

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIC ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة

التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان
Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –
Faculté de Science de la Nature et la Vie et Science de la Terre



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme de Master2**

En : Agroalimentaire

Spécialité : Agroalimentaire et Control de Qualité

Par : BOUYAKOUB SALIMA

&

ET BENMOUSSA YAMINA

Sujet

Etude des risques chimiques alimentaires

Soutenu publiquement, le 28 / 06 / 2022, devant le jury composé de :

Président	Mr M.benyoub	professeur	Université de Tlemcen
Examinatrice	Mm Ghaneni Examinatrice	professeur	Université de Tlemcen
Encadreur	Mr M.zenasni	professeur	Université de Tlemcen

Année universitaire 2021/2022

Résumé

On appelle contaminants chimiques de l'alimentation des substances naturelles ou synthétiques qui se retrouvent dans les aliments. Il peut s'agir de substances utilisées lors de la production et de la transformation des denrées, mais également de substances présentes dans l'environnement de façon naturelle ou suite à une pollution des milieux.

La maîtrise des risques chimiques constitue un élément essentiel de la sécurité des aliments. Mais ce problème est complexe et difficile à gérer car ces contaminants ont des origines très variées et sont présents en faibles quantités dans les aliments. D'autre part, leurs effets sur les consommateurs apparaissent à moyen et long terme et sont de ce fait compliqués à évaluer. Afin de prévenir l'absence de risque inacceptable pour le consommateur de la présence de ces substances dans les denrées, celles-ci font également l'objet d'une évaluation des risques au regard des connaissances acquises et des données disponibles. En fonction des conclusions de l'évaluation, l'étudiant de master (sous forme de mémoire) peut faire des recommandations pour diminuer l'exposition des consommateurs ; une teneur maximale tolérable dans certaines denrées particulièrement contributrices peut être par exemple proposée. Mots Clés : Risque chimique, Contamination, Aliment, Additif.

الملخص

الملوثات الكيميائية في الغذاء هي مواد طبيعية أو اصطناعية توجد في الغذاء. قد تكون هذه المواد المستخدمة أثناء إنتاج المواد الغذائية ومعالجتها ، ولكنها أيضاً مواد موجودة في البيئة بشكل طبيعي أو بعد تلوث البيئة. السيطرة على المخاطر الكيميائية عنصر أساسي في سلامة الأغذية. لكن هذه المشكلة معقدة ويصعب إدارتها لأن هذه الملوثات لها أصول متنوعة للغاية وهي موجودة بكميات صغيرة في الطعام. من ناحية أخرى ، تظهر آثارها على المستهلكين على المدى المتوسط والطويل وبالتالي يصعب تقييمها. من أجل منع عدم وجود مخاطر غير مقبولة على المستهلك من وجود هذه المواد في المواد الغذائية ، فإنها تخضع أيضاً لتقييم المخاطر في ضوء المعرفة المكتسبة والبيانات المتاحة. اعتماداً على استنتاجات التقييم ، يمكن للطالب الرئيسي (في شكل أطروحة) تقديم توصيات لتقليل تعرض المستهلك ؛ يمكن اقتراح الحد الأقصى من المحتوى المسموح به في بعض المواد الغذائية المساهمة بشكل خاص ، على سبيل المثال. الكلمات المفتاحية: مخاطر كيميائية ، تلوث ، غذاء ، مضافات

Abstract

Chemical contaminants in food are natural or synthetic substances that are found in food. They may be substances used in the production and processing of food, but also substances present in the environment naturally or as a result of environmental pollution.

The control of chemical risks is an essential element of food safety. But this problem is complex and difficult to manage because these contaminants have very varied origins and are present in small quantities in food. In addition, their effects on consumers appear in the medium and long term and are therefore complicated to assess. In order to ensure that there is no unacceptable risk to the consumer from the presence of these substances in foodstuffs, they are also subject to a risk assessment in the light of acquired knowledge and available data. Depending on the conclusions of the assessment, the master student (in the form of a thesis) can make recommendations to reduce consumer exposure; a maximum tolerable content in certain particularly contributing foodstuffs can be proposed for example. Key words : Chemical risk, Contamination, Food, Additive.

Bouyakoub salima

Remerciements :

Mon remerciement s'adressent tout d'abord à **DIEU**, le tout puissant qui m'a tracé le chemin de ma vie et accordé la volonté, la santé et la patience nécessaire à la réalisation de ce mémoire ;

Je tiens à remercier tout particulièrement notre encadrant Dr **Zenasni Mohamend Amine** pour nous avoir suivis et conseillés tout au long de la réalisation de ce mémoire

Ce mémoire n'aurait jamais vu le jour sans le soutien actif des membres de ma famille, surtout mes parents qu'ils m'a toujours encouragé moralement et matériellement et à qui je tiens à remercier

Enfin je tiens à exprimer vivement mes remerciements avec une profonde gratitude à mes chères **amies** et mon beau-frère **Benazouz Mohamed** et toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à sa réalisation, car un projet ne peut pas être le fruit d'une seule personne.

Bouyakoub salima

Dédicace

Je dédie ce travail à

- ❖ *A mon chère petit frère **Aziz** qui n'est plus parmi nous que dieu vous accueille dans son paradis.*
- ❖ *A la lumière de mes yeux et le bonheur de mon existence les plus chères et les plus idéaux hommes et femmes dans ma vie « **mon père et ma mère** » pour l'amour qu'ils m'ont porté et pour leur soutien et conseils, m'ont donné confiance, courage et sécurité. Qu'ils trouvent ici le témoignage de ma grande affection et amour.*
- ❖ *A mes chères sœurs **Fatima, Lamia, Hayet et Soumia.***
- ❖ *A mes chères frères **Mohamed, Abd el kader et Djamel.***
- ❖ *A mes beaux-frères **Benazouz Mohamed et Abdellaoui Mohamed***
- ❖ *Sans oublier ma binôme **Yamine** pour son soutien, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.*

Remercîments:

Je remercier avant tout ALLAH tout puissant de m'avoir guidé toutes les années d'étude et m'avoir donné la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travaille MA GRANDE Mère HAMADI ZOULIKHA Veuillez lire la sourate Al-Fatihah pour la miséricorde Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de mon mémoire et qui m'ont aidé lors de la rédaction de ce mémoire surtout mon fiancé monsieur

Dich Mohamed Amine

Je tiens remercier vivement mes 2 père Ahmed Belhadj Dich et mes mère Fatmi Amaria et Dich Amaria et pour tout et grand remercîments à mes ami nadjat et sabrine pour amitié, le temps passés ensemble et le partage de son confiance et grand remercîment bouyaakoub salima

Je remercier également toute l'équipe biologie surtout monsieur znasni mohamed amine et madame znasni

Avec tous mes respects mademoiselle Dich Amina qui m'a beaucoup aide à comprendre Dans plusieurs choses sur ce travaille

En fin, je tiens remercier toutes les personnes qui m'ont conseillé et relu lors de la rédaction de ce mémoire mes sœur r hanane fatima et sifi nouira et mes grandes soeurs malika Fatima zahra keltoum Dich

Benmoussa Yamina

Dédicace

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

A mes chères sœurs hanane ftima amina malika keltoum fatima zohra pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,

A mes chers frères Abdelhadi Mohammed amine pour leur appui et leur encouragement,

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible,

Merci d'être toujours là pour moi et min fiancé Dich Mohamed amine.

