

LISTE DES ABREVIATIONS

AFSSA : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments

AIIBP : Association Internationale de l'Industrie des Bouillons et Potage

AJA : Apport Journalier Acceptable

AOAC : Association of Official Analytical Chemists

ASN : Association Sénégalaise de Normalisation

BPF : Bonnes Pratiques de Fabrication

Cc : Cuillère à café

CFP : Centre de Formation Professionnelle

Cs : Cuillère à soupe

DJA : Dose Journalière Admissible

DL50 : Dose Létale médiane

DSENO : Dose Sans Effet Nocif Observable

EFSA : Autorité Européenne de Sécurité des Aliments

ENFEFS : Ecole Nationale de Formation en Economie Familiale et Sociale

FAO : Food and Agriculture Organization

GABA Acide Gamma Amino- Butyrique

GMP : Guanosine 5'-monophosphate

GMS : Glutamate de Sodium ou Glutamate Monosodique

HTA : Hypertension Artérielle

ICRG : International Country Risk Guide

IMP : Inosine 5'-monophosphate

ITA : Institut de Technologie Alimentaire

IUPAC : Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée

LTP : Long-Term Potentialisation

MOA : Maladies d'Origine Alimentaire

NMDA : N- methyl-D-aspartate Receptor

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONFP : Office National de la Formation Professionnelle

PNNS : Programme National Nutrition Santé

RTECS : Registry of Toxic Effects of Chemical Substances

SAA : Spectrophotomètre d'Absorption Atomique

TA : Tension Artérielle

THL : Terveyden ja Hyvinvoinnin Laitos : Institut National pour la Santé et le Bien être

UE : Union Européenne

USDA : United States Department of Agriculture

USDHHS : United States Department of Health and Human Services

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Bouillons de consommation courante au Sénégal	7
Tableau II: Teneurs en Glutamate libre dans les aliments	13
Tableau III: Glutamate lié ou libre dans les aliments, en mg/100 g	14
Tableau IV: Extraits d'organismes de normalisation alimentaire internationaux, régionaux et nationaux concernant l'innocuité du GMS	20
Tableau V: Liste du matériel, des réactifs et appareillage	34
Tableau VI: Longueur d'onde et concentration des étalons des éléments minéraux	38
Tableau VII: Sites d'enquêtes	40
Tableau VIII: Age des interviewés.....	40
Tableau IX: Raisons évoquées pour l'utilisation de bouillons	42
Tableau X: Nombre de bouillons par préparation culinaire.....	42
Tableau XI: Nombre de personnes qui partagent le repas	42
Tableau XII: Marques de bouillons habituellement achetées	43
Tableau XIII: Utilisation de bouillons dans les écoles de Formation en restauration	44
Tableau XIV: Caractéristiques des échantillons de bouillons collectés	45
Tableau XV: Teneurs en eau et en éléments minéraux pour la marque C1.....	47
Tableau XVI: Teneurs en eau et en éléments minéraux pour la marque C2	48
Tableau XVII: Teneurs en eau et en éléments minéraux pour la marque C3	49
Tableau XVIII: Teneurs en eau et en éléments minéraux pour la marque C4....	50
Tableau XIX: Teneurs en eau et en éléments minéraux pour la marque C5	51
Tableau XX: Teneurs moyennes en eau et en éléments minéraux pour toutes les marques.....	52
Tableau XXI: Estimation de la consommation de bouillons cube et de NaCl par personne et par jour.	62

Tableau XXII : Estimation de la consommation de GMS par g par personne et par jour.....	63
---	----

Tableau XXIII: Estimation de la consommation de NaCl par g par personne et par jour.....	64
--	----

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Structure chimique du Glutamate monosodique anhydre	9
Figure 2: Formules chimiques du chlorhydrate d'acide glutamique, de l'acide glutamique	10
Figure 3: Diagramme circulaire de la consommation de glutamate monosodique par région et par pays asiatiques.	12
Figure 4: Voie métabolique de l'acide glutamique	15
Figure 5: Structure en cristal du NaCl ; en bleu Na ⁺ et en vert Cl ⁻	22
Figure 6 : Utilisateurs et non utilisateurs de bouillons.....	41
Figure 7: Lieux d'achat	41
Figure 8: Présence de fines particules blanches dans le bouillon de marque C1	44

Table des matières

INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES BOUILLONS	3
I.1. DEFINITION.....	3
I.2. ORIGINE	4
I.3. COMPOSITION.....	5
I.4. REGLEMENTATION NATIONALE ET INTERNATIONALE	5
I.5. IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES DANGERS [10]	8
I.5.1. LE GLUTAMATE MONO-SODIQUE (GMS)	8
I.5.2. LE CHLORURE DE SODIUM (NaCl).....	22
CHAPITRE II : EVALUATION DE LA COMPOSITION CHIMIQUE ...	32
II.1. Objectifs de l'étude	32
II.2. Cadre de l'étude	32
II.3. Méthodologie	32
II.3.1. Enquête de consommation.....	32
II.3.2. Echantillonnage	33
II.3.3. Etiquetage et conditionnement	33
II.3.4. Matériel.....	34
II.3.5. Analyse des échantillons.....	35

II.3.5.1. Traitement des échantillons pour analyse	35
II.3.5.2. Détermination de la teneur en eau [75].....	35
II.3.5.3. Détermination des teneurs en éléments minéraux [75].....	36
II.3.5.4. Préparation des solutions étalons des minéraux.....	37
II.3.5.5 Courbes d'étalonnage	38
II.3.5.6 CONTROLE QUALITE	39
II.3.5.7 Exploitation des données.....	39
II.4. Résultats	40
II.4.1. Enquêtes de consommation	40
II.4.2. Evaluation de la conformité étiquetage et conditionnement	44
II.4.3. Courbes d'étalonnage	46
II.4.4. Teneurs en eau et en éléments minéraux	47
II.5. Discussion	53
II.5.1. Etiquetage et Conditionnement.....	53
II.5.2. Enquêtes effectuées dans les ménages.....	53
II.5.3. Enquêtes effectuées dans écoles de Formation en Restauration	54
II.5.4. Teneurs en eau et en éléments minéraux	55
CHAPITRE III : EVALUATION DU RISQUE LIE A LA CONSOMMATION DES BOUILLONS D'AIDE CULINAIRE AU SENEGAL	60

III.1. ESTIMATION DE L'EXPOSITION	60
III.1.1. DONNEES DE CONSOMMATION DE BOUILLONS CULINAIRES	60
III.1.2. Teneur en GMS des bouillons	60
III.1.3. Quantité de sel contenue dans les bouillons.....	61
III.1.4. Quantité de sel de table ajoutée en plus des bouillons	61
III.1.5. Estimation de la consommation de GMS et de NaCl.....	62
III.2. CARACTERISATION DU RISQUE LIE AU GMS ET NACL	65
CONCLUSION.....	67
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	70
ANNEXES	80

INTRODUCTION

Depuis la fin de la seconde guerre mondiale, l'alimentation humaine a connu des progrès considérables en termes d'abondance, de diversité, de qualité et de sécurité [1]. L'alimentation est l'ensemble des produits consommés par un individu dans le but de se procurer des satisfactions sensorielles et de couvrir les dépenses de son organisme [2]. Les buts de l'alimentation peuvent être résumés en trois points, à savoir entretenir un état de santé florissant, assurer la perpétuité de la race sans dégénérescence et enfin permettre le travail avec un rendement optimum [3,4].

L'homme doit alors manger équilibré pour diverses raisons telle que : construire et édifier son organisme, produire suffisamment d'énergie pour assurer le maintien de la température du corps, lutter contre le froid extérieur, et fournir le travail exigé par sa place dans la société et coordonner les réactions de l'organisme.

Les maladies d'origine alimentaire (MOA) sont une cause importante de morbidité et de mortalité. Elles constituent un problème courant et croissant de santé publique dans le monde. Dans les pays industrialisés, la proportion de personnes souffrant chaque année de MOA pourrait atteindre 30 %. Même s'il y est moins bien documenté, le gros du problème pèse sur les pays en développement.

Les aliments contaminés provoquent des maladies aiguës ou chroniques de gravité variable, allant de symptômes bénins et guérissant spontanément (nausées, vomissements et diarrhées) jusqu'à des affections très sévères, pouvant même engager le pronostic vital (insuffisances rénales ou hépatiques, hypertension artérielle, troubles neurologiques, paralysie et cancers) [6].

Par ailleurs, l'alimentation urbaine est devenue un défi majeur qu'affrontent les villes africaines. Le problème de l'approvisionnement alimentaire urbain s'intensifie de décennies en décennies. Cela se justifie par la croissance des pôles

urbains et l'évolution des comportements alimentaires associés à l'urbanisation : restauration rapide, restauration à domicile, adoption de produits importés, les agents de sapidité [7].

Au Sénégal, les bouillons cubes sont des produits utilisés au quotidien par toutes les couches sociales et font partie intégrante des recettes culinaires. Ces produits qui ne coûtent pas cher, bénéficiant d'une publicité soutenue, sont consommés par les familles pour améliorer le goût des repas. Cependant, ces bouillons sont de plus en plus indexés, à tort ou à raison, comme facteurs favorisant certaines maladies chroniques particulièrement des affections cardiovasculaires.

Dans le souci d'évaluer la qualité des bouillons d'assaisonnement au Sénégal, nous déterminerons la composition chimique de ces adjuvants culinaires, les plus consommés. Spécifiquement, il s'agira de déterminer les teneurs en eau (humidité), en sodium (Na^+), en Fer (Fe), en calcium (Ca), en magnésium (Mg), en cuivre (Cu) et en sel (NaCl). Une évaluation du risque lié à la consommation de glutamate de sodium ou de glutamate monosodique (GMS) et de chlorure de sodium (NaCl) qui sont les composants majeurs dans les bouillons culinaires sera également effectuée sur la base de la revue et de l'analyse de nos résultats et des résultats d'études et données scientifiques disponibles au niveau national et international.

CHAPITRE I :
GENERALITES SUR LES
BOUILLONS

I.1. DEFINITION

L'Association Sénégalaise de Normalisation (**ASN**) par sa norme **NS 03-146 Mai 2017-Rev1** définit les bouillons alimentaires d'assaisonnement comme «des préparations obtenues à partir de chlorure de sodium , de substances riches en protéines ou leurs extraits /et ou hydrolysats, ou de substances à base de végétaux avec ou sans addition d'exhausteurs de goût, de substances aromatisantes, de matières grasses comestibles, d'épices et de leurs extraits naturels ou distillats et de toute autre denrée alimentaire visant à améliorer la sapidité ainsi que les additifs alimentaires autorisés au chapitre 5.3.

Les bouillons alimentaires d'assaisonnement peuvent se présenter sous différentes formes à savoir compressée (cubes/tablettes/granulée/solides), poudre, liquide, pâte... **[8]**

Selon la **Norme du Codex** pour les bouillons et consommés (viande et volaille), ces derniers sont des préparations liquides claires, obtenues soit par cuisson dans de l'eau de substances appropriées riches en protéines ou leurs extraits et/ou hydrolysats, avec ou sans adjonction d'assaisonnements et/ou de substances aromatisantes, de graisses comestibles, de chlorure de sodium (sel), d'épices et de leurs extraits naturels ou distillats, ou de toute autre denrée alimentaire visant à améliorer la sapidité du produit, ainsi que des additifs autorisés à la section 4, soit par reconstitution d'un mélange équivalent d'ingrédients déshydratés conformément au mode d'emploi.

➤ Bœuf

Bœuf provenant de carcasses de bovins dont les ligaments principaux et la majorité des tissus graisseux ont été éliminés, avec une teneur moyenne en viande maigre apparente de 70 pour cent. Afin d'obtenir 35 mg de créatinine/l de bouillon de bœuf, 10 - 12 g de viande crue de bœuf sont nécessaires. Les variations de

teneur en créatinine de la viande de bœuf modifient proportionnellement la quantité de viande de bœuf à mettre en œuvre.

➤ Extrait de viande de bœuf

L'extrait de viande de bœuf résulte de la concentration des composants de la viande crue solubles dans l'eau. Il est exempt d'albumine coagulable, de gélatine et de graisse. Les normes de composition en extrait de viande de bœuf des alinéas 3.2.1.1. et 3.2.1.2. sont calculées sur la base d'un extrait de viande de bœuf à 60 pour cent d'extrait sec, sel ajouté déduit.

Teneur minimum en créatinine (sur l'extrait sec, sel ajouté déduit) : 8,5 pour cent sur la base de la méthode de référence de l'AIIBP.

La variation de la teneur en extrait sec modifie proportionnellement la teneur en créatinine et la quantité d'extrait de viande crue de bœuf à mettre en œuvre.

➤ Volaille

La volaille peut consister en chair de volaille, graisse de volaille, carcasses éviscérées de volaille ou extraits de viande de volaille. Par volaille, on peut entendre le poulet, le canard, l'oie, la dinde et d'autres volatiles comme l'émeu, l'autruche, le gibier à plumes et les petits de ces espèces. [9]

I.2. ORIGINE

Le bouillon cube fut inventé dans les années 1880. Au début il s'agissait d'un extrait de viande. En 1908, le suisse Julien Maggi et son entreprise du même nom commencèrent la commercialisation de bouillon dans sa forme cube qui est un produit déshydraté. Après avoir développé la soupe déshydratée et l'arôme liquide pour assaisonner les bouillons et les potages, il lance le bouillon cube qui, après son large succès en Europe, pénètre le marché africain avec la colonisation. Dans les années 1970, les multinationales créent des filiales en Afrique de l'Ouest

notamment au Sénégal [10].

I.3. COMPOSITION

Les ingrédients actifs majeurs des bouillons cubes sont le chlorure de sodium (NaCl) et le glutamate monosodique (GMS). En plus de ces deux composants on y retrouve de l'inosine 5'-monophosphate (IMP) et la guanosine 5'-monophosphate (GMP) qui sont utilisés en synergie avec le glutamate monosodique pour accentuer le goût des bouillons. Ces bouillons contiennent aussi de faibles quantités de matière grasse végétale, d'amidon, de sucre, d'épices, du caramel et sont de plus en plus supplémentés en iode, en vitamine A et en fer [10].

I.4. REGLEMENTATION NATIONALE ET INTERNATIONALE

La **réglementation internationale** des bouillons cubes et poudres en sachet est basée sur la norme du Codex pour les bouillons et consommés (viande et volaille). Cette norme s'applique aux bouillons, consommés et produits analogues désignés par un terme culinaire correspondant, destinés à la consommation directe et présentés soit sous une forme prête à la consommation, soit sous une forme condensée ou concentrée, surgelée ou déshydratée. Celle-ci recommande que tous les ingrédients qui composent le produit soient propres, sains et aptes à la consommation humaine. Ils doivent être conformes à la dernière édition des "Codes d'usage internationaux recommandés en matière d'hygiène". L'eau utilisée doit être de qualité potable conformément à la dernière édition des directives de l'OMS pour la qualité de l'eau de boisson [9]. Cette réglementation sur les bouillons et consommés indique la composition en extrait de viande ou viande fraîche et en chlorure de sodium. Pour ce dernier, la quantité exigée pour 1 litre est de 12,5g.

Cette norme du Codex définit les facteurs essentiels de composition et de qualité des bouillons liquides et potages en général mais elle donne peu de précision pour les bouillons ou aides culinaires vendus au Sénégal où les bouillons culinaires appelés communément « bouillons cubes » sont composés essentiellement de sel de cuisine (NaCl) et de glutamate.

Au Sénégal, la **norme NS 03-146 Mai 2017-Rev1** donne plus de précision sur la composition essentielle et les paramètres de qualité des bouillons alimentaires d'assaisonnement. C'est ainsi qu'une teneur maximale de 55% de chlorure de sodium a été exigée comme niveau acceptable. Par ailleurs, concernant les sels de glutamate (glutamate de calcium, monosodique ou monopotassique) les exigences se limitent au respect des bonnes pratiques de fabrication (BPF).

En ce qui concerne l'étiquetage des bouillons au Sénégal la réglementation suit les textes de la norme sénégalaise NS03-068 sur l'étiquetage des denrées alimentaires préemballées excepté les bouillons préemballés dont la surface de l'emballage primaire est inférieure à 10 cm².

Ainsi, les mentions suivantes doivent figurer obligatoirement sur l'étiquette des bouillons : nom du produit, liste des ingrédients, contenu net et poids égoutté, nom et adresse du fabricant, pays d'origine, identification des lots, datage et instructions d'entreposage : date d'expiration et date de fabrication.

