zones rurales. Cette situation soulève la question de l'équilibre alimentaire dans la région et de l'accès à une nutrition de qualité. Le lien entre la malnutrition aiguë et la surnutrition pourrait également suggérer des comportements alimentaires déséquilibrés, influencés par des facteurs socio-économiques, culturels et environnementaux (EDS, 2021).

Les résultats concernant les enfants de moins de 5 ans sont particulièrement préoccupants. Bien que la prévalence du retard de croissance chez les enfants de moins de 5 ans (0,54%) semble relativement faible par rapport aux autres formes de malnutrition, elle reste un indicateur inquiétant du sous-développement nutritionnel. Le retard de croissance observé chez les nourrissons de moins de 5 mois (8%) suggère que les premières étapes de la nutrition infantile ne sont pas optimales, avec un impact probable sur leur développement physique et cognitif.

L'un des points clés qui ressort de l'étude est le manque d'interventions nutritionnelles spécifiques et systématiques dans la région du Haut-Sassandra. La faible couverture en matière de consultations prénatales et l'insuffisance d'initiatives locales en matière d'éducation nutritionnelle et de suivi des enfants vulnérables sont des lacunes qui exacerbent les problèmes de malnutrition. Des interventions multiformes et intensifiées sont nécessaires, notamment dans les domaines de la sensibilisation, de l'éducation nutritionnelle, de l'amélioration de l'approvisionnement alimentaire et de l'accès aux soins de santé pour les femmes enceintes et allaitantes (Foster, 2010).

Conclusion partielle

L'évaluation de l'état nutritionnel de la population de la région du Haut-Sassandra a révélé une forte prévalence de la malnutrition et de maladies non transmissibles. Selon les données recueillies, de la population souffre de malnutrition aiguë sévère sans complication, 3,94 % de malnutrition aiguë sévère avec complication, et de malnutrition aiguë modérée. En outre, de la population présente un surpoids, tandis que sont obèses, et des enfants sont affectés par un retard de croissance. Les carences nutritionnelles observées concernent principalement l'émaciation, le surpoids, l'obésité et dans une moindre mesure, le retard de croissance. Ces résultats soulignent la nécessité urgente de renforcer les interventions nutritionnelles dans la région afin d'améliorer l'état nutritionnel de la population et de réduire les risques associés aux maladies non transmissibles. Les résultats de l'étude menée dans la région du Haut-Sassandra

mettent en lumière une situation nutritionnelle préoccupante, caractérisée par la coexistence de différents types de malnutrition et des implications importantes pour la santé publique. Les données recueillies révèlent un double fardeau de la malnutrition dans la région, phénomène qui combine la malnutrition aiguë et la surnutrition (surpoids et obésité). Cette situation reflète un défi complexe pour les autorités sanitaires locales et les professionnels de la santé, qui doivent répondre simultanément à ces deux problématiques. Il est essentiel de mettre en place des programmes de nutrition infantile et de suivi de la croissance pour lutter contre ce problème.

Chapitre 2 : Consommation alimentaire des ménages enquêtés

L'évaluation de la consommation alimentaire des ménages a été réalisée sur une base hebdomadaire, couvrant la période des sept derniers jours entre septembre 2019 et décembre 2020, afin de rendre compte de la fréquence de consommation des différents groupes d'aliments ainsi que de la diversité alimentaire. Un total de 906 ménage ont été visités.

2.1. Enquête nutritionnelle

L'étude a révélé que 66,9 % des plats étaient exclusivement à base de céréales ; 12,8 % des plats étaient constitués de racines et tubercules et 7,8 % des plats étaient à base de lait et de produits laitiers ; 8 % des ménages consomment des viandes, poissons, œufs. Les fruits et légumes représentent 2,8 % de la consommation alimentaire des ménages et les légumineuses sont consommées par 2% des ménages (Figure 6). Il ressort de l'enquête que les céréales sont les aliments couramment consommés par la population du Haut Sassandra. Les ménages consomment principalement du riz à 71,60 %. Ensuite le maïs est consommé par 18,6 % des ménages, le mil à 6,8 % et le sorgho à 3,1 % (Figure 7). L'étude a montré que 61 % des ménages consommaient de l'arachide, 36 % du haricot et 3 % de soja (Figure 8). Quant à la consommation des racines et tubercules, 10,3 % étaient constitué d'igname, 48 % de manioc, 7.7 % de patate douce, 13,5 % de taro et 20,4 % (Figure 9).

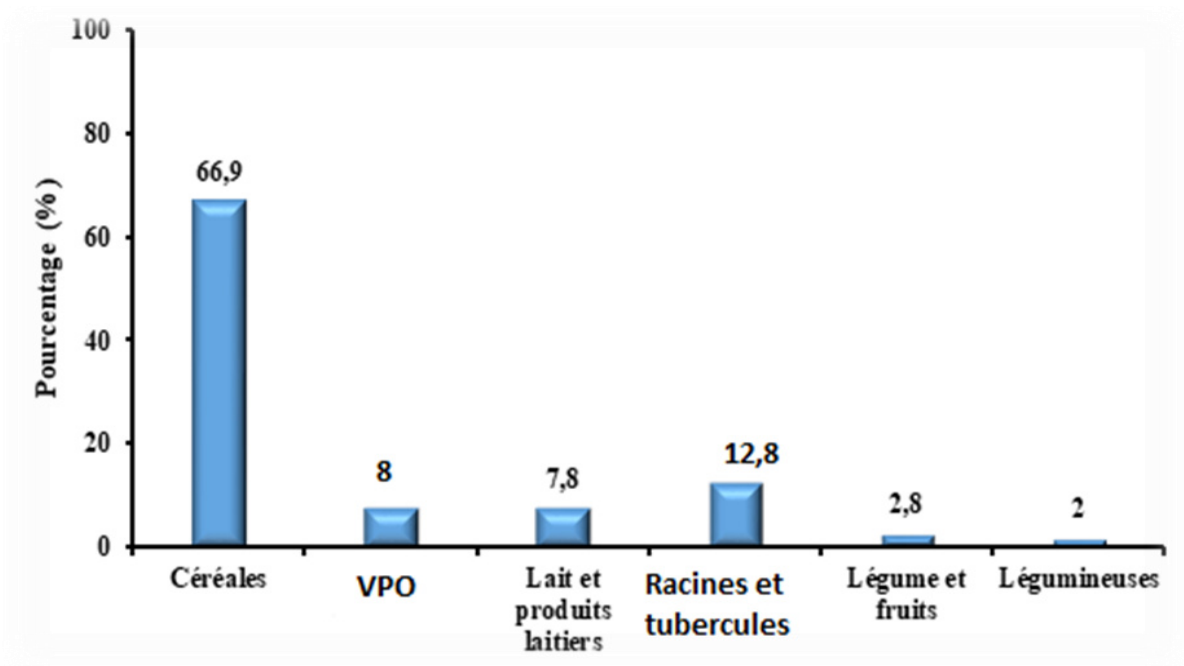


Figure 6 : Fréquence de la consommation alimentaire des ménages

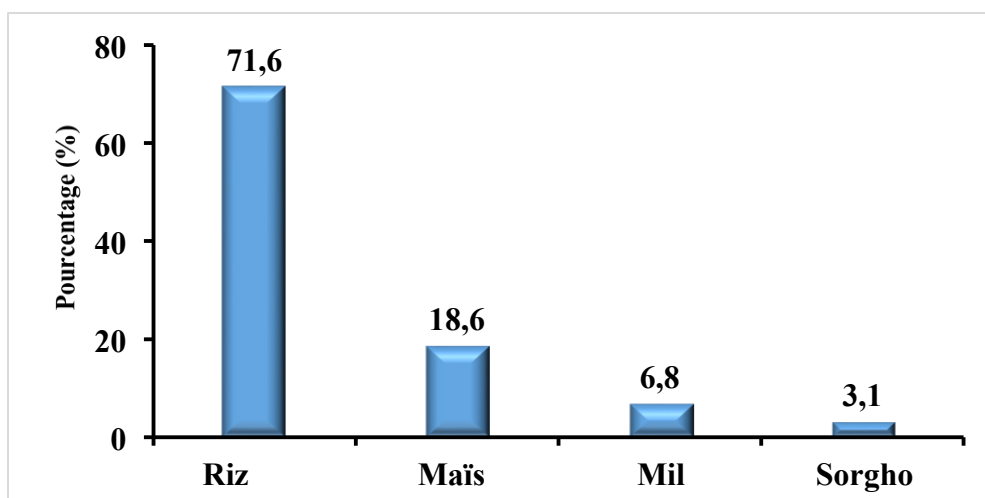


Figure 7 : Consommation des céréales

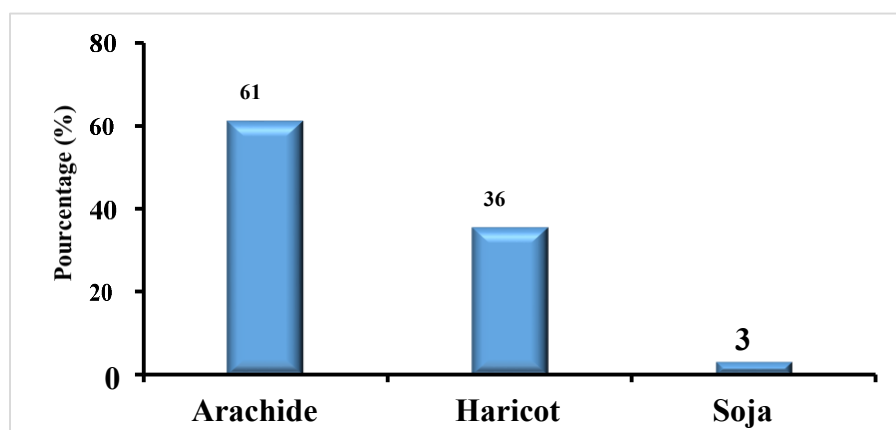


Figure 8 : Consommation des légumineuses

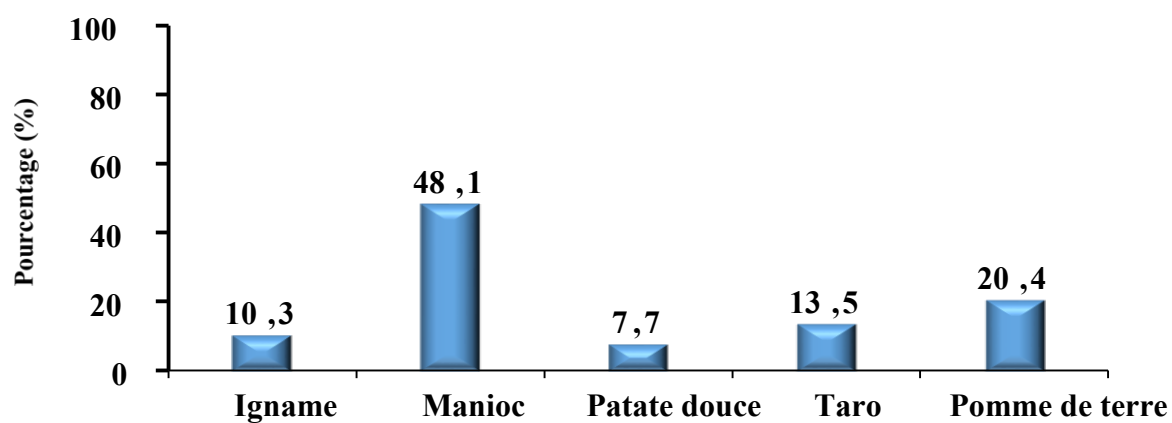


Figure 9 : Consommation des racines et tubercules

2.2. Consommation alimentaire

2.2.1. Céréales et tubercules

La consommation de céréales (50,49 %) et de tubercules (28,57 %) a été omniprésente dans les ménages étudiés, avec une fréquence de consommation particulièrement élevée. Tous les ménages ont consommé ces aliments pendant la période de référence (Tableau XX).

En moyenne, les céréales ont été consommées pendant six jours, tandis que les tubercules l'ont été pendant cinq jours. Le riz (33,77 %) et le manioc (25,06 %) constituaient les principaux aliments de base dans l'alimentation des ménages (Tableau XXI). Il existe un modèle de consommation alimentaire centré sur la complémentarité de ces deux denrées, le riz et le manioc, qui sont souvent consommés ensemble. La provenance du manioc était soit le marché urbain, soit les champs ruraux, tandis que l'approvisionnement en riz dépendait principalement du marché, la production domestique étant relativement faible en termes de quantité.

2.2.2. Légumineuses, fruits et légumes

La consommation des légumineuses, des fruits et des légumes est restée marginale, ces groupes d'aliments étant consommés très occasionnellement. En moyenne, les légumineuses (6,25 %) ont été consommées pendant seulement un jour, tandis que les fruits et légumes (4,38 %) l'ont été pendant trois jours sur la période de référence (Tableau XX). Cette faible fréquence de consommation pourrait refléter des lacunes dans la diversité alimentaire au sein des ménages, soulignant un manque d'approvisionnement ou de préférence pour ces produits.

2.2.3. Protéines animales et huiles

Les protéines animales et l'huile (10,31 %) ont été consommées en moyenne entre quatre et six jours pendant la période de référence. La viande et le poisson, qui constituent les principales sources de protéines animales, étaient généralement achetés sur le marché (Tableau XX).

En ce qui concerne l'huile, elle a été consommée en moyenne pendant cinq jours. L'huile, tout comme les protéines animales, provenait principalement des achats sur le marché. Cela suggère que la consommation de produits d'origine animale et de matières grasses est relativement régulière, mais que ces produits sont principalement achetés plutôt que produits localement.

Tableau XX : Catégorie d'aliments consommés par les ménages

Aliments	Nombre de ménages	Pourcentage (%)
Céréales	330	50,49
Tubercules	241	28,57
Légumineuses	100	6,25
Protéines animales et huile	165	10,31
Fruits et légumes	70	4,38
Total	906	100

Tableau XXI : Types d'aliments consommés par les ménages

Aliments	Nombre de ménage	Pourcentage (%)
Riz	306	33,77
Manioc	227	25,06
Igname	138	15,23
Banane plantain	141	15,56
Maïs	94	10,38
Total	906	100

2.3. Score de Consommation Alimentaire (SCA)

L'évaluation de la diversité alimentaire des ménages de la région du Haut-Sassandra a été réalisée à travers le calcul du Score de Consommation Alimentaire (SCA), un indicateur permettant de mesurer l'équilibre nutritionnel et la diversité des régimes alimentaires. Le SCA varie entre 20,40 et 44,60, avec des seuils spécifiques pour évaluer la qualité de l'alimentation des ménages : 20,40 % des ménages ont obtenu un SCA inférieur ou égal à 21, ce qui indique une consommation alimentaire pauvre. Par ailleurs, 35,00 % des ménages ont obtenu un SCA compris entre 21,5 et 35 avaient une consommation alimentaire limite et 44,60 % des ménages ont un SCA supérieur ou égal à 35,5, indiquant une consommation alimentaire acceptable (Tableau XXII).

Tableau XXII : Interprétation du score de consommation alimentaire des ménages

Score de consommation alimentaire (SCA)				Interprétation
	Seuil	Effectif	Pourcentage	Etat nutritionnel
Pauvre	<21	185	20,40 %	Quantité et qualité inadéquates
Limite	21,5–35	317	35,00 %	Qualité inadéquate
Acceptable	> 35,5	404	44,60 %	Alimentation adéquate

Les seuils définis pour la Côte d'Ivoire sont les suivants : score ≤ 21 , consommation alimentaire pauvre ; 21,5 à 35 consommation alimentaire limite et score $\geq 35,5$ consommation alimentaire acceptable

2.4. Discussion

L'analyse des habitudes alimentaires des ménages dans la région du Haut-Sassandra met en lumière plusieurs tendances significatives, en particulier en ce qui concerne la consommation des céréales, des tubercules, et la diversité alimentaire en général. Ces résultats révèlent à la fois des points de convergence avec des études antérieures et des préoccupations spécifiques liées à la situation nutritionnelle et à l'insécurité alimentaire dans la région.

L'analyse de la consommation alimentaire des ménages met en évidence une alimentation qui repose principalement sur des produits de base comme les céréales (principalement le riz) et les tubercules (principalement le manioc), au détriment d'une plus grande diversité alimentaire incluant des légumineuses, des fruits et des légumes. De plus, bien que les protéines animales et les huiles fassent partie du régime alimentaire, leur consommation reste limitée à quelques jours par semaine.

Ces résultats soulignent une dépendance importante aux produits de base, avec une diversité alimentaire qui pourrait être améliorée pour mieux répondre aux besoins nutritionnels des ménages et réduire les risques liés à une alimentation trop monocentrée. Des interventions visant à améliorer l'accès à une alimentation plus variée et à encourager la consommation de légumes et de fruits devraient être envisagées pour diversifier les sources de nutriments dans cette région.

Les résultats montrent que les céréales et les tubercules occupent une place centrale dans l'alimentation des ménages du Haut-Sassandra, étant consommés en moyenne pendant six jours (céréales) et cinq jours (tubercules) sur la période de référence. Cela est en grande partie dû à leur disponibilité et à leur rôle dans l'alimentation de base. En effet, les céréales, principalement le riz, et les tubercules, principalement le manioc, constituent les principales sources énergétiques pour la population locale. Cette tendance est confirmée par diverses études, comme celle de Kouamé & Enoh (2011) qui soulignent que les racines et tubercules ainsi que les céréales contribuent à plus de 60 % de l'apport calorique en Côte d'Ivoire. Béhibolo *et al.* (2018) rapportent que ces groupes d'aliments sont consommés par 82,30 % de la population des sept districts de Côte d'Ivoire. Le régime alimentaire est généralement peu diversifié, essentiellement basé sur les tubercules, les racines et les céréales qui contribuent à plus de 65% aux apports énergétiques alimentaires journaliers (INS & ICF, 2012).

Le riz, de plus en plus utilisé comme substitut des produits locaux moins conservables, est largement disponible toute l'année et est un aliment énergétique clé. De même, le manioc, transformé sous diverses formes (comme l'attiéké, gari, tapioca), offre une meilleure conservation et est une ressource alimentaire majeure dans la région. Ces résultats confirment les conclusions de Sanginga & Mbabu (2015) et N'Zué *et al.* (2013), qui considèrent les céréales et les tubercules comme les principales cultures alimentaires destinées à la consommation humaine.

Cependant, bien que ces aliments soient essentiels, leur prévalence élevée dans l'alimentation quotidienne suggère une pauvre diversité alimentaire, ce qui peut conduire à des carences nutritionnelles, surtout en micronutriments essentiels comme les vitamines et minéraux.

L'une des préoccupations majeures qui ressort de cette étude est le faible niveau de diversité alimentaire, comme en témoigne le Score de Consommation Alimentaire (SCA) des ménages. Environ plus de moitié des ménages présentaient une consommation alimentaire insuffisamment diversifiée, avec un $SCA \leq 21$ indiquant une alimentation pauvre et un SCA entre 21,5 et 35 indiquant une alimentation limite. Moins de la moitié des ménages avaient un SCA supérieur à 35, ce qui est considéré comme acceptable en termes de diversité. Cela suggère que beaucoup de ménages continuent de se baser sur un nombre restreint de groupes alimentaires, ce qui pourrait entraîner des carences nutritionnelles à long terme. Il est donc impératif de promouvoir des stratégies visant à diversifier l'alimentation des ménages, en encourageant la consommation de fruits, légumes, légumineuses, et sources variées de protéines. Cela pourrait passer par des campagnes de sensibilisation à l'importance de la diversité alimentaire et par des actions visant à améliorer l'approvisionnement en produits diversifiés à l'échelle locale.

Ce constat rejoint celui rapporté par la FAO, l'Union Européenne et le CIRAD (2022), qui mentionnent que, malgré une production agricole importante, la diversité alimentaire dans la région reste faible. Cette situation s'explique par une forte dépendance à des aliments de base comme le riz, le manioc et la banane plantain, au détriment d'une plus grande consommation de légumes, fruits, légumineuses et protéines animales. Une telle limitation de la diversité alimentaire est souvent associée à une insécurité alimentaire modérée, comme le soulignent les rapports des PAM & FAO (2012), qui attribuent à la région un faible niveau d'insécurité alimentaire (1,3 %). Toutefois, selon nos résultats, un grand nombre de ménages se trouve dans une situation nutritionnelle préoccupante.

L'étude révèle des disparités importantes dans la diversité alimentaire des ménages, avec des prévalences variables en fonction du SCA. Près de 20,40 % des ménages ont une consommation alimentaire pauvre. Cela signifie que ces ménages consomment une alimentation peu diversifiée, majoritairement basée sur quelques groupes d'aliments de base, sans inclure suffisamment d'autres groupes alimentaires essentiels comme les légumes, les fruits, ou les protéines animales. Près du tiers ont une consommation alimentaire limite, ce qui pourrait être un indicateur de vulnérabilité accrue face à des crises alimentaires futures. Ce qui reflète une consommation alimentaire limite. Bien que ces ménages consomment une plus grande variété d'aliments par rapport au premier groupe, la diversité reste insuffisante pour garantir un équilibre nutritionnel optimal. Cela peut signifier que certains groupes alimentaires sont présents de manière sporadique, mais qu'ils ne sont pas consommés en quantité suffisante pour répondre aux besoins nutritionnels quotidiens. Et 44,60 % des ménages ont un SCA supérieur ou égal à 35,5. Ces ménages semblent avoir une alimentation relativement plus équilibrée et diversifiée, avec une plus grande fréquence de consommation de différents groupes alimentaires, ce qui améliore leurs chances d'atteindre un équilibre nutritionnel satisfaisant.

Conclusion partielle

Cette étude a permis d'évaluer la consommation alimentaire des ménages dans la région du Haut-Sassandra. Les résultats montrent que des ménages ont un score de consommation alimentaire (SCA) inférieur ou égal à 21, ce qui indique une consommation alimentaire pauvre. De plus, des ménages présentent un SCA compris entre 21,5 et 35, ce qui signale une consommation alimentaire limitée, tandis que des ménages ont un SCA supérieur ou égal à 35, suggérant une consommation alimentaire acceptable. L'analyse a révélé que les aliments les plus couramment consommés par la population du Haut-Sassandra sont les céréales (notamment le riz et le maïs) et les tubercules (tels que la banane plantain, l'igname et le manioc). Ces aliments constituent les principales sources de calories pour la population, en raison de leur disponibilité et de leur accessibilité. Les résultats du SCA soulignent un problème de diversité alimentaire dans la région du Haut-Sassandra. Bien qu'une proportion importante de ménages présente une alimentation relativement acceptable, plus de moitié des ménages ont une alimentation qui reste insuffisamment diversifiée.

Chapitre 3 : Caractéristiques physicochimiques et nutritives des aliments consommés dans les quatre départements de la région du Haut-Sassandra

L'objectif de cette étude est de caractériser la qualité nutritive des aliments de base consommés dans quatre départements de la région du Haut-Sassandra. Pour ce faire, les indicateurs suivants ont été évalués : les teneurs en polyphénols, tanins, flavonoïdes, lipides, sucres totaux, fibres, matières sèches, protéines, glucides, ainsi que la valeur énergétique des aliments. En complément, certains paramètres physico-chimiques tels que le taux d'humidité, le taux de cendres, le pH et l'acidité titrable des aliments de base consommés par la population ont été également pris en compte pour une évaluation complète de leur qualité nutritionnelle.

3.1. Teneurs en humidité des aliments de base consommés

Les résultats obtenus montrent que les échantillons analysés présentent une teneur en humidité relativement homogène pour le riz, indépendamment de l'origine des échantillons. La teneur en humidité du riz variait entre $10,03 \pm 0,06$ % et $12,54 \pm 0,03$ %, avec la plus faible teneur observée à Zoukougbeu et la plus forte à Daloa. En ce qui concerne le maïs, la plus faible teneur en humidité a été mesurée à Vavoua ($12,19 \pm 0,03$ %), tandis que la plus élevée a été observée à Issia ($16,06 \pm 0,03$ %). Les taux d'humidité des autres échantillons d'aliments (manioc) ont varié entre $12,13 \pm 0,02$ % et $18,15 \pm 0,03$ %, les valeurs extrêmes ayant été respectivement enregistrées à Issia et Zoukougbeu. Une analyse statistique par le test de Tukey a révélé des différences significatives entre les taux d'humidité des aliments au seuil de 5 %, indiquant une variabilité notable des teneurs en humidité en fonction des localités (Tableau XXIII).

Tableau XXIII : Taux d'humidité (%) d'aliment de base consommé

	Riz	Maïs	Manioc
Daloa	$12,54 \pm 0,03^a$	$14,42 \pm 0,03^b$	$18,12 \pm 0,02^c$
Issia	$12,03 \pm 0,02^a$	$16,06 \pm 0,03^c$	$12,13 \pm 0,02^b$
Vavoua	$12,23 \pm 0,02^a$	$12,19 \pm 0,03^a$	$14,33 \pm 0,02^b$
Zoukougbeu	$10,03 \pm 0,06^a$	$14,21 \pm 0,01^b$	$18,15 \pm 0,03^c$

Les valeurs en colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Tukey au seuil de 5 %.

3.2. Teneurs en matières sèches des aliments de base consommés

Les échantillons prélevés dans les différentes zones d'étude ont révélé des teneurs élevées en matières sèches pour les aliments consommés, avec une stabilité relative des valeurs au sein d'un même aliment. Toutefois, des différences significatives ont été observées entre les différents aliments, comme l'indiquent les résultats du test de Tukey au seuil de 5 %. Les teneurs en matières sèches les plus élevées ont été enregistrées à Vavoua (87,81 %), à Zoukougbeu (89,97 %) et à Issia (87,97 %), ce qui témoigne d'une forte concentration en matières solides dans les aliments consommés dans ces localités (Tableau XXIV).

Tableau XXIV : Teneurs matière sèche (%) d'aliment de base consommé

	Riz	Maïs	Manioc
Daloa	87,46 ± 0,03 ^c	35,58 ± 0,03 ^b	81,88 ± 0,02 ^a
Issia	87,97 ± 0,02 ^c	83,94 ± 0,03 ^a	87,87 ± 0,02 ^b
Vavoua	87,77 ± 0,02 ^b	37,81 ± 0,03 ^b	85,67 ± 0,02 ^a
Zoukougbeu	89,97 ± 0,06 ^c	35,79 ± 0,01 ^b	31,85 ± 0,03 ^a

Les valeurs en colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Tukey au seuil de 5 %.

3.3. Teneurs en matière grasse (lipides) des aliments de base consommés

Les résultats relatifs à la teneur en lipides des aliments ont montré que les aliments consommés dans la région sont globalement pauvres en lipides. Les valeurs les plus faibles ont été observées pour le riz à Issia (0,57%), pour le maïs à Vavoua (0,18%) et pour le manioc à Zoukougbeu (0,14%). Ces teneurs en lipides faibles indiquent que les aliments de base consommés dans ces localités ne constituent pas une source significative de graisses alimentaires (Tableau XXV).

Tableau XXV : Teneurs en lipides (%) d'aliment de base consommé

	Riz	Maïs	Manioc
Daloa	1,14 ± 0,01 ^b	1,16 ± 0,02 ^b	0,35 ± 0,04 ^a
Issia	0,57 ± 0,02 ^b	0,25 ± 0,01 ^a	0,71 ± 0,01 ^c
Vavoua	0,90 ± 0,01 ^c	0,18 ± 0,01 ^a	0,66 ± 0,00 ^b
Zoukougbeu	0,72 ± 0,01 ^c	0,35 ± 0,02 ^b	0,14 ± 0,01 ^a

Les valeurs en colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Tukey au seuil de 5 %.

3.4. Taux de cendre des aliments consommés

Les analyses physicochimiques des échantillons d'aliments de base ont révélé que le taux de cendres reste constant à travers les différentes zones d'étude. Les résultats indiquent qu'il n'y a pas de variation significative ($p < 0,05$) du taux de cendres des aliments consommés (riz, maïs et manioc) selon les chefs-lieux de département. Les valeurs observées pour le taux de cendres varient entre 9,33 % et 10,34 % (Tableau XXVI).

Tableau XXVI : Taux de cendre (%) d'aliment de base consommé

	Riz	Maïs	Manioc
Daloa	$10,00 \pm 0,01^b$	$9,66 \pm 0,01^a$	$10,00 \pm 0,00^b$
Issia	$10,03 \pm 0,06^a$	$10,00 \pm 0,00^a$	$10,34 \pm 0,01^b$
Vavoua	$10,32 \pm 0,01^c$	$9,67 \pm 0,01^b$	$9,33 \pm 0,00^a$
Zoukougbeu	$10,00 \pm 0,00^b$	$9,33 \pm 0,00^a$	$10,00 \pm 0,01^b$

Les valeurs en colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Tukey au seuil de 5 %.

3.5. Teneurs en fibres d'aliments de base consommés

En ce qui concerne les teneurs en fibres des aliments, les résultats montrent que le riz présente les valeurs les plus faibles, tandis que le manioc affiche les valeurs les plus élevées, à l'exception du département de Daloa, où le maïs a présenté la teneur la plus élevée. Les teneurs en fibres ont varié comme suit: Riz (0,27 % à 0,75 %) ; Maïs: (0,94 % à 3,82 %) ; Manioc: (2,33 % à 3,31 %).

Ces valeurs illustrent des variations importantes de la teneur en fibres en fonction des types d'aliments et des localités. Les détails sur les teneurs en fibres des aliments de base consommés dans les différentes régions sont présentés dans le Tableau XXVII.

Tableau XXVI I: Teneurs en fibres d'aliment de base consommé

	Riz	Maïs	Manioc
Daloa	$0,27 \pm 0,01^a$	$3,82 \pm 0,02^c$	$3,31 \pm 0,01^b$
Issia	$0,75 \pm 0,02^a$	$1,34 \pm 0,02^b$	$2,63 \pm 0,02^c$
Vavoua	$0,47 \pm 0,03^a$	$1,15 \pm 0,01^b$	$2,98 \pm 0,01^c$
Zoukougbeu	$0,62 \pm 0,03^a$	$0,94 \pm 0,01^b$	$2,33 \pm 0,03^c$

Les valeurs en colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Tukey au seuil de 5 %.

3.6. Teneurs en protéines d'aliment de base consommé

Les valeurs moyennes des teneurs en protéines des aliments de base consommés, selon les chefs-lieux de département, sont présentées dans le Tableau XXVIII. Les résultats ont révélé que les teneurs en protéines des échantillons d'aliments de base sont statistiquement différentes ($P < 0,05$). Parmi les aliments analysés, les teneurs en protéines du maïs ont été les plus élevées, avec la plus faible valeur enregistrée à Vavoua (11,12 %) et les valeurs les plus élevées observées à Issia (13,73 %) et à Zoukougbeu (Tableau XXVIII).

Tableau XXVIII : Teneurs en protéines (%) d'aliment de base consommé

	Riz	Maïs	Manioc
Daloa	$10,24 \pm 0,00^a$	$12,83 \pm 0,02^c$	$10,42 \pm 0,02^b$
Issia	$12,68 \pm 0,03^b$	$13,73 \pm 0,03^c$	$9,24 \pm 0,02^a$
Vavoua	$9,76 \pm 0,01^b$	$11,12 \pm 0,02^c$	$8,54 \pm 0,02^a$
Zoukougbeu	$12,56 \pm 0,02^b$	$13,58 \pm 0,02^c$	$8,51 \pm 0,03^a$

Les valeurs en colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes avec le test de Tukey au seuil de 5 %.

3.7. Teneurs en glucides d'aliment de base consommé

L'analyse des résultats indique que les aliments de base consommés (riz, maïs et manioc) sont principalement des aliments riches en glucides, avec des valeurs moyennes en glucides variant entre 72,19 % et 79,02 %. Plus précisément, les teneurs en glucides des différents aliments sont les suivantes : les teneurs en glucides varient de 75,97 % à 78,35 % pour le riz, le maïs a des teneurs en glucides qui varient de 72,53 % à 77,88 % et les teneurs en glucides du manioc varient de 75,92 % à 79,02 % (Tableau XXIX).

Tableau XXIX: Teneurs en glucides d'aliment de base consommé

	Riz	Maïs	Manioc
Daloa	$78,34 \pm 0,00^c$	$72,19 \pm 0,6^a$	$75,92 \pm 0,05^b$
Issia	$75,97 \pm 0,07^b$	$74,68 \pm 0,03^a$	$77,07 \pm 0,01^c$
Vavoua	$78,35 \pm 0,06^b$	$77,89 \pm 0,02^a$	$78,50 \pm 0,01^b$
Zoukougbeu	$76,10 \pm 0,05^a$	$76,14 \pm 0,53^a$	$79,02 \pm 0,03^b$

Les valeurs en colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Tukey au seuil de 5 %.