Liste des Abréviations

POP : polluants organiques persistants

PCDD/F : perfluoroalkyles ou les dibenzodioxines et dibenzofuranes polychlorés

ADN : Acide désoxyribonucléique

PSP : intoxication paralysante

NSP : intoxication par les coquillages neurotoxiques

ASP : empoisonnement amnésique

DSP : intoxication diarrhéique

PCB : diphényles poly chlorés

PFC : perfluorés

LMR : La limite maximale de résidus

LPA : les produits antiparasitaires

VTR : Valeur Toxicologique de Référence

EST : d'encéphalopathie spongiforme transmissible

ESB : Encéphalopathie spongiforme bovine

PBPK : Un Modèle pharmacocinétique physiologique

PKA: Primary Knock-on Atom

PCBS: polychlorobiphényles

DEHP : di (2-éthylhexyl) phtalate

PPAR : peroxisomeproliférateur

PE : polyéthylène

LD 50 : dose létale 50

LOAEL: (Lowest Dose Tested)

IC50: (concentration inhibitrice 50)

AF: Aflatoxines

PSP: Paralytic Shellfish Poisoning,

ASP: Amnesic Shellfish Poisoning,

DSP: Diarrhetic Shellfish Poisoning

NSP: Neurotoxic Shellfish Poisoning

CFP: Ciguatera Fish Poisoning.

STX : les saxitoxines

BTX : les brevéttoxines

TTX : les tétrodotoxines

AD : l'acide domoïque

GYM : gymnodimine

PNTX : pinnatoxines

SPX : spiroïdes

AO : okadaïque

DTX : dinophysistoxines

PITX : palytoxines

AZA : azaspiracides

PTX : pecténotoxines

YTX : yessotoxines

BTX : bévérotoxines

IC : imines cycliques

PTX : pecténotoxines

Les tableaux

Tableau 1 : Groupes de dangers chimiques régis par la législation de l'UE.....	4
Tableau 2 : Risques chimiques liés aux procédés et aux installations.....	24
Tableau 3 : Couples ingrédient alimentaire-danger (risques chimiques).....	36
Tableau 4 : Virus documentés pour être trouvés dans le tractus gastro-intestinal humain.....	37
Tableau 5 : quelques exemples des contaminants environnementaux.....	47

Les figures

Figure 1 : Les trois volets de l'analyse des risques au niveau de l'UE.....	30
Figure 2 : les bactéries fondamentales liées aux aliments.....	35
Figure 3 : les interrogations omiques uniques.....	46
Figure 4 : Utilisation des omiques en évaluation des risques.....	47

Sommaire

Résumé

Remerciement

Dédicace

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Table des matières

Résumé	Error! Bookmark not defined.
Introduction générale	1
Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation.....	2
1-Introduction	2
2- Sécurité alimentaire	2
3-Que faut-il entendre par « dangers chimiques liés aux denrées alimentaires » ?.....	3
4- dangers chimiques alimentaires	4
4-1- Toxines alimentaires.....	5
4-1-2 Mycotoxine.....	5
4.1.3 Aflatoxines	6
4.1.4 Déoxynivalénol (vomitoxine).....	7
4.1.5 Ochratoxine A	7
4.1.6 Fumonisine	8
4.1.7 Patuline.....	8
4.2 Toxines naturelles	9
4.2.1 Glycoalcaloïde	9
4.2.2 Autre toxines naturelles	10
4.3 Toxines marines	10
4.3.1 Algues marines microscopiques.....	12
4.4. Contaminations environnementaux	12
4.4.1Arsenic	13
4.4.2 Cadmium	13
4.4.3 Plomb.....	14
4.4.4 Mercure	15
4.5 Additifs alimentaire	16
4.6 Produits chimiques résultants du traitement des aliments.....	18
4.6.1 Acrylamide	18
4.6.2 Carbamate d'éthyle	18
4.6.3 Furane.....	19
4.7 Pesticides et produits agricoles	20
4.8 Les médicaments vétérinaires.....	21
4.9 Nanoparticules en alimentation.....	22

Sommaire

5. Groupes des dangers chimiques régis par la législation	23
5.1.ingrédients alimentaires réglementés	25
5.2 Résidus dans la Chain alimentaire	25
5.3Contaminants.....	25
5.4 Matériaux en contact avec des denrées alimentaires	26
6. Risques sanitaires associés aux dangers chimiques présentés par les denrées alimentaires	27
6.1. Perception du risque associé à différentes situations.....	28
7. Pourquoi les denrées alimentaires présentent-elles des dangers chimiques ?	29
8. Comment le système de contrôle de l'UE en matière de sécurité alimentaire fonctionne-t-il ?	29
9. Modèle de l'UE en matière de sécurité alimentaire appliqué aux substances chimiques est une référence mondiale	30
10. Modèle Algérien en matière de sécurité alimentaire appliqué aux substances chimiques	30
11. Différence entre danger et risque.....	31
11.1. Notion du danger alimentaire	31
11.2. Notion du risque alimentaire	31
12. Conclusion	31
Les Références	32
Chapitre 02 Méthodologie d'évaluation du risque chimique alimentaire	35
1 introduction	35
2 identifications du danger.....	35
2-1 dangers biologiques	35
2-1-1 les bactéries	35
2-1-2 les virures.....	36
2-2 dangers chimiques	36
2-3 toxines naturelles	37
2-4- contaminants environnementaux.....	37
2-5 pesticides et produits agricoles	38
2-6 dangers physiques et les matières étrangers	38
3 Caractérisation du danger	39
3-1 Généralités sur les valeurs de la référence VTR :	39
3-2 Caractérisation des relations dose-réponse.....	39
4-Exposition alimentaire aux contaminants chimiques et caractérisation du risque chronique.....	39
4-1 Exposition aux contaminants chimiques via les aliments.....	39
4-1-1 contamination en usine alimentaire	39
4-2 caractéristique des risques :	40
4-2-1 mycotoxines.....	40
5- Évaluation de l'exposition à partir de données d'imprégnation	40
5-1 Modélisation toxicocinétique compartimentale et basée sur la physiologie (PBPK	40