En ce qui concerne la liste des ingrédients, ces derniers doivent être mentionnés dans l'ordre décroissant. En plus, la norme sénégalaise NS03-146 exige que le pourcentage de NaCl soit bien indiqué.

Le tableau I suivant présente les différents types de bouillons culinaires vendus sur le marché sénégalais.

Tableau I: Bouillons de consommation courante au Sénégal (source Ministère du commerce)

Sociétés de commercialisation	Produits commercialisés
COSEPRAL	• JUMBO Tablette • JUMBO en poudre
INASEN	• JONGUE Tomate • JONGUE Super doré • JONGUE Epices
NESTLE	• MAGGI Safsafal • MAGGI Poulet • MAGGI Tro'Bon* • MAGGI Tablette • MAGGI Nokoss • MAGGI Cube • MAGGI Assaisonnement (poudre) • MAGGI Arôme
PATISEN	• ADJA Tomate • ADJA Epices • ADJA Super doré • AMI • DOLI Tablette • MAMI • JOKER (Epices, Piment, Crevette, Poulet, Tomate)
SBMA	• TEM TEM
SENICO	• KHADIJA Tomate • KHADIDJA Epices
SONIA	• TAK

I.5. IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES DANGERS [10]

I.5.1. LE GLUTAMATE MONO-SODIQUE (GMS)

C'est en 1908 que le Professeur Kikunae IKEDA isola dans l'algue laminaire japonaise, kombu, l'acide glutamique par extraction aqueuse et cristallisation, et appela cette saveur, différente du sucré, du salé, de l'acide et de l'amer, goût

«umami» (savoureux). Pour vérifier que l'acide glutamique ionisé était responsable du goût umami, le Professeur Ikeda étudia les propriétés gustatives de plusieurs sels de glutamate tels que ceux de calcium, de potassium, d'ammonium et celui de magnésium. Tous les sels ont engendré l'umami, en plus d'un certain goût métallique dû aux autres minéraux. Parmi ces sels, le glutamate de sodium était le plus soluble et le plus savoureux, et se cristallisait facilement. Le glutamate monosodique (GMS), également connu sous le nom de glutamate de sodium, est le sel sodique de l'acide glutamique, l'un des acides aminés non essentiels les plus abondants dans la nature. Il a été classé comme additif alimentaire et possède dans le système harmonisé le code 29224220 et le numéro E621.

❖ Caractéristiques physico-chimiques :

Ses caractéristiques physico-chimiques sont :

- **Nom IUPAC:** (2S)-2-amino-5-hydroxy-5-oxo-pentanoate de sodium monohydrate
- **Synonymes :** Sel sodique de l'acide glutamique ; Sel de glutamate
- **N° CAS :** 142-47-2 (L(+)) anhydre) ; 6106-04-3 (L(+)) monohydrate
- **Formule brute** (forme anhydre): $C_5H_8NNaO_4$

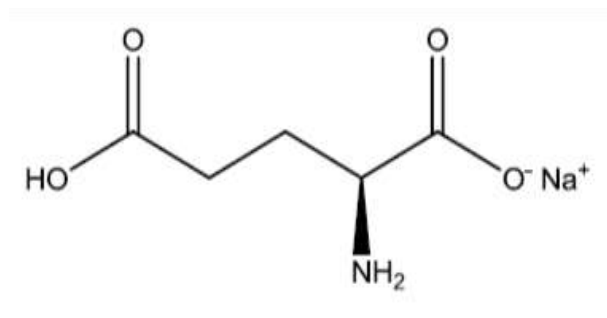


Figure 1: Structure chimique du Glutamate monosodique anhydre

Sa solubilité dans l'eau est de 739 g/L à 25°C ; il est pratiquement insoluble dans l'éthanol ou les solvants organiques.

En solution à 5% son pH se situe entre 6,7 et 7,2.

Il existe différents sels de l'acide glutamique utilisés comme additifs alimentaires autorisés par l'Union Européenne [12] : le glutamate monosodique, le glutamate monopotassique, le glutamate d'ammonium et le diglutamate de magnésium ou de calcium. L'acide glutamique doit être mentionné sur les étiquettes, sous son nom ou sous les Numéro E. L'acide glutamique et ses sels comme additifs ont les numéros E suivants : acide glutamique : E620, glutamate monosodique : E621, glutamate monopotassique : E622, diglutamate de calcium : E623, glutamate d'ammonium : E624, et diglutamate de magnésium : E625.

Cependant, ils ne sont pas autorisés dans le lait, les émulsions de graisse et d'huile, les pâtes, les produits à base de cacao ou de chocolat et les jus de fruits [13].

Le glutamate monosodique doit aussi être exempt de toute impureté nocive et répondre à certains critères comme une teneur de moins de 99% sur la base du produit anhydre, une perte d'eau lors du séchage : maximum 0,5% (98° C, 5

heures) [14]. La teneur en sodium (en pourcentage de masse) du GMS est de 12% soit environ 3 fois inférieure à la teneur de sodium (39 %) dans le chlorure de sodium [15].

Il ne se décompose pas à la cuisson mais peut subir un brunissement ou réaction de Maillard en présence de sucres à température élevée, comme les autres acides aminés [16].

Les méthodes d'analyse du GMS utilisent la chromatographie planaire, la chromatographie liquide haute performance et l'électrophorèse. Les résultats sont calculés sur la base anhydre. La recherche du Na peut se faire par spectrométrie d'émission atomique ou par chromatographie ionique.

❖ Production de GMS

La production de GMS, quelle que soit la méthode utilisée, passe dans un premier temps par la synthèse soit du chlorhydrate d'acide glutamique soit de l'acide glutamique (Figure 2).

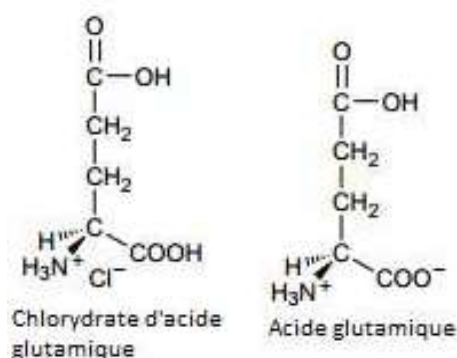


Figure 2: Formules chimiques du chlorhydrate d'acide glutamique, de l'acide glutamique

Plusieurs méthodes sont utilisées : le procédé d'extraction, le procédé « Steffen waste », la synthèse chimique et par fermentation. Cette dernière est d'ailleurs la méthode la plus utilisée.

La majorité de la production mondiale de GMS se fait par fermentation bactérienne. Ainsi, dès 1957 *Corynebacterium glutamicum* a été détecté comme très producteur de GMS avec un rendement de 30%. Du sodium est ajouté plus tard lors de l'étape de neutralisation. Pendant la fermentation, des bactéries sélectionnées (bactéries corynéformes) sont mises en culture avec de l'ammoniac et des glucides issus de betteraves sucrières, cannes à sucre, tapioca ou mélasse, excrètent des acides aminés dans le bouillon de culture dans lequel le L-glutamate est isolé. Après filtration, concentration, acidification et cristallisation, le produit final est du glutamate pur, du sodium et de l'eau [17].

La production de GMS est concentrée en Asie (environ 94% de l'offre mondiale en 2018). La Chine est également le premier exportateur mondial de GMS. Le Moyen-Orient et l'Afrique dépendent des importations, même si des pays comme le Nigeria ont également des producteurs locaux. L'Afrique, en particulier l'Afrique de l'Ouest, est un marché de plus en plus important pour le glutamate monosodique, où les assaisonnements d'umami complètent le régime alimentaire de base composé de pommes de terre, de riz, de nouilles et de soupe. L'Europe et les Amériques représentent une part relativement faible de la consommation mondiale.

Le diagramme circulaire ci-dessous présente la consommation de glutamate monosodique par région et par principaux pays asiatiques.

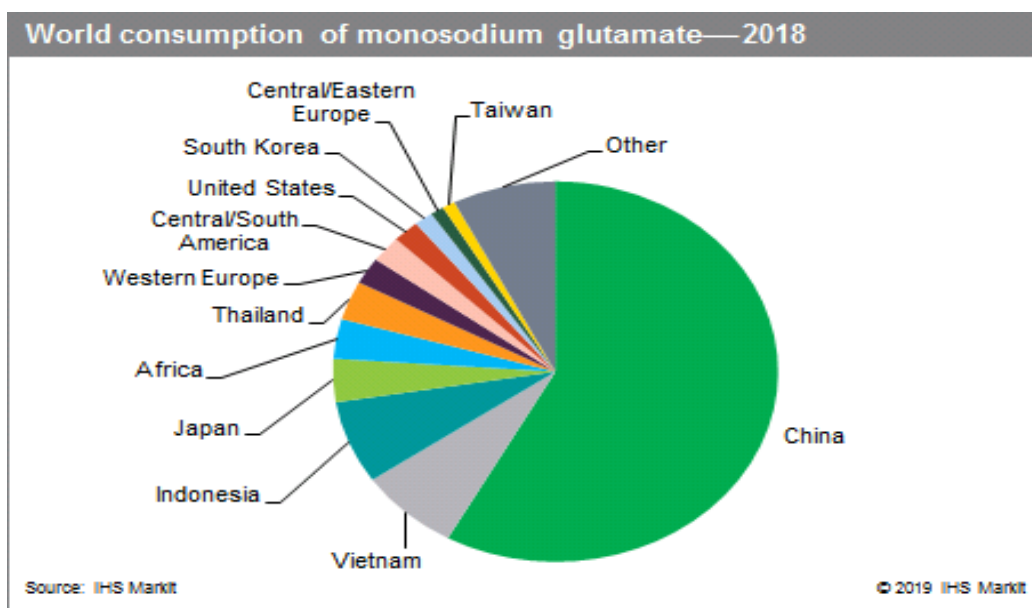


Figure 3: Diagramme circulaire de la consommation de glutamate monosodique par région et par pays asiatiques.

Chemical Economics Handbook 2018

<https://ihsmarkit.com/products/monosodium-glutamate-chemical-economics-handbook.html>

❖ GMS et aliments

L'acide glutamique est un acide aminé très commun, présent dans de nombreuses protéines végétales et animales. C'est même l'acide aminé le plus abondant de l'alimentation humaine. Sa saveur spécifique n'est détectable que s'il est présent à l'état libre. L'acide glutamique libre est naturellement abondant dans des fromages comme le parmesan, la sauce soja ou les tomates. C'est lui qui joue un rôle fondamental dans la saveur des fromages, des crustacés et des bouillons de viande.

Normalement, la quantité de glutamate employée devrait correspondre à la quantité minimale requise pour l'obtention de l'effet recherché soit 0,1 à 0,8% du poids de l'aliment. Cependant, il peut atteindre de fortes concentrations puisque

le glutamate monosodique n'est soumis à aucune réglementation en terme quantitatif.

Le GMS présente un avantage économique considérable pour l'industrie agroalimentaire puisqu'il permet de réduire la quantité de matières premières. Il entre dans la composition de nombreux aliments surtout assaisonnés et dans une large variété de produits.

Le tableau II suivant résume les résultats de mesures obtenues dans différents aliments.

Tableau II: Teneurs en Glutamate libre dans les aliments [16]

Classe	Produit alimentaire	Glutamate libre (mg/100 g)
Fromages	Parmesan	1680
	Emmental	308
Végétaux	Tomate	246
	Petits pois	106
	Chou	50
Viandes	Bœuf	10
	Poulet	22
Crustacés	Coquille Saint-Jacques	140
	Crabe royal	72

Le glutamate peut être très abondant sous sa forme liée dans certains aliments. Il peut être libéré en partie lors de la préparation culinaire. Ci-après (tableau III) des résultats de mesures effectuées par Giacometti en 1979[18].

Tableau III: Glutamate lié ou libre dans les aliments, en mg/100 g [18]

Classe	Produit alimentaire	Glutamate lié	Glutamate libre
Poisson	Morue	2 101	9
	Saumon	2 216	36
Végétaux	Petits pois	5 583	200
	Tomates	238	140
Produits laitiers	Lait de vache	819	2
	Parmesan	9 847	1 200
Viandes	Poulet	3 309	44
	Bœuf	2 846	33

Les sels de l'acide glutamique (diglutamate de calcium, glutamate monosodique et glutamate monopotassique), apportent une saveur semblable à celle de cet acide aminé avec l'avantage de contenir 3 fois moins de sodium que le sel de table.

❖ Effets sur la santé

L'acide glutamique est un acide aminé non essentiel car pouvant être synthétisé par l'organisme mais peut dans certains cas être produit en quantité insuffisante par l'organisme, nécessitant alors un apport alimentaire. Il est présent dans le cerveau où il est obtenu à partir de l'acide α -céto-glutarique, sous l'influence de la glutamate déshydrogénase, du N-acétyl- aspartyl-glutamate et de l'acide aspartique.

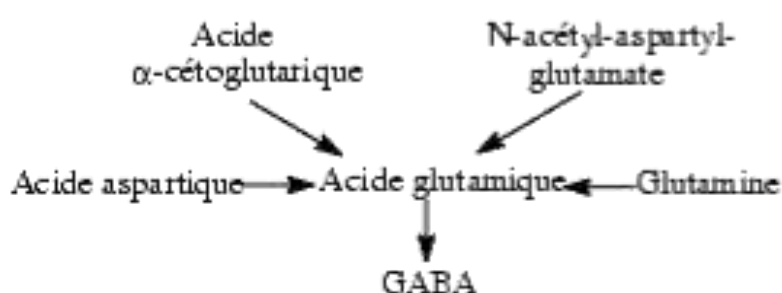


Figure 4: Voie métabolique de l'acide glutamique

L'acide glutamique est aussi le précurseur, par décarboxylation, de l'acide gamma amino-butyrique (GABA) et permet, en se transformant en glutamine sous l'action de la glutamine synthétase, la détoxification de l'ammoniac [20].

Le glutamate intervient en favorisant l'entrée de sodium et de calcium dans la cellule et favorise la transmission synaptique au niveau du système nerveux central. Il favorise la mémorisation et intervient dans la potentialisation à long terme, désignée habituellement par LTP (long-term potentialisation), qui consiste en une augmentation des réponses postsynaptiques pendant une longue durée après une stimulation brève. Une expérience récente a montré que des souris transgéniques ayant davantage de récepteurs NMDA (N- methyl-D-aspartate

receptor ou récepteur de l'acide glutamique) que les témoins avaient de meilleures performances d'apprentissage [21].

A doses élevées le glutamate est toxique, probablement en provoquant une pénétration excessive de Na^+ et Ca^{2+} dans la cellule nerveuse. En effet, une dose largement extra nutritionnelle (5g de GMS par jour chez des jeunes rats) a entraîné une toxicité neuronale et a eu un effet sur la régulation de l'appétit [22]. Cet effet neurotoxique serait arbitré par les récepteurs NMDA (N-methyl-D-aspartate receptor) [23,24].

- **GMS et nutrition**

Une étude en double aveugle contrôlée avec placebo chez des personnes âgées hospitalisées, montre qu'une supplémentation avec 0,5% (m/m) de GMS 3 fois par jour pendant 3 mois améliore le statut nutritionnel [25]. En se fondant sur ces résultats, les études d'évaluation sensorielle et de l'appétit chez l'Homme indiquent qu'une supplémentation appropriée en GMS dans l'alimentation chez les personnes âgées peut améliorer leur statut nutritionnel en augmentant la palatabilité des aliments et leur appétit. Plusieurs études ont montré que l'augmentation du goût et de l'odeur des aliments pouvait améliorer la palatabilité de ceux-ci en augmentant la salivation et ainsi l'acceptation de la nourriture [26].

- **GMS et obésité**

Les mécanismes d'action qui permettraient au GMS de favoriser l'obésité ne sont pas clairs mais il a été montré une activité lipolytique plus faible dans les adipocytes ainsi qu'une plus forte sensibilité à l'insuline dans le tissu adipeux d'animaux ayant reçu le GMS [27]. Il a été rapporté qu'une hyperglutamatémie chronique était à l'origine d'une intoxication des neurones du noyau arqué, ce qui, d'après ces auteurs, perturbait la cascade d'action de la leptine causant une hyperphagie, une obésité et une hyperleptinémie [24].