3.8. Apport énergétique des aliments de base consommé

Les apports énergétiques des quantités moyennes des aliments de base consommées par l'ensemble des populations enquêtées sont présentés dans le Tableau XXX. La valeur énergétique moyenne des aliments consommés par chef-lieu de département est la suivante : les valeurs énergétiques du riz varient entre 348,51 kcal et 361,12 kcal. Le maïs a des valeurs énergétiques qui vont de 351,88 kcal à 360,67 kcal. La valeur énergétique moyenne est de 364,62 kcal pour le manioc.

Ces résultats montrent des variations notables des apports énergétiques en fonction du type d'aliment par chef-lieu de département. Mais, il n'y a pas de différence pour le même type d'aliment quel que soit le département.

Tableau XXX : Valeur énergétique (kcal) des aliments de base consommés

	Riz	Maïs	Manioc
Daloa	364,61 ± 0,05 ^c	351,83 ± 0,12 ^b	348,51 ± 0,21 ^a
Issia	359,70 ± 0,11 ^c	355,92 ± 0,14 ^b	351,59 ± 0,08 ^a
Vavoua	361,30 ± 0,06 ^c	357,63 ± 0,11 ^b	354,07 ± 0,23 ^a
Zoukougbeu	361,14 ± 0,08 ^c	360,67 ± 0,10 ^b	351,36 ± 0,17 ^a

Les valeurs en colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Tukey au seuil de 5 %.

3.9. Potentiel d'hydrogène (pH) des aliments de base consommés

Les résultats des analyses du potentiel d'hydrogène (pH) des aliments de base consommés sont présentés dans le Tableau XXXI. Le pH du riz est compris entre 6,33 et 6,46, ce qui indique une légère acidité à une valeur proche de la neutralité. Les valeurs moyennes du pH du maïs se situent entre 3,24 et 7,08. En général, le maïs est majoritairement acide, sauf à Issia où le pH atteint 7,08, indiquant un caractère neutre. Les pH des échantillons de manioc varient entre 5,83 et 8,35. Ces valeurs sont majoritairement basiques, à l'exception de l'échantillon de Daloa (pH = 5,83), qui est légèrement acide.

Ces résultats montrent une grande variabilité du pH selon le type d'aliment et la localité, avec des différences notables entre les aliments eux-mêmes (Tableau XXXI).

Tableau XXXI: pH d'aliment de base consommé par chef-lieu de département

	Riz	Maïs	Manioc
Daloa	$6,46 \pm 0,01^c$	$4,38 \pm 0,00^a$	$5,83 \pm 0,01^b$
Issia	$6,33 \pm 0,02^a$	$7,08 \pm 0,02^b$	$8,35 \pm 0,02^c$
Vavoua	$6,39 \pm 0,00^b$	$5,56 \pm 0,03^a$	$7,48 \pm 0,00^c$
Zoukougbeu	$6,39 \pm 0,01^b$	$3,24 \pm 0,02^a$	$7,78 \pm 0,00^c$

Les valeurs en colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Tukey au seuil de 5 %.

3.10. Acidité titrable d'aliment de base consommé

Les résultats des analyses ont révélé que les aliments de base consommés sont globalement acides, avec des valeurs d'acidité titrable comprises dans les plages suivantes : le riz a des valeurs d'acidité qui vont de 1,72 à 2,51, les teneurs en acidité du maïs varient de 1,32 à 3,71 et les valeurs d'acidité se situent entre 1,21 et 2,89 pour manioc.

Ces résultats montrent une certaine variabilité dans les niveaux d'acidité des aliments, bien que tous les aliments étudiés présentent des valeurs d'acidité relativement faibles, caractéristique des aliments de base traditionnels.

Le tableau tableau XXXII ci-dessous présente les valeurs d'acidité titrable des aliments de base selon les départements.

Tableau XXXII : Acidité titrable (mEq/100g) d'aliment de base consommé

	Riz	Maïs	Manioc
Daloa	$2,51 \pm 0,01^a$	$3,07 \pm 0,06^c$	$2,89 \pm 0,01^b$
Issia	$1,72 \pm 0,01^c$	$1,32 \pm 0,00^b$	$1,21 \pm 0,01^a$
Vavoua	$2,21 \pm 0,01^c$	$2,34 \pm 0,01^a$	$1,73 \pm 0,01^b$
Zoukougbeu	$1,91 \pm 0,01^b$	$3,71 \pm 0,01^c$	$1,70 \pm 0,01^a$

Les valeurs en colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Tukey au seuil de 5 %.

3.11. Teneurs en sucres totaux des aliments de base consommés

Les teneurs en sucres totaux varient significativement d'un aliment à l'autre et d'un département à l'autre pour un même aliment. Une analyse statistique a montré que ces différences sont significatives. En particulier, les résultats indiquent que le manioc de Daloa et le maïs de Zoukougbeu sont les plus sucrés parmi les échantillons étudiés, avec des teneurs respectives de 28,82 g/100g pour le manioc de Daloa et 20,56 g/100g pour le maïs de Zoukougbeu. Ces valeurs suggèrent une variation notable du contenu en sucres totaux selon la localité et le type d'aliment, ce qui peut influencer l'index glycémique et l'apport énergétique des aliments consommés (Tableau XXXIII).

Tableau XXXIII : Teneurs en sucres totaux (mg/g ou g/100g) des aliments de base consommés

	Riz	Maïs	Manioc
Daloa	18,24 ± 0,25 ^b	5,41 ± 0,25 ^a	28,82 ± 0,30 ^c
Issia	12,54 ± 0,14 ^c	1,58 ± 0,02 ^a	7,84 ± 0,25 ^b
Vavoua	7,79 ± 0,43 ^b	3,80 ± 0,22 ^a	14,58 ± 0,08 ^c
Zoukougbeu	12,07 ± 0,06 ^a	20,56 ± 0,46 ^c	16,43 ± 0,29 ^b

Les valeurs en colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes avec le test de Tukey au seuil de 5 %.

3.12. Screening phytochimique des aliments de base consommés

Le screening phytochimique a révélé la présence de divers métabolites secondaires, notamment les polyphénols, flavonoïdes et tanins, dans les aliments de base consommés.

3.12.1. Flavonoïdes

L'analyse des flavonoïdes totaux a révélé que ces composés étaient beaucoup plus concentrés dans le maïs (21,66 à 113,21 mg QE/g MS) que dans le riz (12,83 à 27,96 mg QE/g MS) et le manioc (5,96 à 36,68 mg QE/g MS) (Tableau XXXIV).

3.12.2. Polyphénols

Concernant les polyphénols totaux, les concentrations étaient généralement plus élevées dans le maïs (322,53 à 687,22 mg EAG/g MS) et le riz (199,07 à 514,88 mg EAG/g MS), tandis que le manioc (54,23 à 76,39 mg EAG/g MS) affichait les concentrations les plus faibles. Cela reflète des différences notables dans la composition phytochimique des différents aliments de base (Tableau XXXV).

3.12.3. Tanins

Les teneurs variaient d'un aliment à l'autre (27,96 pour le riz de Daloa ; 48,17 pour le maïs et de Daloa et 36,68 pour le manioc de Daloa) et d'un département à l'autre pour un même aliment (36,68 pour le manioc de Daloa ; 46,80 pour le manioc de Issia ; 20,79 pour le manioc de Vavoua et 26,78 pour le manioc de Zoukougbeu) (Tableau XXXVI).

Tableau XXXIV : Teneurs en flavonoïdes totaux (mg QE/gMS) d'aliment de base consommé

	Riz	Maïs	Manioc
Daloa	27,96 ± 0,14 ^a	48,17 ± 0,16 ^c	36,68 ± 0,07 ^b
Issia	12,83 ± 0,28 ^b	21,66 ± 0,68 ^a	5,96 ± 0,11 ^c
Vavoua	23,82 ± 0,03 ^a	113,21 ± 2,07 ^c	20,79 ± 0,18 ^b
Zoukougbeu	27,23 ± 1,13 ^c	48,22 ± 0,32 ^b	26,78 ± 0,20 ^a

Les valeurs en colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Tukey au seuil de 5 %.

Tableau XXXV : Teneurs en polyphenols totaux (mgEAT/gMS) d'aliment de base consommé

	Riz	Maïs	Manioc
Daloa	199,07 ± 2,07 ^b	322,53 ± 6,53 ^c	65,47 ± 2,62 ^a
Issia	296,68 ± 1,67 ^b	458,64 ± 1,48 ^c	65,71 ± 0,99 ^a
Vavoua	514,88 ± 0,99 ^b	687,22 ± 4,05 ^c	54,23 ± 5,81 ^a
Zoukougbeu	315,78 ± 1,13 ^b	501,65 ± 5,98 ^c	76,39 ± 0,99 ^a

Les valeurs en colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Tukey au seuil de 5 %.

Tableau XXXVI : Teneurs en tanins (mg EAT/g MS) des aliments de base consommés

	Riz	Maïs	Manioc
Daloa	27,96 ± 0,14 ^a	48,17 ± 0,16 ^c	36,68 ± 0,07 ^b
Issia	12,83 ± 0,28 ^a	21,66 ± 0,68 ^c	46,80 ± 1,68 ^b
Vavoua	23,82 ± 0,03 ^a	17,15 ± 0,67 ^c	20,79 ± 0,18 ^b
Zoukougbeu	27,23 ± 1,13 ^a	48,22 ± 0,32 ^b	26,78 ± 0,20 ^a

Les valeurs en colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Tukey au seuil de 5 %.

3.13. Activité antioxydante des aliments de base consommés

Les figures 18, 19, 20, 21, 22 et 23 présentent l'activité antioxydante des aliments de base consommés, mesurée par les méthodes DPPH et ABTS, pour chaque concentration des échantillons. À la plus forte concentration (0,9 mg/100 g), les échantillons de riz et de maïs ont montré la meilleure activité antioxydante. En particulier, les valeurs d'inhibition de l'activité antioxydante pour DPPH sont de : 77,06% (RI), 69,11% (RD), 62,25% (RV), 53,12% (RZ) pour le riz ; 51,63% (MD), 50,36% (MI, MV, MZ) pour le manioc. Pour l'activité antioxydante mesurée par ABTS, les valeurs sont les suivantes : 88,43% (RZ), 84,10% (RV), 81,32% (RI), 78,04% (RD) pour le riz ; 88,22% (mZ), 82,95% (mV, mD), 73,25% (mI) pour le maïs.

Concernant le manioc, l'activité antioxydante a montré un comportement différent. Elle augmente avec la concentration jusqu'à atteindre son pic à une concentration d'environ 0,7 mg/100 g, avant de chuter légèrement à la concentration de 0,9 mg/100 g. Les valeurs d'inhibition de l'activité antioxydante sont 87,27% (MI), 73,55% (MV), 63,69% (MD), 59,53% (MZ) avec le DPPH: et 71,24% (MD), 57,22% (MI), 51,95% (MZ, MV) avec le ABTS.

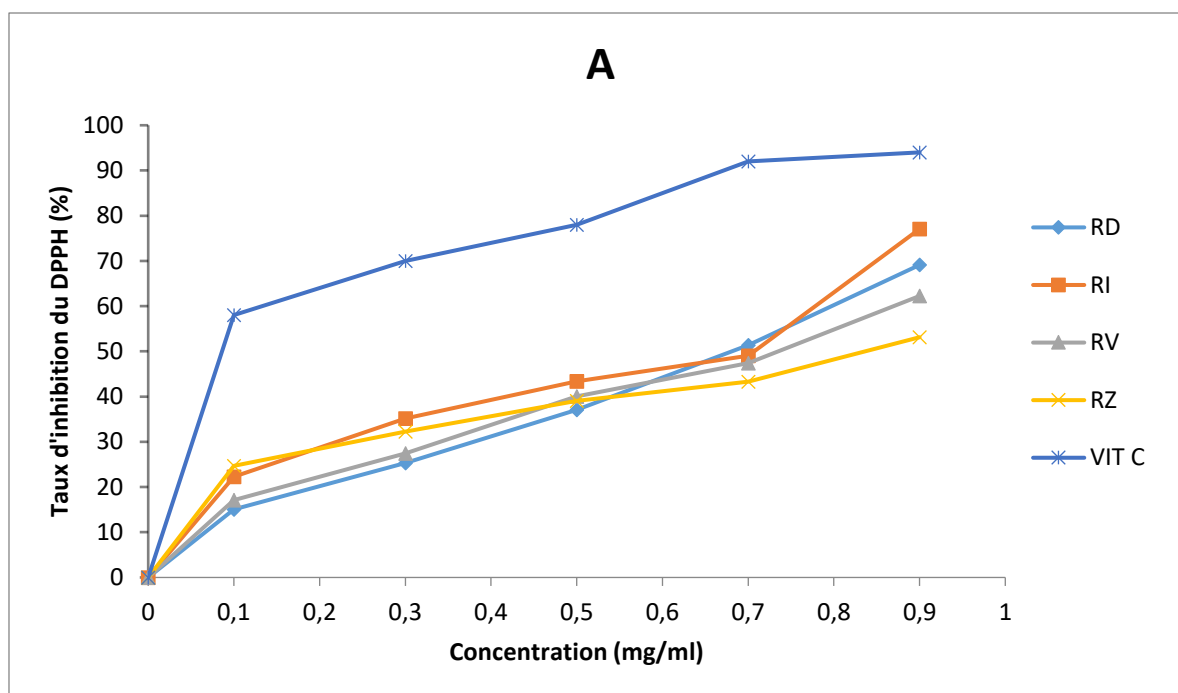


Figure 10 : Activité antioxydante des échantillons de riz par DPPH

RD : Riz Daloa ; *RI* : Riz Issia ; *RV* : Riz Vavoua ; *RZ* : Riz Zoukougbeu ; *VIT C* : Vitamine C.

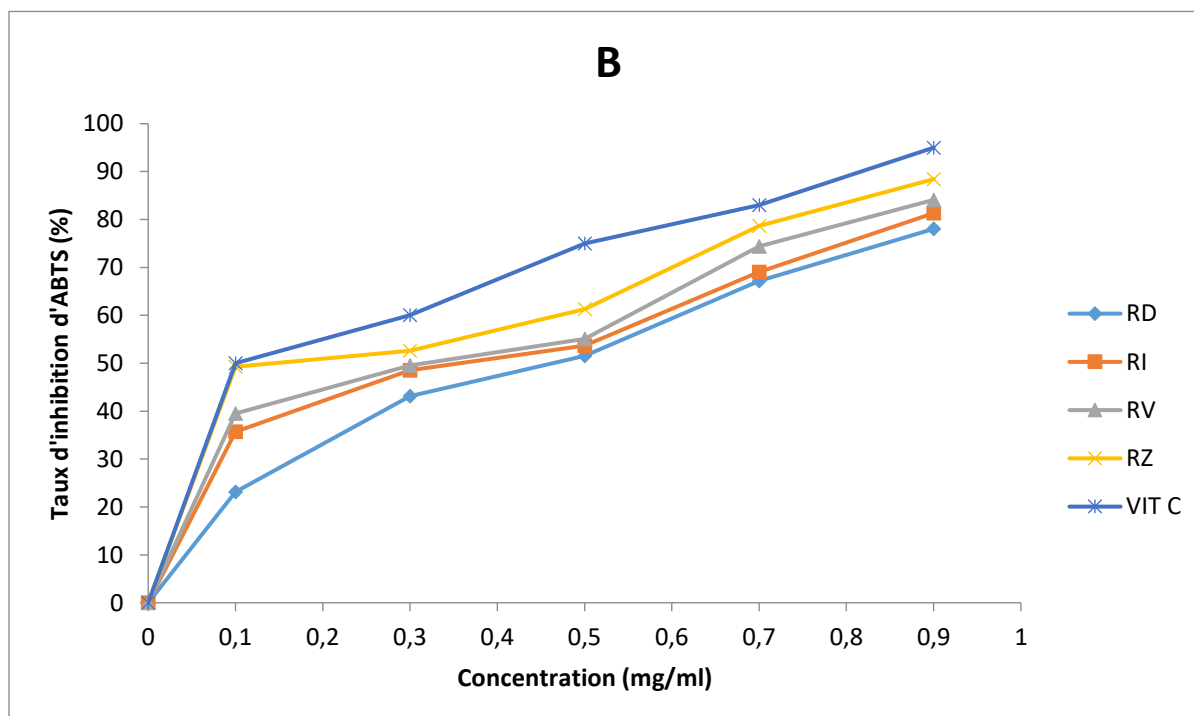


Figure 11 : Activité antioxydante des échantillons de riz par ABTS

RD : Riz Daloa ; *RI* : Riz Issia ; *RV* : Riz Vavoua ; *RZ* : Riz Zoukougbeu ; *VIT C* : Vitamine C.

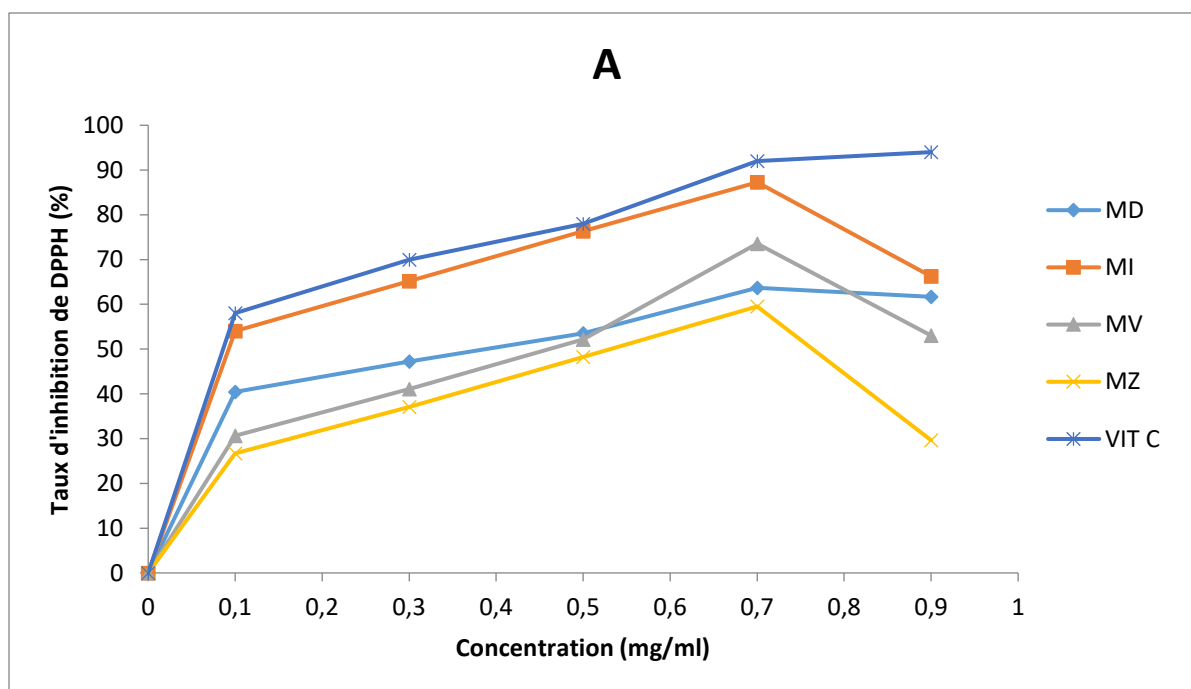


Figure 12 : Activité antioxydante d'échantillons manioc par DPPH

MD : Manioc Daloa MI : Manioc Issia ; MV : Manioc Vavoua ; MZ : Manioc Zoukougbeu ; VIT C : Vitamine C.

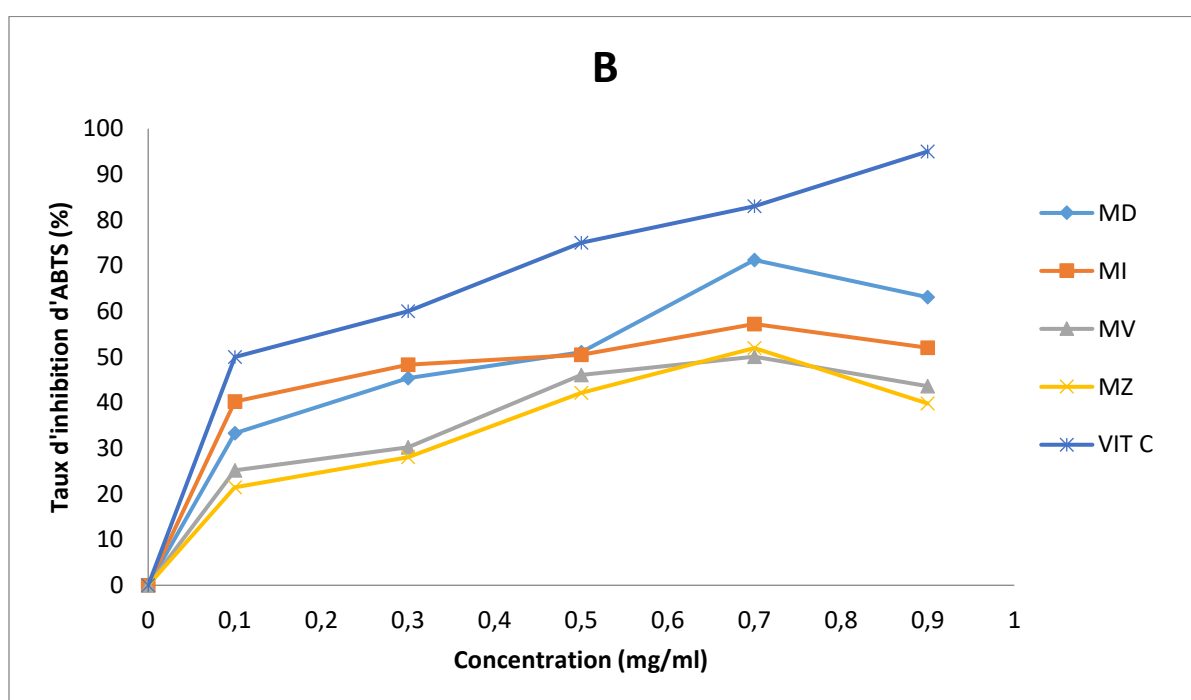


Figure 13 : Activité antioxydante d'échantillons manioc par ABTS

MD : Manioc Daloa MI : Manioc Issia ; MV : Manioc Vavoua ; MZ : Manioc Zoukougbeu ; VIT C : Vitamine C.

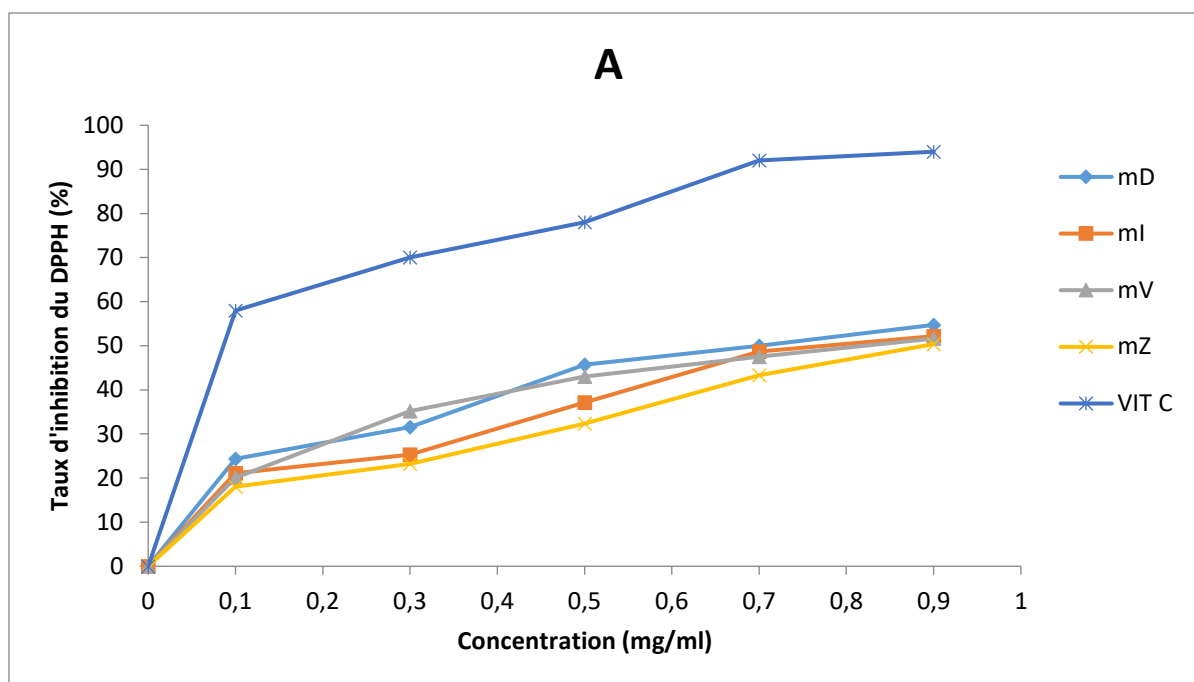


Figure 14 : Activité antioxydante d'échantillons de maïs par DPPH

mD : Maïs Daloa ; *mI* : Maïs Issia ; *mV* : Maïs Vavoua ; *mZ* : Maïs Zoukougbeu ; *VIT C* : Vitamine C.

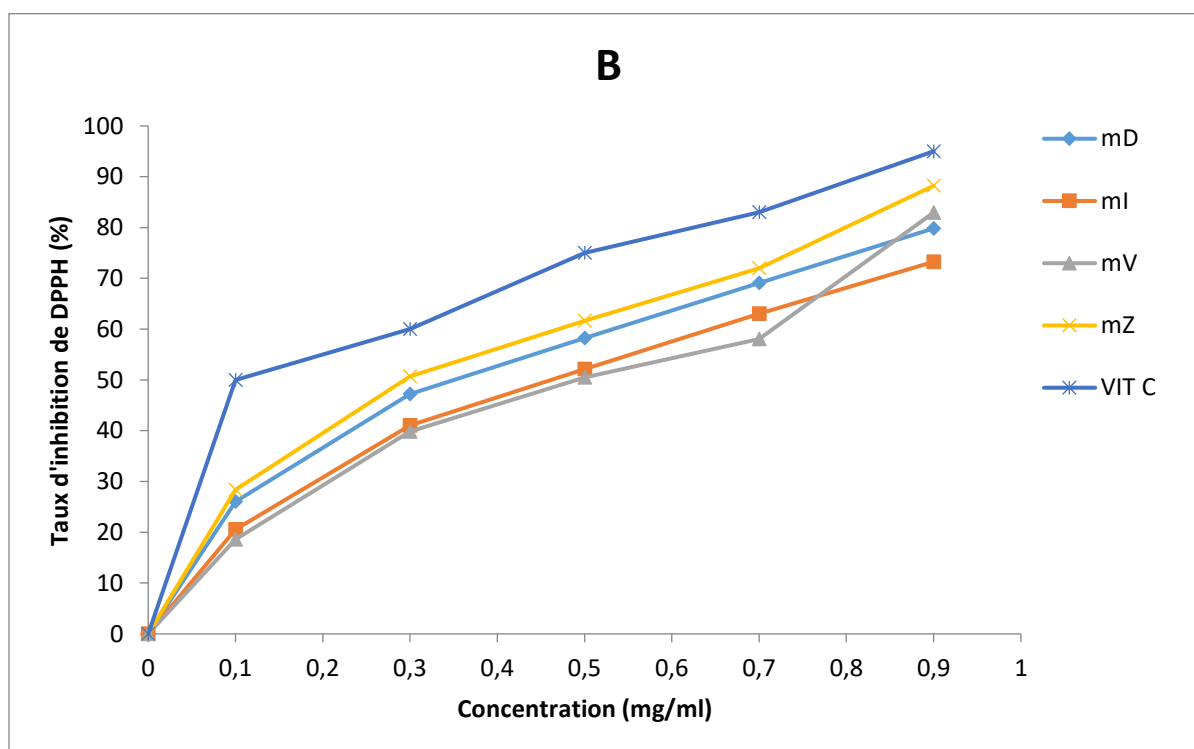


Figure 15 : Activité antioxydante d'échantillons de maïs par DPPH

mD : Maïs Daloa ; *mI* : Maïs Issia ; *mV* : Maïs Vavoua ; *mZ* : Maïs Zoukougbeu ; *VIT C* : Vitamine C.

3.14. Teneurs en éléments traces dans les aliments de base consommés

Les concentrations des éléments traces dans les échantillons de maïs, manioc et riz provenant des départements de Daloa, Issia, Vavoua et Zoukougbeu ont été mesurées et les résultats sont présentés dans les Tableaux XXXVII, XXXVIII et XXXIX. Une large gamme d'éléments chimiques a été retrouvée, allant des alcalins (Na, K, Rb, Cs, Fr), des alcalino-terreux (Mg, Ca, Sr, Ba) aux métaux de transition (Fe, Cu, Zn, Ni, etc.), en passant par les métaux pauvres (Al, Pb, Sn) et les métalloïdes (Si, As, Sb). Voici un résumé des principaux résultats :

- **Maïs** : les concentrations maximales des minéraux se trouvent dans les éléments suivants pour chaque département :
 - **Daloa** : P (1,3541 ppm), Cl (6,9254 ppm), K (14,8964 ppm), Ca (8,2506 ppm), Mg (5,0289 ppm), Na (7,1784 ppm)
 - **Issia** : P (4,9463 ppm), Cl (6,4211 ppm), K (9,0209 ppm), Ca (7,9485 ppm), Mg (16,0188 ppm), Na (11,8774 ppm)
 - **Vavoua** : P (9,4583 ppm), Cl (12,5999 ppm), K (8,4152 ppm), Ca (13,4021 ppm), Mg (18,0457 ppm), Na (9,5477 ppm)
 - **Zoukougbeu** : P (5,0753 ppm), Cl (3,9754 ppm), K (6,3080 ppm), Ca (9,2673 ppm), Mg (12,5890 ppm), Na (4,5889 ppm).

Les plus grandes valeurs de P (9,4583 ppm), Cl (12,5999 ppm), Ca (13,4021 ppm), et Mg (12,5890 ppm) sont observées dans l'échantillon de Vavoua. Le K (14,8964 ppm) est le plus élevé à Daloa, et le Na (11,8774 ppm) est plus concentré à Issia. Les concentrations moyennes des éléments tels que l'argon (Ar) varient selon les départements, atteignant 0,3165 ppm à Zoukougbeu, la plus élevée. Par contre, des éléments comme Ti, Mn, Fe, V, Ni, Cu, Zn, Nb, Mo, Tc, Br, Rb, Sr et Ba montrent des concentrations faibles ou nulles dans tous les échantillons (Tableau XXXVII).