Sommaire

5-2 Cas des composés persistants : exemple des polychlorobiphényles (PCB)	40
5-2-1 Toxicité des PCBs	40
5-2-1-1 Cancer	40
5 2 1 2 Autres effets sanitaires chroniques	41
6- Agrégation des expositions	41
6-1 Identification des sources d'exposition à une substance chimique	41
6-1-1 substances chimiques contenues dans les aliments sont en grande partie inoffensives et, le plus souvent, nécessaires.	41
6-2 Exemple des travaux d'expertise de l'Anses sur l'exposition des enfants de moins de 6 ans au plomb.	41
6-3 Identification les risques	42
Référence :	43
Chapitre 03 : Perspectives et développements futures	45
1-introduction	45
2. Effets des faibles doses et relations « dose-effet » non monotones	45
2.1. Faibles doses en toxicologie	45
2-2 Relations dose-effet non monotones	45
3. Apport et avenir des techniques « omics » dans le domaine de l'évaluation du risque lié aux aliments	46
3.1. Définitions et principes généraux des approches « omics »	46
3.2. Intérêt et apport des approches « omics » pour l'évaluation du risque chimique.	46
3.3. Quel avenir pour les approches « omics » en évaluation du risque ?	47
4. Prise en compte du rapport bénéfice/risque dans les politiques publiques de l'alimentation	47
4.1. Rapport bénéfice/risque : origine et définitions	47
4.2. Applications du rapport bénéfice/risque dans le domaine alimentaire	47
5. Évaluation des mélanges de contaminants chimiques dans les aliments :	49
5.1. Concepts théoriques et approche pragmatique	51
5.2. Méthodologies d'évaluation des risques des mélanges chimiques	53
Formulation du problème	53
L'étape de formulation du problème revêt une importance particulière dans le contexte d'une exposition combinée à de multiples produits chimiques car la description du problème est généralement plus complexe que pour des substances chimiques isolées. Un dialogue entre (éco) toxicologues et évaluateurs de l'exposition est recommandé. Cette étape donne lieu à un plan d'analyse	53
5.3. Sources d'incertitude	56
6. Bio surveillance	56
6.1. Voie alimentaire est une voie parmi d'autres d'exposition de l'Homme aux agents chimiques	57
6.2. Mesure de bio marqueur d'exposition pour l'évaluation intégrée des expositions : intérêts et limites	58
6.3. Objectifs de la mesure de bios marqueurs d'exposition	59

Sommaire

6.4. Comment caractériser le risque associé à un niveau de biomarqueur d'exposition ?	60
7. Éléments traces métalliques dans les aliments : importance de la spéciation	60
7.1. Présentation des éléments traces métalliques.....	60
7.2. Méthodes analytiques pour la caractérisation des ETM et de leurs formes chimiques	61
7.3. Études de cas	61
7.3.1. Arsenic et ses espèces dans les produits alimentaires à base de riz	62
7.3.2. Chrome hexa valent (Cr(VI)) dans l'alimentation	62
Conclusion	63
Références	64
Chapitre 04 : Etude sur la présence des produits chimiques dans les aliments consommés en Algérie.	67
1 Introduction	67
2 Bulletin d'enquête sur les citoyens Algériens a propos des dangers chimiques dans les aliments ..	67
3 Rapports d'analyse sur la salubrité des aliments (La région de Tlemcen)	73
3.1 Rapports d'analyse sur la salubrité des aliments (La région de Tipaza, Alger) Error! Bookmark not defined.	
4 Bonnes pratiques culinaires à respecter lors de la préparation des aliments	73
5 Conclusion	74
Conclusion générale	Error! Bookmark not defined.

Introduction générale

Introduction générale

L'objectif de cette étude est de présenter quelques concepts très généraux sur L'alimentation et les raisons pour lesquelles les substances chimiques présentes dans les aliments sont importantes, à la fois dans le sens positif où beaucoup de celles qui sont présentes naturellement sont essentielles pour la nutrition et le bien-être des humains et des animaux, tandis que certaines présentes naturellement ou qui peuvent être ajoutées pour diverses raisons peuvent être dangereuses, selon l'exposition.

Les principales questions auxquelles nous devons répondre sont les suivantes :

- Comprendre ce que sont les produits chimiques alimentaires ?
- Pourquoi sont-ils présents dans les aliments ?
- Pourquoi certaines substances chimiques présentes dans les aliments sont-elles dangereuses ?
- Quelles sont les questions fondamentales auxquelles il faut répondre pour évaluer leur sécurité ?

Mais avant d'aborder ces concepts et ces questions, nous devons introduire quelques informations générales qui seront utiles pour définir le contexte. Ces informations sont les suivantes :

- Dangers chimiques dans notre alimentation
- Méthodologie d'évaluation du risque chimique alimentaire
- Perspectives et développements futurs
- Étude sur la présence des produits chimiques dans les aliments consommés en

Algérie

Chapitre 01

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

1-Introduction

Dans l'industrie agroalimentaire contemporaine, la qualité irréprochable des produits exigés par le consommateur final, la maîtrise des risques liés à la sécurité des aliments et l'internationalisation des échanges sont autant d'enjeux auxquels doivent faire face les acteurs du marché alimentaire. Dans ce contexte, notre étude est axée, d'une part, sur les dangers chimiques dans notre alimentation. Il existe une grande diversité de dangers chimiques susceptibles de se retrouver dans les denrées alimentaires. Dans ce chapitre nous voyons la définition de la sécurité alimentaire et les différents toxines naturelles dans les aliments et aussi les différents dangers chimiques qui peuvent contaminer nos aliments et nos contaminants chimiques de différentes sources et nous voyons également des exemples de l'Union Européenne et de l'Algérie en matière de sécurité alimentaire appliquée aux produits chimiques et nous terminons par une conclusion sur tous ces dangers .

2- Sécurité alimentaire

-Assurance que les produits sont acceptables pour la consommation humaine conformément à l'usage auquel ils sont destinés (CXC 1-1969) (Organisation mondiale de la santé –ROME 2020)

-la définition de la sécurité alimentaire désormais un animent retenue par tous les intervenants nationaux ou internationaux est celle de (l'accès permanent de tous aux denrées alimentaires nécessaires pour mener une vie saine et active). Les implications qui en sont tirées en matière de politiques par les intervenants internationaux demeurent néanmoins inégales et l'on constate encore une très forte focalisation sur le seul domaine de l'offre de produits vivriers. Une illustration en est donnée par le document publié en octobre 1995 par le ministère français de la coopération intitulé la sécurité alimentaire : la coopération française et le défi alimentaire. Dans ce texte, l'approche fait référence au monde dual des années 70 : pays développés d'un côté, pays en voie de développement de l'autre, et base ses propositions sur le préalable de la nécessité des autosuffisances nationales. Dès lors, les solutions préconisées demeurent strictement limitées au seul domaine de l'OFFER de produits vivrier : nouvelle révolution verte, dynamisation des organisations de producteurs, approvisionnement des villes et amélioration des politiques vivrières. On ne compte d'ailleurs plus les rapports, de toutes origines, articulés autour du seul couple <<défi de la faim/productions agricoles>>, laissant ainsi accroître à une liaison univoque, réductrice d'un concept de sécurité alimentaire alors tronqué de ses constituants essentiels.

La nécessité d'agricultures plus productives, plus respectueuses de leurs environnement et donc susceptibles de maintenir leurs performances de manière durable, et une réalité indiscutable de ce début de siècle. La nécessité de se pencher sur le monde rural des petits producteurs agricoles

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

des pays en développement, qu'il ne s'agit là que d'un des composants d'une sécurité alimentaire dont tout le monde s'accorde à reconnaître, en acceptant la définition, qu'elle est également déterminée (jean-paul minvielle, alexandra lailler ,1995)

Dans sa définition la plus courante, la sécurité alimentaire et la possibilité pour chaque individu d'accéder en tout temps à une alimentation salubre et nourrissante lui permettant de mener une vie saine et active. Telle est la définition ratifiée par un certain nombre d'autorités (FAQ/OMS, 1992 ; USAID, 1992, petit et gnaegy, 1994.). La FAQ a rendu opérationnel ce concept dans le cadre de son mandat en soulignant tous les aspects du phénomène qui sont liés à la disponibilité et à la stabilité, dans le temps et l'espace, des approvisionnements alimentaires à l'échelon national, et à l'accès aux aliments aux niveaux de l'individu, du ménage et du pays. Ces considérations sont exprimées dans la formule d'avoir accès à une nourriture suffisante sans risque exagéré de le perdre.