Un modèle de souris obèse a été obtenu par injection sous cutanée de 2mg de GMS / g de pc [28]. Il n'y a pas eu de preuves évidentes d'une augmentation de l'obésité suite à une expérimentation sur des rats et des souris adultes traités à des ajouts de différentes concentrations de GMS dans leur régime alimentaire [29]. Une association positive entre consommation de GMS et risque d'obésité a été retrouvée chez une population d'adultes chinois [30].

- **GMS et Obésité**

Des études ont montré qu'une supplémentation en GMS pourrait augmenter la prise alimentaire et le gain de poids chez l'homme. Plusieurs études chez l'animal ont rapporté que le GMS pouvait induire un surpoids ou de l'obésité [31].

Mais ces études ont des protocoles expérimentaux utilisant soit des animaux injectés par voie intra-péritonéale avec du GMS, soit des animaux nouveau-nés traités avec une dose forte de GMS [32,33]. Les études chez l'Homme sont peu nombreuses et controversées. Chez l'Homme, une administration orale d'une large dose de GMS (12,7 g) n'a pas affecté la sécrétion d'hormones pituitaires (prolactine, hormone lutéinisante, hormone de croissance,...) [34].

- **GMS et neurotoxicité**

Des lésions neurologiques ont été obtenues après administration de GMS par voie injectable (IV ou SC) ou par gavage avec des doses de l'ordre de 1000 mg/kg. Les concentrations sanguines de glutamate entraînant des effets neurologiques chez la souris (espèce la plus sensible) ont été de 100 à 130 $\mu\text{mol/dl}$ chez les animaux nouveaux nés ou de 380 $\mu\text{mol /dl}$ chez les animaux adultes. Des concentrations plasmatiques pareilles n'ont pas été retrouvées chez l'homme jusqu'à des administrations de 150 mg/kg de pc soit environ une administration par voie orale de 10 g chez l'adulte [35].

De l'ensemble de ces résultats il faut remarquer que les effets toxiques notés ont été obtenus avec de fortes doses par gavage ou des administrations par injection.

- **GMS et libido**

Il faut noter par ailleurs que les effets des bouillons sur la libido des animaux ont été étudiés. Elle consistait à ajouter des bouillons cubes (20 à 60 g par tête et par Jour) à l'alimentation des béliers. Cette étude a montré que l'apport des bouillons cubes aux béliers a permis d'améliorer considérablement la libido de ces animaux et n'a eu aucun impact sur leur santé [36].

- **GMS et hypersensibilité**

Le GMS a été considéré comme capable de causer ou exacerber certaines réactions incluant l'asthme, l'urticaire, la dermatite, des arythmies ventriculaires et des inconforts abdominaux [37]. Les patients souffrant de maux de tête et de migraines parlent aussi de crises de douleur après avoir pris des repas contenant du glutamate. Chez les personnes asthmatiques sensibles, le glutamate peut également déclencher dans des cas très rares des crises d'asthme, quoique le rapport de cause à effet n'ait pas encore été clairement prouvé [38].

On sait également depuis longtemps que dans de rares cas, le glutamate peut déclencher chez les personnes sensibles le « *syndrome du restaurant chinois* », un syndrome qui, entre autres, se manifeste par des maux de tête, un manque de sensations dans la nuque, des courbatures, de la nausée, des flushs faciaux, des sensations de brûlure et des douleurs cardio-vasculaires. Les effets peuvent être d'autant plus nombreux et variés qu'en dehors du cerveau, il y a de nombreux récepteurs de glutamate dans des organes et des tissus [39].

❖ Toxicité du Glutamate monosodique

Le glutamate monosodique a une très faible toxicité aiguë dans des circonstances normales d'utilisation. La dose orale létale chez 50% (DL50) des rats et des souris est de 15 à 18 g/kg pc respectivement **[40,41]**.

Des études de toxicité subaiguë et chronique, avec des régimes contenant 4 % de GMS, n'ont pas révélé d'effets nocifs chez des rongeurs **[42]**.

Une étude chez le chien d'une durée de 2 ans avec un apport jusqu'à 10% de GMS, n'a pas non plus révélé d'effets indésirables sur le gain de poids, le poids des organes et sur la mortalité **[40,41]**.

Tableau IV: Extraits d'organismes de normalisation alimentaire internationaux, régionaux et nationaux concernant l'innocuité du GMS [43]

Organismes de normalisation alimentaire	Conclusions clés sur l'innocuité du GMS pour la consommation humaine, comme additif alimentaire
Le Comité d'experts FAO/OMS sur les additifs alimentaires (JECFA) <i>Avec la monographie de toxicologie connexe (1987, mise à jour en 2001)</i>	Le JECFA a conclu que l'acide L-glutamique et ses sels d'ammonium, de calcium, de magnésium, de monosodium et de potassium sont considérés comme ayant une faible toxicité et que leur utilisation dans les aliments aux niveaux nécessaires pour obtenir l'effet technologique souhaité ne représente pas de danger pour la santé. Le comité n'a pas établi de DJA pour ce groupe de composés de glutamate, dénommé DJA « non spécifiée ». Le Comité a réitéré le principe général selon lequel la quantité d'un additif autorisé utilisée dans les aliments doit être le minimum nécessaire pour produire l'effet souhaité (dans le cas des glutamates, l'effet recherché serait sur le goût). Les nourrissons métabolisent le GMS de la même manière que les adultes, donc aucun risque supplémentaire pour les nourrissons n'a été indiqué. Cependant, le Comité actuel a exprimé l'opinion générale que l'utilisation de tout additif alimentaire dans les aliments pour nourrissons doit être envisagée avec prudence.
La Food and Drug Administration (FDA) des États-Unis (2019)	La FDA des États-Unis a conclu que les ingrédients alimentaires courants tels que le sel, le poivre, le vinaigre, la levure chimique et le glutamate monosodique sont considérés comme sûrs pour l'utilisation prévue. En d'autres termes, lorsqu'ils sont utilisés aux fins indiquées, conformément aux bonnes pratiques de fabrication, ceux-ci sont considérés comme généralement reconnus comme sûrs (GRAS)* pour de telles utilisations. Les bonnes pratiques de fabrication (BPF) sont définies pour inclure les restrictions suivantes : La quantité d'une substance ajoutée à l'aliment ne dépasse pas la quantité raisonnablement nécessaire pour accomplir son effet physique, nutritif, ou technique dans l'aliment.

Food Standards Australia and New Zealand (FSANZ) (2003 et 2017)	Le FSANZ a conclu que le GMS est considéré comme sûr et est un additif alimentaire autorisé conformément aux bonnes pratiques de fabrication (BPF). Cela signifie qu'un fabricant de produits alimentaires ne peut utiliser un additif alimentaire que jusqu'à la limite qui atteint son objectif spécifique. L'innocuité du GMS a été examinée par le FSANZ et l'examen a conclu qu'il ne représente pas un problème de santé pour la population générale. Une dose journalière acceptable (DJA) n'a pas été établie par le JECFA sur la base de la faible toxicité du GMS et de ses niveaux d'utilisation dans les aliments. Le FSANZ a pris connaissance de l'avis scientifique publié récemment par l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) sur l'acide glutamique et les glutamates ajoutés aux aliments. L'avis ne soulève pas de nouveaux problèmes de sécurité non considérés comme faisant partie de l'évaluation du FSANZ.
L'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) (2017)	L'EFSA a recommandé que, sur la base de la dose sans effet nocif observé (NOAEL) de 3200 mg de <i>GMS</i>/kg de poids corporel (pc) par jour identifiée dans une étude de toxicité neurodéveloppementale, et en appliquant un facteur d'incertitude de 100, le comité a dérivé une DJA de 32 mg <i>GMS</i>/kg pc par jour ou 27,8 mg de glutamate/kg pc par jour. La valeur de 27,8 mg de glutamate / kg pc par jour a été arrondie pour obtenir une DJA de groupe de 30 mg/kg pc par jour, exprimée en acide glutamique, s'appliquant à tous les glutamates (E 620–625) utilisés comme additifs alimentaires Le Comité a recommandé que : la Commission européenne envisage de réviser les niveaux maximaux autorisés, en particulier dans les catégories d'aliments contribuant le plus à l'exposition globale à l'acide glutamique et à ses sels : produits de boulangerie fine, soupes et bouillons, sauces, viandes et produits carnés, assaisonnements et condiments et compléments alimentaires.

I.5.2. LE CHLORURE DE SODIUM (NaCl)

Le sel alimentaire traditionnel est composé de 97% de chlorure de sodium (NaCl). Il contient près de 40% de sodium (Na) et 60% de chlorure (Cl) et quelques minéraux divers. Ces différents synonymes sont sel de cuisine, sel de table, sel marin, sel gemme, halite avec un numéro CAS 7647-14-5.

Un gramme de sel (Chlorure de sodium) correspond à 17,1 mmol ou 393,4 mg de sodium. Par convention, la teneur en sel est calculée en multipliant la teneur en Na par le facteur 2,5.

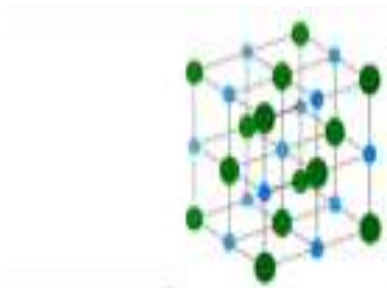


Figure 5: Structure en cristal du NaCl ; en bleu Na⁺ et en vert Cl⁻

❖ Propriétés physico-chimiques

Il se présente sous forme de poudre blanche ou transparente en cristaux cubiques à faces lisses, souvent (agglomérés) en trémies (à faces concaves du fait de la croissance des bords supérieurs à celle des centres de faces), rarement octaédrique ou dodécaédrique.

L'analyse chimique pondérale donne en masse 39,34 % de sodium (Na) et 60,66 % de chlore (Cl). Le sel contient aussi parfois des inclusions d'iode (I₂) et de brome (Br₂), à l'état d'impuretés. Il faut noter que l'utilisation du sel marin est recommandée pour pallier les déficiences en Iode.

Cet halogénure (NaCl) simple est le sel le plus soluble, à 15 °C, de la série des chlorures alcalins. Il forme très peu d'associations avec les composés biologiques des sols ou des végétaux (par exemple sous forme de complexes retenus), d'où son lessivage facile et son accumulation inévitable dans les cuvettes endoréiques ou les mers.

Sa température de fusion est de 800°C et son point d'ébullition est de 1465°C

Il est très soluble dans l'eau ($357 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ à 0 °C ; $358,5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ à 20 °C et $380,5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ à 80 °C). L'identification et le dosage peuvent se faire par spectrométrie d'émission atomique, par potentiométrie, par chromatographie ionique, par électrophorèse, etc..

❖ **Etiquetage et utilisation du chlorure de sodium**

Le nom du produit déclaré sur l'étiquette doit être « sel ». Le nom “sel” devra fournir une déclaration qui lui soit étroitement liée de “qualité alimentaire” ou “sel de cuisson” ou “sel de table”. Lorsque le sel est utilisé comme support d'un ou plusieurs éléments nutritifs et vendu comme tel pour des raisons de santé publique, le produit doit être désigné de manière appropriée sur l'étiquette en utilisant par exemple les expressions « sel fluoré », « sel iodé », « sel enrichi avec du fer » « sel enrichi avec des vitamines », etc., selon le cas. On pourra indiquer sur l'étiquette l'origine du sel, ou la méthode de production, à condition que cette indication ne soit pas susceptible de tromper le consommateur ou de l'induire en erreur.

Le sodium se trouve dans la plupart des aliments sous forme de chlorure de sodium. Il est également présent dans l'alimentation sous forme de bicarbonate de sodium et de glutamate monosodique comme dans les aliments transformés. Le sodium est également présent dans les additifs alimentaires tels que le phosphate de sodium, le carbonate de sodium et le benzoate de sodium.

Utilisé pour rehausser le goût des aliments, le sel est également employé depuis le moyen-âge pour sa capacité à augmenter la conservation des aliments et à limiter la multiplication des micro-organismes. Ces propriétés sont toujours mises à profit par l'industrie agro-alimentaire, qui ajoute du sel aux produits qu'elle prépare afin d'améliorer le goût, l'aspect et la texture des aliments, ainsi que pour augmenter leur durée de conservation.

Le sel est une denrée alimentaire, c'est-à-dire un aliment, un ingrédient ou un condiment, selon l'utilisation finale. Le sel alimentaire peut avoir plusieurs fonctions dans les denrées alimentaires [11]. Le sodium (Na) ou ion sodium est un nutriment.

Les fonctions remplies par le sel dans les bouillons culinaires peuvent se répartir en trois catégories : il peut produire un effet sensoriel, conservateur ou technologique. Souvent le sel remplit une combinaison de ces fonctions, mais les effets ne sont pas toujours distincts.

❖ **Besoins nutritionnels et Recommandations**

La consommation journalière moyenne de sel se situe aujourd'hui aux environs de 9 à 10 g par jour dans la plupart des pays industrialisés. Contrairement à une opinion très répandue, le sel domestique (ajouté en cuisine et à table) ne représente qu'une très petite partie de ce que nous absorbons quotidiennement. Les aliments comme le pain, le lait, les œufs, la viande, l'eau minérale, le fromage etc., contribuent beaucoup plus à nos apports en sel. En réalité, dans la plupart des pays, environ 80% du sel consommé provient des aliments industriels. Ces aliments contiennent une importante quantité de sodium sur laquelle le consommateur n'a aucun contrôle et souvent aucune connaissance [10].

Le besoin physiologique quotidien en Na est fixé à 0,5 g pouvant être obtenu grâce aux seuls aliments d'une ration équilibrée sans rajout de sel. L'OMS recommande

une consommation limite de **2 g de sodium** par jour, ce qui correspond à **5 g de sel**. La plupart des recommandations officielles proposent de réduire l'apport quotidien de chlorure de sodium de 5 à 6 g par jour [44,45].

Dans son Programme National Nutrition Santé (PNNS) 2011/2015, le Haut Conseil de la Santé Publique de France s'était fixé comme objectif de ramener la consommation de sel à 8 g/J chez les hommes adultes (≥ 18 ans) et à 6,5 g/J chez les femmes adultes mais aussi les enfants et adolescents (3–17ans). Les limites journalières des recommandations faites pour les américains en 2010 étaient de 2,3 g de sodium (≈ 6 g de sel) pour la population générale et 1,5 g (≈ 4 g de sel) pour les individus âgés de 51 ans ou plus, les africains-américains et les sujets hypertendus, diabétiques ou atteints de maladie rénale chronique [46].

▪ Le NaCl dans l'organisme

Les apports journaliers de sodium en Europe varient environ de 3 à 5 g (environ 8 à 11 g de sel) et sont bien au-delà des besoins alimentaires estimé à 1,5 g de sodium / jour chez l'adulte. Il existe une disparité dans la prise de sodium à travers le monde. La Chine est l'un des pays où les mesures faites ont mis en évidence les niveaux de consommation les plus élevés à l'opposé de ce qui a été retrouvé chez les indiens Yanomano du Brésil [47]. La consommation moyenne est aussi âge et genre dépendante, les hommes plus que les femmes, et les adultes (16 – 50 ans) plus que les enfants (≤ 15 ans) et les sujets plus âgés (> 50 ans) [48]. La principale source de sodium dans le régime alimentaire reste les aliments transformés (environ 70-75% de l'apport total). Environ 10 à 15% du sodium provient des aliments non transformés et environ 10 à 15% à partir de sodium ajouté pendant la cuisson ou à table [49,50].

La carence de sodium est un fait rare car l'alimentation des sociétés modernes en procure une quantité très importante. Une personne dont l'alimentation est saine, basée sur la consommation de produits naturels, ingère normalement une dose

suffisante de ce minéral. Les carences n'interviennent donc que lorsqu'une personne est atteinte de diarrhée ou de vomissements sur une période assez longue. Cependant, l'excès de sodium est, lui, fréquent. En effet, cet élément est présent dans quasiment tous les produits industriels, mais aussi dans le pain et la charcuterie. Il est donc courant qu'une personne en consomme une dose bien trop forte pour ses besoins qui sont généralement de 1500 mg par jour pour un adulte.

La mesure de la consommation en Na se base indirectement sur l'excrétion urinaire plutôt que sur le calcul de la teneur en sel des aliments, beaucoup plus compliquée. En effet, dans les 24 h, la proportion excrétée par voie urinaire est de l'ordre de 85 à 90% de la quantité ingérée lorsque la fonction rénale est correcte.