Tableau XXXVII : Profil de concentrations d'éléments traces des échantillons de maïs

Echantillons	Profil des concentrations des métaux et moyenne (ppm)							
	Al	Si	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe
	0,0000	0,0000	0,0000	0,0247	0,0010	0,0002	0,0585	0,0454
	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Zr
	0,0007	0,0014	0,0076	0,0454	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003

Maïs Daloa	Nb	Mo	Tc	Ru	Pd	Ag	Cd	Au
	0,0121	0,0352	0,0025	0,0003	0,0005	0,0000	0,0001	0,0000
	Sn	Sb	Te	Hg	Tl	Ta	Re	Os
	0,0003	0,0001	0,0005	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000
	Pb	Pt	P	S	Cl	Ar	K	Ca
	0,0004	0,0003	1,3541	0,0001	6,9254	0,1224	14,8964	8,2506
	Br	Kr	Rb	Sr	Rn	I	Cs	Ba
	0,0114	0,0000	0,0216	0,0252	0,0007	0,0002	0,0000	0,0039
	Fr	Mg	Na	Se				
	0,0000	5,0289	7,1784	0,0000				
Maïs Issia	Al	Si	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe
	0,0000	0,0000	0,0000	0,0205	0,0023	0,0000	0,0184	0,1892
	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Zr
	0,0004	0,0014	0,0073	0,0225	0,0001	0,0000	0,0003	0,0004
	Nb	Mo	Tc	Ru	Pd	Ag	Cd	Au
	0,0042	0,0098	0,0007	0,0000	0,0003	0,0001	0,0000	0,0000
	Sn	Sb	Te	Hg	Tl	Ta	Re	Os
	0,0003	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000
	Pb	Pt	P	S	Cl	Ar	K	Ca
	0,0004	0,0001	4,9463	0,0001	6,4211	0,3020	9,0209	7,9485
	Br	Kr	Rb	Sr	Rn	I	Cs	Ba
	0,0120	0,0000	0,0094	0,0107	0,0007	0,0000	0,0001	0,0008
	Fr	Mg	Na	Se				
	0,0000	16,0188	11,8774	0,0000				
	Al	Si	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe
	0,0000	0,0000	0,0000	0,0237	0,0014	0,0000	0,0874	0,1649
	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Zr
	0,0007	0,0008	0,0069	0,0247	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
	Nb	Mo	Tc	Ru	Pd	Ag	Cd	Au
	0,0092	0,0244	0,0018	0,0002	0,0005	0,0001	0,0000	0,0000
	Sn	Sb	Te	Hg	Tl	Ta	Re	Os
	0,0002	0,0001	0,0002	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000

Maïs	Pb	Pt	P	S	Cl	Ar	K	Ca
Vavoua	0,0005	0,0000	9,4583	0,0002	12,5999	0,2558	8,4152	13,4021
	Br	Kr	Rb	Sr	Rn	I	Cs	Ba
	0,0058	0,0000	0,0140	0,0182	0,0003	0,0002	0,0000	0,0037
	Fr	Mg	Na	Se				
	0,0000	18,0457	9,5477	0,0000				
Maïs Zoukougbeu	Al	Si	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe
	0,0000	0,0000	0,0000	0,0209	0,0005	0,0000	0,0201	0,2025
	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Zr
	0,0007	0,0020	0,0058	0,0233	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
	Nb	Mo	Tc	Ru	Pd	Ag	Cd	Au
	0,0096	0,0267	0,0019	0,0000	0,0005	0,0000	0,0001	0,0000
	Sn	Sb	Te	Hg	Tl	Ta	Re	Os
	0,0002	0,0002	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Pb	Pt	P	S	Cl	Ar	K	Ca
	0,0002	0,0001	5,0753	1,0905	3,9754	0,3165	6,3080	9,2673
	Br	Kr	Rb	Sr	Rn	I	Cs	Ba
	0,0086	0,0000	0,0256	0,0225	0,0005	0,0002	0,0001	0,0058
	Fr	Mg	Na	Se				
	0,0000	12,5890	4,5889	0,0000				

Pour convertir les parties par million en milligrammes par litre, utilisez le facteur de conversion de 1 ppm = 1 mg/L. Cela signifie que 1 partie par million équivaut à 1 milligramme par litre. Le milligramme par litre est une unité de mesure importante qui illustre la concentration de substances dissoutes. Cette unité de mesure est un rapport de masse ou de poids par volume. Cela diffère des parties par million, qui sont plutôt une mesure de poids par poids ou de masse par masse.

Les concentrations maximales des minéraux dans le manioc ont été observées pour Daloa : P (2,1239 ppm), Cl (7,1137 ppm), K (5,4248 ppm), Ca (9,7942 ppm), Mg (11,8006 ppm), Na (14,3371 ppm) ; pour Issia : P (2,1239 ppm), Cl (7,1137 ppm), K (5,4248 ppm), Ca (9,7942 ppm), Mg (11,8007 ppm), Na (14,3371 ppm) ; pour Vavoua : P (1,9231 ppm), Cl (6,9849 ppm), K (6,0123 ppm), Ca (5,4717 ppm), Mg (12,5411 ppm), Na (7,3777 ppm) ; pour Zoukougbeu : P (3,6284 ppm), Cl (13,1228 ppm), K (4,0123 ppm), Ca (13,8313 ppm), Mg (11,2003 ppm), Na (6,9204 ppm).

Les plus grandes valeurs de P (3,6284 ppm), Cl (13,1228 ppm), et Ca (13,8313 ppm) ont été observées dans l'échantillon de Zoukougbeu. Pour le Na, les concentrations les plus élevées se trouvent dans les échantillons de Daloa et Issia (14,3371 ppm). Les concentrations moyennes de Fe dans le manioc varient également d'un département à l'autre, avec une concentration de 0,2653 ppm à Daloa. Le Ti, Mn, Ni, Cu, Zn, Nb, Mo, Tc, Cr, Br, Rb, Sr et Ba présentent des concentrations faibles, tandis que d'autres éléments comme Al, Si, Sc, Co, Ga, Ge, As, Zr, Au, Cd, Ag, Pd, Ru, Sn, Sb, Te, Hg, Tl, Ta, Re, Os, Pb, Pt, V, S, Kr, Rn, I, Cs, Fr et Se sont absents ou à des concentrations nulles (Tableau XXXVIII).

Tableau XXXVIII : Profil de concentrations d'éléments traces des échantillons de manioc

Echantillons	Profil des concentrations des métaux et moyenne (ppm)							
Manioc Daloa	Al	Si	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe
	0,0000	0,0000	0,0000	0,0257	0,0015	0,0000	0,0124	0,2653
	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Zr
	0,0012	0,0004	0,0044	0,0452	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
	Nb	Mo	Tc	Ru	Pd	Ag	Cd	Au
	0,0133	0,0347	0,0031	0,0003	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000
	Sn	Sb	Te	Hg	Tl	Ta	Re	Os
	0,0002	0,0002	0,0003	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000
	Pb	Pt	P	S	Cl	Ar	K	Ca
	0,0002	0,0002	2,1239	0,0000	7,1137	0,1903	5,4248	9,7942
	Br	Kr	Rb	Sr	Rn	I	Cs	Ba
	0,0063	0,0000	0,0202	0,0147	0,0006	0,0004	0,0000	0,0011
	Fr	Mg	Na	Se				
	0,0000	11,8006	14,3371	0,0000				
Manioc Issia	Al	Si	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe
	0,0000	0,0000	0,0000	0,0205	0,0023	0,0000	0,0184	0,1892
	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Zr
	0,0004	0,0014	0,0072	0,0225	0,0001	0,0000	0,0003	0,0000
	Nb	Mo	Tc	Ru	Pd	Ag	Cd	Au
	0,0133	0,0347	0,0031	0,0003	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000
	Sn	Sb	Te	Hg	Tl	Ta	Re	Os
	0,0002	0,0002	0,0003	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000
	Pb	Pt	P	S	Cl	Ar	K	Ca
	0,0002	0,0002	2,1239	0,0003	7,1137	0,1903	5,4248	9,7942
	Br	Kr	Rb	Sr	Rn	I	Cs	Ba
	0,0063	0,0000	0,0202	0,0147	0,0006	0,0004	0,0000	0,0011
	Fr	Mg	Na	Se				
	0,0000	11,8007	14,3371	0,0000				

Manioc Vavoua	Al	Si	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe
	0,0000	0,0000	0,0000	0,0156	0,0006	0,0002	0,0610	0,1011
	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Zr
	0,0001	0,0006	0,0023	0,0099	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
	Nb	Mo	Tc	Ru	Pd	Ag	Cd	Au
	0,0053	0,0138	0,0012	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000
	Sn	Sb	Te	Hg	Tl	Ta	Re	Os
	0,0002	0,0001	0,0002	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
	Pb	Pt	P	S	Cl	Ar	K	Ca
	0,0005	0,0000	1,9231	0,0002	6,9849	0,3205	6,0123	5,4717
	Br	Kr	Rb	Sr	Rn	I	Cs	Ba
	0,0026	0,0000	0,0091	0,0148	0,0002	0,0000	0,0000	0,0018
	Fr	Mg	Na	Se				
	0,0000	12,5411	7,3777	0,0000				
Manioc Zoukougbeu	Al	Si	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe
	0,0000	0,0000	0,0000	0,0242	0,0004	0,0013	0,0263	0,1852
	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Zr
	0,0007	0,0008	0,0078	0,0462	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
	Nb	Mo	Tc	Ru	Pd	Ag	Cd	Au
	0,0117	0,0344	0,0022	0,0005	0,0008	0,0001	0,0001	0,0000
	Sn	Sb	Te	Hg	Tl	Ta	Re	Os
	0,0002	0,0002	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Pb	Pt	P	S	Cl	Ar	K	Ca
	0,0005	0,0003	3,6284	0,0001	13,1228	0,3952	4,0123	13,8313
	Br	Kr	Rb	Sr	Rn	I	Cs	Ba
	0,0088	0,0000	0,0087	0,0408	0,0004	0,0001	0,0001	0,0017
	Fr	Mg	Na	Se				
	0,0000	11,2003	6,9204	0,0000				

Pour convertir les parties par million en milligrammes par litre, utilisez le facteur de conversion de 1 ppm = 1 mg/L. Cela signifie que 1 partie par million équivaut à 1 milligramme par litre. Le milligramme par litre est une unité de mesure importante qui illustre la concentration de substances dissoutes. Cette unité de mesure est un rapport de masse ou de poids par volume. Cela diffère des parties par million, qui sont plutôt une mesure de poids par poids ou de masse par masse.

Les concentrations maximales des minéraux dans les échantillons de riz ont été pour Daloa : P (10,0019 ppm), Cl (11,5706 ppm), K (1,0107 ppm), Ca (13,8507 ppm), Mg (16,8436 ppm), Na (7,9545 ppm) ; pour Issia : P (13,0846 ppm), Cl (15,5450 ppm), K (4,7159 ppm), Ca (11,1757 ppm), Mg (10,6714 ppm), Na (14,4406 ppm) ; pour Vavoua: P (14,4039 ppm), Cl (17,7693 ppm), K (6,8127 ppm), Ca (13,0966 ppm), Mg (12,2385 ppm), Na (7,4000 ppm) ; pour Zoukougbeu: P (11,4755 ppm), Cl (8,3813 ppm), K (2,2871 ppm), Ca (9,6703 ppm), Mg (14,7428 ppm), Na (16,0537 ppm).

Les plus grandes valeurs de P (14,4039 ppm), Cl (17,7693 ppm), et K (6,8127 ppm) sont observées à Vavoua. Le Ca (13,8507 ppm) et Mg (16,8436 ppm) sont les plus élevés à Daloa, et le Na (16,0537 ppm) est plus concentré à Zoukougbeu. Les concentrations moyennes de Fe sont présentes avec des valeurs variant entre 0,0792 ppm à Zoukougbeu et 0,2133 ppm à Vavoua. Les autres éléments comme Ti, Mn, Cu, Zn, Nb, Mo, Tc, Pb, Br, Rb, Rn, V, Sr, Ba montrent des concentrations faibles, tandis que d'autres éléments comme Al, Si, Sc, Co, Ga, Ge, As, Zr, Au, Cd, Ag, Pd, Ru, Sn, Sb, Te, Hg, Tl, Ta, Re, Os, Pb, Pt, S, Kr, Cr, Ni, I, Cs, Fr et Se sont absents ou présentent des concentrations nulles (Tableau XXXIX).

Les résultats montrent une diversité dans les concentrations des éléments traces dans les différents échantillons de maïs, manioc et riz, selon les départements étudiés. Les éléments comme le phosphore (P), chlore (Cl), potassium (K), calcium (Ca), magnésium (Mg), et sodium (Na) sont présents en concentrations relativement élevées, tandis que certains éléments tels que les métaux lourds (ex. : Pb, Cd, Hg) et plusieurs autres métalloïdes et halogènes sont absents ou présentent des concentrations nulles. Ces résultats montrent une grande variabilité géographique dans la composition en éléments traces des aliments de base consommés, ce qui pourrait avoir des implications pour la santé publique et la nutrition des populations locales.

Tableau XXXIX : Profil de concentrations d'éléments traces des échantillons de riz

Echantillons	Profil des concentrations des métaux et moyenne (ppm)							
Riz Daloa	Al	Si	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe
	0,0000	0,0000	0,0000	0,0206	0,0003	0,0000	0,0082	0,1466
	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Zr
	0,0003	0,0004	0,0094	0,0243	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
	Nb	Mo	Tc	Ru	Pd	Ag	Cd	Au
	0,0126	0,0342	0,0032	0,0004	0,0008	0,0002	0,0000	0,0000
	Sn	Sb	Te	Hg	Tl	Ta	Re	Os
	0,0003	0,0002	0,0005	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000
	Pb	Pt	P	S	Cl	Ar	K	Ca
	0,0001	0,0000	10,0019	0,0001	11,5706	0,3157	1,0107	13,8507
	Br	Kr	Rb	Sr	Rn	I	Cs	Ba
	0,0085	0,0000	0,0143	0,0102	0,0006	0,0003	0,0000	0,0013
	Fr	Mg	Na	Se				
	0,0000	16,8436	7,9545	0,0000				

Riz Issia	Al	Si	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe
	0,0000	0,0000	0,0000	0,0342	0,0023	0,0002	0,0132	0,1630
	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Zr
	0,0000	0,0008	0,0054	0,0200	0,0002	0,0000	0,0000	0,0018
	Nb	Mo	Tc	Ru	Pd	Ag	Cd	Au
	0,0131	0,0416	0,0029	0,0004	0,0012	0,0001	0,0001	0,0000
	Sn	Sb	Te	Hg	Tl	Ta	Re	Os
	0,0004	0,0001	0,0004	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
	Pb	Pt	P	S	Cl	Ar	K	Ca
	0,0017	0,0001	13,0846	0,0001	15,5450	0,3363	4,7159	11,1757
	Br	Kr	Rb	Sr	Rn	I	Cs	Ba
	0,0097	0,0000	0,0124	0,0388	0,0000	0,0003	0,0000	0,0078
Riz Vavoua	Fr	Mg	Na	Se				
	0,0000	10,6714	14,4406	0,0000				
	Al	Si	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe
	0,0000	0,0000	0,0000	0,0267	0,0027	0,0000	0,0173	0,2133
	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Zr
	0,0006	0,0007	0,0095	0,0331	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
	Nb	Mo	Tc	Ru	Pd	Ag	Cd	Au
	0,0132	0,0366	0,0026	0,0000	0,0005	0,0000	0,0001	0,0000
	Sn	Sb	Te	Hg	Tl	Ta	Re	Os
	0,0004	0,0002	0,0003	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000
	Pb	Pt	P	S	Cl	Ar	K	Ca
	0,0019	0,0000	14,4039	0,0002	17,7693	0,2637	6,8127	13,0966
	Br	Kr	Rb	Sr	Rn	I	Cs	Ba
	0,0165	0,0000	0,0168	0,0201	0,0012	0,0001	0,0000	0,0012
	Fr	Mg	Na	Se				
	0,0000	12,2385	7,4000	0,0000				
	Al	Si	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe
	0,0000	0,0000	0,0000	0,0155	0,0004	0,0000	0,0029	0,0792
	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Zr

Riz Zoukougbeu	0,0002	0,0003	0,0003	0,0017	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Nb	Mo	Tc	Ru	Pd	Ag	Cd	Au
	0,0032	0,0053	0,0003	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000
	Sn	Sb	Te	Hg	Tl	Ta	Re	Os
	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
	Pb	Pt	P	S	Cl	Ar	K	Ca
	0,0000	0,0000	11,4755	0,0002	8,3813	0,3991	2,2871	9,6703
	Br	Kr	Rb	Sr	Rn	I	Cs	Ba
	0,0004	0,0000	0,0005	0,0007	0,0001	0,0000	0,0001	0,0003
	Fr	Mg	Na	Se				
	0,0000	14,7428	16,0537	0,0000				

Pour convertir les parties par million en milligrammes par litre, utilisez le facteur de conversion de 1 ppm = 1 mg/L. Cela signifie que 1 partie par million équivaut à 1 milligramme par litre. Le milligramme par litre est une unité de mesure importante qui illustre la concentration de substances dissoutes. Cette unité de mesure est un rapport de masse ou de poids par volume. Cela diffère des parties par million, qui sont plutôt une mesure de poids par poids ou de masse par masse.

3.15. Teneurs en vitamines dans les aliments de base consommés

Le riz montre des résultats intéressants concernant les vitamines présentes. Il a été observé que les vitamines A, B12, C et D étaient absentes dans les échantillons de riz, quel que soit le département. En revanche, les autres vitamines B1, B2, B3, B5, B6, B8, B9, E, et K étaient présentes mais à des teneurs relativement faibles. Les vitamines B3 (niacine : 3,8567 mg) et B5 (acide pantothénique : 1,6500 mg) ont montré les teneurs les plus élevées parmi les vitamines mesurées dans les échantillons de riz. Les autres vitamines, notamment les vitamines B1 (thiamine), B2 (riboflavine), B6 (pyridoxine), B9 (acide folique), E (tocophérol) et K, étaient présentes en quantités faibles mais détectables dans tous les échantillons de riz des quatre départements (Tableau XL).

Tableau XL : Teneurs en vitamines du riz des lieux d'étude

Vitamines	Riz Daloa	Riz Issia	Riz Vavoua	Riz Zoukougbeu
Vit A (mg)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Vit B1 (mg)	0,5400	0,4067	0,6167	0,4533
Vit B2 (mg)	0,0940	0,0760	0,0823	0,0630
Vit B3 (mg)	3,8567	4,1233	4,2800	5,0133
Vit B5 (mg)	1,6500	1,7433	1,5500	1,6067
Vit B6 (mg)	0,3233	0,2233	0,2400	0,1833
Vit B7 (mg)	0,0110	0,0080	0,0043	0,0010
Vit B9 (mg)	0,0130	0,0230	0,0297	0,0343
Vit B12 (µg)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Vit C (mg)	0,0000	0,00000	0,0000	0,0000
Vit D (mg)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Vit E (mg)	0,8633	0,7367	0,5267	0,6367
Vit K (mg)	0,0200	0,0200	0,0200	0,0200

Vit A : vitamine A ; Vit B1 : vitamine B1 ; Vit B2 : vitamine B2 ; Vit B3 : vitamine B3 ; Vit B5 : vitamine B5 ; Vit B6 : vitamine B6 ; Vit B7 : vitamine B7 ; Vit B9 : vitamine B9 ; Vit B12 : vitamine B12 ; Vit C : vitamine C ; Vit D : vitamine D ; Vit E : vitamine E ; Vit K : vitamine K

Le manioc présente également des concentrations de vitamines variables, avec des absences notées pour les vitamines A, B8 (biotine), B12, et D dans tous les échantillons, quel que soit le département. Les vitamines B1, B2, B3, B5, B6, B9, E, K sont présentes, mais encore une fois à des concentrations relativement faibles. La vitamine C est la vitamine qui se distingue le plus dans les échantillons de manioc, avec des teneurs significativement plus élevées. Les teneurs en vitamine C varient d'un département à l'autre, avec la plus grande valeur observée à Daloa (39,6500 mg), et la plus petite à Zoukougbeu (16,0233 mg) (Tableau XLI).

Tableau XLI : Teneurs en vitamines du manioc des lieux d'étude

Vitamines	Manioc Daloa	Manioc Issia	Manioc Vavoua	Manioc Zoukougbeu
Vit A (mg)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Vit B1 (mg)	0,0720	0,0827	0,0657	0,0477
Vit B2 (mg)	0,0423	0,0307	0,0197	,0267
Vit B3 (mg)	0,8200	0,6400	0,5200	0,7167
Vit B5 (mg)	0,0927	0,0727	0,0980	0,0833
Vit B6 (mg)	0,0927	0,0847	0,0713	0,0793
Vit B7 (mg)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Vit B9 (mg)	0,0320	0,0253	0,0177	0,0280
Vit B12 (µg)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Vit C (mg)	39,6500	25,4267	20,2500	16,0233
Vit D (mg)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Vit E (mg)	0,1967	0,1267	0,1000	0,1600
Vit K (mg)	0,0933	0,0267	0,0900	0,0667

Vit A : vitamine A ; Vit B1 : vitamine B1 ; Vit B2 : vitamine B2 ; Vit B3 : vitamine B3 ; Vit B5 : vitamine B5 ; Vit B6 : vitamine B6 ; Vit B7 : vitamine B7 ; Vit B9 : vitamine B9 ; Vit B12 : vitamine B12 ; Vit C : vitamine C ; Vit D : vitamine D ; Vit E : vitamine E ; Vit K : vitamine K

Le maïs présente un profil vitaminique qui ressemble à celui du riz et du manioc, bien que certaines différences existent. Les vitamines B7 (biotine), B12 et D étaient absentes dans les échantillons de maïs, quel que soit le département. Les autres vitamines telles que A, B1, B2, B3, B5, B6, C, B9, E, et K étaient présentes, mais à des teneurs faibles dans tous les échantillons de maïs. Les vitamines A, B3, C, et E sont les plus concentrées dans les échantillons de maïs. Parmi ces vitamines, la vitamine C a montré les concentrations les plus élevées, suivies des vitamines A et B3. La vitamine A a présenté les concentrations les plus faibles comparativement aux autres vitamines. Dans l'ensemble, les vitamines A, B12, C, et D sont absentes dans certains aliments de base comme le riz et le manioc, ce qui pourrait suggérer une carence potentielle dans les régimes de populations fortement dépendantes de ces aliments. Le maïs et le riz ont montré une meilleure concentration en vitamines du groupe B (notamment B3 et B5), ainsi que des vitamines E et K. Le manioc s'est distingué par des niveaux significatifs de vitamine C, surtout dans les départements de Daloa, ce qui peut en faire une bonne source de cette vitamine pour les populations locales (Tableau XLII).

Tableau XLII : Teneurs en vitamines du maïs des lieux d'étude

Vitamines	Maïs Daloa	Maïs Issia	Maïs Vavoua	Maïs Zoukougbeu
Vit A (mg)	1,0767	1,0133	0,9267	0,8100
Vit B1 (mg)	0,1617	0,2427	0,1867	0,1747
Vit B2 (mg)	0,2537	,02047	0,1550	0,1823
Vit B3 (mg)	1,7200	1,4400	1,1900	1,3400
Vit B5 (mg)	0,6900	0,4267	0,2733	0,1500
Vit B6 (mg)	0,4567	0,2467	0,3267	0,3133
Vit B7 (mg)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Vit B9 (mg)	0,0383	0,0293	0,0223	0,0260
Vit B12 (µg)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Vit C (mg)	6,5367	6,1133	6,0233	5,8033
Vit D (mg)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Vit E (mg)	2,0167	1,5367	1,7633	1,3367
Vit K (mg)	0,0300	0,0333	0,0100	0,0067

Vit A : vitamine A ; Vit B1 : vitamine B1 ; Vit B2 : vitamine B2 ; Vit B3 : vitamine B3 ; Vit B5 : vitamine B5 ; Vit B6 : vitamine B6 ; Vit B7 : vitamine B7 ; Vit B9 : vitamine B9 ; Vit B12 : vitamine B12 ; Vit C : vitamine C ; Vit D : vitamine D ; Vit E : vitamine E ; Vit K : vitamine K

3.16. Discussion

Cette étude a permis d'évaluer la qualité nutritive des aliments de base consommés dans les quatre départements de la région du Haut-Sassandra. Concernant la teneur en humidité des aliments de base consommés des différentes zones d'étude, il a été en moyenne, presque identique d'un département à un autre. Au niveau du riz, les taux d'humidité ont été inférieurs à 12,54 %. Pour le maïs, ils étaient inférieurs à 16 % et pour le manioc, inférieurs à 18,20 %.

Toutefois, les faibles valeurs en humidité pourraient s'expliquer par le fait que les aliments analysés étaient achetés tous secs. Le séchage étant une technique d'évaporation d'eau, cela a un effet sur les teneurs en humidité des aliments de base consommés. Ces valeurs sont presque identiques à ceux trouvées par Latham (1979).

Les échantillons prélevés dans les différentes zones d'étude ont relevé des teneurs fortes en matières sèches. Les valeurs en matières sèches des aliments consommés étaient élevées et une

humidité faible. Selon Soro *et al.*, (2013), une teneur en humidité faible (7-8%), inférieure à 12 % permettrait une meilleure conservation des aliments. Les données confirment ce qui a été rapporté par Coulibaly *et al* (2021). Ces auteurs ont trouvé des fortes teneurs en matières sèches.

La comparaison nutritionnelle des 3 aliments de base (riz, maïs et manioc) consommés a montré une variabilité biochimique. La teneur en protéines est importante dans les aliments étudiés. Ceci pourrait s'expliquer par la présence d'éléments nutritifs dans ces aliments. Les taux de lipides déterminés dans les différents échantillons d'aliment étaient faibles. Ces teneurs en lipides relativement faibles indiquent que les aliments de base consommés dans ces localités ne constituent pas une source significative de graisses alimentaires. En ce qui concerne les teneurs en fibres des aliments, les valeurs étaient faibles. Les fibres alimentaires sont des résidus de glucides non digérables et indispensables au bon fonctionnement du transit intestinal (De Vries *et al.*, 1999 ; Gaëtan *et al.*, 2000). Les aliments de base consommés (riz, maïs et manioc) sont principalement des aliments riches en glucides, ce qui suggère une certaine homogénéité dans la composition glucidique des aliments consommés dans les différentes localités. Le taux de cendres reste constant à travers les différentes zones d'étude. Comme l'ont indiqué aussi Coulibaly *et al* (2021). La valeur énergétique moyenne de riz, de maïs et de manioc consommée est importante. Ces aliments sont des source d'énergie calorique pour la population. Ces valeurs sont inférieures à celles trouvées par Béhibolo *et al* (2018) dans le riz, le maïs (2045,85) et le manioc (882,35). Ces différences pourraient s'expliquer par le fait que nos valeurs sont exprimées en kcal par aliments pendant que celles de ces auteurs en repas/jour.

Le screening phytochimique a révélé la présence de métabolites secondaires tels que les polyphénols, les flavonoïdes et tanins dans les aliments de base consommés. Cette étude a révélé que les teneurs en polyphénols, les flavonoïdes et tanins étaient élevées ce qui permettrait de lutter contre les maladies telles que la constipation, le cancer, l'ostéoporose, la dyslipidémie, les maladies cardiovasculaires, et l'anxiété (Grigoras, 2012). Ces résultats montrent que les aliments de base consommés dans la région sont riches en phytonutriments, en particulier les flavonoïdes et les polyphénols, ce qui peut avoir des implications pour la santé en raison de leurs propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires.

Les flavonoïdes totaux étaient beaucoup plus concentrés dans le maïs que dans le riz et le manioc. Cela suggère que le maïs pourrait constituer une source plus importante de flavonoïdes dans les régimes alimentaires des populations étudiées. Concernant les polyphénols totaux, les

concentrations étaient plus élevées dans le maïs et le riz, tandis que le manioc affichait les concentrations les plus faibles. Cela reflète des différences notables dans la composition phytochimique des différents aliments de base. Quant aux tanins, les teneurs variaient significativement d'un aliment à l'autre et d'un département à l'autre pour un même aliment. Cette variation peut être influencée par des facteurs géographiques et environnementaux, et elle souligne l'hétérogénéité des profils phytochimiques des aliments étudiés.

Les éléments traces métalliques sont généralement définis comme des métaux lourds, ils sont libérés dans le milieu, soit par des processus naturels (altération) ou anthropiques (exploitation minière) depuis leur source. Les métaux lourds sont des éléments métalliques naturels dont la masse volumique dépasse 5g/cm^3 . Ils englobent l'ensemble des métaux et métalloïdes présentant un caractère toxique pour la santé et l'environnement (El Ouattassi, 2017).

Considérant tout élément métallique naturel dont la masse volumique dépasse 5g/cm^3 est toxique pour la santé, les éléments traces métalliques trouvés dans les échantillons (maïs Daloa, maïs Issia, maïs Vavoua, maïs Zoukougbeu, manioc Daloa, manioc Issia, manioc Vavoua, manioc Zoukougbeu, riz Daloa, riz Issia, riz Vavoua, riz Zoukougbeu) ne sont pas des métaux lourds. Cela est soutenu par El Ouattassi (2017) qui considère que l'ensemble des métaux et métalloïdes dont la masse volumique dépasse 5g/cm^3 présentent un caractère toxique pour la santé et l'environnement. Les métaux lourds les plus souvent considérés comme toxiques pour l'homme sont : le plomb, le mercure, l'arsenic et le cadmium. D'autres comme le cuivre, le zinc, le chrome, pourtant nécessaires à l'organisme en petites quantités, peuvent devenir toxiques à doses plus importantes (Ghezri, 2014). Pourtant, ces éléments (le plomb, le mercure, l'arsenic, le cadmium, le cuivre, le zinc, le chrome) ont été trouvés à des concentrations négligeables dans les aliments de base consommés par la population du Haut-sassandra.

En nutrition et en agronomie, ils peuvent même être assimilés à des oligo-éléments indispensables à certains organismes, en particulier par leur action catalytique au niveau du métabolisme (Matias Miguel, 2009). Comme éléments traces trouvés à des concentrations élevées il y avait le phosphore, le chlore, le calcium, le magnésium, le potassium et le sodium. Le fer et l'argon ont été trouvés aussi avec des concentrations non négligeables. Tous ces éléments sont des micronutriments recommandés dans les besoins journaliers de l'être humain. Les différences remarquées entre les concentrations d'un même aliment collecté dans les quatre zones d'études pourraient s'expliquer par les compositions des différents types de sols

de ces zones où se nourrissent les aliments de base étudiés. Ces aliments peuvent couvrir les besoins nutritionnels de la population étudiée.

Le dosage par chromatographie en phase liquide à haute performance (HPLC) a permis de détecter la présence des traces de vitamine A, B1, B2, B3, B5, B6, B8, B9, B12, C, D, E et K dans les aliments de base consommés dans les quatres départements de la région du Haut-Sassandra. Les teneurs en vitamine A, B12, C et D étaient nuls pour le riz, ce qui montre que le riz n'est pas une source de production de ces vitamines et l'absence remarquée des vitamines A, B8, B12 et D dans le manioc indique aussi qu'il n'est pas une source de production de celles-ci. Quant aux échantillons de maïs où les vitamines B8, B12 et D n'étaient pas présentes donne l'idée qu'elles ne sont produites dans cet aliment. Les faibles teneurs de certaines vitamines dans les aliments étudiés pourraient être expliquée par la thermosensibilité de ces vitamines. En effet, les échantillons ont été généralement exposés au soleil lors de la vente, ce qui peut favoriser la dégradation de ces composés chimiques. Les céréales n'étant pas des sources principales des vitamines c'est cela qui montre l'absence ou les faibles teneurs de certaines vitamines dans le riz et dans le maïs. Le manioc est un tubercule, voilà pourquoi on peut trouver des teneurs important de certaines vitamines. Ainsi, la présence de vitamine C dans les échantillons de manioc des zones d'étude, fait de manioc un bon aliment de lutte contre le scorbut. La vitauine C permet l'élaboration du tissu conjonctif interstitiel, la résistance des vaisseaux sanguins et la résistance aux infections (PNN, 2017a).

Bien que l'activité antioxydante du manioc soit plus faible que celle du riz et du maïs, elle reste significative, notamment pour les échantillons de manioc de Daloa (MD), qui présentent les meilleures valeurs d'inhibition. En effet, les échantillons de riz et maïs montrent une activité antioxydante plus élevée que ceux de manioc, avec une tendance proportionnelle à la concentration de l'extrait. Toutefois, le manioc présente une activité antioxydante notable, particulièrement pour certains départements comme Daloa. Les résultats de cette étude soulignent l'importance des aliments de base comme sources potentielles de composés antioxydants bénéfiques pour la santé. Ces résultats montrent que le riz et le maïs possèdent des capacités antioxydantes relativement élevées, surtout à la concentration la plus élevée, et que leurs activités antioxydantes sont plus marquées que celle du manioc.

Conclusion partielle

Cette étude a permis de fournir des informations sur la qualité nutritive des aliments de base consommés dans les quatre départements de la région du Haut-Sassandra. En effet, les aliments de base consommés présentaient un bon apport énergétique et des taux de métabolites secondaires intéressants. Les indicateurs de la qualité nutritive évalués sont les teneurs en polyphénols, en tanins, en flavonoïdes, en lipides, en sucres totaux, en fibres, matières sèches, en protéines, en glucides, la valeur énergétique et des paramètres physicochimiques comme le taux d'humidité, le taux de cendre, le pH et l'acidité titrable d'aliment de base consommé par la population. Tous les échantillons analysés ont montré que les aliments de base (riz, maïs et manioc) sont nourrissants. Cependant, les aliments de base étudiés sont pauvres en minéraux ce qui peut mettre en mal le bon fonctionnement de l'organisme. Mais cela ne suffit pas pour considérer que ces aliments peuvent être à la base de certaines maladies métaboliques ou troubles de carences en micronutriments. En effet, les teneurs en vitamines des aliments étudiés étaient faibles ce qui pourrait diminuer les besoins nutritionnels de la population qui en consomme et voir son état nutritionnel favorisant ainsi la malnutrition et les maladies métaboliques. Ces résultats soulignent l'importance de la diversité alimentaire pour couvrir l'ensemble des besoins en vitamines et la nécessité d'enrichir certains aliments de base ou de les compléter avec des sources supplémentaires de vitamines A, B12, C et D pour améliorer l'équilibre nutritionnel des populations dans ces régions. Il faudra évaluer la qualité sanitaire de ces aliments afin de voir leur impact sur la santé de la population qui en consomme.