S'il est vrai que l'insécurité alimentaire finit par influencer l'état nutritionnel de l'individu il ne faut pas pour autant négliger d'autres facteurs qui interviennent dans la répartition des aliments au sein du ménage, dans leur absorption par l'individu et dans l'utilisation physiologique qui s'ensuit. Il s'agit de facteurs sanitaires, éducationnels, économiques, sociaux et propres à chaque sexe qui ont tous un rôle à jouer dans le bien-être nutritionnel de l'individu. L'évaluation de la sécurité alimentaire devra donc tenir compte aussi bien des informations concernant l'état nutritionnel proprement dit que de ces autres facteurs qui pourraient également entrer en jeu.

Pour évaluer et surveiller la situation de la sécurité alimentaire on se sert normalement d'informations sur les disponibilités alimentaires à un niveau global donné et sur la structure de leur répartition parmi les ménages. Bien que leurs statistiques manquent parfois d'exactitude, les bilans alimentaires nationaux et les enquêtes sur la nutrition et/ou la consommation représentent les sources les plus immédiates de telles informations. De fait, les estimations de la FAQ concernant la prédominance de la sous-alimentation dans les pays en développement ces données (FAQ 1992). Ces évaluations de la sécurité alimentaire consistent pour l'essentiel dans les estimations annuelles, issues des bilans alimentaires nationaux, des disponibilités vivrières par habitant en termes de calories et provenant aussi bien de la production intérieure que des importations nettes (y compris l'aide alimentaire) (FAQ1993).

3-Que faut-il entendre par « dangers chimiques liés aux denrées alimentaires » ?

La FAQ (2009) considère que la sécurité alimentaire existe lorsque tous les êtres humains ont, à tout moment, la possibilité physique, sociale et économique de se procurer une nourriture suffisante, saine et nutritive leur permettant de satisfaire leurs besoins énergétiques et leur permettant de satisfaire leurs préférences alimentaires de manière à mener une vie saine et active.

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

Selon cette définition, la sécurité alimentaire dont s'entend comme comportant quatre dimensions : la disponibilité, l'accessibilité, l'utilisation et la stabilité (la situation des forêts du monde 2020, forêts, arbres, sécurité alimentaire et nutrition, organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture Rome, 2020)

On entend par « **danger chimique** » toute substance naturelle ou synthétique pouvant se retrouver dans un aliment et avoir un effet néfaste pour la santé du consommateur

Les contaminants chimiques peuvent exister naturellement dans les aliments ou y être ajoutés pendant leur traitement. À dose élevée, des produits chimiques nocifs ont été associés à des intoxications alimentaires aiguës et, à faible dose et répétitive, peuvent être responsables de maladies chroniques.

Tableau 1 – Groupes de dangers chimiques régis par la législation de l'UE

Ingrédients alimentaires réglementés	Additifs alimentaires Enzymes alimentaires Arômes alimentaires Sources de nutriments (compléments alimentaires/substances botaniques)
Résidus dans la chaîne alimentaire	Additifs pour l'alimentation animale Médicaments vétérinaires Pesticides
Contaminants	Polluants environnementaux Contaminants naturels Contaminants liés aux processus
Matériaux en contact avec des denrées alimentaires	Matériaux en contact avec des denrées alimentaires

4- dangers chimiques alimentaires

Les dangers chimiques présents dans les aliments comprennent les additifs alimentaires, les contaminants environnementaux tels que le mercure et les dioxines, les substances toxiques naturellement présentes dans les aliments, telles que les glyco-alcaloïdes dans les pommes de terre et les aflatoxines dans les arachides, l'acrylamide ou encore les résidus de pesticides et de médicaments vétérinaire. La logique scientifique sous-jacente à l'évaluation des risques liés ou dangers chimiques est quelque peu différente de celle concernant les dangers biologiques. Les effets négatifs pour la santé sont habituellement prédits pour une exposition à long terme aux agents chimiques, tandis que les dangers biologiques sont généralement évalués en termes

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

d'exposition unique et de risque sanitaire aigu. Pour certaines substances chimiques, telles que les mycotoxines, les toxines marines, les pesticides et les médicaments vétérinaires, il est nécessaire que les effets sur la santé, tant aigus que chroniques, soient pris en considération. NB : il est nécessaire de faire appel à la biologie ainsi qu'à la chimie pour avoir l'éclairage nécessaire pour évaluer les risques liés à de nombreuses toxines, telles que les mycotoxines et les toxines marines. (Organisations mondiales de la santé, Rome 2007)

4-1- Toxines alimentaires

La définition donnée par le petit Larousse de toxine et la suivante : <poison produit par les parasites (microbes, vers), par certains champignons>. Et celle de poison : < toute substance qui détruit ou altère les fonctions vitales>.

De très nombreuses substances correspondent à ces définitions. C'est ainsi qu'en médecine, tant humaine que vétérinaire, on entend par toxine une substance à poids moléculaire élevé, souvent produite par des bactéries (la botuline élaborée par *Clostridium*). Cette restriction n'est pas retenue en phytopathologie, pas davantage que la notion d'action rapide à de très faible concentration, en 1888 déjà, en pathologie végétale ce n'est qu'en 1913 qu'Hutchison en apporta les preuves expérimentales de toxines en 1886. Ce retard chez les végétaux est dû au fait que :

- chez les animaux, il s'agit de protéines véhiculées par le sang
- chez les végétaux les toxines présentent une disparité chimique surprenante

4-1-2 Mycotoxine

Les mycotoxines sont des substances chimiques (toxiques pour l'Homme et les animaux), synthétisées par des champignons microscopiques tels qu'*Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Alternaria* et *Claviceps*,... Actuellement il existe plus de 400 mycotoxines qui peuvent contaminer de nombreuses denrées alimentaires (Steyn, 1998).

Les mycotoxines sont essentiellement produites par 5 genres de moisissures d'importance économique : *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Claviceps* et *Alternaria* (Miller et Trenholm, 1994). Les genres les plus importants dans la production des aflatoxines de l'ochratoxine A sont *Aspergillus* et *Penicillium*. Ils représentent les contaminants les plus fréquents des aliments. On les retrouve principalement dans les céréales, les arachides, mais aussi dans de nombreux autres produits végétaux et d'origine animale (Delage et al. 2003 ; Lopez De Cerain et al. 2002 ; Filali et al. 2001 ; Otteneder et Majerus, 2000).

Ce nom des substances élaborées par des champignons dont la toxicité ne s'exerce pas sur la plante hôte, mais sur les consommateurs.

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

La neurotoxine d'acromonium est un intermédiaire entre le mycotoxine et les pathotoxines ; le chanpignon endophyte et sa toxine provoquent à la fois un rabougrissement de la plante hôte et un dérangement nerveux chez les herbivores.