Le Na est le principal cation extracellulaire de l'organisme. Il joue un rôle déterminant dans l'équilibre hydrique et osmotique et accompagne les variations des potentiels membranaires des cellules dites excitables. Ainsi, la genèse des potentiels d'action, éléments électriques de base des messages transmis dans l'organisme, fait appel au Na au niveau des tissus conduisant rapidement l'influx électrique tels que les muscles cardiaques et striés squelettiques et le système nerveux.

▪ Effets sur la santé

Les effets du sel de table ou chlorure de sodium (NaCl) renvoient en réalité à ceux du sodium (Na). Le sel a été décrit tout au long de l'histoire de l'humanité de par ses effets en termes économiques, de relations entre les peuples et de plus en plus, en termes d'impact sur la santé.

Bien que les chlorures ne soient pas inoffensifs, c'est l'excès de sodium qui est reconnu comme le facteur prépondérant de déclenchement des maladies liées au sel. Aussi s'intéresse-t-on essentiellement à la teneur en sodium des aliments, exprimée en milligrammes pour 100 g. Un aliment est dit « pauvre en sel » quand

il contient moins de 120 mg de sodium pour 100 g et « très pauvre » en dessous de 40 mg. Les mets salés contiennent habituellement de 300 mg à 2000 mg de sodium pour 100 g [10].

▪ Effets du sel sur le système cardiovasculaire

L'étude conduite par Denton *et al.* (1995) [51] sur l'effet de doses élevées du chlorure de sodium sur la tension artérielle (TA) des chimpanzés a montré qu'une augmentation de la tension artérielle systolique et diastolique est dépendante de l'augmentation de la dose de sel. Cette augmentation de la TA cessait complètement dès qu'on arrêterait l'administration en excès de sel.

Des études scientifiques prouvent clairement des effets sanitaires néfastes suite à une consommation excessive de sel, notamment sur la pression sanguine, entraînant des maladies cardiovasculaires telles que l'hypertension dont la prévalence est estimée à 27 % selon une enquête effectuée en 2009 [52].

L'hypertension est un facteur de risque reconnu pour les cardiopathies ischémiques et la maladie rénale. Pour certains groupes d'individus, il a été mis en évidence une forte relation dose-réponse entre une consommation importante de chlorure de sodium et les niveaux les plus élevés de la tension artérielle systolique et diastolique [53]. L'effet du sel sur l'augmentation de la tension artérielle est en fait lié à celle du sodium. Le caractère de la dose- réponse donnée peut être modulé par une gamme des facteurs qui incluent d'autres composants du régime, le poids relatif, et le niveau de l'activité physique, aussi bien que les facteurs fixes qui incluent l'âge, le genre et le génotype.

Deux limites ont été bien définies, fixant une faible incidence voire une absence d'hypertension artérielle (HTA) pour une consommation de sel < 3g/J et une incidence élevée d'HTA pour une consommation > 20 g/J [54].

Un niveau de seuil de consommation habituelle en-dessous duquel un effet sur la tension artérielle est susceptible d'apparaître est de ce fait difficile à déterminer [55]. C'est la raison pour laquelle l'OMS recommande de réduire les apports de sel alimentaire en les ramenant à moins de 6g/jour pour prévenir les maladies chroniques premières causes de décès dans le monde [56]. Ainsi les recommandations actuelles suggèrent de partir d'une consommation moyenne globale de 9 à 12 g/j pour atteindre une valeur inférieure à 5-6 g/J. Les effets bénéfiques seraient plus importants chez les hypertendus avec une baisse moyenne pouvant atteindre 7 mmHg pour la systolique et de 4 mmHg pour la diastolique. Ces chiffres peuvent être respectivement de 4 et 2 mmHg chez les normotendus. Pousser la diminution jusqu'à un niveau inférieur à **2 g/j de sodium (5 g/j de sel)** a donné plus de résultats positifs qu'une réduction tout en restant au-dessus de 2g/j. Le bénéfice obtenu a été plus net chez les Afro-américains comparés aux Caucasiens [57,58].

La consommation appropriée de sel chez les enfants devrait être revue à la baisse par rapport aux 2 g de sodium recommandés chez les adultes. Cependant, l'estimation devra toujours tenir compte de leurs dépenses énergétiques journalières. Les effets du sel sur la pression artérielle dans cette frange de la population peuvent être calqués sur les informations obtenues chez l'adulte en raison du plein développement de la fonction rénale très tôt dans l'enfance.

La diminution de la consommation de sel réduirait le risque à long terme de survenue d'évènements cardio-vasculaires tels que l'infarctus du myocarde, les accidents vasculaires cérébraux, la revascularisation coronaire et les décès d'origine cardio-vasculaire. Cependant la réduction devrait se faire petit à petit et sur le long terme, les conséquences pouvant être alors une faible augmentation de l'activité rénine plasmatique, de l'aldostérone et de la noradrénaline. Une diminution importante et rapide se manifesterait par des effets adverses tels

qu'une chute du volume extracellulaire et une activation du système rénine angiotensine et du système nerveux sympathique [59,60].

C'est ainsi qu'à partir de 2010, le Royaume Uni s'est fixé comme objectif une réduction jusqu'à 3 g/j de sel à l'orée 2025 [61].

▪ **NaCl et asthme**

D'autres études suggèrent qu'un régime riche en sel pourrait être un facteur aggravant de l'asthme. Dans les années 80 en Angleterre, c'est dans les régions où les ventes de sel étaient les plus importantes que survenaient le plus de décès par asthme chez les enfants [62]. Il a été observé chez 2593 enfants que ceux qui consommaient le plus de sel étaient plus sujets à tousser et à souffrir de bronchospasme à l'effort [63].

▪ **Autres effets du NaCl**

Outre ces effets sus-mentionnés, des études épidémiologiques et cliniques suggèrent l'existence d'une association entre pression artérielle élevée et anomalies du métabolisme calcique chez l'enfant. Ces anomalies qui exposent aux lithiases urinaires et à l'ostéoporose sont détectables dès l'enfance et aggravées par une forte ingestion chronique de sodium [64].

A des concentrations élevées, le sel est irritant pour l'estomac. En effet l'ingestion de solutions concentrées de chlorure de sodium peut mener à l'irritation gastro-intestinale locale et dommages muqueux, chez les rongeurs et les humains [55]. La prise de concentrations plus élevées de sel cause des dommages du mucin protecteur et de la couche muqueuse de l'estomac, qui mènent à une réponse inflammatoire régénératrice avec la prise de synthèse d'ADN et la prolifération accrues de cellules [65].

Le régime élevé en sel peut fragiliser la muqueuse gastrique, favorisant ainsi l'infection par *Helicobacter pylori* ; ces deux facteurs vont agir synergiquement pour favoriser le développement de cancer d'estomac [66]. Les plus récents travaux confirment que toutefois, indépendamment de tout autre facteur tel que le tabagisme ou l'infection à *H.pylori*, le sel alimentaire est bien un facteur autonome de cancérisation gastrique [67].

Enfin il est noté que l'excès de sel dans l'alimentation, en élevant la natriurèse, provoque une forte augmentation de l'excrétion urinaire de calcium, ce qui participe à la déminéralisation osseuse [68].

Chez 20 sujets hypertendus précédemment sous régime hyposodé (3g/j de NaCl), une surcharge en sel (20 g/j durant une semaine) a augmenté de 95% l'excrétion de calcium [69]. Un tel effet s'est révélé particulièrement notable chez les sujets dont la pression artérielle est sensible au sel [70] et il a été mis en évidence dans de nombreuses études que la diminution des apports sodés permet de lutter contre la déperdition urinaire de calcium et est efficace pour éviter l'ostéoporose surtout chez la femme âgée [71,72].

▪ Toxicité du NaCl

Les DL50 établies pour le chlorure de sodium administré par voie orale chez le rat et la souris sont respectivement de 3g/kg et chez les souris de 4g/kg [73,74].

Des données indiquent que la consommation humaine de grandes doses de chlorure de sodium, tel que 0,5 à 1g / kg de poids corporel peut avoir des conséquences mortelles. L'ingestion de solutions concentrées de chlorure de sodium peut mener à l'irritation de la muqueuse gastro-intestinale locale chez les rongeurs et les humains [55].

Sur la base d'étude épidémiologique, aucune augmentation de la mortalité due au cancer de l'estomac n'a été rapportée avec les prises de sodium inférieures à 2,7 g/jour pour les hommes et 2,1 g/jour pour des femmes [47].

CHAPITRE II :
EVALUATION DE LA
COMPOSITION
CHIMIQUE

II.1. Objectifs de l'étude

Cette étude avait pour objectif de collecter des informations sur les conditions d'utilisation des bouillons d'aide culinaire à Dakar (résidence, marques de bouillons les plus consommées, motivations, habitudes...) pouvant favoriser des risques liés à des utilisations abusives.

Ce travail entre dans le cadre d'une évaluation de la composition chimique et du risque lié à la consommation de glutamate de sodium (GMS) et de chlorure de sodium (NaCl) des bouillons au Sénégal.

II.2. Cadre de l'étude

Notre étude a pour cadre la région de Dakar et en particulier les localités de Guédiawaye, Thiaroye, Parcelles Assainies, mais également les écoles de Formation Professionnelle en Restauration.

Ces localités ont été choisies eu égard à leur niveau de fréquentation et d'accessibilité, facteurs offrant une facilité pour la collecte des données de consommation et des échantillons.

Elle a également eu pour cadre le Laboratoire de Chimie Analytique et Bromatologie, et la fondation CERES LOCUSTOX.

II.3. Méthodologie

II.3.1. Enquête de consommation

Une pré-enquête basée sur l'observation et un questionnaire, a été réalisée sur la consommation des bouillons d'assaisonnement à Dakar dans différentes localités (Parcelles assainies, Guédiawaye et Thiaroye) au sein même des ménages, dans les écoles de Formation Professionnelle en Restauration et avec les étudiants ressortissants de ces écoles qui ont déjà intégré une structure.

Trois écoles ont été choisies par l'ONFP (Office National de la Formation Professionnelle) à savoir l'ENFEFS, le CFP de Ouakam et de Thiaroye.

Ces dernières nous ont remis quelques contacts d'étudiants ressortissants de ces établissements nous permettant ainsi d'effectuer une interview par appel téléphonique.

Ces enquêtes nous ont permis d'identifier les marques de bouillon d'assaisonnement à Dakar, et les plus consommées par la population.

II.3.2. Echantillonnage

Pour l'échantillonnage, un nombre de cinquante (50) bouillons de cinq (5) différentes marques ont été achetés dans différents marchés et boutiques et dans différentes localités (Parcelles assainies, Guédiawaye et Thiaroye). Il s'agit des marques de bouillon, Maggi épices, Adja épices, Doli épices, Jumbo arôme et Bongou épices. Ces marchés et boutiques ont été retenus parce qu'ils sont proches des ménages où nous avons effectué notre enquête et constituent le lieu principal où certains consommateurs font leur approvisionnement en bouillons.

Ces échantillons collectés seront utilisés pour nos différentes analyses.

II.3.3. Etiquetage et conditionnement

Chaque échantillon collecté a été étudié minutieusement pour s'assurer de l'intégrité et vérifier que les mentions portées sur l'étiquette respectent les règles prescrites par la norme générale pour l'étiquetage des denrées alimentaires préemballées. Ensuite, tous les échantillons ont été pesés pour vérifier la concordance entre le poids net indiqué sur l'étiquette et le poids réel.

II.3.4. Matériel

Le tableau ci-dessous nous donne la liste du matériel utilisé ainsi que les réactifs et l'appareillage.

Tableau V: Liste du matériel, des réactifs et appareillage

Réactifs utilisés	Verreries et autres	Appareillage
Acide chlorhydrique (P=37% , ACS ISO Reagent grade Spain); Acide nitrique (extra pure 60%, Scharlau S.L. Spain); Solution Standard certifiée de 1000ppm de l'élément à analyser	Fioles jaugées Eprouvettes Pipettes Entonnoir en verre Micropipettes Dessiccateur à gel de silice Bain marie Memmer de type WB14 F.-Nr: 1400.0385 DENI 2877 KI:1 Nem temps: 100°C Made in Germany; Plaque chauffante Stuart UC152 R60007550 made in USA. Creusets en porcelaine Tubes de dilution de 50ml	Spectrophotomètre d'Absorption Atomique (SAA) iCE 3300 FL AA System (Thermo Scientific, Unicam Ltd, Cambrige, UK); Four à moufle Naberthem 30-3000°C (Germany); Etuve à 105°C Balance de précision de type : XT 120A Swiss made;

II.3.5. Analyse des échantillons

II.3.5.1. Traitement des échantillons pour analyse

Les échantillons de bouillon sont broyés à l'aide d'un mortier et pilon jusqu'à obtention d'une poudre fine et homogène.

II.3.5.2. Détermination de la teneur en eau [75]

❖ Principe

Il s'agit de la dessiccation à l'étuve, jusqu'à poids constant, d'un échantillon donné de produit alimentaire.

❖ Mode opératoire

La méthode AOAC Rev2, 2007 [75] a été utilisée selon le mode opératoire suivant :

- ✓ Bien homogénéiser l'échantillon
- ✓ Sécher et tarer une capsule en ayant relevé au préalable le poids.
- ✓ Y introduire 5g d'échantillon, pesés avec précision (à 0,1mg près).
- ✓ Porter la capsule dans une étuve à air réglée à 105°C pendant 4 heures.
- ✓ Refroidir au dessiccateur et peser
- ✓ Remettre à l'étuve à 105°C pour 30 minutes, refroidir et peser à nouveau ; répéter cette étape jusqu'à poids constant, c'est-à-dire perte en masse entre deux pesées successives $\leq 2g$.

Expression des résultats :

$$\%H = \frac{(M1-M2) * 100}{PE}$$

M1=Masse en g de l'échantillon frais + capsule

M2= Masse en g de l'échantillon sec + capsule

PE= Prise d'essai en g

H= Pourcentage d'humidité

II.3.5.3. Détermination des teneurs en éléments minéraux [75]

❖ Principe

Le produit est séché puis minéralisé par calcination au four à 550°C. De l'acide nitrique est ajouté aux cendres obtenues, puis la solution est évaporée à sec. Le résidu est dissout dans de l'acide chlorhydrique et cette solution est analysée au spectrophotomètre d'absorption atomique (SAA) par la technique flamme.

❖ Mode opératoire

La méthode AOAC Rev2, 2007 a été utilisée selon le mode opératoire suivant :

- Peser à 10^{-4} g près 1 g d'échantillon dans un creuset. Pour les échantillons ayant une teneur en eau élevée, évaporer à sec ou presque sur une plaque chauffante ou à l'étuve à 100°C.
- Calciner au four à 550°C pendant deux heures en chauffant graduellement à partir de 200°C. Si le résidu reste noir, humidifier avec un peu d'eau distillée pour dissoudre les sels, et calciner à nouveau au four jusqu'à

l'obtention de cendres blanches.

- Laisser refroidir les creusets dans un dessiccateur, puis mouiller les cendres avec un peu d'eau distillée.
- Ajouter 3 à 4 ml d'acide nitrique dilué au 1/2
- Evaporer à sec l'excès d'acide sur la plaque chauffante à 100°C.
- Calciner de nouveau à 550°C pendant une heure
- Laisser refroidir au dessiccateur.
- Dissoudre les cendres dans 10 ml d'acide chlorhydrique dilué au 1/2.
- Filtrer dans un tube de dilution standard de 50 ml.
- Bien laver le papier filtre avec plusieurs portions d'eau distillée.
- Compléter au volume et bien homogénéiser.
- Traiter un blanc réactif en même temps que les échantillons. Pour se faire prendre un creuset vide est l'introduire dans le four en même temps que les échantillons.

II.3.5.4. Préparation des solutions étalons des minéraux

Une gamme de solutions étalon à différentes concentrations (en fonction du type de métal), a été préparée pour chaque élément à doser. Pour cela, une solution standard certifiée de 1000 ppm (solution mère) de l'élément à analyser a été utilisée. Une solution fille de 10 ppm a été préparée en introduisant 1 ml de la solution mère dans une fiole de 100 ml et en complétant au trait de jauge avec un mélange de solvants constitué d'eau distillée ou d'acide nitrique dilué à 10%. Des dilutions supplémentaires de la solution à 10 ppm ont permis d'obtenir la gamme d'étalonnage pour chaque élément. La lecture à la SAA a été faite à différentes longueurs d'onde pour chaque élément à doser.