Chapitre 4 : Qualité sanitaire des aliments étudiés

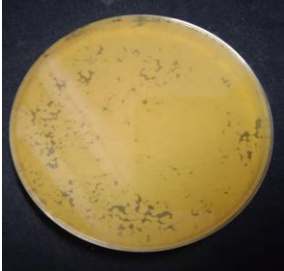
Une étude visant à mieux comprendre les effets des aliments de base sur la santé permettra d'améliorer durablement leur qualité sanitaire, contribuant ainsi à l'amélioration de l'état nutritionnel des populations qui les consomment. Dans cette optique, les analyses microbiologiques des aliments, l'identification des aflatoxines et l'évaluation des risques associés aux pratiques phytosanitaires se révèlent indispensables pour cette étude.

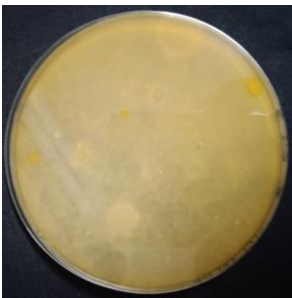
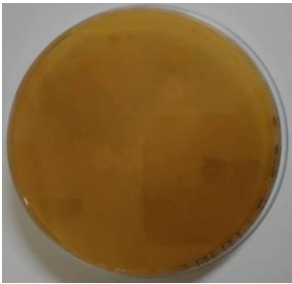
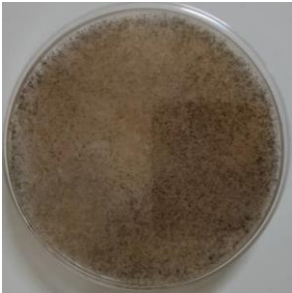
4.1. Caractéristiques sanitaires des aliments étudiés

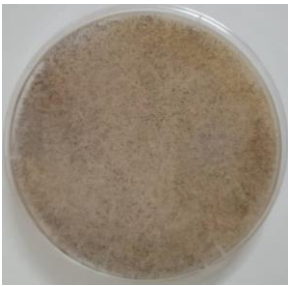
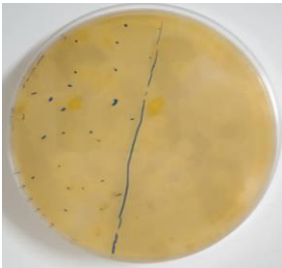
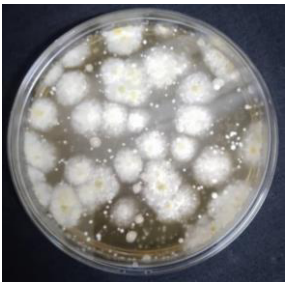
L'étude macroscopique a été réalisée par observation directe à l'œil nu après une incubation de 7 jours à 30°C sur milieu PDA. Les critères d'observation incluaient les caractères culturels tels que l'aspect général des colonies, leur couleur, le revers ainsi que la vitesse de croissance. Les résultats obtenus ont été compilés dans le tableau XLIII.

Les résultats du tableau microbiologique mettent en lumière plusieurs points intéressants concernant les aliments de base analysés. Par ailleurs, toutes les moisissures isolées ont été des genres *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Penicillium* et *Saccharomyces*.

Tableau XLIII : Résultats de l'analyse microbiologie des aliments de base consommés

Echantillons	Caractéristiques des colonies	Genres de moisissure
Manioc Issia 	Colonie blanche envahissante, conidiophore long avec des spores noires ; colonie vert jaunâtre avec des conidiophores rugueux.	<i>Rhizopus</i> , <i>Aspergillus</i>
Maïs Vavoua 	Colonie blanche envahissante, conidiophore long avec des spores noires.	<i>Rhizopus</i>

Riz Issa 	Colonie blanche envahissante, conidiophore long avec des spores noires ; colonie vert jaunâtre avec des conidiophores rugueux.	<i>Rhizopus</i>, <i>Aspergillus</i>
Riz Zoukougbeu 	Colonie vert jaunâtre avec des conidiophores rugueux blanc, spores noires.	<i>Aspergillus</i>, <i>Penicillium</i>
Maïs Issa 	Grosse colonie bombée	<i>Saccharomyces</i>
Maïs Daloa 	Colonie blanche envahissante, conidiophore long avec des spores noires.	<i>Rhizopus</i>
Manioc Zoukougbeu 	Colonie vert jaunâtre avec des conidiophores rugueux blanc, spores noires ; Colonie ronde turquoise aux extrémités gris blanc avec un point central.	<i>Aspergillus</i>, <i>Penicillium</i>

Riz Vavoua 	Colonie vert jaunâtre avec des conidiophores rugueux blanc, spores noires ; Colonie ronde turquoise aux extrémités gris blanc avec un point central.	<i>Aspergillus</i> , <i>Pénicillium</i>
Manioc Vavoua 	Colonie blanche envahissante, conidiophore long avec des spores noires.	<i>Rhizopus</i>
Manioc Daloa 	Colonie blanche envahissante, conidiophore long avec des spores noires.	<i>Rhizopus</i>
Maïs Zoukougbeu 	Colonie vert jaunâtre avec des conidiophores rugueux blanc, spores noires. Colonie marronne.	<i>Aspergillus</i>
Riz Daloa 	Colonies blanches avec des spores jaunes.	<i>Aspergillus</i>

4.2. Occurrence des aflatoxines dans les aliments selon la zone d'étude

Les teneurs moyennes en aflatoxines étaient de 0,89 µg/kg pour les échantillons de riz de Daloa, 1,13 µg/kg pour ceux de Issia, 1,30 µg/kg pour ceux de Vavoua, et 0,60 µg/kg pour ceux de Zoukougbeu. En revanche, les teneurs en aflatoxines ont dépassé la limite de quantification dans tous les échantillons de maïs analysés.

Ainsi, les concentrations observées étaient de 8,43 µg/kg pour les échantillons de Daloa, 5,57 µg/kg pour ceux d'Issia, 6,36 µg/kg pour ceux de Vavoua et 7,91 µg/kg pour ceux de Zoukougbeu. Aucune trace d'aflatoxines n'a été détectée dans les échantillons de manioc provenant des zones étudiées. Les résultats de cette analyse sont également présentés dans le tableau XLIV ci-dessous.

Tableau XLIV : Teneur en aflatoxine totales (µg/kg) des aliments de base consommés

Echantillons	Riz	Manioc	Maïs
Daloa	0,89 ± 0,03 ^a	0,00 ± 0,00 ^a	8,43 ± 0,01 ^a
Issia	1,13 ± 0,02 ^a	0,00 ± 0,00 ^a	5,57 ± 0,01 ^a
Vavoua	1,30 ± 0,03 ^a	0,00 ± 0,00 ^a	6,36 ± 0,03 ^a
Zoukougbeu	0,60 ± 0,03 ^a	0,00 ± 0,00 ^a	7,91 ± 0,03 ^a

Dans la colonne des aliments, les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Khi-deux à 5 % ; n : nombre d'échantillons analysés.

4.3. Teneurs en alcaloïdes dans les aliments étudiés

Au total, 36 échantillons d'aliments de base ont été analysés pour la détection des alcaloïdes dans le cadre de cette étude. Aucune des analyses réalisées sur le riz n'a permis de détecter la présence d'alcaloïdes. En revanche, seuls les échantillons de manioc et de maïs ont révélé des niveaux décelables d'alcaloïdes. Le tableau XLV présente un résumé des résultats positifs pour les alcaloïdes. Les teneurs les plus élevées en alcaloïdes, observées dans les différentes zones d'étude, étaient de 65,13 mg/100g à Daloa, 70,26 mg/100g à Issia, 72,44 mg/100g à Vavoua, et 67,05 mg/100g à Zoukougbeu, et ont été détectées dans les échantillons de maïs.

Tableau XLV : Teneur en alcaloïdes (mg/100g) des aliments de base consommés

Echantillons	Riz	Manioc	Maïs
Daloa	0,00 ± 0,00 ^a	0,60 ± 0,02 ^a	65,13 ± 0,03 a
Issia	0,00 ± 0,00 ^a	0,90 ± 0,03 ^a	70,26 ± 0,02 a
Vavoua	0,00 ± 0,00 ^a	0,43 ± 0,04 ^a	72,44 ± 0,03 a
Zoukougbeu	0,00 ± 0,00 ^a	0,43 ± 0,01 ^a	67,05 ± 0,03 ^a

Dans la colonne des aliments, les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Khi-deux à 5 % ; n : nombre d'échantillons analysés.

4.4. Liste des pesticides identifiés dans les aliments étudiés

Les résultats obtenus sur la présence de pesticides dans le riz ont révélé des teneurs faibles ou nuls en matières actives comme l'Isopropylamine (0,16 à 0,25 mg/kg), l'Endosulfan (0,6 à 0,10 mg/kg), le DDT (0,09 à 0,11 mg/kg), le Carbofuran (0,21 à 0,26 mg/kg), le DichloroBiphenyl (0 mg/kg), le Lindane (0,05 à 0,08 mg/kg) (Tableau XLVI).

Tableau XLVI : Teneurs en matières actives des pesticides trouvés dans le riz

Noms de pesticides	Echantillons	Teneurs en matières actives (mg/kg)
Isopropylamine	RD	0,17 ± 0,01
	RI	0,25 ± 0,02
	RV	0,19 ± 0,02
	RZ	0,16 ± 0,01
Endosulfan	RD	0,06 ± 0,01
	RI	0,08 ± 0,01
	RV	0,10 ± 0,01
	RZ	0,06 ± 0,01
DDT	RD	0,09 ± 0,01
	RI	0,08 ± 0,01
	RV	0,11 ± 0,01
	RZ	0,09 ± 0,01
Carbofuran	RD	0,26 ± 0,01
	RI	0,23 ± 0,01
	RV	0,27 ± 0,01
	RZ	0,21 ± 0,01
DichloroBiphenyl	RD	0
	RI	0
	RV	0
	RZ	0
Lindane	RD	0,05 ± 0,02
	RI	0,08 ± 0,01
	RV	0,05 ± 0,01
	RZ	0,07 ± 0,01

RD: Daloa; **RI:** Issia; **RV:** Vavoua; **RZ:** Zoukougbeu

Les résultats obtenus sur la présence de pesticides dans le manioc ont révélé des teneurs faibles ou nuls en matières actives comme l'Isopropylamine (0,12 à 0,19 mg/kg), l'Endosulfan (0,3 à 0,08 mg/kg), le DDT (0,22 à 0,33 mg/kg), le Carbofuran (0,03 à 0,06 mg/kg), le DichloroBiphenyl (0 mg/kg), le Lindane (0,02 à 0,08 mg/kg) (Tableau XLVII).

Tableau XLVI I: Teneurs en matières actives des pesticides trouvés dans le manioc

Noms de pesticides	Echantillons	Teneurs en matières actives (mg/kg)
Isopropylamine	MD	0,15 ± 0,01
	MI	0,19 ± 0,01
	MV	0,12 ± 0,01
	MZ	0,14 ± 0,01
Endosulfan	MD	0,04 ± 0,02
	MI	0,03 ± 0,01
	MV	0,07 ± 0,01
	MZ	0,08 ± 0,02
DDT	MD	0,27 ± 0,02
	MI	0,33 ± 0,01
	MV	0,22 ± 0,02
	MZ	0,22 ± 0,01
Carbofuran	MD	0,03 ± 0,01
	MI	0,03 ± 0,02
	MV	0,06 ± 0,02
	MZ	0,03 ± 0,01
DichloroBiphenyl	MD	0
	MI	0
	MV	0
	MZ	0
Lindane	MD	0,08 ± 0,01
	MI	0,04 ± 0,02
	MV	0,05 ± 0,01
	MZ	0,02 ± 0,01

MD: Daloa; MI: Issia; MV: Vavoua; MZ: Zoukougbeu

Les résultats obtenus sur la présence de pesticides dans le manioc ont révélé des teneurs faibles ou nuls en matières actives comme l'Isopropylamine (0,21 à 0,24 mg/kg), l'Endosulfan (0,3 à 0,06 mg/kg), le DDT (0,11 à 0,17 mg/kg), le Carbofuran (0 mg/kg), le DichloroBiphenyl (0 mg/kg), le Lindane (0 mg/kg) (Tableau XLVIII).

Tableau XLVIII : Teneurs en matières actives des pesticides trouvés dans le maïs

Noms de pesticides	Echantillons	Teneurs en matières actives (mg/kg)
Isopropylamine	mD	0,24 ± 0,03
	mI	0,24 ± 0,02
	mV	0,21 ± 0,02
	mZ	0,23 ± 0,01
Endosulfan	mD	0,05 ± 0,02
	mI	0,06 ± 0,01
	mV	0,03 ± 0,01
	mZ	0,08 ± 0,01
DDT	mD	0,13 ± 0,01
	mI	0,16 ± 0,02
	mV	0,11 ± 0,01
	mZ	0,17 ± 0,02
Carbofuran	mD	0
	mI	0
	mV	0
	mZ	0
DichloroBiphenyl	mD	0
	mI	0
	mV	0
	mZ	0
Lindane	mD	0
	mI	0
	mV	0
	mZ	0

mD: Daloa ; *mI*: Issia ; *mV*: Vavoua ; *mZ*: Zoukougbeu

4.5. Discussion

Les analyses microbiologiques des aliments de base étudiés révèlent que tous les échantillons sont contaminés par différentes souches de moisissures. Un total de 16 souches fongiques a été isolé, représentant une flore diversifiée, avec une prédominance de genres spécifiques. Les genres fongiques identifiés incluent principalement *Aspergillus* (7 souches), suivi de *Rhizopus* (5 souches) et *Penicillium* (3 souches). Ces genres sont bien connus pour leur présence dans des aliments de base et peuvent avoir un impact significatif sur la qualité sanitaire de ces aliments, ainsi que sur la santé des consommateurs. Les genres de moisissures retrouvés sont principalement *Rhizopus*, *Aspergillus* et *Pénicillium*. Ces moisissures ont une présence notable dans divers échantillons, reflétant leur capacité à proliférer sur différentes matrices alimentaires. *Rhizopus* est fréquemment associé aux colonies blanches envahissantes avec des conidiophores longs et des spores noires. Ce type de moisissure semble prédominer dans le manioc et le maïs. *Aspergillus* et *Pénicillium* sont associés à des colonies vertes jaunâtres avec des conidiophores rugueux, souvent observées sur le riz et le manioc de Zoukougbeu. *Saccharomyces* est unique dans les données, identifié dans le maïs d'Issa sous la forme de grosses colonies bombées. Cela indique peut-être une présence moindre de moisissures dans cet échantillon spécifique. Les échantillons de manioc et de riz semblent présenter une diversité de genres de moisissures (*Rhizopus*, *Aspergillus*, *Pénicillium*) et de caractéristiques de colonies. Cela pourrait indiquer une tendance à la contamination plus importante dans ces aliments. Les échantillons de maïs sont dominés par *Rhizopus*, sauf pour le maïs d'Issa où *Saccharomyces* est identifié. Les colonies envahissantes et les spores noires dominent la description des caractéristiques microbiologiques. Ce facteur pourrait influencer la qualité sanitaire des aliments consommés.

Cette contamination fongique est préoccupante car, comme le montre l'étude de Koffi *et al.* (2020), la diversité fongique retrouvée dans les aliments, notamment les noix, peut être composée de genres pathogènes. Dans leur étude, les genres fongiques ont été identifiés dans des proportions variées, avec une prédominance d'*Aspergillus* (80,37%) suivi de *Chrysosporium* (6,75%), *Rhizopus* (3,07%) et plusieurs autres genres, tels que *Fusarium*, *Trichoderma* et *Absidia*. Cette diversité, bien que variable, indique l'omniprésence des moisissures dans les produits alimentaires et met en lumière les risques potentiels liés à leur consommation.

La présence de moisissures et de leurs métabolites, tels que les mycotoxines (comme les aflatoxines), peut altérer la qualité nutritionnelle et technologique des aliments, entraînant des

effets néfastes sur la santé des consommateurs. En effet, la prolifération microbienne, notamment des moisissures, est favorisée dans des conditions propices à leur développement, comme des aliments riches en nutriments et mal conservés (Kouassi, 2015). Bien que tous les aliments puissent être susceptibles de contamination microbienne, la charge microbienne dans la plupart des produits non traités antimicrobien varie entre 10^4 et 10^6 unités formant des colonies par gramme. Les micro-organismes les plus fréquemment rencontrés dans ce contexte sont des genres pathogènes comme *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Aspergillus*, *Rhizopus*, et *Clostridium sporogenes*, qui sont responsables de dégradations qualitatives des aliments.

Les effets de cette contamination microbienne sont souvent sous-estimés mais peuvent être graves. La dégradation des aliments par ces micro-organismes entraîne non seulement une perte de la qualité organoleptique (goût, texture, couleur), mais aussi une altération nutritionnelle. Ces changements peuvent nuire à la santé des consommateurs, surtout lorsque la contamination implique des germes pathogènes, qui, en se développant dans l'organisme humain, peuvent provoquer des symptômes gastro-intestinaux tels que des crises de foie, des diarrhées, ou des troubles digestifs plus graves. Ces symptômes sont généralement associés à une réponse immunitaire du corps face à l'infection, comme l'indique Kouassi (2015).

Ainsi, la contamination fongique des aliments de base étudiés est un problème sanitaire majeur. Les moisissures et autres micro-organismes pathogènes présents dans ces produits peuvent compromettre leur innocuité et poser des risques importants pour la santé publique. Il est donc impératif de mettre en place des mesures de contrôle plus strictes, tant au niveau de la production que de la conservation des aliments, afin de minimiser ces risques et garantir une meilleure qualité sanitaire des produits consommés.

Les résultats de l'étude montrent des niveaux d'aflatoxines variés dans les aliments de base consommés dans la région du Haut-Sassandra. Les teneurs moyennes en aflatoxines étaient relativement faibles, mais restent détectables. En revanche, les échantillons de maïs ont montré des teneurs supérieures à la limite de quantification. Aucune aflatoxine n'a été détectée dans les échantillons de manioc dans toutes les zones étudiées. Cette étude confirme ainsi que le riz et le maïs, principaux aliments de base dans la région, sont contaminés par des aflatoxines, bien que les niveaux restent faibles dans l'ensemble. Cette contamination peut être attribuée à divers facteurs, notamment les conditions climatiques durant la culture, ainsi que les pratiques de récolte et de post-récolte. Ces conditions n'ont pas été particulièrement favorables au développement des moisissures et à la production d'aflatoxines, comme l'ont noté Hell et

Mutegi (2011) ainsi que Torres *et al.* (2014). Cependant, même à des niveaux faibles, la présence d'aflatoxines dans les aliments peut entraîner des risques pour la santé, à la fois à court terme (toxicité aiguë) et à long terme (effets chroniques).

L'incidence des aflatoxines dans les produits alimentaires de la région pourrait avoir des conséquences toxicologiques graves, y compris des effets sur la croissance, des mutations génétiques et, dans les cas extrêmes, des décès. Des études antérieures ont montré que des niveaux d'aflatoxines supérieurs à 200 µg/kg dans le maïs ont conduit à des décès dans plusieurs pays, comme en Inde et au Kenya (Azziz-Baumgartner *et al.*, 2005). De plus, des retards de croissance et des problèmes de poids ont été observés chez des enfants en Afrique, notamment au Togo, au Bénin et en Tanzanie (Gong *et al.*, 2004).

Concernant les alcaloïdes, les résultats montrent que les niveaux d'alcaloïdes dans les aliments analysés étaient comparables à ceux rapportés dans la littérature. Les teneurs d'alcaloïdes détectées dans les échantillons de riz, maïs et manioc étaient similaires à celles retrouvées dans d'autres études sur des produits céréaliers où la contamination croisée est possible (Mulder *et al.*, 2016 ; Cirlini *et al.*, 2018 ; ACIA, 2019). Les niveaux observés étaient généralement inférieurs à ceux rapportés pour le riz et le manioc, tandis que les teneurs en alcaloïdes des échantillons de maïs étaient plus élevées, correspondant aux valeurs en alcaloïdes observées dans d'autres études comme celles de Cirlini *et al.* (2018) et Mulder *et al.* (2016). Cette observation suggère une contamination plus élevée du maïs, probablement due à un risque accru de contamination croisée dans la culture. Il est également possible que des processus de chauffage, utilisés dans le traitement du maïs, aient contribué à une dénaturation partielle des alcaloïdes, comme le suggèrent Mulder *et al.* (2015).

Cette étude met en évidence des risques potentiels associés à la consommation de riz et de maïs dans la région du Haut-Sassandra, notamment en ce qui concerne les aflatoxines et les alcaloïdes. La présence de ces contaminants dans les aliments de base peut avoir des conséquences néfastes sur la santé publique. Des mesures de contrôle et de prévention doivent être mises en place pour réduire les risques d'exposition aux aflatoxines et aux alcaloïdes, en particulier dans les zones à risque de contamination.

La Côte d'Ivoire, dans le cadre de la régulation de l'usage des pesticides, dispose d'un système structuré comprenant une liste des pesticides homologués (liste positive) et une liste des pesticides interdits (liste négative). Ces produits sont régulièrement testés et évalués afin

d'améliorer leur qualité, en réduisant leur toxicité tout en augmentant leur efficacité. Cette révision continue permet de garantir un contrôle de leur impact environnemental et sanitaire (RCI, 2018b). Toutefois, les résultats de notre étude, portant sur les aliments de base consommés dans la région du Haut-Sassandra, mettent en évidence une problématique préoccupante : les matières actives des pesticides utilisés pour la production des aliments de cette région ne figurent pas parmi les produits homologués ou autorisés par les autorités ivoiriennes depuis 2016. En particulier, le DDT, un pesticide obsolète et interdit depuis longtemps, a été retrouvé dans des échantillons de riz et de maïs, produits de consommation courante dans cette région. Cette situation expose la population locale à un risque important d'intoxication alimentaire, avec des conséquences graves sur leur santé et leur état nutritionnel.

Conclusion partielle

Ce chapitre a permis de recenser les moisissures présentes dans les aliments de base consommés dans la région du Haut-Sassandra et de discuter des genres pathogènes associés. Un total de 16 souches fongiques a été isolé des échantillons collectés dans les quatre zones d'étude. Parmi les genres identifiés, *Aspergillus* a été le plus fréquemment retrouvé, suivi de *Rhizopus* et *Penicillium*. De plus, le genre *Saccharomyces* a été observé spécifiquement dans les échantillons de maïs provenant d'Issia. La présence de ces genres fongiques pathogènes dans les aliments de base peut compromettre la qualité sanitaire des produits alimentaires et représenter un risque pour la santé des consommateurs. En ce qui concerne la contamination par des mycotoxines, les teneurs en aflatoxines totales ont été inférieures à la limite de 10 µg/kg, bien que certaines concentrations aient dépassé la limite de 2 µg/kg fixée par l'Union Européenne. Toutefois, un niveau de toxines supérieur à la limite réglementaire de 5 µg/kg a été observé dans les échantillons de manioc, ce qui pourrait compromettre la sécurité sanitaire de cet aliment et poser un risque pour la santé des consommateurs. En revanche, la présence d'alcaloïdes a été principalement détectée dans le maïs, bien que les niveaux dans le manioc soient faibles. Les concentrations les plus élevées d'alcaloïdes ont été retrouvées dans certains échantillons de maïs, ce qui pourrait être lié à un traitement thermique insuffisant, entraînant une dénaturation partielle de ces composés toxiques. L'utilisation abusive des pesticides engendre plusieurs problèmes majeurs, notamment l'intoxication humaine et animale, ainsi que la pollution de l'eau et des sols.

CONCLUSION GENERALE

Cette étude a d'abord évalué l'état nutritionnel de la population de la région du Haut-Sassandra à travers la collecte de données auprès des services de santé locaux. Elle a ensuite mené une enquête sur les habitudes alimentaires de cette population, afin d'identifier les aliments les plus consommés dans les quatre départements de la région, à savoir Daloa, Issia, Vavoua et Zoukougbeu. Enfin, des analyses de la qualité nutritive des aliments de base consommés ont été réalisées pour évaluer leur impact potentiel sur la santé de la population. L'évaluation de l'état nutritionnel et de la qualité nutritive des aliments de base est d'autant plus cruciale que la région du Haut-Sassandra fait face à de nombreux cas de maladies liées à l'alimentation.

L'objectif principal de cette étude était d'évaluer l'état nutritionnel de la population, de déterminer la qualité nutritive des aliments de base consommés et d'analyser l'impact de ces aliments sur la santé des consommateurs, en vue de proposer des stratégies de lutte contre la malnutrition sous toutes ses formes. Les hypothèses formulées au début de l'étude ont été confirmées.

Les résultats ont montré que l'état nutritionnel de la population de la région du Haut-Sassandra est préoccupant, cette dernière étant fortement touchée par les maladies non transmissibles, telles que les maladies cardiovasculaires et le diabète. L'enquête sur la consommation alimentaire a permis d'identifier trois aliments de base majeurs : le riz, le maïs et le manioc. Ces aliments ont été soumis à des analyses en laboratoire pour déterminer leur qualité nutritive. Les résultats ont révélé que ces aliments apportent une bonne quantité d'énergie et présentent des niveaux intéressants de certains métabolites secondaires, qui peuvent avoir des effets bénéfiques pour la santé. Cependant, l'impact sanitaire de ces aliments ne peut être ignoré en raison de la contamination fongique potentielle.

L'analyse microbiologique des échantillons a montré que ces aliments de base étaient contaminés par trois genres fongiques pathogènes (*Aspergillus*, *Rhizopus* et *Penicillium*), qui peuvent altérer la qualité sanitaire des aliments et nuire à la santé de la population. De plus, certaines vitamines essentielles, dont les besoins nutritionnels sont cruciaux pour la population, étaient présentes en faibles quantités dans ces aliments, ce qui pourrait affecter l'état nutritionnel général de la population.

Les résultats ont également révélé la présence d'aflatoxines dans certains échantillons de riz et de maïs, ce qui constitue un risque potentiel pour la santé. Les aflatoxines sont connues pour leurs effets toxiques à la fois chroniques et aigus, pouvant induire des troubles du foie, des

retards de croissance et même des cancers. La présence d'aflatoxines dans ces aliments de base représente donc un danger sérieux pour la population, surtout en cas de consommation régulière. Cependant, il est intéressant de noter que les échantillons de riz et de maïs ont montré une forte activité antioxydante, ce qui pourrait être bénéfique à condition que la contamination par les mycotoxines soit maîtrisée.

Par ailleurs, la présence d'alcaloïdes dans le maïs a été observée. Bien que les alcaloïdes soient souvent associés à des effets toxiques, dans ce cas précis, les niveaux détectés pourraient offrir des bénéfices pour la santé, notamment en tant qu'éléments de défense naturelle contre certains agents pathogènes. Cependant, il est important de souligner que la dénaturation partielle des alcaloïdes par un traitement thermique insuffisant pourrait avoir un impact sur la biodisponibilité de ces composés.

Enfin, la présence de résidus de pesticides dans les échantillons d'aliments de base consommés par la population indique une exposition toxique, ce qui représente un risque pour la santé humaine. L'utilisation abusive de pesticides, combinée à l'absence de stockage et d'élimination appropriés des produits obsolètes, expose la population à des risques potentiels d'intoxication alimentaire et de contamination de l'environnement, en particulier dans les sols et les eaux.

Les résultats montrent des disparités importantes dans la nutrition de la population du Haut-Sassandra, avec des cas graves de malnutrition aiguë sévère, des cas de surpoids et d'obésité, ainsi que des problèmes de retard de croissance dans les jeunes enfants. Les données mettent en évidence un besoin urgent d'interventions nutritionnelles ciblées, en particulier pour les enfants de moins de 5 ans, les femmes enceintes et les femmes allaitantes. Il est impératif de renforcer les actions de prévention, d'éducation nutritionnelle et d'améliorer l'accès aux aliments nutritifs et aux soins de santé pour réduire ces risques nutritionnels et améliorer la santé à long terme de la population.

Face à cette situation, il a été recommandé d'organiser une collecte et une élimination des stocks de pesticides obsolètes, comme le DDT, afin d'éviter toute exposition prolongée et dangereuse. Ces produits hors d'usage devraient être stockés dans des conditions sécurisées, notamment dans des magasins de conservation spécialisés, et convoyés vers des sites d'élimination appropriés tels que RMG Côte d'Ivoire SA, où un dispositif d'élimination est déjà en place pour traiter ces déchets dangereux.

Toutefois, malgré ces recommandations, les stocks de pesticides périmés restent toujours en attente, et les collectes se poursuivent lentement dans de nombreuses localités.

L'usage excessif et inapproprié de pesticides présente des risques considérables, tant pour les agriculteurs que pour l'environnement. Une mauvaise gestion des pesticides peut entraîner des coûts financiers importants pour les producteurs, en plus des risques écologiques liés à leur dispersion dans l'environnement (sol, eau, air). Cela peut également avoir des retombées nocives sur la faune et la flore locales. Sur le plan sanitaire, l'exposition aux résidus de pesticides dans les aliments, ainsi que le contact direct avec ces substances lors de leur application ou de leur stockage, représentent un danger direct pour la santé humaine.

Cependant, la Côte d'Ivoire n'a pas encore mis en place un système de collecte de données sur l'incidence des pesticides sur la santé des populations. Il est crucial de commencer à suivre l'impact de l'exposition aux pesticides, afin de mieux comprendre les risques sanitaires associés à leur usage. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), environ 3 % des ouvriers agricoles dans le monde souffrent chaque année d'intoxications aiguës dues aux pesticides, ce qui souligne l'ampleur du problème à l'échelle mondiale.

En particulier, la pollution des sols par les pesticides affecte non seulement les organismes nuisibles mais aussi les micro-organismes bénéfiques du sol, lesquels jouent un rôle crucial dans l'enrichissement du sol en nutriments et dans l'activité minéralisatrice. L'usage excessif de pesticides perturbe ces processus naturels et peut avoir des conséquences à long terme sur la fertilité des sols.

Le stockage et l'élimination des pesticides obsolètes constituent également un défi majeur. En l'absence de dispositifs appropriés de stockage ou d'élimination, ces produits peuvent avoir un impact environnemental et sanitaire durable. Certains pesticides, jugés particulièrement toxiques, sont désormais interdits d'usage en Côte d'Ivoire, mais leur persistance dans l'environnement demeure un problème. Les résidus de ces pesticides dans les aliments de base consommés par la population peuvent affecter l'état nutritionnel, en particulier si ces produits sont ingérés régulièrement. Ainsi, il est essentiel de mettre en place des mécanismes de gestion rigoureux des pesticides, incluant leur stockage, élimination et surveillance, afin de minimiser leur impact sur l'environnement et la santé humaine. La contamination des aliments de base, notamment le maïs et le manioc, par des toxines et des résidus de pesticides représente un enjeu majeur pour la santé publique et la sécurité alimentaire dans la région du Haut-Sassandra.

Cette étude a fourni des données précieuses sur l'état nutritionnel et la qualité nutritive des aliments de base consommés par la population de la région du Haut-Sassandra, contribuant ainsi à une meilleure compréhension des maladies liées à l'alimentation dans cette zone, qui constitue l'un des principaux pôles économiques de la Côte d'Ivoire. Ces résultats pourraient être utilisés pour étudier les sources de contamination, les conditions de stockage et les mesures nécessaires pour limiter la prolifération des moisissures. Toutefois, pour que ces informations soient véritablement bénéfiques à l'échelle régionale, voire nationale, plusieurs actions doivent être mises en place.

Les recommandations incluent:

- La mise en place de programmes de sensibilisation à la gestion des pesticides et à leur élimination sécurisée.
- Le renforcement des systèmes de surveillance de la qualité des aliments de base, en particulier pour détecter les contaminations par les mycotoxines et les résidus de pesticides.
- Le soutien à des pratiques agricoles durables et la promotion de l'utilisation de produits phytosanitaires homologués et sûrs.
- La mise en place de politiques de lutte contre la malnutrition, en tenant compte de la diversité des aliments de base et de l'importance de renforcer leur qualité nutritive.