De même, *Fusarium acuminatum*, *F. avenaceum* et *F. reticulatum* qui attaquent plusieurs espèces de *Medicago*, produisent aussi la moniliformine en concentration qui provoque la mort d'un mouton en respectivement deux, 48 et 18 heures (Roger Corbaz ; 1990)

4.1.3 Aflatoxines

Les aflatoxines sont le groupe de mycotoxines les plus préoccupantes et gênantes pour les humains et les animaux qui sont généralement produites par des souches toxigènes de champignons, notamment *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus* et *A. Niger*. Au moins 14 types différents d'AF sont connus pour exister dans la nature, cependant, les principaux d'importance économique et sanitaire sont l'aflatoxine B, (AFB), B₂ (AFB₂), G₂ (AFG₂), M₁ (AFM₁) et M₂ (AFM₂) AFM₁ sont des métabolites hydroxylés de AFB₂ et B₂, respectivement, bio-transformés par le foie et trouvés dans le lait, l'urine et d'autres fluides corporels, étant moins nocifs que leurs toxines précurseurs. Parmi le groupe AF, AFB₁ est le plus toxique. Celui-ci a été établi comme le cancérigène naturel le plus notoire. Pour cette raison, il a été classé comme cancérigène humain du groupe 1A. Les céréales telles que le maïs sont des cultures courantes qui sont contaminées par les AF. De plus, les corps tels que les graines oléagineuses, y compris les arachides, différents types d'épices, les figues et autres fruits, sont également des substrats familiers mais les plus sensibles. (Lukman Bola Abdulra'uf; 2017)

Les aflatoxines (AFs) sont des métabolites secondaires hautement toxiques produites par différentes espèces fongiques toxigènes (*Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*...). Ces contaminants naturels de l'alimentation humaine et animale sont à la base de divers problèmes tels que les déficiences nutritionnelles, l'immunosuppression, le cancer du foie, les effets mutagènes et tératogènes (Wagacha & Muthomi, 2008). Elles ont été isolées pour la première fois en Angleterre en 1960, suite à des intoxications dans un élevage de dindonneaux (Adams et al. 2002 ; Chapeland-Leclerc et al. 2005).

Le mot aflatoxine est composé de « a » qui dérive du genre *Aspergillus*, la seconde syllabe « fla » vient de l'espèce *flavus* et le terme « toxine » vient de l'adjectif « toxique ».

Les aflatoxines (AFs) causent de grands soucis, à cause de leurs effets nuisibles sur la santé humaine et animale (IARC, 1993). La pénétration dans l'organisme des AFs peut avoir lieu par voie orale (Dao, 2005). L'absorption est rapide et s'effectue au niveau de l'intestin grêle dans la partie duodénale. L'AFB₁ rejoint le foie par la veine porte. La distribution à partir du plasma dans les hépatocytes est réalisée par diffusion passive à travers les membranes.

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

4.1.4 Déoxynivalénol (vomitoxine)

Le Déoxynivalénol, encore appelé DON ou vomitoxine est un trichothécène de nature sesquiterpénoïde, doté comme tous les trichothécènes naturels d'une double en C12, 13 caractéristique des 12,13 époxytrichothécènes ayant une fonction cétone en C8. Les plus importants sont le Déoxynivalénol le nivalénol et la fusarénone X qui lui sont associés en tant que contaminant naturel. Sa formule brute est $C_{15}H_{20}O_6$ et sa masse molaire de 296,36 g/mol. Le Déoxynivalénol, le nivalénol et la fusarénone X sont produits par *Fusarium graminearum* et *F. culmorum* qui sont aussi capables d'élaborer la zéaralénone.

Le trichothécène le plus retrouvé est le Déoxynivalénol, qui contamine principalement le blé, l'orge, l'avoine, le seigle, le maïs, le riz mais pas le sorgho ni les oléagineux. Le nivalénol et plus rarement la fusarénone X peuvent aussi contaminer les mêmes végétaux et leurs produits dérivés. Les effets toxiques ne sont observés qu'à fortes doses. (Sylviane dragacci, nadine zakhia-rozis, pierre galtier ; 2011)

Il est l'un des 150 composants du groupe des trichothécènes. Il se forme presque toujours sur les plants avant la récolte. Sa formation dépend étroitement des conditions climatiques, et va donc varier d'une région à l'autre, voire d'une année à l'autre. Le DON (figure 14) est également appelé Vomitoxine à cause de ses puissants effets émétiques et son action en tant que facteur de refus d'alimentation, il a été caractérisé et nommé après son isolement d'orge infectées par *Fusarium* au Japon. Le DON est produit par *F. graminearum* et *F. culmorum* parmi d'autres espèces de *Fusarium* (Pestka and Smolinski, 2005 ; Eriksen, 2003 ; Eriksen and Pettersson, 2004).

4.1.5 Ochratoxine A

Ochratoxine A est une molécule coumarinique contenant une phénylalanine, de formule brute $C_{20}H_{18}ClNO_7$ et de masse molaire de 403,8/mol. L'Ochratoxine A est un acide organique faible avec un pKa de 7,1. À pH acide ou neutre, elle est soluble dans les solvants organiques et devient très soluble dans l'eau à pH alcalin. En raison de sa structure, l'Ochratoxine A se révèle stable au stockage et généralement résistante aux procédés de transformation industriels.

Différents dérivés de l'Ochratoxine A ont été identifiés, notamment les ochratoxines B et C qui sont respectivement l'analogue non chloré et lester éthylique de cette toxine, mais ils sont dépourvus de toxicité ou ne se rencontrent pas à l'état naturel.

L'Ochratoxine A peut se retrouver à l'état de contamination naturel dans les céréales, les fruits et les légumes secs, le café, le cacao, les haricots, le vin, la bière ainsi que dans les produits de la filière du porc. . (Sylviane dragacci, nadine zakhia-rozis, pierre galtier ; 2011)

L'OTA est toxique pour l'homme et les animaux. Elle est potentiellement néphrotoxique chez toutes les espèces testées, à l'exception des ruminants adultes, (Krogh, 1992).

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

L'OTA est considérée comme un cancérigène rénal au moins lors d'une exposition à long terme. Elle a été classée dans le groupe 2B « cancérigène possible pour l'homme » par l'IARC. C'est un cancérigène formant des adduits à l'ADN suite à la formation de quinone (Pfohl-Leszkowicz & Castegnaro, 2005 ; Tozlovanu et al. 2006 ; Pfohl-Leszkowicz & Manderville, 2007). Cette mycotoxine est tératogène chez l'animal. Elle provoque, par exemple, des anomalies morphologiques diverses chez le rat, la souris, le hamster, le porc et l'embryon de poulet.

4.1.6 Fumonisine

Les Fumonisine sont un groupe de mycotoxines récemment caractérisées par *F. moniliforme*, une moisissure présente dans le monde entier et fréquemment retrouvée sur le maïs (CIRC, 1993d). La fumonisine B1 a été observée dans le maïs et les produits en contenant dans diverses régions agro climatiques comparant les Etats-Unis, le Canada, l'Uruguay, le Brésil, l'Afrique du Sud, l'Autriche, l'Italie et France. Ces toxines sont observées principalement en présence de maïs cultivé sous un climat chaud et sec.

Le contact avec la fumonisine B1 du maïs provoque une leucoencéphalomalacie chez le cheval et un œdème pulmonaire chez le porc. Cette maladie a été signalée dans de nombreux pays parmi lesquels les Etats-Unis, l'Argentine, le Brésil, l'Égypte, l'Afrique du sud et la Chine. La fumonisine B1 est aussi toxique pour le système nerveux central, le foie, le pancréas, les reins et les poumons de plusieurs espèces animales.