Tableau VI: Longueur d'onde et concentration des étalons des éléments minéraux

Eléments	Longueurs d'onde (nm)	Concentration en mg/L des étalons				
		Etalon1	Etalon2	Etalon3	Etalon4	Etalon5
Na	589,1	0,5	1	1,5	2	-
Ca	422,8	1	2	3	4	-
Mg	285,3	0,5	1	1,5	2	3
Fe	248,5	0,5	1	1,5	-	-
Cu	324,9	1	1,5	2	-	-

II.3.5.5 Courbes d'étalonnage

Les courbes d'étalonnages sont faites à partir de solutions standards de 1000 ppm à différentes concentrations.

Un blanc qui ne contient aucun élément à doser a été utilisé pour l'étalonnage. Ce dernier a subi les mêmes étapes de préparation que les échantillons.

Ainsi la droite (avec coefficient de corrélation linéaire proche de **1**) obtenue après étalonnage indique la qualité de nos résultats.

Expression des résultats

La teneur en composé minéraux est calculée à partir de l'expression ci-dessous et exprimée en mg/100g d'extrait :

$$\text{T. en mg/100g} = \frac{(C*50*100)}{(PE*1000)}$$

C = Concentration de l'élément à doser en mg/l lue au SAA

PE = Prise d'essai en g

Calcul de la teneur en NaCL

La teneur en **chlorure de sodium** est calculée en multipliant la **teneur en sodium** par le **facteur 2,5**.

II.3.5.6 CONTROLE QUALITE

Lors de la préparation des échantillons pour analyse, un blanc contenant l'élément considéré est préparé et minéralisé avec les échantillons pour assurer le contrôle de la qualité du processus de minéralisation.

La qualité de la lecture par SAA est contrôlée par passage d'une solution de la gamme d'étalonnage après chaque 10 lecture.

II.3.5.7 Exploitation des données

Trois mesures ont été réalisées pour chaque échantillon analysé et les résultats ont été exprimés sous la forme de moyenne $\pm$ écart type.

L'analyse statistique a été fait à l'aide du logiciel Csp74 et Stata.

II.4. Résultats

II.4.1. Enquêtes de consommation

❖ Enquêtes effectuées dans les ménages

▪ Sites d'enquêtes

Les enquêtes sont effectuées dans les localités qui figurent dans le tableau suivant :

Tableau VII: Sites d'enquêtes

Commune	Effectif	Pourcentage (%)
Guédiawaye	50	33,3
P. A	50	33,3
Thiaroye	50	33,3
Total	150	100

▪ Ages des interviewés

Les âges des interviewés sont répartis selon les tranches d'âge suivantes :

Tableau VIII: Age des interviewés

AGE (ans)	Effectif	Pourcentage (%)
16-26	60	40
27-36	55	36,7
37-46	18	12
47-56	13	8,7
Plus 57	4	2,7
Total	150	100
Moyenne	30,9ans	
Ecart type	11 ans	

▪ Utilisateurs de bouillons

Sur les 150 personnes enquêtées, les utilisateurs et non utilisateurs sont représentés dans la figure 6.

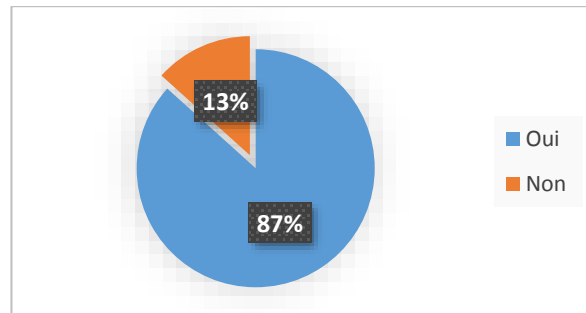


Figure 6 : Utilisateurs et non utilisateurs de bouillons

▪ Lieux d'achat

Les différents lieux d'achat des bouillons sont :

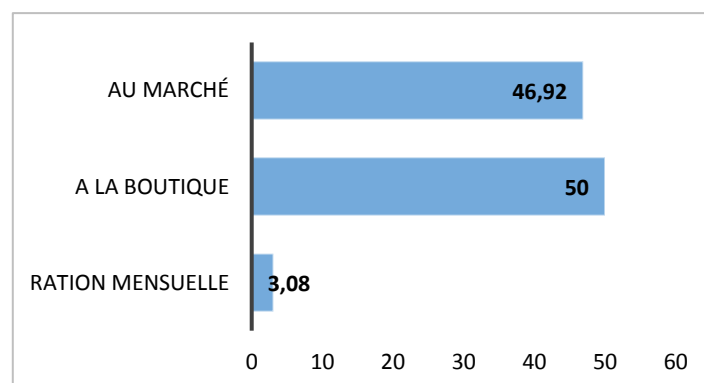


Figure 7: Lieux d'achat

La ration mensuelle pouvant se faire au marché comme à la boutique.

- **Raisons évoquées pour l'utilisation de bouillons**

Concernant l'utilisation des bouillons, les raisons évoquées sont :

Tableau IX: Raisons évoquées pour l'utilisation de bouillons

Raisons évoquées	Effectif	Pourcentage (%)
Relever le goût	128	98,5
Caraméliser	1	0,8
Colorer (rouge)	1	0,8
Total	130	100

- **Nombre de bouillons par préparation culinaire**

Dans notre population d'étude, pour chaque préparation culinaire, le nombre de bouillons utilisé est représenté dans le tableau X.

Tableau X: Nombre de bouillons par préparation culinaire

Variable	Moyenne	Ecart type	Min	Max
Nombre de bouillons	2,3	1,4	1	7

- **Nombre de personnes qui partagent le repas**

Dans chaque ménage, le nombre de personnes qui partage le repas est :

Tableau XI: Nombre de personnes qui partagent le repas

Variable	Moyenne	Ecart type	Min	Max
Nombre de personnes	10,7	5,5	2	28

- **Marques de bouillons**

D'après notre enquête, les marques de bouillons que notre population d'étude a l'habitude d'acheter sont représentées dans le tableau suivant.

Tableau XII: Marques de bouillons habituellement achetées

Marques de bouillon	Effectif	Pourcentage (%)
Doli	18	13,8
Jongué	1	0,8
Maggi tablette	66	50,8
Adja	3	2,3
Adja super doré	2	1,5
Adja épices	5	3,8
Adja épices super doré	1	0,8
Joker	1	0,8
Jumbo	15	11,5
Maggi	7	5,38
Maggi arôme	8	6,1
Maggi yapp	1	0,8
Mami	2	1,5
Total	130	100,0

**❖ Enquêtes effectuées aux niveaux des Ecoles de Formation
Professionnelle en Restauration**

Les enquêtes effectuées dans les écoles de Formation Professionnelle en Restauration ont donné les résultats consignés dans le tableau XIII :

Tableau XIII: Utilisation de bouillons dans les écoles de Formation en restauration

Ecoles de Formation	Utilisation de bouillon	
	Responsable de la Formation	Etudiants
ENFEFS	Non	Non
CFP Ouakam	Non	Non
CFP Thiaroye	Non	Non

II.4.2. Evaluation de la conformité étiquetage et conditionnement

Les échantillons des marques C4 et C3 n'avaient pas de numéro de lot. Mais également, les poids des échantillons de marques C4 et C1 ne correspondaient pas à ceux mentionnés sur l'étiquette. Au cours du broyage des bouillons de marque C1, nous avons remarqué aussi de fines particules blanches.



Figure 8: Présence de fines particules blanches dans le bouillon de marque C1

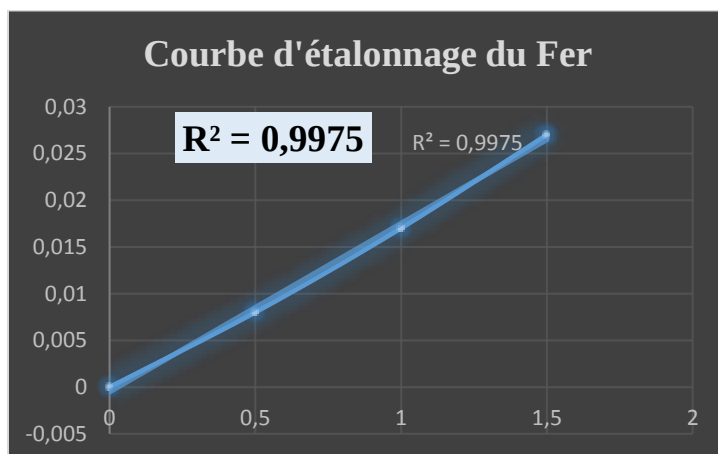
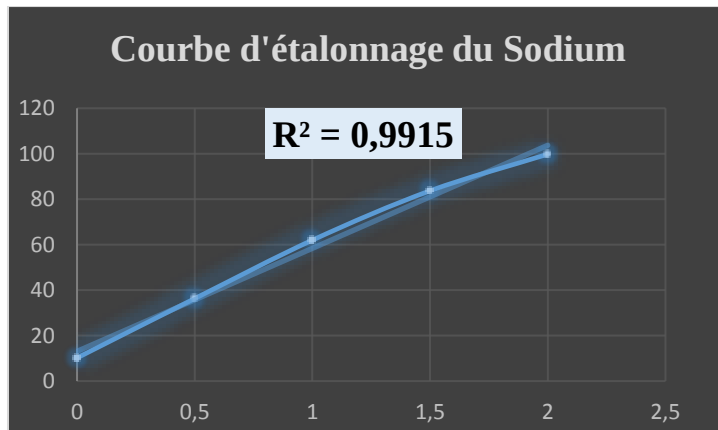
Dans le tableau XIV, nous avons résumé quelques caractéristiques des bouillons choisis pour nos différentes analyses.

Tableau XIV: Caractéristiques des échantillons de bouillons collectés

Nom	Marque	N° de lot	Poids en g	Pays d'origine	Logo
Maggi Tablette	Maggi	93161493 92981493 92621493 92701493 92301493 92941493 92931493 92561493 92221493	10g	Dakar- Sénégal	
Doli Epices	Doli	Pas de N°	10 g	Dakar- Sénégal	
Adja épices	Adja	0103B184 166 227 0303B184 258 046	15g	Dakar- Sénégal	
Jumbo arôme	Jumbo	L23J939 L24J915 L18I9110 L316919 L316929 L3169110 L11F938 L10L822 L20I931	10 g	Dakar- Sénégal	
Bongou épices	Bongou	Pas de N°	10 g	Abijan- Côte d'Ivoire	

II.4.3. Courbes d'étalonnage

Nous avons ci-après les représentations des courbes d'étalonnage du sodium et du fer en guise d'exemple.



II.4.4. Teneurs en eau et en éléments minéraux

Tableau XV: Teneurs en eau et en éléments minéraux pour la marque C1

	Teneurs en eau (en %) et éléments minéraux (en mg/100g)					
Echantillons	%H	Na	NaCl	Ca	Mg	Fe
C1.1	4,0	21545,4	53863,4	13,2	10,5	2,0
C1.2	3,9	20953,2	52383,1	10,0	29,4	2,6
C1.3	5,2	22865,6	57163,9	9,6	9,2	1,7
C1.4	5,7	17196,2	42990,6	26,1	46,9	2,4
C1.5	4,6	22625,7	56564,2	14,3	26,6	1,7
C1.6	5,2	19376,4	48441,1	2,1	18,5	5,9
C1.7	4,7	25332,4	63331,0	11,8	25,3	2,5
C1.8	4,9	28205,0	70512,5	6,0	28,7	4,3
C1.9	4,6	21678,5	54196,2	7,7	25,8	2,2
C1.10	5,1	25250,0	63124,9	10,3	23,1	3,1
Moyenne	4,8 ±	22502,8±	56257,1±	11,1±	24,4±	2,8±
	0,5	3164,8	7912,1	6,4	10,6	1,3

Tableau XVI: Teneurs en eau et en éléments minéraux pour la marque C2

	Teneurs en eau (en %) et éléments minéraux (en mg/100g)					
Echantillons	%H	Na	NaCl	Ca	Mg	Fe
C2.1	4,1	21706,3	54265,8	4,6	13,3	51,1
C2.2	4,3	22104,2	55260,6	4,9	12,0	43,0
C2.3	4,5	20374,2	50935,4	6,0	11,1	57,8
C2.4	5,9	18825,6	47063,9	4,9	10,9	50,7
C2.5	4,7	21195,5	52988,9	5,4	10,7	40,2
C2.6	4,1	21954,0	54885,1	8,0	8,6	27,5
C2.7	5,3	18272,9	45682,2	6,9	7,1	32,4
C2.8	4,1	19101,2	47753,0	8,2	6,0	29,6
C2.9	4,6	21265,7	53164,4	9,3	7,8	43,1
Moyenne	4,7±	20533,3±	51333,2±	6,5±	9,7±	41,7±
	0,6	1455,1	3637,8	1,7	2,4	10,4

Tableau XVII: Teneurs en eau et en éléments minéraux pour la marque C3

	Teneurs en eau (en %) et éléments minéraux (en mg/100g)					
Echantillons	%H	Na	NaCl	Ca	Mg	Fe
C3.1	4,2	23266,0	58165,1	33,6	23,8	4,6
C3.2	4,1	22023,3	55058,3	28,2	22,0	4,3
C3.3	4,6	18866,0	47165,1	34,1	21,9	5,5
C3.4	4,4	22100,2	55250,5	30,1	27,3	6,5
C3.5	4,2	31058,2	77645,5	28,2	25,8	5,2
C3.6	5,7	21873,1	54682,8	13,6	42,4	3,9
C3.7	4,2	19706,4	49265,9	30,7	18,7	1,9
C3.8	3,9	17905,6	44764,0	30,3	17,3	1,3
C3.9	2,2	19817,4	49543,6	16,4	27,7	2,8
C3.10	4,1	21278,2	53195,5	21,2	26,0	1,7
Moyenne	4,2±	21789,4±	54473,6±	26,6±	25,3±	3,8±
	0,9	3657,1	9142,7	7,1	7,0	1,8

Tableau XVIII: Teneurs en eau et en éléments minéraux pour la marque C4

	Teneurs en eau (en %) et éléments minéraux (en mg/100g)					
Echantillons	%H	Na	NaCl	Ca	Mg	Fe
C4.1	4,2	20644,4	51610,9	36,6	26,0	1,4
C4.2	4,4	16384,0	40959,9	19,2	29,4	49,4
C4.3	4,2	22346,4	55865,9	39,6	28,9	14,3
C4.4	4,3	20932,3	52330,8	19,2	8,9	3,4
C4.5	3,5	23062,7	57656,8	11,9	5,0	1,4
C4.6	3,5	18120,6	45301,6	15,7	8,5	2,5
C4.7	4,7	14580,0	36450,0	13,2	42,8	3,4
C4.8	4,0	19770,7	49426,7	11,9	42,0	3,5
C4.9	4,2	17822,2	44555,4	10,3	38,0	4,4
C4.10	4,5	18209,0	45522,5	14,0	34,9	4,0
Moyenne	4,1±	19187,2±	47968,1±	19,2±	26,4±	8,8±
	0,4	2657,3	6643,3	10,4	14,2	14,8

Tableau XIX: Teneurs en eau et en éléments minéraux pour la marque C5

	Teneurs en eau (en %) et éléments minéraux (en mg/100g)					
Echantillons	%H	Na	NaCl	Ca	Mg	Fe
C5.1	4,1	22332,1	55830,3	13,6	4,8	1,6
C5.2	2,9	17173,5	42933,7	6,3	3,4	1,2
C5.3	4,0	22018,0	55045,0	14,9	7,6	14,7
C5.4	3,9	21037,4	52593,4	10,6	4,9	1,3
C5.5	3,5	21460,0	53649,9	11,3	6,0	7,4
C5.6	4,0	20635,2	51588,1	10,4	4,8	1,3
C5.7	4,1	23149,4	57873,6	12,3	9,9	3,8
C5.8	3,6	19544,2	48860,5	3,3	8,6	3,8
C5.9	3,0	22241,1	55602,8	11,4	9,2	4,2
C5.10	3,6	18272,7	45681,7	11,3	10,6	4,0
Moyenne	3,7±	20786,4±	51965,9±	10,5±	7±	4,3±
	0,4	1916,6	4791,5	3,4	2,5	4,1

Tableau XX: Teneurs moyennes en eau et en éléments minéraux pour toutes les marques

Echantillons	Teneurs en eau (en%) et éléments minéraux (en mg/100g)					
	%H	Na	NaCl	Ca	Mg	Fe
	4,8±	22502,8±	56257,1 ±	11,1±	24,4 ±	2,8±
C1	0,5	3164,8	7912,1	6,4	10,6	1,3
	4,7 ±	20533,3 ±	51333,2 ±	6,5 ±	9,7±	41,7 ±
C2	0,6	1455,1	3637,8	1,7	2,4	10,4
	4,2±	21789,4±	54473,6±	26,6 ±	25,3±	3,8 ±
C3	0,9	3657,1	9142,7	7,1	7,0	1,8
	4,1 ±	19187,2 ±	47968,1 ±	19,2 ±	26,4±	8,8 ±
C4	0,4	2657,3	6643,3	10,4	14,2	14,8
	3,7±	20786,4±	51965,9 ±	10.5±	7 ±	4,3 ±
C5	0,4	1916,6	4791,5	3,4	2,5	4,1
MOYENNE	4,3±	20959,8±	52399,6±	15,8 ±	18,6 ±	12,3 ±
	0,5	1267,2	3168,0	8,9	9,4	16,6

II.5. Discussion

II.5.1. Etiquetage et Conditionnement

Nous avons constaté que les échantillons des marques C4 et C3 n'avaient pas de numéro de lot contrairement aux autres marques de bouillon. Mais également, les poids des échantillons de marques C4 et C1 ne correspondaient pas à ceux mentionnés sur l'étiquette car nous avons remarqué un surplus de 1 à 1,5 selon l'échantillon.