Comme perspectives, il serait important de :

- Faire des analyses régulières des lipides sanguins (cholestérol total, HDL, LDL et VLDL).
- Réaliser des analyses de contrôle des éléments traces dans les aliments de base.
- Des analyses sur des produits comparables doivent être menés.

RÉFÉRENCES

- Abia W., Montgomery H., Nugent A. & Elliott C. (2020). Tropane alkaloid contamination of agricultural commodities and food products in relation to consumer health: Learnings from the 2019 Uganda food aid outbreak. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 20 p.
- Afssa. (2003). Évaluation nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l'agriculture biologique. Rapport Afssa 2003. www.afssa.fr. 82 p.
- Afssa. (2004). Bonnes pratiques de fabrication de l'ensilage pour une meilleure maîtrise des risques sanitaires. Rapport Afssa 2004. www.afssa.fr. 80 p. Consulter le 10/11/2021.
- Akinyele I. O. (2017). Trends in overweight and obesity in urban populations of West Africa: *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*. (24)11. 20 p. Published on 18th. <https://www.ajfand.net>, consulter le 18 novembre 2024.
- Anonyme. (2024). Région du Haut-Sassandra, portail d'informations et de promotion de l'économie de Côte d'Ivoire. https://www.economie-ivoirienne.ci/pole_competitif/region-du-haut-sassandra.htm, consulter le 28/08/2024. 17 p.
- AOAC. (1990). Official methods of analysis of the association of official analytical chemists: *Official methods of Analysis of the AOAC*. 1:15.771 p.
- AOAC. (1995). Official methods of analytical chemist (5th ed.). *Washington: DC : Association of Official Analytical Chemist*. 12 : 981 p.
- Assia C. & Kadi M. (2014). Analyse microbiologique et hygiénique des plats cuisinés au niveau du restaurant de la cité universitaire de SOUMAA. Université de Blida I. Mémoire de fin d'étude : Soutenue le 04/11/2014. 60 p.
- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). (2007). Toxicological Profile for Heptachlor and Heptachlor Epoxide. U.S. Department of Health and Human Services. *Public Health Service*, Atlanta, GA. 22 p.
- ATSDR. (2005). Toxicological Profile for Endrin. U.S. Department of Health and Human Services, *Public Health Service*, Atlanta, GA. 45 p.

- Atwater O. W. (1986). Ensure the highest quality and most relevant clinical nutrition *The American Journal of Clinical Nutrition*, 45 (5): 896–897.
- Bamako H. (2016). Urbanization and Nutrition Transition in Côte d'Ivoire, *African Journal of Food Science*, 10(3), 52-60.
- Banque Mondiale. (2006). Le système éducatif de la Côte d'Ivoire : Comprendre les forces et les faiblesses du système pour identifier les bases d'une politique nouvelle et ambitieuse. Washington, DC : Rapport sur le développement dans le monde 2006, *co-publié par la Banque mondiale et Oxford University Press*. 35 p.
- Barnett H.L. & Hunter L. (1998). Illustrated general of imperfection fungi. *Burgess publishing company*, Minnesota (USA), fourth edition, 241 p.
- Béhibolo A. Y., Arsène L. N., Kwadjo A. L. D., Zita E. B., Doudjo Soro, Gnomblessou G. T. & Nogbou E. A. (2018). Caractérisation qualitative et quantitative de la consommation de différents groupes d'aliments en Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, 16 p.
- Bertrand O. (2020). Le secteur alimentaire en Côte d'Ivoire. 18, rue Pasteur – 69007 Lyon – France, 61 p.
- BIPEA. (1976). (Bureau Inter Professionnel d'Etudes Analytiques). 1976. Recueil des Méthodes d'Analyses des Communautés Européennes. BIPEA. 11 p.
- Botton B., Bretton A. & Fevre M.P. (1990). Moisissures utiles et nuisibles, Importance industrielle. *Collection biotechnologies*, 2^e édition, Masson Paris, 498 p.
- Bricas N., Tchamda C. & Mouton F. (2016). L'Afrique à la conquête de son marché alimentaire intérieur. Enseignements de dix ans d'enquêtes auprès des ménages d'Afrique de l'Ouest, au Cameroun et du Tchad. hal.archives-ouvertes.fr/hal-01995409/document, consulter le 10 février 2021. Agence Française de Développement, 135 p.
- CERESCO . (2020). Le secteur alimentaire en Côte d'Ivoire Juin 2020. 18, rue Pasteur – Lyon – France, Rapport global Cote d'Ivoire. 61 p.
- CICR. (2015). Faits et chiffres. www.icrc.org/fr/document/rapport-annuel-2015, consulter le 5 mars 2022. Rapport annuel 2015. Abidjan, 4 p.

- CILSS.. (2019). État de la sécurité alimentaire et nutritionnelle en Afrique de l'Ouest. <http://www.cilss.org>. Consulter 9 mai 2022. CILSS (Comité Inter-États de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel), 66 p.
- Cirad. (2022). Activer la transformation durable et inclusive de nos systèmes alimentaires. <https://www.cirad.fr>, consulter le 30 mars 2022. 5 p.
- Cirlini M., Demuth T.M., Biancardi A., Rychlik M., Dall'Asta C. & Brun R. (2018). Are tropane alkaloids present in organic foods? Detection of scopolamine and atropine in organic buckwheat (*Fagopyron esculentum* L.) Products by UHPLC-MS/MS. *Food Chemistry*, (239) 141-147.
- CONNAPE & INS (2021). Synthèse des études réalisées de 2016 à 2020 en Côte d'Ivoire dans le domaine de la nutrition. *République de Côte d'Ivoire*, Union – Discipline – Travail. Rapport final de Novembre 2021, 80 p.
- Correia M., Rodrigues M., Paíga P. & Delerue-Matos C. (2016). Fungicides. *Encyclopedia of Food and Health*, 169–176. doi:10.1016/b978-0-12-384947-2.00342-1.
- Coulibaly A., Kouakoua Y. E. & N'Guessan A. G. (2021). Caractéristiques Physico-Chimiques et Organoleptiques de Certaines Variétés de Riz Local Cultivées en Côte d'Ivoire. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*: V 29 (1): 668-674.
- Dabiré M. Constantin. (2011). Composition chimique et activités antioxydantes des huiles essentielles de quelques plantes aromatiques du Burkina Faso. Thèse de Doctorat, Université de Ouagadougou. 179 p.
- David-Benz H., Sirdey N., Deshons A., Orbell C. & Herlant P. (2022). Cadre conceptuel et méthode pour des diagnostics nationaux et territoriaux – Activer la transformation durable et inclusive de nos systèmes alimentaires. Rome, Bruxelles et Montpellier. FAO, Cirad et UE, 70 p. www.fao.org, consulter le 1/10/2021.
- De Boer E. J., Slimani N., Van't Veer P., Boeing h. & Feinberg M. (2011). The European Food Consumption validation Project: conclusions and recommendations. *Europe Journal Clinic Nutrition*, 65 (1): 102-107.

- De Vries J. W., Prosky L., Li B. & Cho S. (1999). À historical perspective on defining dietary fiber. *American Association of Cereal Chemists*, 44 (5)367–368.
- Diakit  A. (2019). Physical Inactivity and Urban Living: The Case of Abidjan, *Côte d'Ivoire Health Review*, 2019. 15 p.
- Dir K., Boumaza K. & Benslama O. (2018). Etude mycologique et mycotoxicologique des fruits secs (  coque) commercialisés au niveau de la région d'OUM El-BOUAGHI. Mémoire de Master en Biologie, Faculté des sciences exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Larbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi, Alger : Algérie, 51 p.
- Djeridane A., Yousfi M., Nadjemi B., Boutassouna D., Stocker P. & Vidal N. (2006). Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chemimical*. 97 : 654-660.
- Dongmo G.Z., Djeugap J.F., Fenohi N., Kenfack N.D., Takuete R. & Teguefouet P. (2017). Contribution à l'identification des champignons de postrécolte associés aux amandes de Ricinodendron heudelotii et Garcinia kola collectées dans les Hauts Plateaux de l'Ouest Cameroun. *International Journal of Biological and Chemical Science*, 11 (4). 45 p.
- Dre D. (2016). Santé la fibre. Département Maladies Communautaires et Enseignement Thérapeutique, Centre Hospitalier du Valais Romand (CHVR), Service de pédiatrie – Programme Contrepoids, 8 p.
- Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebers P.A. & Smith F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28(3)350-356.
- EDS-CI. (2012). Evaluation de la Situation Alimentaire en Situation d'Urgence. *République de Côte d'Ivoire*, Abidjan, Côte d'Ivoire. 23 p.
- EDS-CI. (2015). Analyse de la situation nutritionnelle en Côte d'Ivoire. consulter le 15 août 2021, www.nutrition.gouv.ci/fichier/doc/Analyse_situationnelle_15_08_1, consulter le 15 août 2021, 78 p.

- EDS-MICS. (2012). Enquête Démographique et de Santé et à Indicateurs Multiples de Côte d'Ivoire 2011-2012. Calverton Maryland, USA : *Institut National de la Statistique (INS) et ICF International*, 56 p. www.ins.ci. Consulter le 11/12/2020.
- INS & ICF. (2022). Enquête Démographique et de Santé et à Indicateurs Multiples de Côte d'Ivoire 2016-2021. Calverton Maryland, USA : 80 p. www.ins.ci. Consulter le 1/1/2021.
- EEN. (2019). Enquête sur l'Evaluation de l'Etat Nutritionnel : <https://www.sante.gov.ma>, consulter le 07/07/2022. Rapport final 2019-2020. 144 p.
- EFSA. (2013). Scientific Opinion on Tropane alkaloids in food and feed. *EFSA Journal* 2013; 11(10):3386.
- El Ouattassi Y. (2017). Analyses physicochimiques des métaux lourds dans les légumes et fruits : Pb et Cd. Mémoire de master : *Université SIDI Mohammed Ben Abdellah faculté des sciences et techniques de FES*. 67 p.
- ENMCI. (2004). Enquête Nutritionnelle de Mortalité en Côte d'Ivoire. Abidjan, *In Lancet*. 2013 3(9):42-51.
- EPA (2017). CADDIS Volume 2: Sources, Stressors & Responses, insecticides. Available online at https://www3.epa.gov/caddis/ssr_ins_int.html. 17p.
- EPA. (2011). Pesticides Industry. Sales, Usage 2006, and 2007: Market Estimates. Available online at: <https://www.epa.gov>. 18 p.
- FAO & OMS. (2020). Report of the Joint FAO/WHO Expert Meeting on Tropane Alkaloids. Virtually Held, 30 March – 3 April 2020. *Food Safety and Quality*. No. 11, Rome.
- FAO & OMS. (2024). L'état de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde 2024. Rome, Italie, <https://doi.org/10.4060/cd1254fr>, consulté le 12/07/2024, 20 p.
- FAO & OMS. (2024). Programme mixte fao/oms sur les normes alimentaires comité du codex sur les contaminants dans les aliments : document de travail sur les alcaloïdes tropaniques dans les aliments. Dix-septième session 15-19 avril 2024 Panama (ville), www.codexalimentarius.org. Consulter le 24/07/2024. 33 p.

- FAO, FIDA & PMA. (2012). L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde 2012. Rome. www.fao.org. 90 p. Consulter le 12/03/2020.
- FAO, FIDA, OMS, PAM & UNICEF. (2020). L'état de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde. Transformer les systèmes alimentaires pour une alimentation saine et abordable. Rome, FAO. <https://www.fao.org>. 40 p. Consulter le 20/02/2021.
- FAO. (2003). Régime alimentaire, nutrition et prévention des maladies chroniques. www.fao.org, Genève : Suisse, 72p. Consulter le 22/12/2020.
- FAO. (2014). Annotated list of Guidelines for the implementation of the International Code of Conduct on Pesticide Management, 20:18.120-150p. www.fao.org, consulter le 21/04/2023.
- FAO. (2014). Le droit à l'alimentation dans le cadre international des droits de l'homme et dans les constitutions. Rome, 29 p. www.fao.org, consulter le 11/06/2023.
- FAO. (2017). Carences en micronutriments dans la région du Haut-Sassandra: Anémie ferriprive et carences en vitamine A chez les enfants et les femmes enceintes, FAO – Nutrition, Report final 2017, 52 p.
- FAO. (2018). L'état de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde 2018. Renforcer la résilience face aux changements climatiques pour la sécurité alimentaire et la nutrition. Rome. 218 p.
- FAO. (2019). The State of Food Security and Nutrition in the World 2019 – Ce rapport met en évidence le phénomène du double fardeau de la malnutrition, en particulier en Afrique, où des formes de sous-nutrition coexistent avec des taux croissants de surpoids et d'obésité, 62 p.. <https://www.fao.org>, consulter le 10/07/2023
- FAO. (2020a). La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture : Des systèmes alimentaires pour une nutrition meilleure, 32 p. <http://www.fao.org>, consulter le 11/06/2023.
- FAO. (2020b). Nutrition and Food Security in Africa: *Challenges and Opportunities*. 21 p.
- FAO. (2020c). Sécurité alimentaire. www.fao.org, consulté le 15 décembre 2021. 80 p.

- FAO. (2020d). The State of Food Security and Nutrition in the World 2020 – Rapport annuel, 96 p. <https://www.fao.org>, consulter le 8/1/2024.
- FAO. (2021). Accélérer les progrès vers l'Objectifs de Développement Durable 2, Côte d'Ivoire. www.foodsecurityportal.org, consulté 01 /03/2021 _ rapport final 2021. 24 p.
- FAO. (2022). Profil des systèmes alimentaires – Côte d'Ivoire. Activer la transformation durable et inclusive de nos systèmes alimentaires. *Rome*, 67 p.
- FAO. (2024). Recherches sur les effets des régimes alimentaires spécifiques, les technologies alimentaires, et la relation entre la nutrition et les maladies chroniques. *Food & Nutrition ResearchSite web : Food & Nutrition Research*. 20 p.
- FAO/OMS. (2024). Pour des rapports sur la transition alimentaire et l'urbanisation, et leurs effets sur la nutrition en Afrique, 9 p.www.faooms.org. Consulter le 28/11/2024.
- FAO-CI. (2018). L'examen stratégique « Faim Zéro » et de la feuille de route pour l'élimination de la faim et de la malnutrition en Côte d'Ivoire à l'horizon 2030. *Bulletin d'information FAO Côte d'Ivoire*, 18 p.
- FAOSTAT. (2019). Food and agriculture data for all FAO regional groupings, 20 p. www.faostat.org. Consulter le 18/11/2022.
- FRANCEAGRIMER /CERESCO. (2020). Etude sur les segments amont et aval du marché agricole de la Côte d'Ivoire. franceagrimer/ceresco.org, consulté le 4 Avril 2020. 20 p.
- Fraser P. & Bramley P. (2004). The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids. *Progress in Lipid Research*, 43, 228–265.
- Frelka J. & Harris L. (2015). Evaluation of microbial loads and the effects of antimicrobial sprays in postharvest handling of California walnuts. *Food Microbiology*, 48 : 133-142
- Gabriela B., Walter A., Elisa S., Lupita M., Paola S., Carlos D. & Merideth B. (212). Carotenoid concentrations of native Andean potatoes as affected by cooking. *Food Chemistry*, 133, 1131–1137.

- Gadi O. (2012). Identification des Espèces de Moisissures Toxinogène dans l’Alimentation du Bétail et Détection des Aflatoxines et l’Ochratoxine A. Université Abou Bekr Belkaid, : Mémoire de Magister, UFR des sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l’Univers, Algérie , 67 p.
- Gaëtan F. T., Hélène V. P. & Carole L. (2000). Notions de qualité des fourrages. Agriculture et Agroalimentaire, Canada, pp 1-16.
- Ghezri F. (2014). Généralités sur les ML et leurs effets sur l’environnement. *La débutsance prématurée causée par les infections intra-amoniatiqes*. <https://www.google.com>, 82 p.
- Giezendanner F.D. (2012). Taille d’un échantillon aléatoire et Marge d’erreur. *Instruction publique, culture et sport Service Ecoles-Médias*, Genève : Suisse, 22 p.
- Gong Y., Mo C. & Fraser S.E. (2004). Animals Cell Division Cell Polarity/physiology. *Cell Size Gastrula/cytology*. 430(7000) : 689-693.
- Goudou Y. (2020). La lutte contre la malnutrition en Côte d'Ivoire : défis et stratégies de réduction de la pauvreté et d'amélioration de la santé publique, cahiers d'études et de recherches. *Francophones/Santé*. 20 p.
- Grigoras C.G. (2012). Valorisation des fruits et des sous-produits l’industrie transformation des fruits par extraction des composés bioactifs. Thèse, *Université de l’Orléans*, France,. 260 p.
- Gupta, R. C. (2012). Veterinary toxicology: basic and clinical principles. *Academic press*. 12 p.
- Harborne J.B. (1973). Phytochemical Methods. London: *Chapman and Hall*, 1(3): 49-188.
- Hell K. & Mutegi C. (2011). Aflatoxin control and prevention strategies in key crops of Sub-Saharan Africa. *African Journal of Microbiology Research*, 5(5) : 459-466.
- Hema Adama. (2010). Études des molécules bioactives isolées de plantes du Burkina Faso. *Thèse de Doctorat*, Université de Ouagadougou. 170 p.
- Idowu, Gideon A., Aiyesanmi, Ademola F., Oyegoke, Funke O. (2022). Organochlorine pesticide residues in pods and beans of cocoa (*Theobroma cacao* L.) from Ondo State

- Central District, Nigeria. *Environmental Advances* 7 (2022) 100162. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2021.100162>. 40 p.
- IFDC (l'International Fertilizer Development Center). (2022). Rapport d'activités 2022: Côte d'Ivoire. hub.ifdc.org, Consulté 22/5/2022. Report Final, 38 p.
- INS. (2015). Répertoire des localités : Région du Haut-Sassandra. Daloa : Côte d'Ivoire www.ins.ci, 47 p. Consulté le 10/12/ 2021,
- INS. (2024). Rapports sur la nutrition et la santé en Côte d'Ivoire. Côte d'Ivoire- Abidjan. www.ins.ci, 46 p. Consulté le 15/4/2024.
- Jean-Louis (2021). Les maladies microbiennes liées à la consommation d'aliments. www.google.com, consulté le 11/10/2022. Université de Montpellier, France, 150 p.
- Kjeldahl. (1883). Recueil de méthodes d'Analyse des communautés Européennes. *Bureau Interprofessionnel d'Etudes Analytiques*. 6 p.
- Koffi Y.S., Kouadio J.H. & Nindjin C. (2020). Comparative Study of Physical Properties of Cashew Nuts from Three Main Production Areas in Côte d'Ivoire. *Agricultural Sciences*, 11 : 1232–1249.
- Kospell D. & Kospell D. (2006). Accumulation and bioavailability of dietary carotenoids in vegetable crops. *TRENDS in Plant Science*, 11(10). 80 p.
- Kouadio N. (2020). Interventions communautaires pour une meilleure nutrition en Côte d'Ivoire. *Journal of Public Health and Nutrition*, 6 (2). 65-76.
- Kouadio N. (2021). Stratégies intégrées pour combattre la malnutrition en Côte d'Ivoire : Une Approche Holistique, *Journal of Public Health and Nutrition*. 1 (4). 60-70.
- Kouamé G. & Enoh G. (2011). Dynamique de la consommation alimentaire en Côte d'Ivoire : principales tendances. *European Scientific Journal*. 14 (17): 1857 – 7881.
- Kouassi C. (2015). Cours de Microbiologie Alimentaire. *UP Biochimie-Microbiologie*. Document de Microbiologie Alimentaire, Université Jean Lorougnon Guedé. 26-27 p.

- Koulibaly B. (2019). Développement agricole durable : la phytodiversité comme outil de gestion des plantations de cultures de rente en Côte d'Ivoire. Laboratoire Amélioration de la Production Agricole, UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé, Côte d'Ivoire. www.ajol.info. 1 (8) 11 p.
- Latham M.C. (1979). Nutrition humaine en Afrique Tropicale. *Collection FAO*, 82 p.
- Fotso M.L.P. (2010). Connaissances et Pratiques des mères en Nutrition et Santé des enfants de 6 à 59 mois de Bougouni. Université de Bamako-Thèse médecine. 92 p.
- Lorenz E.S. (2009). Potential health effects of pesticides. *Agricultural Communications and Marketing*. pp. 1–8.
- Louis-Malassis. (2020). Microbiologie alimentaire. www.agropolis-fondation.fr, Université de Montpellier, France, 15 p.
- Marinova D., Ribarova F. & Atanassova M. (2005). Total phenolics in Bulgarian fruits and vegetables. *Journal Univers Chemical Technology Methody*. 40 : 255-260.
- Matias M. S. A. (2009). Contamination en métaux lourds des eaux de surface et des sédiments du val de Milluni par des déchets miniers. *Approches géochimiques minéralogiques et hydrochimiques*. 21 p.
- Merck M. (2016). Méthodes générales de test et d'analyse des produits alimentaires. www.merckmillipore.com/food-analysis. Consulté le 01/01/2021, 64 p.
- MINADER. (2018). Enquête de suivi de la saison agricole et de la vulnérabilité des ménages *SAVA*, Côte d'Ivoire. www.minader.ci. Consulté le 02-Mars-2024- 9 p.
- MINADER. (2019). Le secteur agricole en Côte d'Ivoire. www.minader.ci. Consulté le 04-Mars-2024- 19 p.
- MINADER. (2021). Fiche de communication, cadre harmonisé. www.minader.ci, Consulté le 24- Octobre 2021. 20 p.

- MINADER. (2024). Concours d'entrée en première année des cycles de formation en agriculture et génie rural au titre de l'année 2024 - 2025. *www.minader.ci* Consulté le 17/07/2024. 12 p.
- Ministère de la Santé et de l'hygiène publique de Côte d'Ivoire. (2020). Troisième congrès Africain d'endocrinologie, métabolisme et nutrition. *www.ins.ci*, Abidjan, Côte d'Ivoire. 45 p. Consulté le 10/02/ 2022.
- Ministère de la Santé et de l'Hygiène Publique Côte d'Ivoire. (2018). Enquête nationale sur la nutrition et la santé des enfants et des femmes en Côte d'Ivoire (DHS). *https://www.ins.ci*, consulté le 25/03/2021. 22 p.
- Ministère de la Santé et de l'Hygiène publique de Côte d'Ivoire. (2019). Stratégie nationale de promotion de la santé, *Revue Ivoirienne de Santé Publique*, consulté le 20 /10/2021. 5p.
- Ministères des finances de Côte d'Ivoire. (2019). Evolution du PIB. *www.ins.c,i* consulté le 05/04/2020. 20 p.
- Ministry of Health and Public Hygiene & UNICEF. (2019). Integrated Water, Sanitation, and Hygiene (WASH) Programme in Côte d'Ivoire. *UNICEF-Côte d'Ivoire*. 23 p.
- Moumouni K. (2015). Etude des antioxydants d'ipomoea batatas (patate douce à chair orange) : structures et propriétés biologiques. Université de Ouagadougou, Sciences et Technologies, Chimie Organique – Chimie des Substances Naturelles, Thèse de doctorat. *Laboratoire de Chimie Organique et de Physique Appliquées*, 191 p.
- Mulder P., Nijs M., Castellari M., Hortos M., MacDonald S., Crews C. & Stransk M. (2016). Occurrence of tropane alkaloids in food. *Supporting Publications*, 13, 1-200.
- Mulder P., Pereboom-de-Fauw D., Hoogenboom L., Stoppelaar J. & Nijs M. (2015). Tropane and ergot alkaloids in grain-based products for infants and young children in the Netherlands in 2011-2014. *Food Additives & Contaminants: Part B. Surveillance*, 8(4) : 284-90.
- N'Zué B., Zohouri G. P. & Djédji C., Tahouo O. (2013). Bien cultiver le manioc en Côte d'Ivoire. Rapport du *Centre National de Recherche Agronomique*, 4p.

- Narenderan 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, 125-188. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125188>.
- Ndiaye M. (2014). Intégrer les programmes de nutrition et de sécurité alimentaire en situation d'urgence et pour le renforcement de la résilience. *Sahel Saly*, Sénégal : Atelier Régional de Formation : 10-12 Juin 2014 Afrique de l'Ouest, 15 p.
- Ntzani E. E., Ntritsos G., Chondrogiorgi M., Evangelou E. & Tzoulaki I. (2013). Literature review on epidemiological studies linking exposure to pesticides and health effects. *EFSA Supporting Publications*, 10(10). <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2013.EN-497>.
- OMS. (2004). Stratégie Mondiale pour l'Alimentation. Rome, 22 p. www.oms.org, consulté le 11/1/2019 .
- OMS. (2014). Profile des pays pour les maladies non transmissibles. Rome, 13 p. <http://www.childmortality.org>, consulté le 03/01/2022.
- OMS. (2016). Analyse de la situation sanitaire de la Région africaine. Atlas des statistiques sanitaires de la Région africaine 2016, 22 p. <https://apps.who>. Consulté le 13/10/2019.
- OMS. (2018a). Documents relatifs à la nutrition, à la lutte contre l'obésité et aux politiques de santé publique en Afrique. En particulier, les rapports sur la stratégie mondiale pour l'alimentation, l'activité physique et la santé. www.oms.org, 12 p. Consulté le 5/1/2021.
- OMS. (2018b). Generic Risk Assessment Model for Indoor and Outdoor Space Spraying of Insecticides. Second edition. *World Health Organization*; 2018, Geneva, 72 p.
- OMS. (2018c). Résidus de pesticides dans les aliments. Organisation mondiale de la santé. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food>. 30 p.
- OMS. (2018d). Stratégie mondiale pour l'alimentation, l'exercice physique et la santé. <https://www.who.int>. Rapport sur les MNT dans les pays à revenu faible et intermédiaire, 60 p.

- OMS. (2019a). Obesity and overweight in Africa. <https://www.who.int>, consulté le 05/11/2021, rapport final, 21 p.
- OMS. (2019b). Profile des pays pour les maladies non transmissibles. Genève, Suisse : https://extranet.who.int/ncdccs/Data/CIV_B3_plan-strategique2015-2019-MNT-CIV-. Rapport final, 19 p. Consulté le 12/10/2021.
- OMS. (2020). Les maladies non transmissibles (MNT) et le rôle des politiques publiques de santé dans leur gestion en Afrique. <https://www.afro.who.int/fr/publications/maladies-non-transmissibles-en-afrique>. Consulter le 02/12/2024, 41 p.
- OMS. (2021a). L'Obésité et les maladies non transmissibles : Une approche intégrée pour les pays à revenu faible et intermédiaire. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>, consulté le 22/01/2021, 11 p.
- OMS. (2021b). Malnutrition et systèmes alimentaires : La transition alimentaire rapide et ses conséquences. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition>, 45 p.
- OMS. (2021c). Situation de la nutrition en Afrique de l'Ouest : Défis et perspectives. <https://www.who.int/>. consulter le 02/12/2024, rapport final, 25 p.
- OMS. (2024a). Effets des micronutriments, la nutrition dans la prévention des maladies chroniques, rôle des acides gras dans la santé cardiovasculaire. *Nutrients*, consulté le 22/01/2024, 2(11) 20-24.
- OMS. (2024b). La stratégie mondiale pour la nutrition et les maladies non transmissibles est une ressource utile pour comprendre l'interconnexion entre sous-nutrition et surpoids dans les pays en développement. www.oms.org, 11 p. Consulté le 02/11/2021.
- OMS. (2024c). Rapport sur la sédentarité et les maladies non transmissibles pour des données mondiales sur les effets de la sédentarité et de l'alimentation déséquilibrée sur l'obésité. www.oms.org, consulté le 21/01/2024, 18 p.
- OMS/FAO/UNU. (1986). Consultation conjointe d'experts FAO/OMS/UNU sur les besoins énergétiques et les besoins en protéines. www.oms.org, 19 p.

- ONU. (2018). Carte de la Côte d'Ivoire. www.un.org/geospatial/content/côte-divoire-1. consulté le 22/01/2019, 17 p.
- Ouattara L. (2017). Etat nutritionnel des enfants de 6-59 mois reçus au service dietetique du CHR de daloa et qualite nutritive des aliments de complements proposes. Laboratoire d'Agrovalorisation de Département de Biochimie-Microbiologie ; UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa, Daloa-Côte d'Ivoire, 65 p.
- Ouattara T. A., Kouamé K. F., Zo-Bi I. C., Vaudry R. & Grinand C. (2021). Changements d'occupation et d'usage des terres entre 2016 et 2019 dans le Sud-Est de la Côte d'Ivoire. *Bois et Forêts des Tropiques*, 347: 89-104.
- PAM & FAO. (2012). Evaluation de la sécurité alimentaire en situation d'urgence : données de janvier et février 2012. <http://ivorycoast.humanitarianresponse.info>, consulté le 20/11/2021, 21 p.
- PAM. (2018). Examen stratégique «faim zéro», Côte d'Ivoire, 37 p. <https://docs.wfp.org/api/documents/WFP-0000111575/download>, consulté le 23/11/2020.
- PIPAF. (2007). Projet ivoirien pour la promotion des aliments fortifiés. Abidjan: Côte d'Ivoire. www.google.com, consulté le 24/05/2023, 26 p.
- Pitt J.I. & Hocking A.D. (1997). Fundi and food spoilage. *Academic press 2nd edition*, London, 593 p.
- PNMN. (2017). Plan National Multisectoriel de Nutrition 2016 – 2020. Abidjan : www.pnn.ci consulté le 11 mai 2021, 37 p.
- R-Biopharm R. (2012). Easi-extract aflatoxin. Guía de uso para el usuario. V.2(8) 3-12. *Block 10 Todd Campus, West of Scotland Science Park. Acre Road, Glasgow G20 0XA. UK.* consulté le 28/12/2022, 33 p.
- RCI. (2020). Consommation alimentaire en Côte d'Ivoire. www.bing.com, consulté le 12/11/2021, 80 p.
- RCI. (2021). Synthèse des études réalisées de 2016 à 2020 en Côte d'Ivoire dans le domaine de la nutrition. <https://www.gouv.ci>, consulté le 10/03/2021, 23 p.

- RCI. (2023). Sécurité alimentaire : le gouvernement ivoirien consent d'importants investissements. <https://www.gouv.ci>, consulté le 05-02-2023.
- Sanginga N. & Mbabu A. (2015). Racines et Tubercules (Manioc, Igname, Pomme de Terre et Papate Douce). Centre International de Conférence Abdou Diouf Dakar, Sénégal, Rapport régional, 35 p.
- SEN (Système d'Évaluation de la Nutrition). (2018). Malnutrition en Afrique de l'Ouest : Défis et solutions. www.cilss.org. Rapport régional, consulté le 11/05/2022, 22 p.
- SERCOM MEF (Ministère des Finances et du Budget). (2021). Projet de développement du secteur agro-alimentaire (AGRIFOOD).<https://finances.gouv.ci>, Côte d'Ivoire, 21 p.
- Simmonds M. S. J. (2003). Flavonoid-insect interaction: Recent advances in our knowledge. *Phytochemistry*, 64, 21–30.
- Soro F. (2015). Cultural Perceptions of Obesity in Côte d'Ivoire, *African Journal of Social Sciences*, 2 (15), 22-50..
- Soro F. (2019). Prévalence de l'insuffisance pondérale chez les enfants du Haut-Sassandra : Un problème de prise alimentaire et d'accès aux soins. *Revue Ivoirienne de Santé Publique*, 28(3) : 115-126.
- Soro F. (2020). Le double fardeau de la malnutrition en Côte d'Ivoire : de l'étude des foyers urbains à l'action des politiques publiques. *Cahiers d'études et de recherches francophones/Santé*, 30(2) : 191-198.
- Soro S., Konan G., Elleingand E., N'guessan D. & Koffi E. (2013). Formulation d'aliments infantiles à base de farines d'igname enrichies au soja. *Laboratoire de Biochimie et Sciences des Aliments, Biosciences*. Université de Cocody Abidjan 22 Bp 582 ? 22P.
- Sun H., Sun M. L., Barr D. B. (2020). Exposure to organophosphorus insecticides and increased risks of health and cancer in US women. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 80 (2020) 103474.
- Tetteh. (2018). The double burden of malnutrition in West Africa: Addressing the challenges of food systems and access. <https://www.ajfand.net> . Consulter le 02/12/2024, 44 p.