4.1.7 Patuline

La paruline, encore appelée clavacine, claviformine, expansine ou pénicidine, est une lactone de nature polycétoacide, de formule brute $C_{11}H_{16}O_4$ et de masse molaire de 154g/mol.

La patuline est une toxine élaborée par de nombreuses moisissures. Elle a été extraite de cultures de *penicillium patulum*, *P. expansum*, *P. glandicola*, *P. vulpinum*, *P. carneum*, *aspergillus clavatus*, *A. terreus*, *byssochlamys nivea* et *B. fulva*.

Les contaminations les plus courantes sont celles résultant de la prolifération de *penicillium expansum*. (Étude FAO ; 2003)

La patuline peut être présente dans certaines graines, mais la principale source de contamination alimentaire est constituée par les fruits et notamment la pomme et ses produits dérivés. Etant stable à la chaleur, on peut la détecter dans de nombreux produits dérivés comme les compotes, les jus et les boissons alcoolisées dont le cidre. (Sylviane dragacci, nadine zakhia-rozis, pierre galtier ; 2011)

La patuline est une mycotoxine produite par différentes moisissures (*Byssochlamys nivea* et *P. expansum*...). Elle a été isolée la première fois comme principe actif antimicrobien pendant les années 40 à partir de *Penicillium patulum*. Le même métabolite a été également isolé chez

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

d'autres espèces et auxquelles différents noms ont été données comme : le clavacine, le claviformine, l'expansine, le mycoine c, et le penicidine (Ciegler et al. 1971).

4.2 Toxines naturelles

La définition du codex pour les contaminants inclut implicitement les toxines naturelles telles que les métabolites toxiques de certains microchampignons dont la présence dans les aliments n'est pas intentionnelle (mycotoxines).

Les toxines microbiennes produites par les algues qui s'accumulent dans les organismes aquatiques comestibles comme les coquillages et les crustacés (phycotoxines) sont également visées par la présente norme. Les mycotoxines et le phucotoxine sont deux sous-catégories de contaminants.

Les toxines naturelles qui sont des éléments constitutifs intrinsèques des denrées alimentaires résultant d'un genre, d'une espèce ou d'une souche produisant habituellement des métabolites toxiques en quantité nocive, comme les phycotoxine, ne sont généralement pas considérées comme visées par la présente norme. Elles sont toutefois, dans les termes de référence du CCFAC et seront traitées cas par cas. (Codex alimentarius ; deuxième édition 1999 ; volume 1A)

4.2.1 Glycoalcaloïde

Dans le plant de pomme de terre, les glycoalcaloïdes se trouvent en fortes concentrations dans les feuilles, les tiges et les pousses. Des concentrations plus faibles de glycoalcaloïdes peuvent être trouvées dans la peau des tubercules et dans les zones où émergent les germes (Lachman et al. 2001). Friedman et Dao (1992) ont découvert que les feuilles de pommes de terre rouges, blanches et Russet Burbank cultivées en serre avaient une concentration de glycoalcaloïdes 10 fois supérieure à celle des tubercules et une concentration de glycoalcaloïdes dans les germes près de 68 fois supérieure à celle des tubercules. Philips et al. (1996) ont observé une plus grande concentration de glycoalcaloïdes dans les feuilles par rapport aux tubercules des mêmes plantes ; cependant, il y avait une grande variabilité entre les concentrations de glycoalcaloïdes foliaires au sein d'une même variété de plantes. Dans les tubercules, la plus grande concentration de glycoalcaloïdes a été trouvée dans la peau (Bejarano et al. 2000), et plus la concentration de glycoalcaloïdes présents dans les tubercules est élevée, plus le goût est amer (Lachman et al. 2001).

Les facteurs qui augmentent les niveaux de glycoalcaloïdes dans les tubercules comprennent l'exposition des tubercules à la lumière, les meurtrissures, les coupures, la pourriture par des champignons ou des bactéries et d'autres formes de dommages mécaniques (Lachman et al. 2001). Lachman et al. (2001) ont constaté qu'entre les tubercules endommagés et les tubercules non endommagés, les tubercules endommagés avaient une teneur en glycoalcaloïdes supérieure de 89 % et en 1994, lorsque les conditions météorologiques étaient défavorables et sèches, la

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

teneur en glycoalcaloïdes était supérieure de 71 % à la teneur de 1995. Dans une étude en serre, les tubercules récoltés dans une chambre «chaude» par rapport à une chambre «froide» contenaient une plus grande concentration de glycoalcaloïdes (Lachman et al. 2001). En plus des conditions de croissance, de manipulation et de stockage, les tubercules exposés à la lumière virent souvent au vert et peuvent avoir des concentrations de glycoalcaloïdes particulièrement élevées (Friedman et McDonald, 1997).

4.2.2 Autre toxines naturelles

Vitamine A :

Généralement, la vitamine A est toxique pour l'homme à un niveau de 2 à 5 millions d'UI (l'unité internationale est une mesure standardisée de l'activité biologique de la vitamine). Une UI correspond à 0,3 mg de vitamine A cristalline pure (rétinol) ou 0,6 mg de b-carotène. La condition causée par la toxicité de la vitamine A est appelée hypervitaminose A.

La toxicité chronique de la vitamine A est induite par 1 000 mg (environ 3 000 UI)/kg de poids corporel/jour. Les valeurs varient d'une source à l'autre, mais c'est la valeur généralement reconnue.

4.3 Toxines marines

Les biotoxines marines sont produites naturellement lors de la prolifération d'algues nuisibles (HAB). Lorsque des conditions environnementales et climatiques favorables coïncident, les espèces de phytoplancton, principalement des dinoflagellés ou des diatomées, se reproduisent de manière exponentielle et libèrent des toxines potentiellement dangereuses. Les causes des HAB ne sont toujours pas claires. Cependant, les activités anthropiques et les changements climatiques ont contribué à l'augmentation récente de l'incidence de HAB dans les écosystèmes marins et d'eau douce, y compris dans des endroits inattendus (Hallegraeff, 2010).

Parmi les milliers d'espèces de micro algues connues dans la nature, environ 100 produisent des toxines naturelles qui peuvent provoquer des intoxications ou même la mort chez l'homme et les animaux (Visciano et al. 2016). Ces toxines peuvent être de poids moléculaire petits ou élevés et présentent des caractéristiques chimiques et biologiques uniques. Dans tous les cas, les composés toxiques sont produits de novo par certaines micro algues photo ou mixo-trophiques, jamais par les coquillages. Ces micro-algues et toxines associées sont filtrées et concentrées par les mollusques, constituant une menace potentielle pour les consommateurs selon les concentrations en toxines accumulées (Nielsen et al. 2016).