Selon les règles des bonnes pratiques de fabrication et d'hygiène, le produit doit être exempt de matières étrangères, tel n'est pas le cas avec la marque C1 où nous remarquons de fines particules blanches.

II.5.2. Enquêtes effectuées dans les ménages

La moyenne d'âge des enquêtées est de **30,9 ans** avec un minimum de 16 ans et un maximum de 68 ans.

Au moment de l'échantillonnage, **87%** de la population d'étude dans ces différentes localités utilisent les bouillons dans leurs préparations ménagères et la majorité les achète à la boutique avec un pourcentage de **50%**. Les **46,9%** de la population d'étude les achètent au marché et le reste durant l'achat de la ration mensuelle pouvant se faire à la boutique comme au marché.

La marque maggi tablette est utilisée par la majorité des enquêtées **50,8%**, suivi du doli **13,8%**, ensuite le jumbo **11,5%**, maggi arôme **6,1%**, ...

La plupart des personnes enquêtées utilisent les bouillons pour donner du goût à leurs préparations culinaires d'où le nom exhausteur de goût « umami ».

Une estimation moyenne de **5** bouillons par jour (obtenu en multipliant la consommation moyenne de bouillons par préparation culinaire par 2) et un

maximum de **14** bouillons/jour (obtenu en multipliant la consommation maximale de bouillons par préparation culinaire par 2) et par ménage peut être considérée dans nos calculs.

Nous pouvons également considérer une taille moyenne des ménages à **11** individus.

Le rapport de l'ANSD (2013) estime la taille moyenne des ménages au niveau national à **8** individus avec un écart entre le milieu urbain (**moyenne de 7**) et le milieu rural (**moyenne de 10**) [10].

II.5.3. Enquêtes effectuées dans écoles de Formation en Restauration

Dans les écoles de Formation Professionnelle en Restauration, le responsable de la formation et les étudiants n'utilisent pas les bouillons dans leurs recettes culinaires. Etant conscients des dangers, de l'effet nocif de ces derniers pour la santé, ils encadrent leurs étudiants sur ces derniers et optent pour une alimentation saine et équilibrée.

Au niveau de l'ENFEFS, le responsable de la formation a précisé même que si elle ne pouvait pas s'en passer, elle préfère faire son propre bouillon selon les menus journaliers. Ainsi, pour préparer un bouillon poulet par exemple, dans une grande marmite, elle verse tous les ingrédients nécessaires qu'elle laisse bouillir à petit feu... A partir de ce bouillon sous forme de soupe, elle prélève la quantité nécessaire pour ses recettes culinaires de la journée et évite ainsi l'usage des bouillons culinaires d'assaisonnement.

Au niveau du CFP de Ouakam, le responsable de la Formation étant consciente des dangers...spécifie aussi que le problème ne se situe pas seulement sur les bouillons. Selon elle, il faut aussi parler de l'autosuffisance alimentaire. Depuis la fin de 2007, les populations sénégalaises ont subi une flambée rapide des prix des denrées de « premières nécessités » et particulièrement, les produits

alimentaires. La majeure partie de la population ne peut pas subvenir à leurs besoins ; la viande, le poisson, les légumes... et les autres ingrédients qui peuvent remplacer ces bouillons coûtent chers. Donc ils préfèrent confronter la maladie que de cesser l'usage de ces derniers.

Certaines étudiantes ont aussi mentionné que leurs coépouses n'étant pas conscientes des dangers du bouillon, les utilisent à la maison. Ainsi, malgré le non usage des bouillons dans leur milieu professionnel, elles sont obligées dès fois de l'utiliser chez eux à cause de la pression sociale pour éviter la différence des repas en matière de goût.

II.5.4. Teneurs en eau et en éléments minéraux

✓ Teneurs en eau

Au regard du dernier tableau, en ce qui concerne l'humidité qui donne une appréciation de la teneur en eau, les valeurs les plus élevées se retrouvent aux niveaux de C1 (4,8%) et C2 (4,7%). Suivis de C3 et C4 qui ont presque la même humidité soit respectivement 4,2% et 4,1% tandis que celle du C5 la plus faible est 3,7%. La Norme Sénégalaise sur les bouillons exige une teneur en eau (solide seulement) égale à 5% [8]. Le C5 est donc le bouillon d'assaisonnement le plus sec et pourrait rester à l'air libre pendant longtemps sans se dégrader contrairement aux autres gammes de bouillons. En effet, lorsque les bouillons sont déballés et exposés à l'air libre ils captent rapidement l'humidité et ont tendance à se mettre sous une forme pâteuse. Cela pourrait être dû à leur richesse en chlorure de sodium (sel). Ainsi, une fois exposés à l'oxygène de l'air, les ions Na^+ et Cl^- contenus dans le sel s'oxydent et ont tendance à liquéfier les bouillons.

✓ Teneurs en sodium et chlorure de sodium

Les maladies cardio-vasculaires se généralisent de plus en plus au Sénégal par l'ingestion non contrôlée du chlorure de sodium (sel de cuisine), il nous est apparu

indispensable de rechercher les teneurs en sodium libre dans ces bouillons d'assaisonnement.

La teneur en sodium libre des bouillons C1, C2, C3, C4, et C5 est respectivement 22,5%, 20,5%, 21,8%, 19,2% et 20,8% (sur la base d'un poids moyen de bouillon cube de **10,5 g**, Tableau).

En effet, selon USDHHS [77], la teneur moyenne de sodium des bouillons doit être de **10,67%**. Alors que tous ces bouillons ont une teneur en sodium nettement supérieure. Or, il est dit que la consommation excessive de sodium est un facteur contribuant à l'hypertension artérielle et est associée aux maladies cardiovasculaires dont les accidents vasculaires cérébraux. Un régime alimentaire à teneur élevée en sodium représente donc un risque sérieux pour la santé de la population humaine, d'après plusieurs organisations telles que l'Organisation mondiale de la Santé [78], l'USDA aux Etats Unis [77], la THL en Finlande [79], l'AFSSA en France [80], [81].

La majeure partie du sodium consommée provient d'aliments transformés, préemballés, prêts à être consommé, et d'origine très variée [82], [83]. Donc, les bouillons contribuent à l'augmentation de la teneur en sodium dans l'organisme humain après consommation. Ceci aurait certainement conduit certains groupes de production à prendre des engagements volontaires pour réduire de 5%, la teneur en sodium de leurs adjuvants culinaires [84].

Cette teneur élevée en sodium dans les bouillons s'explique par l'utilisation d'autres agents conservateurs possédant du sodium sous forme combinée dans les exhausteurs de goûts, et figurant sur la liste des ingrédients entrant dans la formulation des bouillons, quelle que soit la gamme. Il s'agit du glutamate de sodium, de l'inosinate de sodium et de guanylate de sodium.

Notons que le sodium assure beaucoup de fonction vitale dans l'organisme humain. Ainsi, associés au chlore, ils stabilisent le milieu hydrique interne (liquide et électrolyte) et la tension artérielle du corps humain. Ils assurent le bon fonctionnement des muscles et des nerfs. Le sodium facilite l'absorption des nutriments tels que le glucose et les acides aminés. Un apport quotidien en sodium d'environ 400 à 500mg suffit à assurer les fonctions organiques d'un adulte. Dans l'organisme humain, la moitié du sodium se trouve dans le sang et les liquides corporels, plus d'un tiers est dans les os et le reste se retrouve dans les cellules [85].

Teneurs en NaCl

La norme **NS03-146 (ASN, 2017Rev1)** exige une teneur maximale de **55%** de chlorure de sodium dans les bouillons culinaires. L'analyse des données montre une teneur moyenne en chlorure de sodium des bouillons C1 de 56,26%, C2 de 51,33%, C3 de 54,47%, C4 de 47,97% et C5 de 51,97%.

Alors tous ces bouillons ont des teneurs en chlorure de sodium nettement inférieures à cette norme exception faite à C1.

Des résultats d'analyse effectuée par l'**Institut de Technologie Alimentaire (ITA)** en 2015 montrent des teneurs d'environ 55 %. A ce pourcentage la teneur en NaCl peut être estimée **dans un bouillon cube à 5,77 g** (sur la base d'un poids moyen de bouillon cube de 10,5g).

✓ Teneurs en fer

Le fer est un oligo-élément important dans le corps humain. Il joue un rôle crucial dans l'hématopoïèse, le contrôle de l'infection et l'immunité médiée par les cellules [86,87]. La carence en fer a été décrite comme la carence nutritionnelle la plus répandue, et on estime que l'anémie ferriprive affecte plus d'un milliard de personnes dans le monde [88].

Les conséquences d'une carence en fer comprennent une faiblesse d'énergie au travail, une température corporelle et une régulation altérée, des troubles du comportement et des performances intellectuelles et une diminution de la résistance aux infections [89].

Les efforts pour lutter contre la carence en fer comprennent l'enrichissement des aliments en fer [90].

La présente étude indique que les teneurs en fer des échantillons de bouillons, varient entre $2,84 \pm 1,29$ et $41,71 \pm 10,4$ en mg/100g ; ces teneurs sont plus élevées dans le bouillon C2 et plus faibles dans le bouillon C1. Ceci s'explique par le fait que contrairement autres bouillons, C2 a été enrichi en fer depuis 2013. Ces résultats sont différents voire faibles par comparaison à ceux trouvés par **Akpanyung (2005)** où les cubes de bouillon contiennent 11,14-17,10 mg de fer pour 100 g d'échantillon [91].

✓ **Teneurs en calcium**

Présent en quantité importante dans l'organisme, le calcium participe essentiellement à la constitution, la croissance et l'entretien des dents et des os. Sa principale fonction est la minéralisation de l'os, 99% du calcium est ainsi stocké dans le squelette. Cet oligo-élément joue aussi un rôle primordial dans le bon fonctionnement du système nerveux et cardio-vasculaire. Il agit comme régulateur du rythme cardiaque, est essentiel à la coagulation, favorise l'endormissement et garde la peau en bonne santé [92].

Cependant, une alimentation faible en calcium (besoins quotidiens : 800mg chez l'adulte et 1200mg chez l'enfant) peut engendrer une carence en calcium qui se traduit par des douleurs musculaires, des crampes, de la nervosité et une dépigmentation. A longue échéance interviennent le rachitisme, l'ostéomalacie et l'ostéoporose [92].

Les résultats trouvés dans notre étude ont montré que les teneurs en calcium des échantillons de bouillon varient entre $6,47 \pm 1,7$ et $26,63 \pm 7,12$ mg/100g. La teneur en calcium est plus élevée dans le bouillon C3 et plus faible dans le bouillon C2.

✓ **Teneurs en magnésium**

Le magnésium est un minéral indispensable à l'équilibre physique et psychique. Il contribue au bon fonctionnement des cellules, à la transmission de l'influx nerveux, à la formation d'anticorps et à la régulation du rythme cardiaque. Il participe également aux réactions de nombreux enzymes liés à la production d'énergie. Le magnésium intervient dans le métabolisme du glucose et de la vitamine C ainsi que de nombreux minéraux comme le calcium, le phosphore et le potassium [92].

Une carence en magnésium se traduit par des crises de tétanie, une perte de la coordination, une faiblesse musculaire, des tremblements, des diarrhées, des insomnies et de l'irritabilité [92].

Les teneurs en magnésium des échantillons de bouillon varient entre $6,98 \pm 2,50$ et $26,43 \pm 14,21$ mg/100g. Elles sont plus élevées dans le bouillon C4 et plus faibles dans le bouillon C5.

✓ **Teneurs en Cuivre**

L'analyse de nos données montre des traces de cuivre dans les bouillons culinaires et la norme NS03-146 (ASN, 2017Rev1) exige une teneur maximale de 2mg/kg correspondant à 0,2mg/100g dans les bouillons culinaires.

.

CHAPITRE III :
EVALUATION DU RISQUE
LIE A LA
CONSOMMATION DES
BOUILLONS D'AIDE
CULINAIRE AU SENEGAL

III.1. ESTIMATION DE L'EXPOSITION

III.1.1. DONNEES DE CONSOMMATION DE BOUILLONS CULINAIRES

Pour les données de consommation nous avons effectué des enquêtes dans différentes localités de Dakar et au sein de certains établissements de Formations Professionnelles en Restauration. Ce sont des enquêtes de ménage d'observation transversale, descriptive et analytique et les résultats sont résumés dans les tableaux ci-dessus.

III.1.2. Teneur en GMS des bouillons

Aucune donnée du GMS dans les bouillons culinaires vendus au Sénégal n'a été retrouvée. La norme NS03-146 (ASN, 2017-Rev1) n'exige pas de teneurs de GMS dans les bouillons ; une concentration maximale sur la base du produit prêt à la consommation est accordée selon les BPF. Des informations, obtenues de sociétés commercialisant ou fabriquant des bouillons culinaires, font état de teneurs en GMS de **2,7 à 17,21%** selon le type de produit [10].

En considérant en moyenne le nombre de personnes par foyer à **11** on peut estimer :

- La consommation moyenne par personne et par jour à **0,45 bouillon (5/11)**.
- La consommation maximale à **1,27 bouillon (14/11)** par personne et par jour.

Considérant un pourcentage de **17%** par bouillon et un poids moyen de **10,5 g** par bouillon la teneur en GMS peut être estimée à **1,78 g/bouillon**.

Et si nous considérons un pire cas de bouillon contenant **30%** de GMS et un poids moyen de **10,5 g**, nous aurons une teneur estimée à **3,15 g/bouillon**.

III.1.3. Quantité de sel contenue dans les bouillons

La norme NS03-146 (ASN, 2017Rev1) exige une teneur maximale de **55%** de chlorure de sodium dans les bouillons culinaires.

L'analyse de nos données montre une teneur moyenne en chlorure de sodium des bouillons C1 de **56,26%**, C2 de **51,33%**, C3 de **54,47%**, C4 de **47,97%** et C5 de **51,97%**.

Considérant un pourcentage moyen en sel de **52%** par bouillon et un poids moyen de **10,5 g** par bouillon la teneur en NaCl peut être estimée à **5,46 g/bouillon**.

III.1.4. Quantité de sel de table ajoutée en plus des bouillons

La totalité des personnes enquêtées rajoutaient du sel de table en plus de l'utilisation des bouillons. Ces résultats sont différents par comparaison à ceux trouvés par **Diop (2014)** et **Sylla (2014)** où respectivement **94** et **97%** des enquêtés rajoutaient du sel de table en plus de l'utilisation des bouillons.

Diop et Sylla ont également précisé dans leur étude qu'une partie des ménages assimilaient la quantité de sel ajoutée à une cuillère à café mais la majorité l'estimait à une cuillère à soupe et demie. Les pesées effectuées par **Sylla (2014)** ont donné des valeurs de **10 g** de NaCl pour la cuillère à café et **32 g** de NaCl pour la cuillère à soupe et demie. La moyenne de consommation calculée était de **22 g**.