- Torres A.M., Barros G.G., Palacios S.A., Chulze S.N. & Battilani P. (2014). Review on pre- and post-harvest management of peanuts to minimize aflatoxin contamination. *Food Research International*, 62 : 11-19.
- Trease G.E. & Evans W.C. (1989). Pharmacognosy. 13 Ed. *Balliere Tindall, London*, 176-180.
- UFE. (2024). Habitudes alimentaires en Côte d'Ivoire. Quelles sont les habitudes alimentaires des Ivoiriens ? *ufe.org*, 25 Rue de Ponthieu, 75008 Paris, France.
- UNDP. (2020). Water and Sanitation in Rural Areas: Challenges and Solutions. *undp.org*, 9 p.
- UNICEF. (2013). Situation des enfants dans le monde 2008. New York, *www.unicef.org*, 13 p.
- UNICEF. (2013). Situation des enfants dans le monde : La survie de l'enfant. New York, *www.unicef.org*. Consulter le 11/02/2023.
- UNICEF. (2016). Les effets de la malnutrition sur les enfants et les femmes enceintes dans le Haut-Sassandra : Carences en fer et vitamine A, *www.unicef.org*, 16 p.
- UNICEF. (2018). The State of the World's Children 2018: Children in a Digital World. *www.unicef.org*, 20 p.
- UNICEF. (2020). La situation de la nutrition des enfants et des femmes en Côte d'Ivoire. <https://www.unicef.org/wca/>. Consulter le 02/12/2024, 25 p.
- UNICEF. (2021). Les enfants, l'alimentation et la nutrition : Un état des lieux mondial. <https://www.unicef.org/documents/state-children-food-nutrition>. UNICEF.
- UNICEF. (2021). The State of the World's Children 2021: On My Mind – Promoting, protecting, and caring for children's mental health, <https://www.unicef.org>, 21 p.
- UNICEF. (2022). Country Office Annual Report 2022 Cote d'Ivoire - RAM3 COAR.rdl <https://www.unicef.org/media/135841/file/Cote-d-Ivoire-2022-COAR>. 9 p.
- UNICEF. (2022). Rapport annuel 2022. <https://www.unicef.org>, consulté le 02/05/ 2022, 64 p.
- UNICEF. (2023). Nutrition : la fondamentale pour la survie et le développement des enfants. <https://www.unicef.org/fr/nutrition>. Consulter 28/11/2024, 29 p.

- UNICEF. (2024). La malnutrition en Côte d'Ivoire. <https://www.unicef.org/cotedivoire/>. Consulter le 28/11/2024, 28 p.
- WFP (2023). World Food Programme (WFP) is placing an increased focus on capacity building, to ensure that the Government and communities can own programmes. <https://www.wfp.org/countries/cote-divoire>, consulté le 11/02/2020, 24 p.
- WHO. (2019). Integrated Approach to Nutrition: A Strategy for Addressing Malnutrition in All Its Forms. www.who.org. Consulter le 03/12/2024, 23 p.
- WHO. (2024). Données mondiales sur l'obésité et les maladies non transmissibles. www.who.org, Côte d'Ivoire, 48 p.
- WHO. (2024). Nutrition is a critical part of health and development. <https://www.who.int>, 19 p.
- Wissam S. (2022). Analyse de pesticides dans les fruits et légumes : développement analytique et application de méthode QuEChERS, d-SPE et GC-MS/MS. Chimie organique. Université de Lille, France. *NNT : 2022ULILR082*. 219 p.
- World Bank. (2017). Improving Water, Sanitation, and Hygiene Services in Sub-Saharan Africa: A Review of the Evidence and Strategic Directions. worldbankgroup.org, 17 p.
- Yadav C., Devi L. (2017). Pesticides classification and its impact on Human and environment *environ.sci&engg*. www.agenceecofin.com, (6), 140-158. Consulter le 24/06/2024.
- Yao M. (2019). Prévalence de l'anémie ferriprive et des carences en vitamine A chez les enfants et les femmes enceintes dans le Haut-Sassandra, *African Journal of Health Sciences*, 27(3), 145-157.

ANNEXES

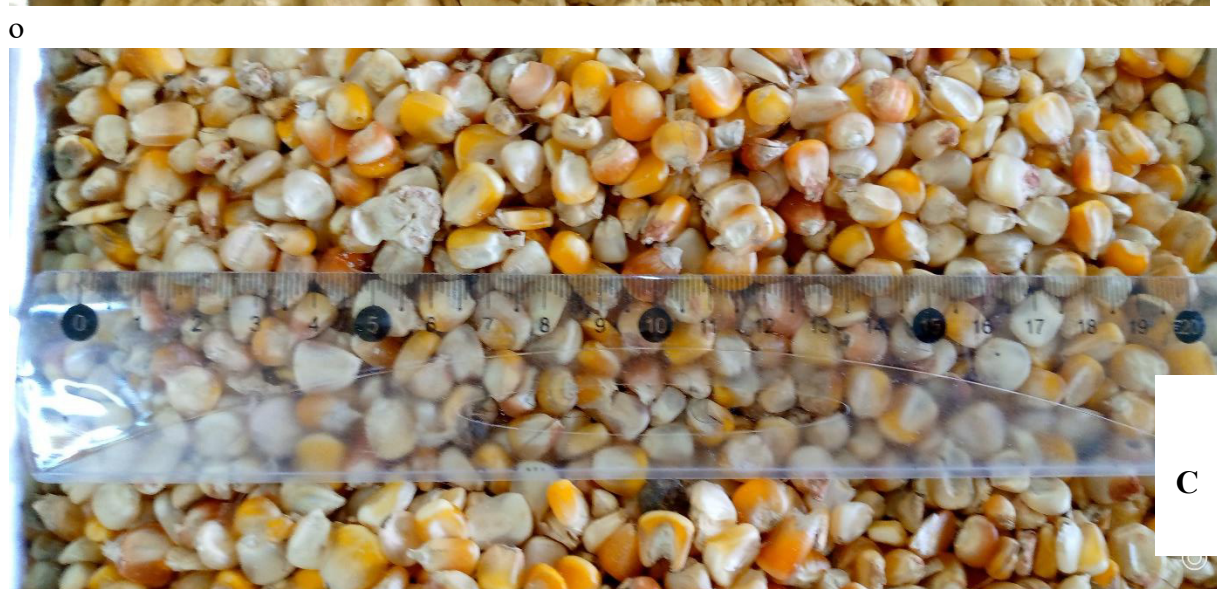
Annexe 1 : Aliments utilisés



A



B



C

A : Grains de riz, **B** : Morceaux de manioc sec, **C** : Grains de maïs sec

Annexe 2 : Poudreur de grain



Poudreur : Powder Grinder (DE 100 g - DE 150 g)

Annexe 3 : Questionnaire d'enquête

QUESTIONNAIRE DE LA CONSOMMATION ALIMENTAIRE DES MENAGES

Questionnaire élaboré en vue d'avoir une idée sur les aliments consommés afin d'évaluer la qualité des aliments de base consommés par la population dans la région du Haut-Sassandra.

I- Consentement informé et confidentialité des entretiens

Bonjour/bonsoir, M./Mme _____ Nous sommes de l'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa.

Nous travaillons sur les maladies liées à l'alimentation. Nous faisons une étude auprès des personnes pour en savoir plus sur leurs connaissances, attitudes et pratiques liées à l'alimentation. L'entretien durera environ quelques minutes. Toutes les informations que nous obtiendrons resteront strictement confidentielles (secrètes) et vos réponses ainsi que votre nom ne seront jamais révélés. De plus, vous n'êtes pas obligé(e) de répondre à une question si vous ne le voulez pas, et vous pouvez interrompre l'entretien à tout instant.

L'objectif de cette étude est d'estimer la situation sur le plan alimentaire et nutritionnel (dans le cas d'un problème de santé ou de nutrition). Ce n'est pas pour vous juger ou vous critiquer, ne vous sentez donc pas contraint(e) de donner une réponse spécifique et ne vous inquiétez pas si vous ne connaissez pas la réponse.

Je n'attends pas de vous une réponse particulière ; j'aimerais que vous me répondiez sincèrement, que vous me disiez ce que vous savez et comment vous vous sentez, et que vous me parliez de la façon dont vous comprenez, croyez, mangez, faites la cuisine et choisissiez des aliments.

Sentez-vous libre de répondre aux questions à votre rythme.

Acceptez-vous de participer à cet entretien ? *Oui* ____ *Non* ____

Si la réponse est « Oui »

Continuez avec la question suivante

Si la réponse est « Non »

Interrompez l'entretien.

Avez-vous des questions à poser avant de commencer ? (*Répondez aux questions*).

Est-ce que je peux commencer maintenant ?

II- Caractéristiques sociodémographiques

1 Nom

Quel est votre nom ? _____

2 Code

Inscrivez le code du répondant _ _ _ _

3 Sexe.

Inscrivez le sexe du répondant Homme ☐ Femme ☐

4 Âge

Quelle est votre date de naissance ? _ _ / _ _ / _ _ _ _
Jour/mois/année

5 Quel âge avez-vous ?

Âge en années révolues _ _

6 Caractéristiques géographiques

Où habitez-vous ?

Département _____

7 Niveau d'instruction

Êtes-vous allé(e) à l'école ?

Si oui, continuez à interroger la personne :

Quel est le plus haut niveau de scolarité que vous avez atteint ?

- ☐ Aucun
- ☐ École primaire
- ☐ École secondaire
- ☐ Niveau plus élevé

III- Spéculations

Quels sont les catégories d'aliments que vous consommez fréquemment (chaque jour) ?

- ☐ Lait et produits laitiers
- ☐ Racines et tubercules
- ☐ Viandes, poissons, œufs
- ☐ Céréales et produits dérivés
- ☐ Fruits et légumes
- ☐ Légumineuses

Dans les catégories d'aliments que vous avez énumérez quels sont les aliments que vous consommez spécifiquement (plus) ?

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

Pourquoi ?

- ☐ J'en produis
- ☐ Disponible
- ☐ Moindre coût
- ☐ Je les préfère
- ☐ Autres

.....

Combien de fois les consommez-vous par jours ?

- ☐ Lait et produits laitiers
- ☐ Racines et tubercules
- ☐ Viandes, poissons, œufs
- ☐ Céréales et produits dérivés
- ☐ Fruits et légumes
- ☐ Légumineuses

Mesure de consommation d'aliments spécifiques : Brèves listes d'aliments consommés

Une liste d'aliments consommés est une simplification de la méthode du rappel de 24 heures ; il y est demandé si un aliment ou une série d'aliments particuliers ont été consommés au cours de la journée précédente (dans les dernières 24 heures), la réponse consistant simplement en oui ou non. Ces listes se concentrent sur les sources disponibles du nutriment intéressant l'enquête et doivent être ajustées en fonction de la population de façon à pouvoir évaluer soigneusement la prise alimentaire habituelle.

Hier, dans la journée ou la nuit, avez-vous consommé **[nom de l'aliment]** ?

Liste des groupes d'aliments			
Groupe	Liste d'aliments	Non	Oui
Groupe 1 : Céréales, racines et tubercules	Bouillie, pain, riz, pâtes ou tout autre aliment fabriqué à partir de céréales		
	Pommes de terre à chair blanche, ignames à chair blanche, manioc, cassave ou tout autre aliment dérivé de racines		
Groupe 2 : Légumineuses, noix et graines	Tout aliment préparé à partir de haricots, pois, lentilles, noix ou graines		
Groupe 3 : Produits laitiers	Préparation pour nourrissons, telle que daigai		Combien de fois ?
	Lait, tel que lait en boîte, lait en poudre ou lait frais d'origine animale		Combien de fois ?
	Yaourt ou yaourt à boire		Combien de fois ?
	Fromage ou autres produits laitiers		
Groupe 4 : Aliments à base de chair (viande/muscle)	Foie, rognon, cœur ou autres abats		
	Toute viande, telle que viande de bœuf, de porc, d'agneau, de chèvre, de poulet ou de canard		
	Poisson frais ou séché, crustacés ou fruits de mer		
	Larves, escargots ou insectes		
Groupe 5 : Œufs	Œufs		
Groupe 6 : Fruits et légumes riches en vitamine A	Potiron, carottes, courge ou patates douces (à chair orange)		
	Tout légume vert foncé (feuilles d'ognon)		
	Mangues mûres (fraîches ou séchées [mais non vertes]), papayes mûres (fraîches ou séchées), melon cantaloup ou		
	Aliments fabriqués à partir d'huile de palme rouge, de noix de palme rouge ou de pulpe de noix de palme rouge		
Groupe 7 : Autres fruits et légumes	Tout autre fruit ou légume		
Autres aliments (Non pris en compte dans le score de diversité alimentaire)	Huile, graisse ou beurre, ou tout aliment fabriqué à partir de ceux-ci		
	Tous aliments sucrés tels que chocolats, bonbons, friandises, pâtisseries, gâteaux ou biscuits		
	Condiments aromatiques tels que piments, épices, herbes ou poudre de poisson		

Annexe 4 : Calcul de score de consommation alimentaire

Méthode de calcul du score de consommation alimentaire
Le score de consommation alimentaire (SCA) des ménages est calculé en utilisant la formule suivante : $\text{Score} = a_{\text{cereale}} \times x_{\text{cereale}} + a_{\text{legumineuse}} \times x_{\text{legumineuse}} + a_{\text{leg}} \times x_{\text{leg}} + a_{\text{fruit}} \times x_{\text{fruit}} + a_{\text{animal}} \times x_{\text{animal}} + a_{\text{sucres}} \times x_{\text{sucres}} + a_{\text{lait}} \times x_{\text{lait}} + a_{\text{huile}} \times x_{\text{huile}}$ Avec : a_i = Poids attribué au groupe d'aliments x_i = Nombre de jours de consommation relatif à chaque groupe d'aliments (≤ 7 jours)

Source : <http://ivorycoast.humanitarianresponse.info>

Aliments utilisés pour le calcul du score de consommation alimentaire		
Types d'aliments	Groupes d'aliments	Poids
Maïs, mil, sorgho, riz, pain/beignets, pâtes alimentaires	<i>Céréales et tubercules</i>	<i>2</i>
Manioc, ignames, banane plantain, autres tubercules		
Arachides/Légumineuses (haricot, niébé, pois, lentilles, etc.)	<i>Légumineuses</i>	<i>3</i>
Légumes (+ feuilles)	<i>Légumes et feuilles</i>	<i>1</i>
Fruits (mangues, oranges, bananes, etc.)	<i>Fruits</i>	<i>1</i>
Viandes, poissons, fruits de mers, escargot, œufs	<i>Protéines animales</i>	<i>4</i>
Laits/Produits laitiers	<i>Produits laitiers</i>	<i>4</i>
Sucre, miel, autres sucreries	<i>Sucres</i>	<i>0.5</i>
Huiles et graisses	<i>Huiles</i>	<i>0.5</i>
Condiments, épices	<i>Condiments (*)</i>	<i>0</i>

Source : <http://ivorycoast.humanitarianresponse.info>

(*) Les condiments ne sont pas considérés comme un groupe d'aliments du fait de leur poids nul. Les seuils définis pour la Côte d'Ivoire sont les suivants : score ≤ 21 , consommation alimentaire pauvre ; 21,5 à 35 consommation alimentaire limite et score $\geq 35,5$ consommation alimentaire acceptable.

Annexe 5 : Détermination des résidus de pesticides (NF EN 15662 :2009)

Il s'agit d'une méthode pour l'analyse des résidus de pesticides dans les aliments d'origine végétale, tels que les fruits (y compris les fruits secs), les légumes, les céréales et les produits transformés qui en sont dérivés. La méthode permet d'analyser 300 composés en même temps, en utilisant une extraction/partition avec de l'acétonitrile et une méthode SPE–QuEChERS pour le nettoyage, suivie d'une GC-MS et/ou d'une LC-MS/MS. Dans cette étude, seuls 10 composés ont été déterminés : Azoxystrobine ; Buprofézine ; Fenpyroximate ; Hexythiazox ; Myclobutanil ; Penconazole ; Tétraconazole ; Tolyfluanide ; Trifloxystrobine ; Triflumizole.

1- Préparation d'échantillon

1. Prendre un échantillon représentatif (10 g) et le placer dans un récipient adapté
2. Ajouter 10 ml d'acide formique/acétonitrile (1 :1 volume/volume-%) et homogénéiser
3. Ajouter le mélange tampon-sel, homogénéiser
 - Sulfate de magnésium (4 g)
 - Chlorure de sodium (1 g)
 - Centrifuger à 4200 tr/min, 2,5 min
4. Récupérer autant de phase supérieure (4 ml) que possible
5. Ajouter le mélange de sorption-sel à cette phase, homogénéiser
 - Sorbant de SPE en vrac à base de carbone (35,0 mg)
 - Bondesil-PSA (113,0 mg)
 - Sulfate de magnésium (652,0 mg)
 - Centrifuger à 4200 tr/min, 2,5 min
6. Transférer 1 ml de la phase supérieure dans une fiole

2- Analyse par LC-MS/MS (utiliser un système d'UHPLC approprié)

Détecteur de MS-MS : système de MS/MS QTRAP ou similaire

Colonne d'HPLC : Fused-Core® C₁₈ (10cmx3,0mm, 2,7µm),

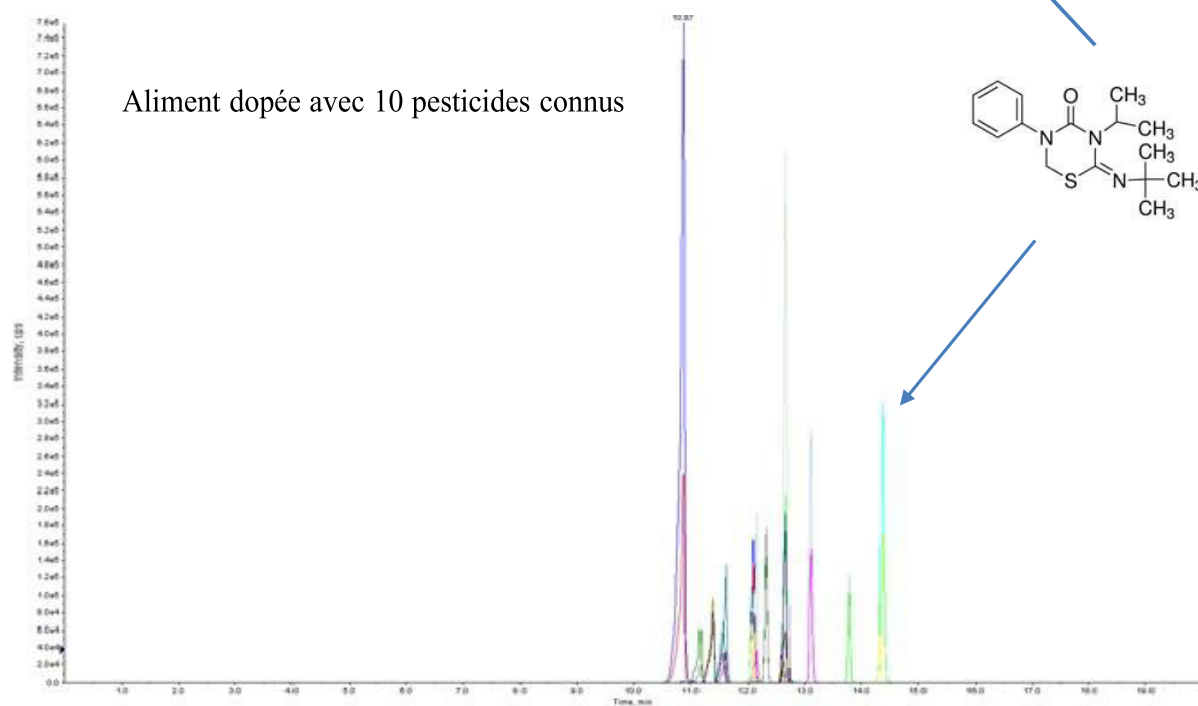
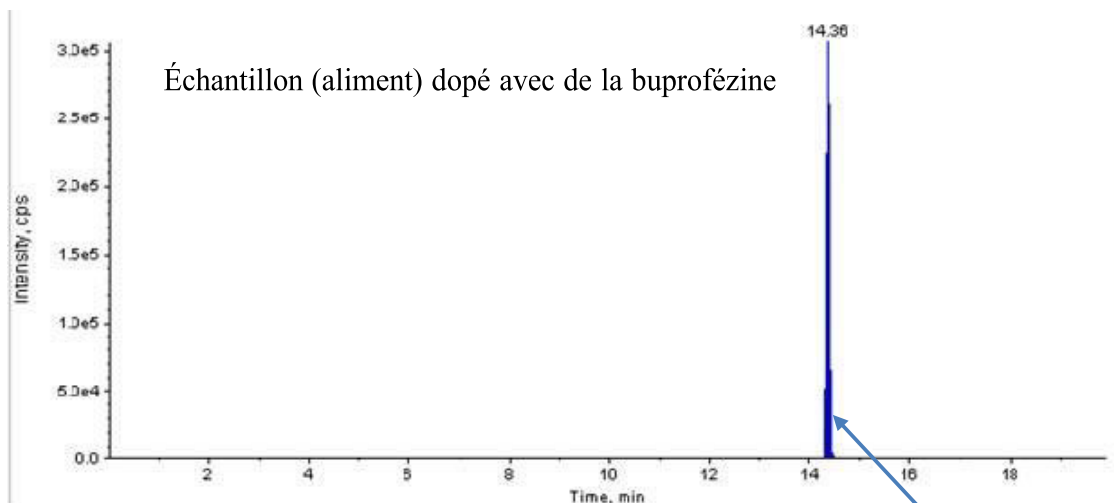
Colonne de garde : Fused-Core® C₁₈ (0,5cmx3,0mm, 2,7µm),

Système d'élus : A : 1 mmol/l de formiate d'ammonium avec 0,1 % d'acide formique dans de l'eau

B : Méthanol

	Paramètres de MS-MS		Durée (min) A (%) B (%)		
	Polarité	+	0	95	5
Débit : 500 µl/min	CUR	40 psi	2,0	65	35
Injection : 20 µl	CAD	Élevée	8,5	5	95
Température : 40 °C	IS	5500 V	15,0	5	95
Profil de gradient :	Temp.	400 °C	16,0	95	5
	GS1	35 psi	20,0	95	5
	GS2	45 psi			

	Q1	Q3	DP-(V)	EP-(V)	CE-(V)	CXP-(V)	TR (min)
Azoxystrobine 1	404,1	372,3	31	6,5	19	6	11,04
Azoxystrobine 2	404,1	344,2	31	6,5	25	6	11,04
Buprofézine 1	306,1	201,3	50	4	17	4	13,34
Buprofézine 2	306,1	106,0	50	4	31	4	13,34
Fenpyroximate 1	422,3	366,3	46	6	21	4	14,62
Fenpyroximate 2	422,3	135,2	46	6	45	4	14,62
Hexythiazox 1	353,3	228,0	41	6,5	19	4	14,02
Hexythiazox 2	353,3	168,3	41	6,5	31	4	14,02
Myclobutanil 1	289,1	70,2	41	5,5	31	4	11,56
Myclobutanil 2	289,1	125,1	41	5,5	39	4	11,56
Penconazole 1	284,2	159,1	36	5,5	35	4	12,28
Penconazole 2	284,2	70,2	36	5,5	29	4	12,28
Tétraconazole 1	372,1	159,0	46	4	39	4	11,79
Tétraconazole 2	372,1	70,1	46	4	39	4	11,79
Tolylfluanide 1	347,2	137,2	41	5,5	37	4	12,23
Tolylfluanide 2	347,2	238,0	41	5,5	15	4	12,23
Trifloxystrobine 1	409,3	186,1	41	4	23	4	12,85
Trifloxystrobine 2	409,3	206,3	41	4	19	4	12,85
Triflumizole 1	346,2	278,3	36	4	15	4	12,89
Triflumizole 2	346,2	73,1	36	4	23	4	12,89



Annexe 6 : Extraction des aflatoxines par CLHP

1. Solvants

Les solvants utilisés sont surtout :

- Acetonitrile grade HPLC utilisé comme phase mobile (MERCK) ;
- Méthanol grade HPLC utilisé comme solvant (MERCK).

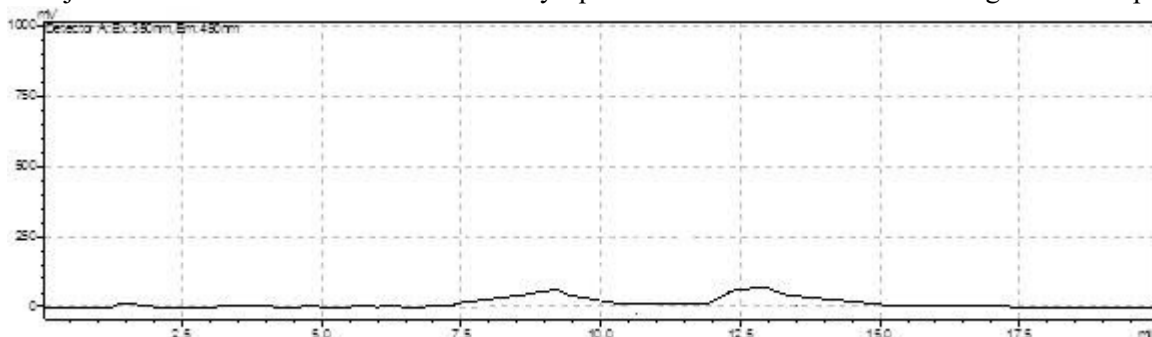
2. Réactifs

Les réactifs utilisés sont surtout :

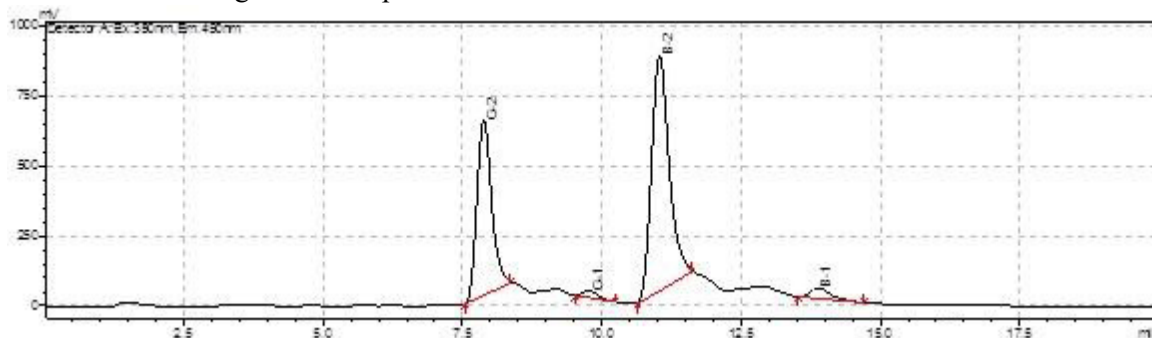
- Standard des Aflatoxines G1, G2, B1 et B2 (98 % de pureté), (Dr. Ehrenstorfer GmbH) ;
- Sulfate anhydre de sodium (Dr. Ehrenstorfer GmbH) ;
- Chlorure de sodium (99 %) (Dr. Ehrenstorfer GmbH);
- Acide acétique (Sigma Bioblock Scientific, France),
- Phosphate de potassium dihydrogéné (Fulka, France),
- Hydrogénocarbonate de sodium (Fulka, France).

3. Identification des pics

L'injection du blanc dans les conditions analytiques ci-dessus a donné le chromatogramme ci-après.



De même, l'injection de l'étalon mixte de 2,256 µg/Kg dans les conditions analytiques ci-dessus a donné le chromatogramme ci-après.



Annexe 7 : Détermination des indices nutritionnels

Dans les études, les enquêtes et toute autre activité, la détermination et estimation de la cible et de ses caractéristiques est primordiale.

1. Chez l'enfant de 0 à 6 mois : poids pour âge (P/A)

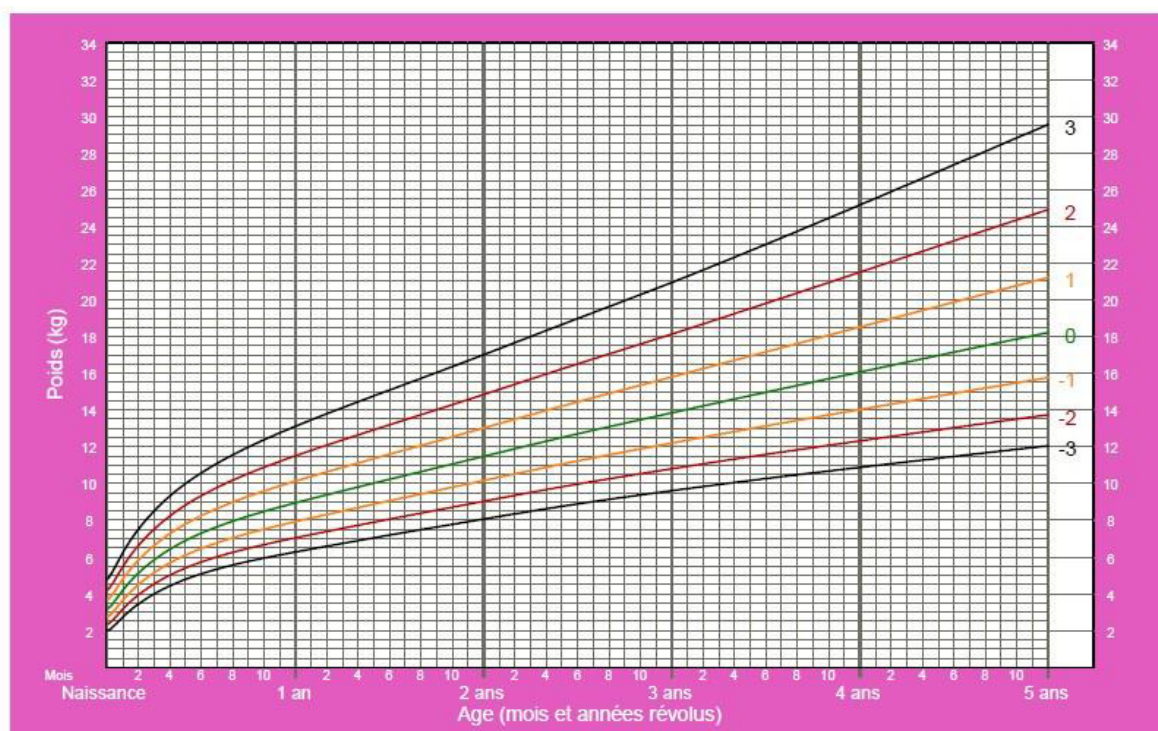
Cet indice est peu précis, mais il est sensible et prend toute sa valeur quand il est représenté sur une courbe de poids documentée régulièrement. Il est un indicateur de l'insuffisance pondérale traduisant à la fois la malnutrition aiguë et la malnutrition chronique. On parle de "dénutrition". Le poids doit être pris à chaque visite, rapporté à l'âge et notifié. Ceci permettra d'assurer le suivi de la croissance de l'enfant. L'indice P/A doit être interprété à l'aide de la courbe selon le sexe de l'enfant.