Les épisodes d'intoxication chez l'homme dus aux biotoxines marines peuvent avoir une large gamme de symptômes liés au composé toxique spécifique. Les espèces appartenant au genre *Alexandrium*, *Gymnodinium*, *Dinophysis* et *Pseudo-Nitzschia* sont les principaux producteurs de biotoxines marines (Farabegoli et al., 2018). Sur la base de symptômes provoqués, elles peuvent

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

être classifiées comme toxines paralysantes (PSP, Paralytic Shellfish Poisoning), amnésiantes (ASP, Amnesic Shellfish Poisoning), diarrhéiques (DSP, Diarrhetic Shellfish Poisoning), neurotoxiques (NSP, Neurotoxic Shellfish Poisoning) et aussi toxines ciguateriques (CFP, Ciguatera Fish Poisoning). Toutefois, d'autres syndromes 18 supplémentaires existent, chaque type d'intoxication étant associé à un groupe spécifique de biotoxines (Nicolas et al. 2017). Elles peuvent également être regroupées en fonction de leur mécanisme d'action en : - neurotoxines agissant sur le canal sodique voltage-dépendant, telles que les brevéttoxines (BTX), responsables de NSP, les saxitoxines (STX), responsables de PSP et les tétrodotoxines (TTX) ; - neurotransmetteurs excitateurs, tels que l'acide domoïque (AD) et ses analogues, qui se lient à des récepteurs spécifiques dans les neurones. Ces toxines sont responsables du syndrome ASP, qui comprend des symptômes gastro-intestinaux et/ou neurologiques (EFSA, 2009) ; - Les IC à action rapide, telles que la gymnodimine (GYM), les spiroïdes (SPX) et les pinnatoxines (PnTX), bloquent les récepteurs nicotiques de l'acétylcholine, ce qui conduit à nouveau à une paralysie musculaire (Otero et al. 2011) ; - les toxines d'acides gras polyéther telles que l'acide okadaïque (AO) et les dinophysistoxines (DTX), qui se sont avérées inhibitrices de protéines phosphatases in vitro (EFSA, 2008) ; - les palytoxines (PITX), gros polyalcools hydrophiles, qui se lient à la membrane plasmique $Na^+ / K^+ -ATPase$, convertissant la pompe ionique en un canal ionique non spécifique, permettant ainsi un transport non contrôlé d'ions à travers la membrane plasmique (Ramos and Vasconcelos, 2010) ; - les azaspiracides (AZA), pecténotoxines (PTX) et yessotoxines (YTX), dont le mécanisme de toxicité est inconnu.

En conclusion, selon leur structure chimique propre, on peut distinguer dix groupes de biotoxines marines à savoir les azaspiracides (AZA), les brevéttoxines (BTX), les imines cycliques (IC), l'acide domoïque (AD), les groupes acides okadaïque (AO), les pecténotoxines (PTX), les saxitoxines (STX), les yessotoxines (YTX), les palytoxines (PITX) et les tétrodotoxines (TTX).

Des directives et des législations ont été établies dans le monde entier pour le contrôle des biotoxines marines que l'on nomme également phycotoxines. Au 21^{ème} siècle, parmi les intoxications associées aux biotoxines marines, les plus répandues ont été les DSP et les CFP, sur la base des épisodes survenus dans le monde entier qui ont été signalés entre 2001 et 2015. Plus de 1200 intoxications identifiées ont été rapportées, la plupart en Europe, en Amérique du Nord et Amérique du Sud - le Chili affichant la plus forte incidence de DSP en Amérique latine - et également en Chine (Nicolas et al. 2017). ;

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

4.3.1 Algues marines microscopiques

Les océans occupent 70 % de la surface de la terre, offrant un habitat à de nombreuses plantes (principalement des algues), des animaux comme le zooplancton, des crevettes, des huîtres, des poissons, des reptiles, des oiseaux et des mammifères. Ils servent de puits à une grande quantité de ruissellement et de déchets provenant des terres. (Anil Kumar de. Arnab Kumar de ; 2009)

Les algues sont très variées. Malgré les différentes couleurs, bleu, rouge, brun ou vert avec lesquelles, elles peuvent être perçues, elles possèdent toute de la chlorophylle (pigment vert). Les algues appartiennent au règne végétal mais elles ne constituent pas un ensemble homogène. « Elles se répartissent entre un certain nombre de voies évolutives indépendantes les unes des autres ». Ainsi on distingue les organismes eucaryotes uni- ou pluricellulaires avec une « voie rouge » (algues rouges), une voie « brun-jaune » (algues brunes), une voie verte (algues vertes) et les organismes procaryotes, les bactéries bleues ou cyanobactéries (algues bleues). Elles peuvent être libres ou fixées sur un support. Leurs tailles varient du micromètre à plusieurs dizaines de mètres pour certaines algues. « Près de 30000 espèces d'algues ont été répertoriées jusqu'ici ». Jusqu'à aujourd'hui, les macros algues ont suscité beaucoup d'études mais les recherches s'orientent désormais aussi sur les micros algues qui sont des sources intéressantes notamment dans les avancées technologiques. Les algues macroscopiques ne possèdent ni feuilles, ni tiges, ni racines. Pour ces organismes, on parle de thalle qui peut présenter des tailles très variables.

-Les algues occupent une bonne partie du globe. Pour vivre, il leur faut de la lumière et de l'eau (voire des lieux humides). Si la plupart vivent dans les océans, où elles constituent près de 90% des végétaux, elles colonisent aussi les eaux douces, les milieux aériens et elles peuvent collaborer avec d'autres organismes donnant naissance à des symbioses comme les lichens. Nous développerons surtout les algues marines. La répartition des algues est fonction de la latitude et de la qualité des eaux.

-Comme pour les plantes, les algues possèdent des pigments chlorophylliens qui leur procurent l'énergie nécessaire à leur survie. Elles ont également besoin d'un peu d'eau, de lumière et de dioxyde de carbone afin d'effectuer la photosynthèse. (Hortense FALLER ; 2011)

4.4. Contaminations environnementaux

Les contaminants environnementaux représentent un réel problème de santé publique. Même s'ils peuvent être d'origine naturelle (métaux lourds, dioxine, toxines etc.), la plupart d'entre eux sont d'origine anthropique et sont présents dans l'eau, l'air et l'alimentation. (HAL ; Nicolas Quesnot ; 2015)

Les agents chimiques retrouvés dans les aliments peuvent provenir de diverses sources. La contamination des aliments par le plomb peut être due à l'eau utilisée pour la préparation,

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

lorsque les canalisations qui la transportent sont faites dans ce métal, ou à la pollution atmosphérique puisque ces aliments sont souvent exposés aux poussières qui peuvent contenir du plomb issu des gaz d'échappement des véhicules. Le milieu peut également donner lieu à d'autres contaminations par les métaux lourds ou assimilés, comme le cadmium, le mercure ou l'arsenic. (FAO2007)

4.4.1 Arsenic

L'arsenic (As) est bien connu comme "le roi des poisons". Le mot « arsenic » suscite une réaction épouvantable pour ses effets mutagènes, cancérigènes et tératogènes. L'arsenic pénètre dans le corps humain par divers moyens, et l'exposition chronique même à de faibles niveaux sont suffisants pour l'apparition de symptômes toxiques visibles dus à l'empoisonnement. La concentration sécuritaire d'arsenic dans l'eau potable est de $10 \mu\text{g L}^{-1}$ (Ly 2012), selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), avec une limite maximale de $100 \mu\text{g L}^{-1}$ dans l'eau non traitée avant d'être traitée pour la consommation. La limite de sécurité maximale d'ingestion d'arsenic pour une personne moyenne d'âge moyen est d'environ $220 \mu\text{g jour}^{-1}$ (Ahuja 2008).

Dans des conditions naturelles, les eaux souterraines peuvent contenir différentes concentrations et gammes d'arsenic, principalement en raison de l'effet résilient des interfaces eau-roche. De plus, des conditions physiques et géochimiques favorables dans les aquifères favorisent la mobilité et l'accumulation d'As. Cette origine géogénique de l'As est intimement liée au régime d'écoulement des eaux souterraines et à la géométrie de l'aquifère. Il n'y a pas de mécanisme unique accepté de libération d'As dans les eaux souterraines ; il a plutôt été principalement accepté comme étant d'origine géologique naturelle (Kumar 2015).