Rapporté à une consommation par personne (11/ménage) cela correspond à une consommation individuelle supplémentaire de sel allant de **0,9 à 2,9 g de sel par jour avec une moyenne de consommation individuelle de 2g /jour**.

Le tableau suivant résume ces estimations sur la consommation de bouillons cube et de NaCl par personne et par jour.

Tableau XXI: Estimation de la consommation de bouillons cube et de NaCl par personne et par jour.

Paramètres	Valeurs
Poids moyen bouillon cube	10,5 g
Nombre de bouillons consommés par ménage	5 à 14
Nombre de personnes par ménage	11
Consommation moyenne de bouillon cube/personne/jour	0,45
Consommation maximale de bouillon cube/personne/jour	1,27
Teneur en GMS par bouillon	1,78g
Quantité de sel dans un bouillon	5,46
Quantité de sel de table ajouté personne /jour	0,9 à 2,9g

III.1.5. Estimation de la consommation de GMS et de NaCl

L'estimation de l'ingestion de GMS sera effectuée par une méthode déterministe du fait que nous manquons de données suffisantes pour les teneurs de GMS dans les bouillons consommés au Sénégal.

Nous avons également effectué l'estimation de l'ingestion de NaCl par une méthode déterministe.

Ces tableaux qui suivent résument l'estimation de GMS et de NaCl.

Tableau XXII : Estimation de la consommation de GMS par g par personne et par jour

% de GMS estimés par bouillon	Type consommateur	Ingestion de GMS (g/personne/jour)
17	Consommateur moyen	0,801 = 1,78x 0,45
17	Gros consommateur	2,26 = 1,78x 1,27
30	Consommateur moyen	1,42 = 3,15 x 0,45
30	Gros consommateur	4 = 3,15 x 1,27

Tableau XXIII: Estimation de la consommation de NaCl par g par personne et par jour

Type consommateur	Ingestion (g/personne/jour)
Ingestion de NaCl via la consommation de bouillons uniquement	
Consommateur moyen	2,46 = 5,46 x 0,45
Gros consommateur	6,93 = 5,46 x 1,27
Ingestion de NaCl via la consommation de bouillons et de sel ajouté	
Consommateur moyen bouillon + Cc de sel	3,36 = 0,9 + 2,46
Consommateur moyen bouillon + Cs de sel	5,36 = 2,9 + 2,46
Gros consommateur bouillon + Cc de sel	7,83 = 0,9 + 6,93
Gros consommateur bouillon + Cs de sel	9,83 = 2,9 + 6,93

*Cc= cuillère à café soit 10g de NaCl ; Cs= cuillère à soupe soit 22 g de NaCl

III.2. CARACTERISATION DU RISQUE LIE AU GMS ET NACL

Selon nos estimations de l'exposition réalisée, les sénégalais utilisant les bouillons consomment en moyenne **0,801g** de GMS par jour et au pire des cas **2,26g** de GMS par jour pour le gros consommateur, ceci sur la base d'un pourcentage de **17%**.

Et même si ce pourcentage (17%) est porté à **30%**, on se retrouverait à une consommation moyenne journalière de **1,42g** pour le consommateur moyen à **4g** pour le gros consommateur.

A ce jour le **JECFA** n'a pas fixé de dose journalière admissible (DJA) mais l'AJA (Apport Journalier Acceptable) qui a été recommandé est égal à 120 mg/ kg de poids corporel / jour soit 7,2 g /jour si on rapporte le poids moyen du sénégalais à 60 Kg.

Ces valeurs recommandées sont presque deux fois supérieures à notre pire cas qui serait de consommer 4 g de GMS par jour.

L'Autorité Européenne de Sécurité des Aliments (EFSA) est le seul organisme normatif à avoir déclaré un niveau recommandé pour les apports en GMS. Il a identifié une **dose sans effet nocif observable (DSENO) de 3200 mg de GMS/kg de poids corporel par jour et une dose journalière acceptable (DJA) de 30 mg/kg de poids corporel par jour.**

Il a également été reconnu que la DJA recommandée par l'EFSA de 30 mg de GMS/kg de poids corporel/jour peut être dépassée dans les situations où une dose alimentaire relativement élevée de GMS est consommée.

Nous pouvons ainsi conclure que la consommation de GMS à partir des bouillons cube n'est pas préoccupante d'un point de vue toxicologique.

Néanmoins, une attention particulière doit être apportée à la contribution des bouillons cube comme source de NaCl dans l'alimentation du sénégalais.

En effet, par la **méthode déterministe**, les estimations d'exposition au NaCl par les bouillons combinés souvent à du sel ajouté montrent que la consommation de NaCl apportée :

- Exclusivement par les bouillons cube peut être estimée à **2,46g** par jour pour le consommateur moyen et à **6,93g** par jour pour le gros consommateur.
- Par les bouillons et le sel ajouté peut être estimée de **3,36 à 5,36 g/jour** pour le consommateur moyen de bouillon et de **7,83 à 9,83 g/jour** le gros consommateur de bouillon.

L'OMS recommande de réduire les apports de sel alimentaire en les ramenant à moins de 6g /jour (équivalent à moins d'une cuillère à café) pour prévenir les maladies chroniques premières causes de décès dans le monde (OMS, 2006). Cette quantité est facilement atteinte voire même dépassée avec les bouillons cube si on sait que les autres aliments contribuent beaucoup à l'apport en sel de l'organisme.

CONCLUSION

Au Sénégal, les bouillons d'aide culinaire sont fréquemment et régulièrement utilisés par la population d'où l'importance du contrôle de la qualité afin de prémunir la population des risques liés à la consommation de ces derniers. C'est dans cette perspective que se situe notre travail ayant comme objectif de contribuer à la promotion de la santé des consommateurs sénégalais par une évaluation de la composition chimique et du risque lié à sa consommation.

Pour se faire une pré-enquête basée sur l'observation et un questionnaire, a été réalisée sur l'utilisation des bouillons d'assaisonnement au Sénégal. Elle a permis d'identifier les marques de bouillon d'assaisonnement au Sénégal, et les plus consommées par les populations. Ainsi, cinquante (50) échantillons de bouillons de différentes marques (Maggi, Adja, Doli, Jumbo et Bongou) ont été collectés dans différentes localités à raison d'une dizaine (10) par marque. Ces échantillons ont été analysés sur un certain nombre de paramètres à savoir les teneurs en sodium, eau, calcium, fer et magnésium et cuivre.

En ce qui concerne l'humidité, les valeurs les plus élevées se retrouvent aux niveaux de C1 4,79% et C2 4,67%, suivis de C3 et C4 qui ont presque la même humidité soit respectivement 4,16% et 4,12% tandis que celle du C5 la plus faible est 3,66%.

La teneur en sodium libre des bouillons C1, C2, C3, C4 et C5 est respectivement 22,50% ; 20,53% ; 21,79% ; 19,19% et 20,79%.

L'analyse de nos données montre une teneur moyenne en chlorure de sodium des bouillons C1 à 56,26%, C2 à 51,33%, C3 à 54,47%, C4 à 47,97% et C5 à 51,97%.

Les teneurs en Fer des échantillons de bouillons varient entre $2,84 \pm 1,29$ et $41,71 \pm 10,4$ en mg/100g, celles en calcium entre $6,47 \pm 1,70$ et $26,63 \pm 7,12$ mg/100g et les teneurs en magnésium entre $6,98 \pm 2,50$ et $26,43 \pm 14,20$ mg/100g.

La quantité de glutamate monosodique (GMS) dans les bouillons d'aide culinaires ne semble pas poser un problème sanitaire à la lumière des connaissances scientifiques actuelles et des résultats des études disponibles. Les tendances actuelles de consommation de GMS au Sénégal en tenant compte des pires situations envisageables, sont largement en deçà de l'Apport Journalier Acceptable (AJA).

La quantité de chlorure de sodium (NaCl) se trouvant dans ces bouillons, d'après les différentes estimations, est assez préoccupante au regard des effets sanitaires que posent les excès de sel. Cette exposition est elle-même à rajouter à toutes les autres sources d'exposition alimentaire (notamment les produits de l'agro-industrie comme le pain et produits dérivés de la viande et du poisson). D'ailleurs la tendance mondiale est à une réduction de la quantité de sel à des niveaux inférieurs à 5g/jour. Une sensibilisation des consommateurs dans ce sens serait salubre.

Il faudrait en plus souligner les teneurs en sodium de ces bouillons nettement supérieures à **10,670%** représentant ainsi un risque sérieux pour la santé de la population humaine.

Suite à cette étude rendue difficile par le manque de données fiables sur la consommation et la qualité des bouillons au Sénégal, un plan de surveillance et éventuellement de contrôle permettant de déterminer les quantités d'ingrédients dans ces bouillons est plus que nécessaire. Le Sénégal doit mener des actions qui seront essentiellement axées sur :

- Renforcer la réglementation et les normes sénégalaises sur les bouillons culinaires (fixer une teneur maximale pour le GMS et surtout le Sodium libre)
- Identifier la Dose Journalière Admissible des bouillons culinaires
- Respecter les bonnes pratiques de fabrication

- Sensibiliser les consommateurs sur les risques sanitaires liés à une utilisation abusive des bouillons
- Vérifier la conformité de la composition des bouillons commercialisés, par rapport aux fiches techniques remises dans les dossiers de demandes d'autorisation de fabrication et aux spécifications techniques de la norme sénégalaise en vigueur sur les bouillons

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Favennec Y.** Implication des filières de production dans la qualité nutritionnelle des aliments, Rapport de mission. 2012, 47p.
2. **Tremolieres J, Serville Y et Jacquot R.** Manuel d'alimentation humaine ; Tome2 : Les Aliments ; ESF. 10^{ème} Ed., Paris. 1984, 516p.
3. **Thoulon-Page C.** Pratique diététique courante; Masson, 4^{ème} Ed., paris. 1993, 243p.
4. **Benlacheheb R.** Score lipidique de certains plats traditionnels consommés à Constantine; Université Mentouri de Constantine - Faculté des Sciences; Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Magister en Sciences alimentaires ; Option: Alimentation, Nutrition et Santé. 80p, 2008.
5. **Kaplan M.** Nutrition Consciente, Les aliments au cœur de votre santé; Grancher. 2003, 283p.
6. **EDES**, Cahier Technique 2.1, Thème 2 : Réglementation et normes. 2013, 48p.
7. **Gutierrez M.L, Maïzi P, Nago P.M.C et Hounhouigan J.** Production et Commercialisation de l'afitin Fon dans la region d'Abomey-Bohicon au Bénin; CERNA, CNEARC, CIRAD; ISBN 2-87614-410-7. 2000, 125p.
8. **ASN**, Bouillons alimentaires d'assaisonnement – spécifications, NS 03-146 Mai 2017-Rev1, Dakar. 2017, 13p.
9. **Codex alimentarius**, Norme codex pour les bouillons et consommés, CODEX STAN 117-1981, Rév. 2-2001 et 2015.
10. **Fall M, Ba A, Cisse M, et al.** Rapport final de l'évaluation des risques liés à la consommation de glutamate monosodique (GMS) et de chlorure de sodium (NaCl) contenus dans les bouillons d'aide culinaire au Sénégal. 2019, 30p.

11. **Codex alimentarius**, Norme codex pour le sel de qualité alimentaire, Codex STAN 150-1985, Rev. 1-1997, Amendé 1-1999, Amendé 2-2001, Amendé 3-2006.
12. **Union Européenne**, Règlement (UE) N° 1129/2011 Journal officiel de la Commission du 11 Novembre 2011 disponible sur <http://guidance.nice.org.uk/PH25>.
13. **Beyreuther K, Biesalski H.K, Fernstrom J.D, et al.** Consensus meeting: monosodium glutamate –an update, Eur J Clin Nutr. 2007, 61(3) : 304-313.
14. **Deppenweiler A.** Le glutamate monosodique comme exhausteur de goût : confiance ou méfiance ? Thèse Pharmacie, Bordeaux 2, Num 29, 2014.
15. **Yamaguchi S, Takahashi C.** Interactions of monosodium glutamate and sodium chloride on saltiness and palatability of a clear soup, Journal of Food Science. 1984, 49 (1) : 82-85.
16. **Ninomiya K.** Natural occurrence, Food Reviews International. 1998, 14(2-3) : 177- 211.
17. **Sano C,** History of glutamate production, The American Journal of Clinical Nutrition. 2009, 90, (3) : 728S-732S.
18. **Giacometti T.** Free and bound glutamate in natural products. In Glutamic Acid : Advances in Biochemistry and physiology, ed. L.J . Filer, S. Garattini, M.R. Kare, W.A. Reynolds and R.J. Wurtman. Raven Press, York. 1979, 25-34.
19. **Bellisle F.** "Glutamate and the UMAMI taste: sensory, metabolic, nutritional and behavioural considerations. A review of the literature published in the last 10 years." Neurosci Biobehav Rev. 1999, 23(3): 423-438.
20. **Borel J.P, Randoux A, Maquart F.X, Gillery P, Le Peuch C, Bellou G, Monboisse J.C.** Biochimie dynamique, edition De Boeck Université, Bruxelles. 1997, 937pp.

- 21.**Luini A, et al.** Distinct pharmacological properties of excitatory amino acid receptors in the rat striatum : study by Na⁺ efflux assay. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 1981 May ; 78(5) : 3250-3254.
- 22.**Hermanussen M, Garcia A.P, et al.** Obesity, voracity, and short stature: the impact of glutamate on the regulation of appetite, Eur J Clin Nutr. 2006, 60(1): 25-31.
- 23.**Hermanussen M, and Tresguerres J.A.** Does high glutamate intake cause obesity?" J Pediatr Endocrinol Metab, 2003, 16(7): 965-8.
- 24.**Hermanussen M, Tresguerres J.A.**A new anti-obesity drug treatment : first clinical evidence that, antagonising glutamate-gated Ca²⁺ ion channels with memantine normalises binge-eating disorders, Econ Hum biol. 2005, 3(2) : 329-337.
- 25.**Tomoe M, Inoue Y, Sanbe A, Toyama K, Yamamoto S, Komatsu T.** Clinical trial of glutamate for the improvement of nutrition and health in the elderly. 2009, 1170: 82-86.
- 26.**Boutry C, Matsumoto H, Airinei G, Benamouzig R, Tomé D, Blachier F, Bos C.** Monosodium glutamate raises antral distension and plasma amino acid after a standard meal in humans. Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol. 2011, 300(1) : G137-45.
- 27.**Cheung W.T, Lee C.M, et al.** "Neonatal monosodium-L-glutamate treatment reduced lipolytic response of rat epididymal adipose tissue." Gen Pharmacol. 1988, 19(4) : 507-12
- 28.**Roman-Ramos R, Almanza-Perez J.C, Garcia-Macedo R, Blancas-Flores G, Fortis-Barrera A, Jasso E.I, Garcia-Lorezana M, Campos-Sepulveda A.E, Cruz M and Alarcon-Aguilar F.J.** Monosodium Glutamate Neonatal Intoxication Associated with Obesity in Adult Stage is Characterized by Chronic Inflammation and Increased mRNA Expression of Peroxisome Proliferator-Activated Receptors in Mice, Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology. 2011, 108 : 406–

413.

29. **Tordoff M.G, Aleman T.R, Murphy M.C.** No effects of monosodium glutamate consumption on the body weight or composition of adult rats and mice, *Physiology & Behavior*. 2012, 107, (3) : 338-345.
30. **He K, Du S, Xun P, Sharma S, Wang H, Zhai F, Popkin B.** Consumption of monosodium glutamate in relation to incidence of overweight in Chinese adults: China Health and Nutrition Survey (CHNS), *Am J Clin Nutr*. 2011, 93(6) : 1328-1336.
31. **Boutry C.** Influence d'une supplémentation en monosodium glutamate sur la physiologie gastro-intestinale et le métabolisme chez le rat et l'homme. *Alimentation et Nutrition*. AgroParisTech. 2010, 146p.
32. **Tudeau F, Gagnon S, Massicotte G.** Hippocampal synaptic plasticity and glutamate receptor regulation: influences of diabetes mellitus, *Eur J Pharmacol*. 2004, 19: 490(1-3):177-186.
33. **Nagata M, Suzuki W, Lizuka S, Tabuchi M, Maruyama H, Takeda S, Aburada M, Miyamoto K.** Type 2 diabete mellitus in obese mouse model induced by monosodium glutamate, *Exp Anim*. 2006, 55(2) : 109-115.
34. **Fernstrom, JD.** Pituitary Hormone Secretion in Normal Male Humans: Acute Responses to a Large, Oral Dose of Monosodium Glutamate, *J Nutr*. 2000, 30(4S Suppl) :1053S-7S.
35. **Walker R.** The significance of excursions above the ADI; case study: monosodium glutamate, *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 1999, 30: S119-S121.
36. **Kassambara I, Kone SC, Sangare a et al.** Rapport final : Etude sur l'utilisation éventuelle des cubes alimentaires dans l'embouche des bovins et des petits ruminants dans le district de Bamako. Evaluation des effets potentiels sur la libido des animaux, ANSSA, Bamako. Novembre 2007.
37. **Zhou Y, Yang M, Dong B.R.** Monosodium glutamate avoidance for chronic asthma in adults and children *Cochrane Database Syst Rev*. 2012,

13 : 6.