2. Chez les enfants de 6 à 59 mois : Poids pour Taille (P/T) et Taille pour Age (T/A)

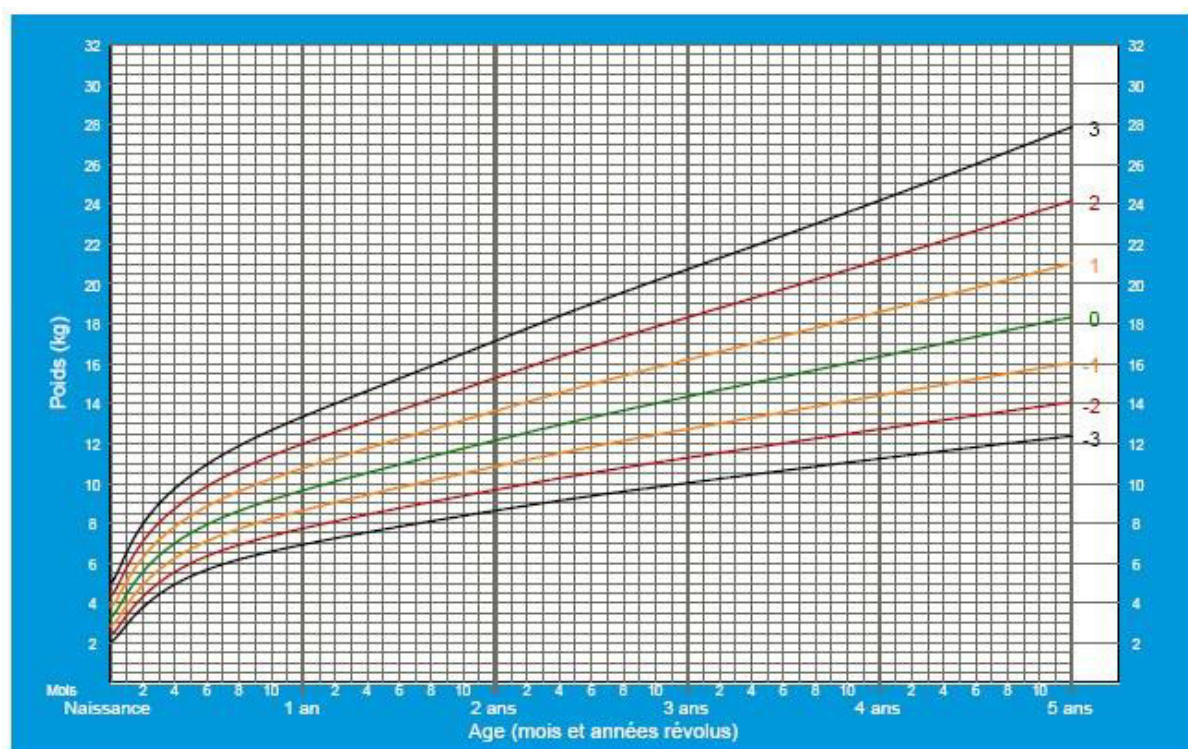
Le P/T est l'indice d'évaluation nutritionnelle le plus couramment utilisé dans les centres de santé. Il est un indicateur de malnutrition aiguë qui permet de détecter un enfant trop maigre par rapport à sa taille. Il reflète les pertes ou gain de poids récents = Amaigrissement ou Emaciation "WASTING". Le poids doit être pris à chaque visite, rapporté à la taille et notifié. La taille est mesurée à l'admission, la semaine suivante puis une (01) fois par mois. L'indice P/T doit être interprété à l'aide de la table unisexe Poids/Taille selon le z-score.

Le T/A permet d'apprécier le retard de croissance "STUNTING". Il est l'indice d'évaluation de la malnutrition chronique.

➤ filles



➤ garçons



Courbe de croissance poids pour l'âge de la naissance à 5 ans (valeurs du z)

Table Poids pour Taille garçons et filles											
Taille couchée	Poids en Kg – Z-score					Taille couchée	Poids en Kg – Z-score				
cm	-3	-2	-1.5	-1	0	cm	-3	-2	-1.5	-1	0
Utiliser la taille couchée pour les moins de 87 cm											
45	1.9	2.0	2.1	2.2	2.4	66	5.9	6.4	6.7	6.9	7.5
45.5	1.9	2.1	2.2	2.3	2.5	66.5	6.0	6.5	6.8	7.0	7.6
46	2.0	2.2	2.3	2.4	2.6	67	6.1	6.6	6.9	7.1	7.7
46.5	2.1	2.3	2.4	2.5	2.7	67.5	6.2	6.7	7.0	7.2	7.9
47	2.1	2.3	2.4	2.5	2.8	68	6.3	6.8	7.1	7.3	8.0
47.5	2.2	2.4	2.5	2.6	2.9	68.5	6.4	6.9	7.2	7.5	8.1
48	2.3	2.5	2.6	2.7	2.9	69	6.5	7.0	7.3	7.6	8.2
48.5	2.3	2.6	2.7	2.8	3.0	69.5	6.6	7.1	7.4	7.7	8.3
49	2.4	2.6	2.7	2.9	3.1	70	6.6	7.2	7.5	7.8	8.4
49.5	2.5	2.7	2.8	3.0	3.2	70.5	6.7	7.3	7.6	7.9	8.5
50	2.6	2.8	2.9	3.0	3.3	71	6.8	7.4	7.7	8.0	8.6
50.5	2.7	2.9	3.0	3.1	3.4	71.5	6.9	7.5	7.8	8.1	8.8
51	2.7	3.0	3.1	3.2	3.5	72	7.0	7.6	7.9	8.2	8.9

51.5	2.8	3.1	3.2	3.3	3.6	72.5	7.1	7.6	8.0	8.3	9.0
52	2.9	3.2	3.3	3.5	3.8	73	7.2	7.7	8.0	8.4	9.1
52.5	3.0	3.3	3.4	3.6	3.9	73.5	7.2	7.8	8.1	8.5	9.2
53	3.1	3.4	3.5	3.7	4.0	74	7.3	7.9	8.2	8.6	9.3
53.5	3.2	3.5	3.6	3.8	4.1	74.5	7.4	8.0	8.3	8.7	9.4
54	3.3	3.6	3.8	3.9	4.3	75	7.5	8.1	8.4	8.8	9.5
54.5	3.4	3.7	3.9	4.0	4.4	75.5	7.6	8.2	8.5	8.8	9.6
55	3.6	3.8	4.0	4.2	4.5	76	7.6	8.3	8.6	8.9	9.7
55.5	3.7	4.0	4.1	4.3	4.7	76.5	7.7	8.3	8.7	9.0	9.8
56	3.8	4.1	4.3	4.4	4.8	77	7.8	8.4	8.8	9.1	9.9
56.5	3.9	4.2	4.4	4.6	5.0	77.5	7.9	8.5	8.8	9.2	10.0
57	4.0	4.3	4.5	4.7	5.1	78	7.9	8.6	8.9	9.3	10.1
57.5	4.1	4.5	4.7	4.9	5.3	78.5	8.0	8.7	9.0	9.4	10.2
58	4.3	4.6	4.8	5.0	5.4	79	8.1	8.7	9.1	9.5	10.3
58.5	4.4	4.7	4.9	5.1	5.6	79.5	8.2	8.8	9.2	9.5	10.4
59	4.5	4.8	5.0	5.3	5.7	80	8.2	8.9	9.2	9.6	10.4
59.5	4.6	5.0	5.2	5.4	5.9	80.5	8.3	9.0	9.3	9.7	10.5
60	4.7	5.1	5.3	5.5	6.0	81	8.4	9.1	9.4	9.8	10.6
60.5	4.8	5.2	5.4	5.6	6.1	81.5	8.5	9.1	9.5	9.9	10.7
61	4.9	5.3	5.5	5.8	6.3	82	8.5	9.2	9.6	10.0	10.8
61.5	5.0	5.4	5.7	5.9	6.4	82.5	8.6	9.3	9.7	10.1	10.9
62	5.1	5.6	5.8	6.0	6.5	83	8.7	9.4	9.8	10.2	11.0
62.5	5.2	5.7	5.9	6.1	6.7	83.5	8.8	9.5	9.9	10.3	11.2
63	5.3	5.8	6.0	6.2	6.8	84	8.9	9.6	10.0	10.4	11.3
63.5	5.4	5.9	6.1	6.4	6.9	84.5	9.0	9.7	10.1	10.5	11.4
64	5.5	6.0	6.2	6.5	7.0	85	9.1	9.8	10.2	10.6	11.5
64.5	5.6	6.1	6.3	6.6	7.1	85.5	9.2	9.9	10.3	10.7	11.6
65	5.7	6.2	6.4	6.7	7.3	86	9.3	10.0	10.4	10.8	11.7
65.5	5.8	6.3	6.5	6.8	7.4	86.5	9.4	10.1	10.5	11.0	11.9

Table Poids pour Taille garçons et filles											
Taille debout	Poids Kg – Z-score					Taille debout	Poids Kg – Z-score				
cm	-3	-2	-1.5	-1	0	cm	-3	-2	-1.5	-1	0
Utiliser la taille debout pour les 87cm et plus											
87	9.6	10.4	10.8	11.2	12.2	104	13.0	14.0	14.6	15.2	16.5
87.5	9.7	10.5	10.9	11.3	12.3	104.5	13.1	14.2	14.7	15.4	16.7
88	9.8	10.6	11.0	11.5	12.4	105	13.2	14.3	14.9	15.5	16.8
88.5	9.9	10.7	11.1	11.6	12.5	105.5	13.3	14.4	15.0	15.6	17.0
89	10.0	10.8	11.2	11.7	12.6	106	13.4	14.5	15.1	15.8	17.2

89.5	10.1	10.9	11.3	11.8	12.8	106.5	13.5	14.7	15.3	15.9	17.3
90	10.2	11.0	11.5	11.9	12.9	107	13.7	14.8	15.4	16.1	17.5
90.5	10.3	11.1	11.6	12.0	13.0	107.5	13.8	14.9	15.6	16.2	17.7
91	10.4	11.2	11.7	12.1	13.1	108	13.9	15.1	15.7	16.4	17.8
91.5	10.5	11.3	11.8	12.2	13.2	108.5	14.0	15.2	15.8	16.5	18.0
92	10.6	11.4	11.9	12.3	13.4	109	14.1	15.3	16.0	16.7	18.2
92.5	10.7	11.5	12.0	12.4	13.5	109.5	14.3	15.5	16.1	16.8	18.3
93	10.8	11.6	12.1	12.6	13.6	110	14.4	15.6	16.3	17.0	18.5
93.5	10.9	11.7	12.2	12.7	13.7	110.5	14.5	15.8	16.4	17.1	18.7
94	11.0	11.8	12.3	12.8	13.8	111	14.6	15.9	16.6	17.3	18.9
94.5	11.1	11.9	12.4	12.9	13.9	111.5	14.8	16.0	16.7	17.5	19.1
95	11.1	12.0	12.5	13.0	14.1	112	14.9	16.2	16.9	17.6	19.2
95.5	11.2	12.1	12.6	13.1	14.2	112.5	15.0	16.3	17.0	17.8	19.4
96	11.3	12.2	12.7	13.2	14.3	113	15.2	16.5	17.2	18.0	19.6
96.5	11.4	12.3	12.8	13.3	14.4	113.5	15.3	16.6	17.4	18.1	19.8
97	11.5	12.4	12.9	13.4	14.6	114	15.4	16.8	17.5	18.3	20.0
97.5	11.6	12.5	13.0	13.6	14.7	114.5	15.6	16.9	17.7	18.5	20.2
98	11.7	12.6	13.1	13.7	14.8	115	15.7	17.1	17.8	18.6	20.4
98.5	11.8	12.8	13.3	13.8	14.9	115.5	15.8	17.2	18.0	18.8	20.6
99	11.9	12.9	13.4	13.9	15.1	116	16.0	17.4	18.2	19.0	20.8
99.5	12.0	13.0	13.5	14.0	15.2	116.5	16.1	17.5	18.3	19.2	21.0
100	12.1	13.1	13.6	14.2	15.4	117	16.2	17.7	18.5	19.3	21.2
100.5	12.2	13.2	13.7	14.3	15.5	117.5	16.4	17.9	18.7	19.5	21.4
101	12.3	13.3	13.9	14.4	15.6	118	16.5	18.0	18.8	19.7	21.6
101.5	12.4	13.4	14.0	14.5	15.8	118.5	16.7	18.2	19.0	19.9	21.8
102	12.5	13.6	14.1	14.7	15.9	119	16.8	18.3	19.1	20.0	22.0
102.5	12.6	13.7	14.2	14.8	16.1	119.5	16.9	18.5	19.3	20.2	22.2
103	12.8	13.8	14.4	14.9	16.2	120	17.1	18.6	19.5	20.4	22.4
103.5	12.9	13.9	14.5	15.1	16.4						

Abaque poids pour taille unisexe selon la valeur du z-score

3- Chez les enfants et adolescents de 5 à 18 ans : imc/âge

C'est l'indice utilisé pour le dépistage de la malnutrition chez l'enfant et l'adolescent de 5 à 18 ans. Il faut mesurer la taille (en centimètres) et prendre le poids (en kilogrammes). Déterminer la valeur de l'IMC/âge à l'aide du disque IMC (Annexe 5) ou à défaut utiliser les tables. Déterminer la valeur de l'IMC à l'aide des tables de détermination de l'IMC pour enfants et

adolescents 5–18 ans (Annexe 6) ou en utilisant la formule **IMC = P (en kg) / T² (en m)** ; puis la valeur de l'IMC-pour-âge à l'aide des tables d'IMC-pour-âge, selon le sexe.

➤ **En pratique en utilisant les tables :**

- Déterminer l'IMC en utilisant la table de détermination de l'IMC pour enfants et adolescents 5–18 ans :
 - a. Trouver le poids au bas de la colonne horizontale (arrondir au nombre entier le plus proche).
 - b. Trouver la taille dans la colonne verticale sur la gauche (en cm).
 - c. Les deux lignes se croisent en un chiffre qui est l'IMC.
- Déterminer l'IMC-pour-âge en utilisant l'une des tables d'IMC-pour-âge pour enfants et adolescents 5–18 ans, selon le sexe de l'enfant :
 - d. Arrondir l'âge en mois aux 6 mois les plus proches (ex : 6 ans et 2 mois à 6 :0).
 - e. Trouver la ligne correspondante à l'âge dans la colonne des âges.
 - f. Faire un tracé avec votre doigt tout droit traversant de la gauche vers la droite pour trouver la colonne dans laquelle la valeur de l'IMC déterminée précédemment se situe.
 - g. Interpréter selon la valeur du z-score.

➤ **En pratique en utilisant le disque :**

- Déterminer l'IMC en utilisant le disque IMC :
 - a. Tourner le disque pour aligner le poids et la taille du client.
 - b. Lire l'IMC indiqué par la flèche et le noter.

4- Chez l'adulte de plus de 18 ans et la femme non enceinte non allaitante : IMC

Cet indice est utilisé pour le dépistage de la malnutrition chez l'adulte de plus de 18 ans hormis les femmes enceintes et allaitantes. Il faut mesurer la taille (en mètre) et prendre le poids (en kilogrammes) afin de déterminer la valeur de l'IMC à l'aide du disque d'IMC (Annexe 5) ou à défaut à l'aide des tables de détermination de l'IMC pour adultes non enceintes, non allaitantes ≥ 18 ans (Annexe 8) ou en utilisant la formule **IMC= P (en kg) / T² (en m)** ; l'interprétation se fait sur la base de la valeur de l'IMC selon les tables de détermination. Le tableau de correspondance ci-dessous montre les seuils d'interprétation de l'état nutritionnel

5- Chez les femmes enceintes ou allaitantes : PB

Tableau 1 : Etat nutritionnel en fonction du PB chez les femmes enceintes ou allaitantes

PB (mm)	Interprétation
< 185 mm	Malnutrition aigüe sévère (MAS)
185 à < 230 mm	Malnutrition modérée
≥ 230 mm	Etat nutritionnel normal

6- Indicateurs nutritionnels en lien avec la diversité alimentaire

Tableau II : Indicateurs nutritionnels en lien avec la diversité alimentaire

Indicateurs	Valeur et unité	Année	Niveau par rapport aux pays LIC/LMIC
Prévalence de la sous-alimentation	14,9%	2017-2019	2
Part de l'apport énergétique alimentaire provenant des céréales, racines et tubercules	66%	2011-2013	2
Apport moyen en protéines	57,7g/personne/jour	2011-2013	2
Quantité d'apport en graisse	59,51g/personne/jour	2018	3
Prévalence du retard de croissance	21,6%	2016	4
Prévalence de l'émaciation	6,1%	2016	3
Prévalence de l'anémie chez les femmes	52,9%	2016	1

Source : FAO, 2020c. FAOSTAT. Sécurité alimentaire. www.fao.org/faostat/en/#data/FS (page Web consultée le 15 décembre 2021).

Annexe 8 : Notions de base en nutrition

Nutrition : C'est l'ensemble des réactions (métaboliques) par lesquelles notre organisme transforme et utilise les aliments pour obtenir tout ce dont il a besoin pour son bon fonctionnement et pour se maintenir en vie.

Aliments : Ce sont des substances naturelles complexes qui contiennent au moins deux nutriments. Ils fournissent les nutriments (glucides, protéines, lipides, vitamines et minéraux) nécessaires à l'homme pour le bon fonctionnement de son corps (rester en vie, se déplacer, travailler, construire de nouvelles cellules et tissus pour la croissance, la résistance et la lutte contre les infections).

Nutriments : Ce sont des substances chimiques provenant de la transformation de l'aliment dans l'organisme. Les nutriments essentiels pour la santé sont les macronutriments et les micronutriments. *Les macronutriments* sont des substances qui sont nécessaires en grande quantité au bon fonctionnement de l'organisme. Ce sont les protéines, les glucides et les lipides. *Les micronutriments* sont des substances qui sont nécessaires en petite quantité au bon fonctionnement de l'organisme. Ce sont les éléments tels que les vitamines, les sels minéraux et les oligo-éléments. Ces micronutriments sont indispensables à la bonne assimilation, à la bonne transformation, à la bonne utilisation des macronutriments. Les micronutriments ne peuvent pas être fabriqués par l'organisme et doivent impérativement être apportés par une alimentation variée, équilibrée et de bonne qualité.

Alimentation : C'est l'action d'introduire les aliments dans l'organisme.

Alimentation équilibrée : Ensemble de mesures concernant la quantité de nourriture, leur répartition dans la journée, le type d'aliments et la manière de s'alimenter dans un but de respect de l'équilibre alimentaire. Une alimentation équilibrée est composée de toutes les substances nécessaires au bon fonctionnement de notre organisme. Elle doit donc apporter suffisamment de macro et de micronutriments.

Besoins nutritionnels : La quantité moyenne d'énergie et d'autres nutriments nécessaires chaque jour à l'organisme pour se maintenir en bon état de santé physique et psychique en tenant compte de son état physiologique, de son sexe, de son poids, de son âge et de l'activité physique. Le métabolisme de base est l'énergie minimale dont l'organisme a besoin.

Calories : C'est l'unité de mesure de la valeur énergétique ou de la quantité d'énergie contenue dans les aliments.

Digestion : C'est le processus de transformation par l'appareil digestif des aliments en substances plus petites, les nutriments afin qu'ils soient absorbés et passent dans le sang.

Eau : C'est la principale composante du corps humain (60 % de la masse corporelle). Elle est nécessaire pour la digestion, l'absorption et les autres fonctions du corps. Elle est perdue régulièrement par la sueur, les urines et la respiration. Environ 1 000 ml (4–8 verres) d'eau sont nécessaires à l'organisme chaque jour.

Etat nutritionnel : C'est l'état physiologique d'un individu qui résulte de la relation entre la consommation alimentaire (en macro et micro nutriments) et les besoins, ainsi que de la capacité du corps à absorber et utiliser les nutriments.

Malnutrition : C'est un état pathologique résultant d'une inadéquation par excès ou par défaut entre les apports alimentaires et les besoins de l'organisme. La malnutrition revêt trois formes différentes :

- La sous-alimentation ou sous- nutrition (manger insuffisamment)
- Les carences alimentaires (manger mal ou de façon déséquilibrée)
- La suralimentation ou sur- nutrition (manger trop)

La malnutrition est le plus souvent un état complexe où peuvent se mêler des carences multiples et concomitantes en calories, en protéines et en micronutriments.

Sécurité alimentaire existe lorsque tous les êtres humains ont, à tout moment, la possibilité physique, sociale et économique de se procurer une nourriture suffisante, saine et nutritive leur permettant de satisfaire leurs besoins et préférences alimentaires pour mener une vie saine et active.

Aliments transformés : Aliments dans lesquels les denrées alimentaires brutes ont été transformées par un processus industriel pour en permettre la conservation. Certains peuvent être formulés en mélangeant plusieurs ingrédients différents.

Apport adéquat (AI) : Valeur d'apport recommandée, basée sur des approximations ou des estimations, observées ou déterminées de façon expérimentale, des apports nutritionnels dans un groupe ou des groupes de personnes apparemment en bonne santé et supposés adéquats.

Apport alimentaire recommandé (DRI) : Estimation quantitative d'un apport en éléments nutritifs utilisée comme valeur de référence pour la planification et l'évaluation de régimes alimentaires pour les personnes apparemment en bonne santé.

Apport habituel : Apport moyen chez un individu sur une période relativement longue.

Apport maximal tolérable (UL) : Le plus grand apport journalier moyen d'un élément nutritif qui ne risque pas de créer un risque d'effets indésirables sur la santé chez la quasi-totalité des individus apparemment en bonne santé d'un groupe d'âge et de sexe spécifique.

Apport nutritionnel recommandé (RNI) : Apport journalier qui couvre les besoins en éléments nutritifs de la quasi-totalité des individus apparemment en bonne santé d'un groupe d'âge et de sexe spécifique. Il se calcule en ajoutant deux écarts types au besoin moyen estimé.

Apports nutritionnels recommandés (RDA) : Définis par le Food and Nutrition Board des États-Unis d'Amérique, et identiques dans leur principe aux RNI, mais qui peuvent avoir une valeur légèrement différente pour certains micronutriments.

Assurance de la qualité : Mise en œuvre des activités planifiées et systématiques nécessaires pour assurer que des produits ou des services satisfont aux normes de qualité. La performance de l'assurance qualité peut être exprimée sous forme numérique par les résultats des procédures de contrôle de la qualité.

Besoin en élément nutritif : Apport régulier le plus faible d'un élément nutritif qui maintiendra chez un individu un niveau de nutrition défini pour un critère spécifique d'adéquation nutritionnelle.

Besoin moyen estimé (BME, en anglais EAR) : Apport nutritionnel journalier moyen (médian) considéré comme couvrant les besoins de la moitié des individus en bonne santé d'un groupe d'âge et de sexe spécifique. Le BME sert à déterminer l'apport nutritionnel recommandé (RDA).

Biodisponibilité relative : Utilisée pour classer l'absorbabilité d'un élément nutritif en la comparant avec celle d'un élément nutritif de référence considéré comme ayant l'absorbabilité la plus efficiente.

Contrôle de la qualité : Techniques et évaluations utilisées pour documenter la conformité du produit à des normes techniques établies, et faisant appel à des indicateurs objectifs et mesurables.

Efficacité en conditions contrôlées (ou efficacité théorique) : Capacité d'une intervention telle que l'enrichissement des aliments à obtenir l'impact souhaité dans des conditions idéales. Cette notion se rapporte habituellement aux essais d'intervention expérimentaux réalisés dans des conditions bien contrôlées.

Efficacité en conditions réelles (ou efficacité pratique) : Impact d'une intervention dans la pratique. Par rapport à l'efficacité en conditions contrôlées, l'efficacité pratique d'un programme d'enrichissement des aliments sera limitée par des facteurs tels que l'absence de consommation, ou la faible consommation, de l'aliment enrichi.

Enrichissement ciblé : Enrichissement d'aliments destinés à des sous-groupes de population spécifiques, comme les aliments complémentaires pour nourrissons.

Enrichissement des aliments dans un but commercial : Situation dans laquelle le fabricant de produits alimentaires prend l'initiative d'ajouter un ou plusieurs micronutriments aux aliments transformés, habituellement dans les limites fixées par la réglementation, dans le but d'augmenter les ventes et de réaliser davantage de profit.

Enrichissement des aliments : Adjunction de micronutriments dans un aliment ou une denrée alimentaire, que ces éléments nutritifs soient originellement présents ou non dans l'aliment avant sa transformation. Synonyme : fortification alimentaire.

Enrichissement universel : Adjunction de micronutriments à des aliments de consommation courante dans le grand public comme les céréales, les condiments et le lait.

Équivalence nutritionnelle : S'obtient lorsqu'un élément nutritif essentiel est ajouté à un produit élaboré de façon à ressembler à un aliment de consommation courante par son aspect, sa texture, sa saveur et son odeur, de telle sorte que le produit de substitution ait une valeur nutritive similaire en termes de quantité et de biodisponibilité de l'élément nutritif essentiel ajouté.

Évaluation : Évaluation de l'efficacité en conditions réelles et de l'impact du programme sur la population cible. L'évaluation a pour but d'apporter la preuve que le programme atteint ses objectifs nutritionnels.

Fortification alimentaire : Synonyme d'enrichissement des aliments. Action qui consiste à augmenter délibérément la teneur d'un aliment en un micronutriment essentiel (vitamines et minéraux, y compris oligo-éléments), de façon à améliorer la qualité nutritionnelle de l'alimentation et à apporter un bénéfice sur le plan de la santé publique avec un risque minimal pour la santé.

Iodation universelle du sel : Adjonction d'iode à la totalité du sel destiné à la consommation humaine et animale.

Limite de coût : Augmentation maximale acceptable du prix d'une denrée alimentaire due à son enrichissement en micronutriments.

Limite de sécurité : La plus grande quantité d'un micronutriment qui peut être ajoutée sans danger à des aliments spécifiques. Elle prend en compte l'apport maximal tolérable (UL) pour l'élément nutritif considéré et le 95^e centile de la consommation de l'aliment enrichi, et aussi le fait que l'élément nutritif est également consommé avec des aliments non enrichis, et peut subir des pertes pendant le stockage, la distribution et/ou la cuisson.

Limite technologique : Niveau maximal d'adjonction d'un micronutriment qui ne modifie pas les propriétés organoleptiques ou physiques de l'aliment.

Micronutriment essentiel : Tout micronutriment nécessaire pour la croissance et le développement et pour le maintien d'une vie en bonne santé, normalement consommé en tant que constituant des aliments et qui ne peut être synthétisé en quantités suffisantes par l'organisme humain.

Niveau d'enrichissement réalisable (FFL) : Niveau qui est déterminé, sous réserve des contraintes technologiques et de coût, comme celui qui fournit au plus grand nombre de personnes à risque un apport adéquat sans créer un risque inacceptable d'apport excessif dans l'ensemble de la population.

Niveau maximal tolérable (MTL) : Teneur maximale en micronutriment qu'un aliment enrichi peut contenir selon la législation sur les denrées alimentaires, afin de réduire au minimum le risque d'apport excessif.

Cette valeur doit être égale ou inférieure à la limite de sécurité.

Niveau minimal d'enrichissement (mFL) : Valeur calculée en diminuant le niveau d'enrichissement réalisable de trois écarts types (ou coefficients de variation) du processus d'enrichissement, de façon que la moyenne soit égale ou inférieure à la valeur calculée du niveau d'enrichissement réalisable.

Niveau minimal légal (LmL) : Quantité minimale d'un micronutriment qu'un aliment enrichi doit contenir conformément à la réglementation et aux normes nationales. Cette valeur s'obtient en ajoutant la teneur intrinsèque de l'aliment en un micronutriment au niveau d'enrichissement choisi.

Pré-mélange (ou pré-mix) : Mélange d'un ou plusieurs micronutriments et d'un autre ingrédient, souvent de même nature que l'aliment à enrichir, ajouté au véhicule alimentaire pour améliorer la répartition du mélange de micronutriments au sein de l'aliment et pour réduire la séparation (ségrégation) entre l'aliment et les particules de micronutriments.

Produits alimentaires : Aliments de base, condiments et lait.

Restitution : Adjonction d'éléments nutritifs essentiels à des aliments pour reconstituer les quantités présentes à l'origine dans le produit naturel, mais perdues de façon inévitable lors de sa transformation (mouture), de son stockage ou de sa manutention.

Surveillance : Processus continu de collecte et d'examen d'informations sur les activités de mise en œuvre du programme dans le but d'identifier des problèmes (comme la non-conformité) et de prendre des mesures correctrices pour que le programme atteigne ses objectifs déclarés.

Valeurs nutritionnelles de référence (VNR) : Valeurs de référence définies par la Commission du Codex Alimentarius dans le but d'harmoniser l'étiquetage des aliments transformés. Ces valeurs sont applicables à tous les membres de la famille âgés de trois ans et plus. Elles sont constamment révisées à la lumière des nouvelles avancées des connaissances scientifiques.

Annexe 9 : Listes des productions scientifiques

1- Articles publiés

- Lassinan O., Jaures G. O. & Maxwell B. G. A. (2024). Nutritional status of the population of Haut- Sassandra (Central-Western Côte D'Ivoire). *Asian Journal of Nutrition & Food Sciences*, 1(5): 11-25. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.13709425>.

2- Communications scientifiques

- Etat nutritionnel des enfants de 6-59 mois reçus au service dietetique du chr de daloa et qualite nutritive des aliments de complements proposes.
- Ouattara L., Niaba P. K. V., Beugre G. A. M. (2017). Etat nutritionnel des enfants de 6-59 mois reçus au service dietetique du chr de daloa et qualite nutritive des aliments de complements proposes. *Laboratoire d'Agrovalorisation de Département de Biochimie-Microbiologie ; UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa, BP 150 Daloa-Côte d'Ivoire. 2ème Journées Scientifiques de Nutrition et des Sciences des Aliments. Corresponding author email: ouattaralassinan@gmail.com.*

Annexe 10 : Titres et documents administratifs

 UNIVERSITÉ JEAN LOROUGNON GUEDE	 Agroparc UFR AGROFÔRESTIERE
REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique	
ATTESTATION DE PARTICIPATION	
Décernée à :	
Monsieur OUATTARA LASSINAN,	
Au cours des deuxièmes Journées Scientifiques de Nutrition et des Sciences des Aliments, tenues à l'Université Jean Lorougnon Guédé, Daloa, Côte d'Ivoire, les 1 ^{er} et 2 Août 2018, pour la participation.	
En foi de quoi, la présente attestation est délivrée pour servir et valoir ce que de droit.	
Daloa, le 02 Août 2018	
Vice-Président, Université Jean Lorougnon Guédé  Prof. KONE TIDIANI	Président du Comité Scientifique  Dr BEUGRE GRAH AVIN MAXWELL

ATTESTATION DE PARTICIPATION



PASRES
Programme National de Recherche
Scientifique

décerne cette attestation à

OUATTARA Lassinan

pour sa participation effective à l'atelier de formation sur
le thème :

Rédaction d'articles scientifiques,

à L'Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa (UJLoG) en Côte d'Ivoire,
les 16, 17, 18 et 19 Novembre 2021.

Secrétaire Exécutif du PASRES



Docteur OUATTARA Annette

Fait à Daloa, le 19 Novembre 2021



International Repository
Partner (Europe)



An International, Peer Reviewed, Open Access Scholarly Journal

Published by: Nerdy Grad

Email : ajnfs.editor@gmail.com Website : www.ajnfs.com

CERTIFICATE OF PUBLICATION

This certificate is proudly presented to

OUATTARA Lassinan

for publishing his/her Research work

Titled "Nutritional status of the population of Haut-Sassandra
(Central-Western Côte D'Ivoire)" in volume 01, Issue 05 (August, 2024)

with a DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.13709425>

R. Eni Grace

Founder & CEO
Nerdy Grad

HEAD OFFICE:

23/12, Club Road, Chetpet,
Chennai 600031, Tamil Nadu, India

Vinathy

Managing Director
Nerdy Grad

Indexed in:



PUBLICATIONS

Nutritional status of the population of Haut-Sassandra (Central-Western Côte D'Ivoire)

1 *OUATTARA Lassinan, 2 GBOTOGNON Oscar Jaurès and 3 Beugre Grah Avit
Maxwell 

1 Laboratoire d'Agrovalorisation de Département de Biochimie-Microbiologie ; UFR
Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa, BP 150 Daloa-Côte d'Ivoire.
2 Laboratory of Biochemistry and Food Technology, Nangui Abrogoua University, 02 BP 801,
Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

Corresponding Author: ouattaralassinan@gmail.com

Submitted: 17/08/2024

Accepted: 25/08/2024

Published: 06/09/2024

Abstract

Objective:

The present study assessed the nutritional status of the population as a whole in the Haut-Sassandra region using nutrition data from the regional health service.

Methodology and results:

The results of the qualitative assessment of nutritional status revealed that nutritional management in the Haut-Sassandra region had a high number (372534) of people having benefited from a nutritional assessment (weight gain and height). Acute malnutrition affected a significant number of the target population, with 1138 severe acute malnourished without complications and 2662 moderate acute malnourished. Thus, 2820 people were overweight and 1188 obese. However, stunting affected 44 children under the age of 5. The total population of Haut-Sassandra studied was made up of 165803 males, 214905 females, 61900 pregnant women and 27547 nursing mothers, for a total of 380708. Females accounted for the majority in 56% of cases, with a sex ratio of 0.77. Pregnant women accounted for the majority of cases (69%), although 61900 of the 89447 women were breastfeeding. People aged 25 and over represented the majority age group in 32.73% of cases, however, 45.11% of children under 5 were represented, which shows the real problem of nutritional health in the population as a whole. Among the population of Haut-Sassandra, 1138 were severely acutely malnourished without complication (13.92%); 322 were severely acutely

Research Article

with complication (3.94%); 2662 were moderately acutely malnourished (32.57%); 2820 were overweight (34.50%); 1188 were obese (14.53%) and 44 were stunted (0.54%). This was referred to in the 2015 report on the analysis of the nutritional situation in Côte d'Ivoire, where it is stipulated that Côte d'Ivoire is experiencing the problem of the double burden of malnutrition marked by undernutrition (stunting, acute malnutrition, underweight, and micronutrient deficiencies) and the emergence of overnutrition (overweight and obesity) and nutrition-related chronic non-communicable diseases.

Partial conclusion

The nutritional status of the population of Haut-Sassandra was assessed. Data results showed that this region is heavily affected by non-communicable diseases.

Key words:

" Malnutrition, Nutritional status, Haut-Sassandra region, Population."

Nutritional status of the population of Haut-Sassandra (Central-Western Côte D'Ivoire) © 2024 by OUATTARA Lassinan, GBOTOGNON Oscar Jaurès and Beugre Grah Avit Maxwell is licensed under CC BY-NC-ND 4.0. To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Introduction:

According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), malnutrition affects almost 90% of the world's population, or 1 billion people in developing countries (FAO, 2009). Malnutrition can affect people at any age in a variety of ways. Worldwide, the three most common forms of micronutrient malnutrition are iron, vitamin A and iodine deficiencies. They affect at least a third of the world's population (WHO & FAO, 2011). Several studies have shown that malnutrition has multiple, overlapping causes. These causes have been organized hierarchically into immediate, underlying and fundamental causes.

It is estimated that in 2022, worldwide, around 149 million children under the age of 5 were stunted (too small for their age), 45 million were wasted (too thin for their height), and 37 million were overweight or obese (FAO, 2022).

In many African countries, the population consumes food to fill their stomachs, without taking into account the dietary balance (proteins, lipids, carbohydrates, vitamins and minerals). Yet nutrition plays an essential role in the optimal functioning of the body. The state of health of an individual or group influenced by diet, the level of nutrients in the body and the ability of these levels to maintain normal metabolic integrity is called nutritional status (Shubhangini, 2012). Nutritional status is the physiological state of an individual that results from the balance between nutrient requirements and intakes, and the body's ability to utilize these nutrients (Srilakshmi, 2016). A healthy population is essential for any country to be productive and promote national development. It is therefore the primary duty of every country to monitor and care for the health of its population. Nutritional status can be determined by correlating information obtained from a careful medical and dietary history, taking physical measurements of the body, clinical examination and appropriate laboratory tests. However, it has been reported that nutritional status is influenced by food consumption patterns, income, religion, attitudes, cultural practices, gender, lifestyle, education level, physiological status and age (Srilakshmi, 2016). These factors affect the quality and quantity of nutritional intake. Adequate dietary intake is essential, as nutritional well-being plays an important role in promoting and maintaining health. Poor nutritional status is associated with inadequate dietary intake.

Like other Sahelian countries, Côte d'Ivoire is no exception. Although Côte d'Ivoire has a diversity of food resources sufficient to feed its population, malnutrition remains a public health problem affecting all age groups: infants, pre-school and school-age children, adolescents, pregnant and breastfeeding women, and the elderly. It also affects adolescents, pregnant and breastfeeding women, and the elderly. These food resources are available on the markets ((Srilakshmi, 2016) ; Kanasop et al, 2014)).

However, this has often been lacking both qualitatively and quantitatively in some communities, leading to the emergence of malnutrition. In Côte d'Ivoire, a food security survey was carried out in July 2011. It showed that around 29.3% of rural households surveyed in the ten development poles were food insecure, of which 6.9% were severely and 22.4% moderately food insecure (EDS-CI, 2012). This is the case of the Haut Sassandra region, which was considered an exemplar in terms of food security (98.7%). It is marked by a problem of malnutrition in all its forms.

However, this has often been lacking both qualitatively and quantitatively in some communities, leading to the emergence of malnutrition. In Côte d'Ivoire, a food security survey was carried out in July 2011. It showed that around 29.3% of rural households surveyed in the ten

Research Article

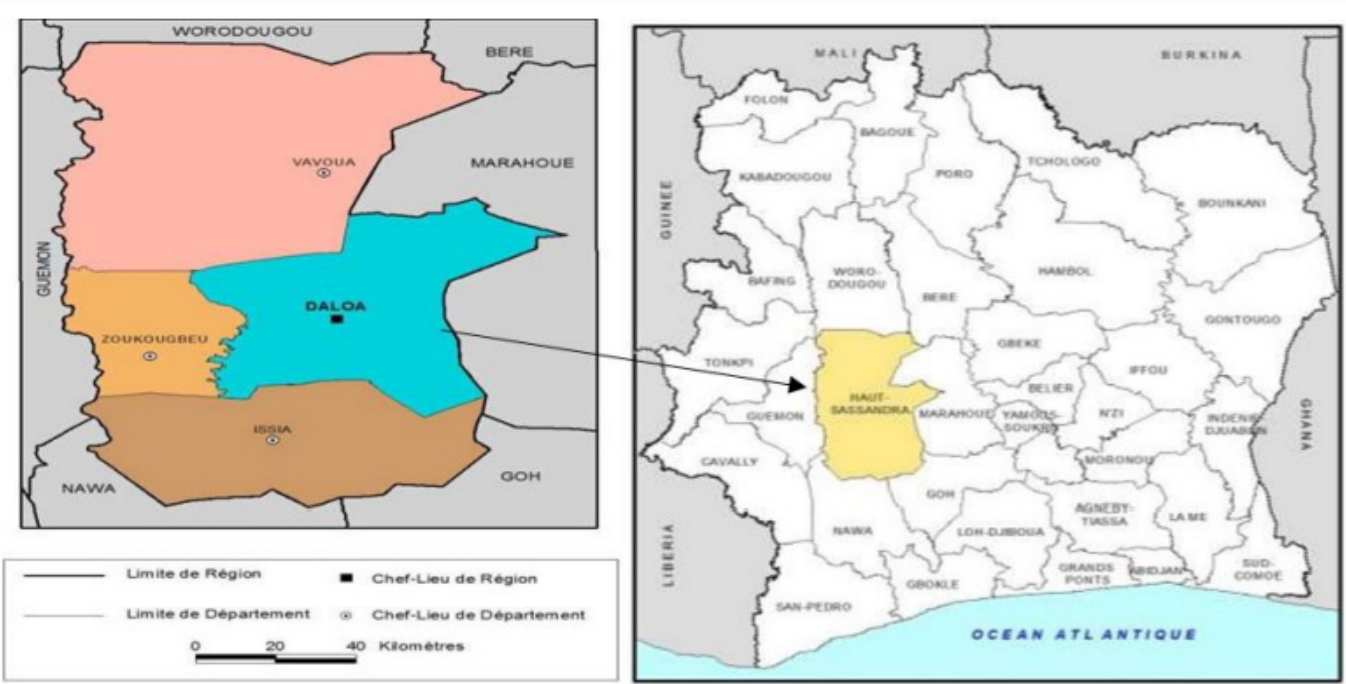
development poles were food insecure, of which 6.9% were severely and 22.4% moderately food insecure (EDS-CI, 2012). This is the case of the Haut Sassandra region, which was considered an exemplar in terms of food security (98.7%). It is marked by a problem of malnutrition in all its forms.

Despite the abundance of various foodstuffs in the Haut Sassandra region, undernutrition rates among children under 5 and other vulnerable groups persist and are on the rise. Given this situation, the major question is whether the nutritional status and quality of the food consumed by the population in the Haut Sassandra region are known? And what is the impact of the food consumed on the population's health? The aim of this research is to assess the nutritional status of households in the Haut Sassandra region, with a view to setting up programs to combat malnutrition.

Materials and Methods:

1. Presentation of the sampling study area

Data were collected from the regional health service to assess the nutritional status of the population in the Haut-Sassandra region. Haut-Sassandra is located in central-western Côte d'Ivoire. The region is bordered to the north by the Worodougou (Séguela) and Béré (Mankono) regions, to the south by the Côt (Gagnoa) and Nawa (Soubré) regions, to the west by the Guémon (Duékoué) and Tonkpi (Man) regions, and to the east by the Marahoué (Bouaflé) region. Covering an area of 17,761 km², Haut Sassandra represents 5.5% of the national territory. It comprises four Departments: Daloa (capital), 141 km from Yamoussoukro and 383 km from Abidjan; Issia; Vavoua; Zoukougbeu. Its population is 1,611,490 (Anonymous 1, 2022).



Source: INS, 2015

Figure 1: Map of the Haut-Sassandra region taken from the map of Côte d'Ivoire

Research Article

2. Preparation of collection tools

To assess the nutritional status of the target population, we based ourselves on indicators. The choice of these indicators, was obtained from the objectives of this work and highlight several indicators that were considered to be variables in the questionnaires to support our survey. The variables collected concerned: Number of people having benefited from a nutritional assessment; Severe acute malnutrition without complication; Severe acute malnutrition with complication; Moderate acute malnutrition; Overweight; Obesity; Growth retardation. The target population was made up of the following age groups: 0-5 months, 6-11 months, 12-23 months, 24-59 months, 5-9 years, 10-14 years, 15-19 years, 20-24 years, 25 years and over, pregnant and breastfeeding women.

Sampling and selection of respondents

Households participating in the survey were selected using the systematic sampling technique. The number of households surveyed was 500 urban households and 406 rural households determined according to the expression of **Giezendanner (2012)**. The choice of the number of households in each department chief town was proportional to the demographic size of each department (quota sampling) and the number of households per department chief town.

$$n = t^2 x \frac{p(1-p)}{e^2}$$

With n: the sample size, e: the margin of error, t: the margin coefficient deduced from the confidence rate, p: the proportion of items in the parent population that exhibit a given property

Table I: Number of households surveyed by study area

Departmental capitals	Number of households surveyed
Zougougbeu	72
Issia	208
Vavoua	254
Daloa	372

3. RESULTS

In order to meet the requirements of a healthy and profitable diet, it is important to take a closer look at nutrition data and assess the nutritional status of the population of the HautSassandra region. The aim of this study was to describe nutrition initiatives in the different departments of the Haut-Sassandra region. The aim was to gain a better understanding of the relationship between these actions and the quality of food consumed. This investigation is a prerequisite for, on the one hand, understanding the impact of nutritional status on the quality of food consumed and, on the other hand, identifying the nature and origin of risks in order to propose appropriate measures to reduce malnutrition and chronic diseases.

Socio-demographic characteristics of target populations

Overall, 372534 interviews were carried out for the number of people who benefited from a nutritional assessment (weight and height gain), including 30560 (0-5 months), 25018 (6-11 months), 45433 (12-23 months), 67554 (24-59 months), 24721 (5-9 years), 13890 (10-14 years), 18210 (15-19 years), 25875 (20-24 years), 121273 (25 years and over), 61651 (pregnant women) and 27490 (breastfeeding women) (Table II).

Profile of target populations by nutritional status indicator

For severe acute malnourished without complications, there were 1138 in total, including 47 (0-5 months), 246 (6-11 months), 453 (12-23 months), 273 (24-59 months), 26 (5-9 years), 3 (10-14 years), 4 (15-19 years), 9 (20-24 years), 77 (25 years and over), 22 (pregnant women) and 1 (nursing women). Severe acute malnutrition with complications totalled 322, with 45 (0-5 months), 70 (6-11 months), 120 (12-23 months), 60 (24-59 months), 9 (5-9 years), 4 (10-14 years), 0 (15-19 years), 1 (20-24 years), 13 (25 years and over), 0 (pregnant women) and 0 (breastfeeding women).

As for moderate acute malnourished, 2662 in total with 0 (0-5 months), 290 (6-11 months), 527 (12-23 months), 408 (24-59 months), 259 (5-9 years), 153 (10-14 years), 131 (15-19 years), 195 (20-24 years), 699 (25 years and over), 47 (pregnant women) and 7 (breastfeeding women).

Thus, 2820 people were overweight, with 0 (0-5 months), 18 (6-11 months), 16 (12-23 months), 10 (24-59 months), 49 (5-9 years), 42 (10-14 years), 140 (15-19 years), 376 (20-24 years), 2169 (25 years and over), 142 (pregnant women) and 38 (nursing women).

Obesity affected 1188 people, including 0 (0-5 months), 3 (6-11 months), 2 (12-23 months), 4 (24-59 months), 9 (5-9 years), 10 (10-14 years), 72 (15-19 years), 147 (20-24 years), 941 (25 years and over), 38 (pregnant women) and 11 (breastfeeding women).

In addition, stunted growth affected 44 children under 5, including 8 (0-5 months), 12 (6-11 months), 13 (12-23 months) and 11 (24-59 months) (Tables II and III).

Research Article

Table II: Presentation of target population by indicator

Total	372534	1138	322	2662	2820	1188	44
F.A	27490	1	0	7	38	11	0
F.E	61651	22	0	47	142	38	0
25 years and	79734	48	10	430	1341	684	0
20 - 24 years	41539	29	3	269	828	257	0
15 - 19 years	17161	8	1	140	254	109	0
10 - 14 years	8714	1	0	55	122	38	0
5 - 9 years	11358	2	0	75	104	50	0
0 - 5 months	6852	2	0	56	36	22	0
5 - 9 years	7139	2	1	47	28	2	0
10 - 14 years	6751	1	3	106	14	8	0
15 - 19 years	12007	11	3	132	27	5	0
20 - 24 years	12714	15	6	127	22	4	0
25 - 29 years	33389	143	35	218	3	2	5
30 - 34 years	34165	130	25	190	7	2	6
35 - 39 years	22233	250	46	280	8	0	6
40 - 44 years	23200	203	74	247	8	2	7
45 - 49 years	12277	136	31	160	10	3	0
50 - 54 years	12741	110	39	130	8	0	12
55 - 59 years	14704	29	19	0	0	0	5
60 - 64 years	15856	18	26	0	0	0	3
65 - 69 years							
70 - 74 years							
75 - 79 years							
80 - 84 years							
85 - 89 years							
90 - 94 years							
95 - 99 years							
100 years and over							
NPRNA							
MAMW							
SAMW							
MAM							
Overwei							
Obesity							
RC							

Research Article

M: Male;
F: Female
NPRNA: Number of people who received a nutritional assessment (weight and height)
MAMWC: Severe acute malnutrition without complications
SAMWC: Severe acute malnutrition with complications
MAM: Moderate acute malnutrition
PW: Pregnant women **NW :** Nursing women
GR:GrowthRetardation

Table III: Presentation of target population by indicator

	0 - 5 months		6 - 11 months		12 - 23 months		24 - 59 months		5 - 9 years		10 - 14 years		15 - 19 years		20 - 24 years		25 years and over		F.E	F.A	Total
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F			
NPABEN	15856	14704	12741	12277	23200	22233	34165	33389	12714	12007	6751	7139	6852	11358	8714	17161	41539	79734	61651	27490	372534
MASSC	18	29	110	136	203	250	130	143	15	11	1	2	2	2	1	8	29	48	22	1	1138
MASAC	26	19	39	31	74	46	25	35	6	3	3	1	0	0	0	1	3	10	0	0	322
MAM	0	0	130	160	247	280	190	218	127	132	106	47	56	75	55	140	269	430	47	7	2662
Overwei	0	0	8	10	8	8	7	3	22	27	14	28	36	104	122	254	828	1341	142	38	2820
Obesity	0	0	0	3	2	0	2	2	4	5	8	2	22	50	38	109	257	684	38	11	1188
RC	3	5	12	0	7	6	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44

M: Male;
F: Female
NPRNA: Number of people who received a nutritional assessment (weight and height)
MAMWC: Severe acute malnutrition without complications
SAMWC: Severe acute malnutrition with complications
MAM: Moderate acute malnutrition
PW: Pregnant women
NW : Nursing women
GR:GrowthRetardation

Representation of target populations by sex and maternal status

The target population was made up of 165803 males, 214905 females, 61900 pregnant women and 27547 nursing mothers, for a total of 380708 (Figures 1 and 2).

Females accounted for the majority in 56% of cases, with a sex ratio of 0.77.

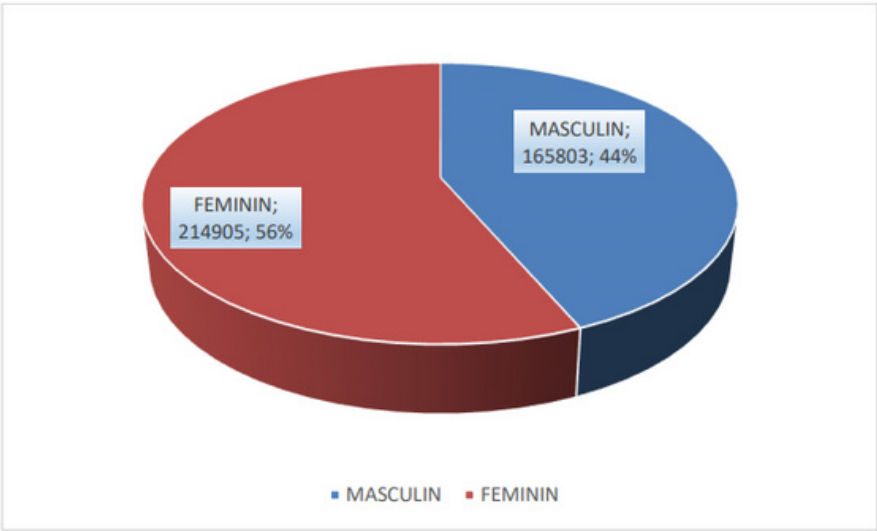


Figure 1: Representation by gender

Pregnant women accounted for the majority of cases (69%), although 61900 of the 89447 women were breastfeeding.

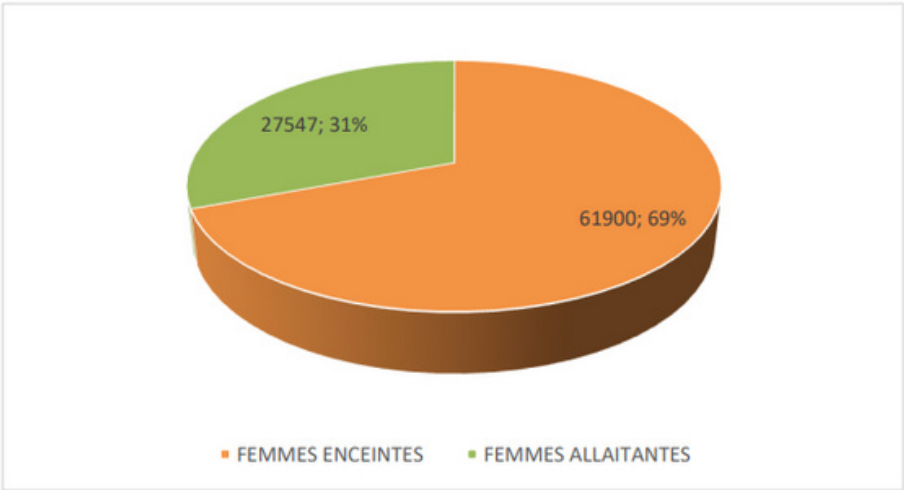


Figure 2: Breakdown of women by motherhood status

Research Article

Characteristics of target populations by nutritional category

Age range of target populations

People aged 25 and over represented the majority age group in 32.73% of cases, however, 45.11% of children under 5 were represented (Table IV). Table IV: Sample distribution by age group

N = 379548	Number	Percentage
0-5 months	30660	8,08%
6-11 months	25657	6,76%
12-23 months	46564	12,27%
24-59 months	68320	18,00%
5-9 years	25073	6,61%
10-14 years	14102	3,72%
15-19 years	18485	4,87%
20-24 years	26456	6,97%
25 years and over	124231	32,73%

Representation of target populations by nutritional status

Among the target population (8174), 1138 were severely acutely malnourished without complications (13.92%); 322 were severely acutely malnourished with complications (3.94%); 2662 were moderately acutely malnourished (32.57%); 2820 were overweight (34.50%); 1188 were obese (14.53%) and 44 were stunted (0.54%) (Table V). Children aged 12-23 months were most affected by wasting (97.26%), while growth retardation was most prevalent in those aged 0-5 months (8%). Obesity was more prevalent among nursing mothers (19.3%), while 66.67% of these women were overweight (Table VI). Table V: Representation of target populations by nutritional status

N = 8174	Number	Percentage
Severe acute malnutrition without complications	1138	13,92%
Severe acute malnutrition with complications	322	3,94%
Moderate acute malnutrition	2662	32,57%
Overweight	2820	34,50%
Obesity	1188	14,53%
Stunted growth	44	0,54%

Table VI: Distribution of different forms of malnutrition according to age

	Number	Emaciation	Obesity	Overweight	Stunted growth
0-5 months	100	92	0	0	8
		92,00%	0,00%	0,00%	8,00%
6-11 months	639	606	3	18	12
		94,84%	0,47%	2,82%	1,88%
12-23 months	1131	1100	2	16	13
		97,26%	0,18%	1,41%	1,15%
24-59 months	766	741	4	10	11
		96,74%	0,52%	1,31%	1,44%
5-9 years	352	294	9	49	0
		83,52%	2,56%	13,92%	0,00%
10-14 years	212	160	10	42	0
		75,47%	4,72%	19,81%	0,00%
15-19 years	275	135	0	140	0
		49,09%	0,00%	50,91%	0,00%
20-24 years	581	205	0	376	0
		35,28%	0,00%	64,72%	0,00%
25 years and over	2958	789	0	169	0
		82,36%	0,00%	17,64%	0,00%
Pregnant women	249	69	38	142	0
		27,71%	15,26%	57,03%	0,00%
Nursing mothers	57	8	11	38	0
		14,04%	19,3%	66,67%	0,00%
TOTAL	8174	57,36%	1,05%	40,98%	0,60%

Discussion

The present study assessed the nutritional status of the population as a whole in the HautSassandra region, using nutrition data from the regional health service.

The results concerning the qualitative data of the nutritional status assessment revealed that nutritional management in the Haut-Sassandra region has a high number (372534) of people having benefited from a nutritional assessment (weight and height gain). This would appear to be due to the scale of chronic illnesses affecting this population. As a result, acute malnutrition affected a significant number of the target population, with severe acute malnourished without complications numbering 1138 and moderate acute malnourished 2662. Thus, 2820 people were overweight. Obesity affected 1188 people. However, stunted growth affected 44 children under the age of 5. This could be explained by the lack of nutrition interventions in the Haut-Sassandra region.

This is borne out by the results of the national Nutrition Intervention Mapping exercise. Of the 29 actions with available coverage, less than half cover more than 50% of their targets, and this in all regions. In regions with a high prevalence of chronic malnutrition, these actions could be strengthened (RCI, 2015).

The total population of Haut-Sassandra studied was made up of 165803 males, 214905 females of 61900 pregnant women and 27547 lactating women with a total of 380708. The female sex was in the majority in 56% of cases, with a sex ratio of 0.77. This contrasts with the results found by Laure Patricia (Patricia, 2010), whose male sex was in the majority in 51.5% of cases, with a sex ratio of 1.06. This could be explained by the sensitivity of the female sex to chronic diseases and their presence for nutritional management.

Pregnant women accounted for the majority of cases (69%), although 6,190 of the 89,447 women were breastfeeding. This majority could be explained by the lack of prenatal consultations, making them more susceptible to chronic diseases.

People aged 25 and over represented the majority age group in 32.73% of cases, however, 45.11% of children under 5 were represented, which shows the real problem of nutritional health in the Haut-Sassandra population as a whole.

Among the population of Haut-Sassandra, 1138 were severely acutely malnourished without complications, i.e. 13.92%; 322 were severely acutely malnourished with complications, i.e. 3.94%; 2662 were moderately acutely malnourished, i.e. 32.57%; 2820 were overweight, i.e. 34.50%; 1188 were obese, i.e. 14.53%; and 44 were stunted, i.e. 0.54%. This was referred to in the 2015 report on the analysis of the nutritional situation in Côte d'Ivoire, where it is stipulated that Côte d'Ivoire is experiencing the problem of the double burden of malnutrition marked by undernutrition (stunting, acute malnutrition, underweight, and micronutrient deficiencies) and the emergence of overnutrition (overweight and obesity) and nutritionrelated chronic non-communicable diseases (RCI, 2015).

The results showed that children over 12-23 months were most affected by wasting in 97.26% while stunting was more present in those aged 0-5 months in 8%. These results confirm our findings from the 2018 survey on the nutritional status of children surveyed in the dietary department of the Daloa CHR, where the prevalence of acute malnutrition (44.34%) is above 10% the acceptable threshold. This constitutes a fairly worrying nutritional situation in Daloa, and therefore in the Haut-Sassandra region, according to WHO standards, which indicate that a P/T index of between 5% and 10% is a severe situation, and at 10% the situation is considered

serious, potentially leading to a nutritional emergency. However, stunting (64.15%) which was the most prevalent form in the Daloa region, in children aged 6 to 59 months to the lowest prevalence (8%) in children under 5 years in the Haut-Sassandra region (Lassinan Ouattara, 2017).

Partial conclusion

The nutritional status of the population of Haut-Sassandra was assessed. The results showed that this region is heavily affected by non-communicable diseases. Indeed, 1138 people were severely acutely malnourished without complication, i.e. 13.92%; 322 severely acutely malnourished with complication, i.e. 3.94%; 2662 moderately acutely malnourished, i.e. 32.57%; 2820 were overweight, i.e. 34.50%; 1188 were obese, i.e. 14.53%; and 44 were stunted, i.e. 0.54%. Thus, nutritional deficiencies were 43.50% for wasting, 12.54% for obesity, 34.50% for overweight and 0.46% for stunted growth. The Haut-Sassandra region therefore needs to step up its efforts to improve nutritional status.

Références bibliographiques

FAO (2009) Nutrition Country Profile: The Republic of Zambia, Rome: Nutrition and Consumer Protection Division, Food and Agriculture Organization

OMS & FAO. (2011). Directives sur l'enrichissement des aliments en micronutriments. Lindsay Allen : Organisation mondiale de la Santé. ISBN 978 92 4 259401 0. <http://www.epiconcept.fr/html/telechargements.html>.

FAO (2022). Cereal supply and demand Brief, World Food Situation. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Shubhangini, A. (2012) Nutrition and Dietetics with Indian Case Studies. Tata Private Ltd., New Delhi.

Kanasop, M.M., Gouado, I., Mananga, M., Djeukeu, W.A., AmvamZollo, P.H., Oberleas, D. and Tetanye, E. (2014) Feeding Practices and Nutritional Parameters of Adolescents from Cameroon. Global Journal of Medical Research Interdisciplinary, 13, 110- 115.

Srilakshmi, A. (2016) Nutrition and Dietetics. Tata New Age International Publishers, New Delhi.

EDS-CI. (2012). Evaluation de la Situation Alimentaire en Situation d'Urgence. Abidjan: Côte d'Ivoire : République de Côte d'Ivoire.

UNICEF. (2013). Situation des enfants dans le monde 2008. La Survie De L'Enfant. New York: Le Fonds des Nations Unies pour l'Enfance.

Grantham-McGregor, S.; Cheung, Y.B.; Cueto, S.; Glewwe, P.; Richter, L.; Strupp, B. and International Child Development Steering Group (2007). 'Developmental Potential in the First 5 Years for Children in Developing Countries', The Lancet 369.9555: 60-70

Akingbade, O., Okondu, O. E., Akinola, M., Maitanmi, J. O., Abubakar, K., Faleti, D. D., Chigeru, C. F., Oladimeji, T. D., Alao, E., Umahi, E. N., & Maitanmi, B. T. (2021). Dietary knowledge and practices among non-medical staff at Babcock University in Ogun state, Nigeria. Babcock University Medical Journal (BUMJ), 4(2), 112-119.

Anonyme 1. (2022). Recensement Général de la Population et de l'Habitat : Région du HautSassandra. Daloa: Service de santé régionale, JUIN 2022.

Giezendanner, F. D. (2012). Taille d'un échantillon aléatoire et Marge d'erreur. Genève: Instruction publique, culture et sport Service Écoles-Médias, 22.

Institut National de la Statistique. (2015). Répertoire des localités : Région du HautSassandra. Daloa: INS, JUIN 2015.

Research Article

RCI. (2015). Analyse de la situation nutritionnelle en Côte d'Ivoire. 15_08_1. 20-p: www.nutrition.gouv.ci/fichier/doc/Analyse_situationnelle.

Patricia Laure. (2010). Connaissances et Pratiques des mères en Nutrition et Santé des enfants de 6 à 59 mois de Bougouni. Université de Bamako: Thèse médecine Page 92.

Lassinan Ouattara. (2017). Etat nutritionnel des enfants de 6-59 mois reçus au service diététique du CHR de Daloa et qualité nutritive des aliments de compléments proposés. Daloa:

XXXXXXXXXXXXXXXXX-----XXXXXXXXXXXXX

CITE THIS ARTICLE (APA FORMAT):
Lassinan, O., Jaures, G. O. & Maxwell, B. G. A. (2024). Nutritional status of the population of Haut-Sassandra (Central-Western Côte D'Ivoire). Asian Journal of Nutrition & Food Sciences, 1(5): pp: 11-25. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.13709425>

RESUME

La qualité nutritionnelle des aliments est cruciale car elle influence directement la santé de la population. Malgré les efforts des centres de santé pour surveiller l'état nutritionnel à travers divers indicateurs, des défis subsistent, notamment la mauvaise alimentation, le manque de connaissances en nutrition et les mauvaises pratiques alimentaires. Cette étude vise à évaluer l'état nutritionnel de la population et analyser la qualité des aliments consommés. Les outils utilisés incluaient des questionnaires de consommation alimentaire et divers instruments de laboratoire. Douze aliments différents ont été collectés sur des marchés locaux pour analyse physicochimique. Les indicateurs nutritionnels couramment utilisés tels que le retard de croissance, l'émaciation, le surpoids et l'obésité ont été évalués. Les résultats ont révélé que 13,92 % de la population souffre de malnutrition aiguë sévère sans complication, 3,94 % de malnutrition aiguë sévère avec complication, et 32,57 % de malnutrition aiguë modérée. En outre, 34,50 % de la population présente un surpoids, tandis que 14,53 % sont obèses, et 0,54 % des enfants sont affectés par un retard de croissance. Les carences nutritionnelles observées concernent principalement l'émaciation (43,50 %), le surpoids (34,50 %), l'obésité (12,54 %) et dans une moindre mesure, le retard de croissance (0,46 %). L'enquête sur la consommation alimentaire a révélé que 20,40 % des ménages avaient une alimentation pauvre, 35,00 % une alimentation limitée, et 44,60 % une alimentation acceptable. Les analyses ont montré que les céréales et les tubercules sont les aliments de base. Les analyses physicochimiques ont révélé de bons apports énergétiques de métabolites secondaires. Les potentialités d'antioxydants étaient plus élevées dans le riz et le maïs par rapport au manioc. Les analyses ont également identifié des souches fongiques pathogènes et la présence d'alcaloïdes dans le maïs. Cette étude fournit des données sur l'état nutritionnel et la qualité des aliments de base dans le Haut-Sassandra.

Mots clés : Etat nutritionnel, qualité nutritive, consommation alimentaire, aliments de base, Haut-Sassandra.

SUMMARY

The nutritional quality of food is crucial because it influences the health of the population directly. In spite of the efforts of the health centers to supervise the nutritional state through various indicators, some challenges subsist, notably the bad food, the lack of knowledge in nutrition and the bad food practices. This survey aims to value the nutritional state of the population and to analyze the quality of food consumed. The used tools included questionnaires of consumption food and various instruments of laboratory. Twelve different food has been collected on local markets for analysis physicochimique. The nutritional indicators used fluently as the delay of growth, the emaciation, the overweight and the obesity have been valued. The results revealed that 13,92% of the population endure stern sharp malnutrition without complication, 3,94% of stern sharp malnutrition with complication, and 32,57% of sharp malnutrition curbed. Besides, 34, 50% of the population present an overweight, while 14, 53% are obese, and 0, 54% of the children are affected by a delay of growth. The observed nutritional deficiencies concern the emaciation mainly (43, 50%), the overweight (34, 50%), the obesity (12, 54%) and in a least measure, the delay of growth (0,46%). The investigation on the food consumption revealed that 20,40% of the households had a poor food, 35,00% a food limits, and 44,60% an acceptable food. The analyses showed that the cereals and the tubers are food of basis. The analyses physicochimiques revealed good energizing contributions of secondary métabolites. The potentialities of antioxidants were raised more in rice and the corn in relation to cassava. The analyses also identified the pathogenic fungal stumps and the presence of alkaloids in the corn. This survey provides some data on the nutritional state and the quality of basis food in the High Sassandra.

Key words: Nutritional State, nourishing quality, food consumption, food of basis, High-Sassandra.