38. **Greenweez.** les additifs alimentaires, Glutamate de sodium, Glutamate monosodique, GMS (consulté le 15-08-2020), Disponible sur : <http://www.additifs-alimentaires.net/E621.php>.
39. **Deppenweiler A.** Le glutamate monosodique comme exhausteur de goût : confiance ou méfiance ? Thèse Pharmacie, Bordeaux 2, Num 29. 2014.
40. **FAO/WHO**, Evaluation of food additives. Specifications for the identity and purity of food additives and their toxicological evaluation: some extraction solvents and certain other substances; and a review of the technological efficacy of some antimicrobial agents. Fourteenth report of the joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives.,FAO Nutr Meet Rep Ser. 1971, 48 : 1-36.
41. **FAO/WHO** "Toxicological evaluation of certain food additive with a review of general principles and of specifications. Seventeenth report of the joint FAO-WHO Expert Committee on Food Additives." World Health Organ Tech Rep Ser. 1974, 539 : 1-40.
42. **WHO**, Toxicological evaluation of certain food additives, WHO food additives Series, N°22. Cambridge Univ. Press, UK. 1988.
43. **Jacky K.** Evaluation de l'innocuité de la consommation de glutamate monosodique GMS ; contribution des bouillons aux apports en GMS au Burkina Faso, au Nigéria et au Sénégal. Juillet 2020, 31pages.
44. **WHO/FAO** (World Health Organization/Food and Agriculture Organisation). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. WHO Technical Report Series 916. Geneva, World Health Organization. 2003.
45. **WHO**, reducing salt intake in populations. Report of a WHO Forum and Technical meeting 5–7 October 2006, Paris, France. 2007, 61 pages
46. **USDA/USDHHS.** Dietary Guidelines for Americans. U. S Department of Agriculture and U. S. Department of Health and Human Services, 7th

ed. U. S. Governmen Printing Office, Washington, DC. 2010.
<http://www.cnpp.usda.gov/dietaryguidelines.htm>.

- 47.**ICRG, (Intersalt cooperative Research Group)**, international study of electrolyte excretion and blood pressure. Results for 24 hour urinary sodium and potassium excretion. BMJ, 1988, 297 : 319-328.
- 48.**WHO**, Guideline: Sodium intake for adults and children. WHO Geneva. 2012, 53 pages.
- 49.**AFSCA.**, Application de l'évaluation du risque dans la chaine alimentaire, Workshop Sci Com, 2006.
http://www.afsca.be/comitescientifique/publications/_documents /2007-11_WS_SciCOM_Fr.pdf.
- 50.**AFSCA/CSS**, Avis conjoint Sci Com 05-2012 et CSS 8663. 2012, 40pp.
- 51.**Denton D, Weisinger R, Mundy N.I, Wickings E.J, Dixson A, Moisson P, Pingard A.M, Shade R, Carey D, Ardaillou R, Paillard F, Chapman J, Thillet J, Michel JB.** The effect of increased salt intake on blood pressure of chimpanzees. Nat Med, 1995, 1 : 1009-1016.
- 52.**Macia E, Duboz P, Gueye.** L'hypertension artérielle à Dakar : prévalence, connaissance, traitement et contrôle, Bulletin de la Société de pathologie exotique. 2015, 108 (1) pp 49-56.
- 53.**Sacks F.M, Svetkey L.P, Vollmer W.M, Appel L.J, Bray G.A, Harsha D, Obarzanek E, Conlin P.R, Miller E.R 3rd, Simons-Morton D.G, Karanja N, Lin P.H.** Collaborative Research Group. Effects on blood pressure of reduced dietary sodium the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) dietDASH-Sodium Collaborative Research Group. N Engl J Med. 2001, 344 :3-10.
- 54.**Meneton P, Jeunemaitre X, De Wardener H.E and MacGregor G.A,** Links Between Dietary Salt Intake, Renal Salt Handling, Blood Pressure, and Cardiovascular Diseases. Physiol Rev. 2005, 85 : 679-715.
- 55.**EFSA**, Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and

- Allergies on a request from the Commission related to the Tolerable Upper Intake Level of Sodium. *he EFSA Journal*. 2005, 209 : 6 -26.
- 56.**OMS**, Réduire les apports en sel au niveau des populations, Rapport du forum et de la réunion technique OMS, Genève, Suisse, 2006.
 - 57.**Karanja N, Lancaster K, Vollmer W.M, Lin P, Most M.M, Ard J.D, Swain J.F, Sacks F.M, Obarzanek E**. Acceptability of Sodium Reduced Research Diets, Including the Dietary Approaches to Stop Hypertension Diet, among Adults with Prehypertension and Stage 1 Hypertension. *J Am Diet Assoc*. 2007, 107 :1530-1538.
 - 58.**Strazullo P, D’Elia L, Kandala N.B, Cappuccio F.P**. Salt intake, stroke and cardiovascular disease : Meta-analysis of prospective studies. *BMJ* 2009, 339 :1-9.
 - 59.**Cook N.R, Cutler J.A, Obarzanek E, Buring J.E, Rexrode K.M, Kumanyika S.K, Appel L.J, Whelton P.K**. Long term effects of dietary sodium reduction on cardiovascular disease outcomes: observational follow-up of the trials of hypertension prevention (TOHP). *BMJ* 2007, 1-8.
 - 60.**He F.J, Li J, and MacGregor G.A**. Effect of longer term modest salt reduction on blood pressure : Cochrane systematic review and meta-analysis of randomised trials. *BMJ* 2013, 346 :1-15.
 - 61.**NICE** (National Institute for Health and Clinical Excellence). Guideline on Cardiovascular disease prevention. NICE. 2010. 111 pages.
 - 62.**Burney P**. Diet rich in sodium may potentiate asthma : epidemiologic evidence for a new hypothesis. *Chest* 1987, 91(6) : S143-8
 - 63.**Pistelli R, Forastiere F, Corbo G.M, Dell’Orco V, Brancato G, Agabiti N, Pizzabiocca A, Perucci CA**. Respiratory symptoms and bronchial responsiveness are related to dietary salt intake and urinary potassium excretion in male children, *Eur Respir J*. 1993, 6(4) : 517-22.

64. **Cappuccio F.P, Kalaitzidis R, Dunclift S, Eastwood J.B**, Unravelling the links between calcium excretion, salt intake, hypertension, kidney stones and bone metabolism. *J Nephrol.* 2000, 3(3) :169-77.
65. **Cohen A.J and Roe F.J.** Evaluation of the aetiological role of dietary salt exposure in gastric cancer and other cancers in humans. *Food Chem Toxicol.* 1997, 35 : 271-293.
66. **IARC** (International Agency for Research on Cancer) Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans (1994). *Shchistosomes, Liver Flukes and Helicobacter pylori.* Lyon, France.
67. **Peleteiro B, Lopes C, Figueiredo C, Lunet N**, Salt intake and gastric cancer risk according to *Helicobacter pylori* infection, smoking, tumour site and histological type, *Br J Cancer.* 2011,104(1) :198-207.
68. **Bilić-Curčić I, Milas-Ahić J, Smolić M, Smolić R, Mihaljević I, Tucak-Zorić S.** Urolithiasis and osteoporosis : clinical relevance and therapeutic implications, *Coll Antropol.* 2009, 33 (Suppl 2) : 189-192.
69. **Lind L, Lithell H, Gustafsson I.B, Pollare T, Ljunghall S.** Calcium metabolism and sodium sensitivity in hypertensive subjects. *J Hum Hypertens.* 1993, 7(1) : 53-57.
70. **Tasić N, Nesović M, Djurić D, Kanjuh V.** Changes in calcium levels in blood and urine during various regimens of table salt intake in patients with essential arterial hypertension, *Srp Arh Celok Lek.* 2002, 130(1-2) :7-12.
71. **Johnson C, Raj TS, Trudeau L, Bacon S.L, Padwal R, Webster J, Campbell N**, The Science of Salt : A Systematic Review of Clinical Salt Studies 2013 to 2014. *J Clin Hyperten (Greenwich).* 2015, 17 : 401-411.
72. **Norat T, Scoccianti C, Boutron-Ruault M.C, Anderson A, Berrino F, Cecchini M, Espina C, Key T, Leitzmann M, Powers H, Wiseman M, Romieu I.** European Code against Cancer 4th Edition : Diet and cancer. *Cancer Epidemiology.* 2015.

- 73.**EGVM**, Safe upper levels for vitamins and minerals. Ed Food Standard Agency, London, 2003. ISBN 1-904026-11-7.
- 74.**RTECS**, Registry of toxic Effects of chemical Substances. National Institute for Occupational Safety and Health. Centers for Disease Control and Prevention. US. 1998.
- 75.**AOAC**, Official Methods of Analysis 18th Edition ; Revision 2, 2007 Method meth925.10 & 945.15.
- 76.**ANSD**, Recensement général de la population et de l'habitat, de l'agriculture et de l'élevage, Dakar, Sénégal, 2014.
- 77.**U.S**, Department of Health and Human Services, National Institutes of Health and National Heart, Lung, and Blood Institute, Your Guide to Lowering Your Blood Pressure with DASH, 56 p, 2006.
- 78.**OMS**, Rapport sur la santé en Europe 2005 : L'action de santé publique: améliorer la santé des enfants et des populations; Bureau régional de l'Europe; Copenhague; 144 p, 2005.
- 79.**National Institute for Health and Welfare (THL)**, The National Finrisk Study; Public Health and Chronic Diseases, Finlande. 2007, 90p,.
- 80.**Hirsch M**. Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à l'évaluation du projet d'arrêté concernant les nutriments et les substances pouvant être employés dans la fabrication des compléments alimentaires; Agence française de sécurité sanitaire (AFSSA)-Saisine n° 2003-SA-0032, Maisons-Alfort, France. 2003, 80p.
- 81.**Hercberg S**. Les recommandations du Groupe de Travail «Sel» de l'AFSSA : Sel et politique de santé publique, Paris. 2004, 65p.
- 82.**OMS**, Rapport sur la santé dans le monde 2002: réduire les risques et promouvoir une vie saine, Genève. 2002, 262 p.

- 83.**Bodenbach S.** Initiatives de l'Union européenne, Réunion de consultation du Groupe de travail multi-intervenants sur la réduction du sodium alimentaire, Ottawa. 2009, 81p.
- 84.**Renaudin N, Laurent D et Fabian R.** Charte d'engagements volontaires de progrès nutritionnel, Paris. 2010, 22p.
- 85.**OMS,** Réduire les apports en sel au niveau des populations : rapport du forum et de la Réunion technique OMS, Paris, France. 2006, 56 p.
- 86.**Beard, J.L.** Iron biology in immune function, muscle metabolism and neuronal functioning. J.Nutr. 2001, 131 : S568-S579.
- 87.**Bhaskaram P.** Immunobiology of mild nutrient deficiencies. Br.J.Nutr. 2001, 85 : S75-S80.
- 88.**Trowbridge F, and Martorell R.** Forcing effective strategies to combat iron deficiency. Summary and Recommendations. J. Nutr. 2002, 85 : S75-S80.
- 89.**Dixon B.M, Akinyele I.O, Oguntona E.B, Nokoe S, Sanusi R.A and Harris E.M.** Nigeria food consumption and nutrition survey 2001-2003 summary. Ibadan, Nigeria : IITA. 2004, 75p.
- 90.**Blum M.** Food Fortification : a key to end micronutrient malnutrition. Nutriview (Special edition). A Publication of Roche Vitamins Europe Ltd. Basel. Surtzerland, 1997.
- 91.**Akpanyung E.O.** Proximate and mineral element composition of bouillon cubes produced in Nigeria. Pakistan journal of Nutrition. 2005, 4 (5) : 327-329.
- 92.**Diakite M.** Mayite Equivalence: le dictionnaire local du médicament, 5^{ème} Edition. 2014, 543p.

ANNEXES

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR



Faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie

Laboratoire de Chimie Analytique et Bromatologie

ENQUETE DE CONSOMMATION DES BOUILLONS AU SENEGAL
2019 – 2020
FICHE D'ENQUETE

Cette enquête est effectuée dans le cadre de la recherche et présente un intérêt général. Il n'a pas de caractère obligatoire. Les données resteront confidentielles et seront utilisées uniquement à des fins statistiques.

Q01. Numéro de fiche d'enquête	_____	Q02. Commune	_____
Q03. Adresse complète			
Q04. Identification de la personne enquêtée :	<i>1 = mère de famille ;</i> <i>2 = cuisinière</i> <i>3 = autre adulte</i>	_____	Q05. Age de la personne enquêtée : _____
Q06. Date du remplissage	_____ 2019		

q1.1. Etes- vous utilisateur des bouillons ?	<i>1 = oui ; 2 = non</i> _____	Si non pourquoi?	
q1.2. Si oui, où les achetez-vous ?	<i>1 = ration mensuelle ; 2 = à la boutique</i> <i>3 = au marché 4 = autre (à préciser).....</i>		
Q1.3. Nom	Q1.4. Marque ou nom commercial	Q1.5. Quantité	
1.		Q1.5.1. exprimée en FCFA	Q1.5.2. exprimée en Kg ou autre variable de mesure
2.		_____	_____
3.		_____	_____
4.		_____	_____
5.		_____	_____
6.		_____	_____

--

Q1.6. Trouvez-vous que c'est un produit facile à doser ?		1 = oui ; 2 = non	_
Q1.7. Pour vous le bouillon sert à :	1 = donner du goût ; 2 = laquer une viande 3 =caraméliser ; 4 = colorer ; 5= autre (à préciser).....		1 = En substitution du sel 2 = En complément du sel
		_	_
Q1.8. Mode d'emploi			
1 = diluer avant utilisation à l'eau chaude 2 = diluer avant utilisation à l'eau froide 3 = saupoudrer dans l'ustensile de cuisson en début de cuisson 4 = ... en milieu de cuisson 5 = ... en fin de cuisson	_	Q1.9. Fréquence d'utilisation	
		Q1.9.1. Nombre de cubes par cuisine :	Q1.9.2. Pour combien de personnes :
		_	_

RESUME

Les bouillons d'assaisonnement sont, de nos jours, des ingrédients indispensables dans les préparations culinaires en général, et au Sénégal en particulier. Ils sont omniprésents sur tous les étalages des vendeuses de condiments et produits divers. L'objectif de cette étude est de faire une évaluation de la composition chimique et du risque lié sa consommation. Ainsi une enquête a été menée à Dakar en Décembre 2019 portant sur la consommation de ces exhausteurs de goût. Le but est de connaître les marques de bouillon les plus usitées qui seront utilisées pour différentes analyses. Il est apparu opportun d'évaluer la composition chimique de ces produits par la détermination de certains éléments indispensables pour le bon fonctionnement de l'organisme humain. Des résultats des analyses, il ressort que la quantité de chlorure de sodium (NaCl) se trouvant dans ces bouillons, d'après les différentes estimations, est assez préoccupante au regard des effets sanitaires que posent les excès de sel. Il faudrait en plus souligner les teneurs en sodium de ces bouillons nettement supérieurs à **10,670%** représentant ainsi un risque sérieux pour la santé de la population humaine.

Le problématique de l'utilisation de bouillons au Sénégal, et les risques encourus par les populations résultent du manque d'informations et de connaissances sur le danger de ces derniers.

De ce fait, le Sénégal doit mener des actions afin d'établir un plan de surveillance et de contrôle de ces bouillons.

MOTS-CLES : Bouillon, Composition chimique, Dakar.