Les principales sources d'As rejetées dans l'environnement proviennent de diverses activités et industries anthropiques, y compris la génération de déchets commerciaux (40 %), les cendres de charbon (22 %), l'industrie minière (16 %) et les conséquences atmosphériques de l'industrie sidérurgique. 13 % ; (Eisler 2004).

4.4.2 Cadmium

Le cadmium est un élément rare d'origine naturelle qui n'a aucune fonction biologique essentielle ou bénéfique connue (Eisler, 1985 ; OSHA, 1992) et qui est largement distribué dans la croûte terrestre. Il peut pénétrer dans l'environnement lors de l'extraction, du traitement du minerai et de la fusion des minerais de zinc et de zinc-plomb; la valorisation du métal par traitement de la ferraille ; la fusion et la coulée de cadmium métal ; la coulée d'alliages pour les produits de revêtement (câbles téléphoniques, électrodes, systèmes d'arrosage, alarmes incendie, interrupteurs, relais, disjoncteurs, soudure et bijoux) la combustion du charbon et des combustibles fossiles ; utilisation dans la fabrication de peintures, de pigments et de piles, et la

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

production de boues d'épuration et d'engrais phosphatés (Hutton, 1983; Shore et Douben, 1994; et Van Enk, 1983).

La principale voie d'ingestion de Cd est l'ingestion et est largement due à la présence de traces de Cd dans les denrées alimentaires. L'apport quotidien tolérable en Cd établi par l'OMS est de 60 et 70 μg jour⁻¹ pour les femmes et les hommes adultes, respectivement. Le rein est l'organe critique après une exposition professionnelle ou environnementale à long terme au Cd (Friberg et al. 1994 ; Bernard & Lauwerys, 1980). L'accumulation chronique dans le cortex rénal entraîne des dysfonctionnements et une perte de protéines, d'acides aminés et de glucose dans l'urine. Non seulement le Cd altère les reins, mais il augmente également le risque d'ostéoporose en inhibant la minéralisation, l'activation de la vitamine D et l'absorption du calcium (Jarup et al. 1998 ; McLaughlin et al. 1999). Les cas extrêmes de toxicité chronique du Cd peuvent entraîner une ostéomalacie et des fractures osseuses, caractérisées par la maladie appelée Itai-Itai au Japon dans les années 1950 et 1960, où les populations locales étaient exposées à du riz contaminé au Cd. La consommation d'aliments ou d'eau potable contenant des niveaux élevés de Cd irrite gravement l'estomac, entraînant des vomissements et de la diarrhée (Kuriakose & Prasad, 2008). De plus, la toxicité du Cd entraîne également des problèmes de reproduction, des maladies cardiovasculaires et de l'hypertension. Le Cd est également classé comme cancérigène pour l'homme (IARC, 1993). La toxicité potentielle du Cd pour la santé humaine dépend de la forme de Cd présente, de la quantité absorbée par l'organisme et du fait que le Cd est ingéré ou respiré (ATSDR, 1999).

4.4.3 Plomb

Le plomb est naturellement présent en moyenne à 0,002% dans la croûte terrestre (36^e élément de la croûte terrestre), généralement sous forme peu soluble. Des dérivés inorganiques sont présents dans les eaux, les sédiments, les sols, l'atmosphère et éventuellement en microtraces chez les organismes vivants. Les sols non contaminés contiendraient de 10 à 30 mg.kg⁻¹ (Nriagu, 1978 ; Baize, 2002). On trouve en premier lieu le plomb dans les nombreux gisements dont les principaux se trouvent au Mexique, en Australie et en ex-URSS. En France, on en trouve dans le massif central, en Bretagne et dans les Pyrénées ; et les 150 mines réparties dans 35 pays. Les différentes voies de pénétration du plomb sont résumées. Chez l'adulte, la voie de pénétration majoritaire est l'inhalation de particules, alors que chez l'enfant, c'est plutôt l'ingestion par voie orale. La consommation d'eau passant par des canalisations en plomb peut également être responsable de l'ingestion de plomb. Plus rarement, le plomb peut pénétrer par voie cutanée, notamment par contact avec des crèmes contenant du plomb

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

De nombreuses utilisations historiques du plomb ou de ses composés sont désormais proscrites en raison de la toxicité du plomb. Mais il reste largement présent dans les sols, les logements anciens et insalubres ainsi que dans certains produits domestiques (peintures, vernis, canalisations...).

Les principaux pourvoyeurs en Pb d'origine alimentaire :

- le tabac
- l'alcool
- le pain
- les crustacés
- l'eau de robinet
- les légumes

4.4.4 Mercure

Le mercure (Hg) est un polluant global et ses effets éco toxicologiques sont fortement dépendants de la forme chimique sous laquelle il est présent, principalement le méthyl mercure (MeHg) reconnu comme une neurotoxine. En raison de la forte bioaccumulation et bioamplification du MeHg dans les réseaux trophiques, l'exposition humaine est associée à la consommation de poissons, mais aussi du riz produit à proximité de régions minières enrichies en Hg (Chine).

Il existe cinq principales espèces d'Hg dans l'environnement, notamment l'Hg (0), le mercure inorganique divalent (Hg (II)), le monométhylmercure (MMeHg), le diméthylmercure (DMeHg) et le monoéthylmercure (EtHg). L'Hg (0) et l'Hg (II) sont tous deux de l'Hg inorganique (iHg). Les effets écologiques et toxicologiques de l'Hg dépendent fortement de la présence de sa forme chimique.

L'iHg (Hg(0) et Hg(II)) et le MeHg ont de graves effets sur la santé du biote, ce qui a été documenté par l'Organisation mondiale de la santé (OMS, 1990 ; OMS, 1991) et l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (USEPA, 1997), Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDA, 1999), United States National Research Council (USNRC, 2000) et d'autres organisations. L'intérêt de la recherche moderne pour la toxicologie et l'épidémiologie de l'Hg remonte à l'incident d'empoisonnement au MMHg des années 1950 dans la baie de Minamata, au Japon. La formation de MeHg, une neurotoxine puissante, peut facilement traverser les membranes biologiques en raison de ses propriétés lipophiles et de liaison aux

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

protéines (Clarkson et al. 2007). L'IHg, même s'il a du mal à franchir les barrières biologiques, reste toxique sous son exposition excessive.

Principale source alimentaire de MeHg pour l'homme : poisson et riz :

Poisson :

Généralement, les concentrations de Hg dans la plupart des denrées alimentaires sont inférieures à 20 µg/kg, et principalement sous forme inorganique (Qiu et al. 2008 ; OMS, 1991). Les humains et la faune peuvent être exposés à l'Hg par la consommation d'organismes aquatiques avec des concentrations élevées de MeHg, en particulier les poissons piscivores. Cependant, la consommation de poisson présente divers avantages pour la santé en raison de ses composants nutritifs (par exemple, les acides gras polyinsaturés n-3 (AGPI)) (Mozaffarian et Rimm, 2006). Par conséquent, il est important d'équilibrer les risques et les avantages de la consommation de poisson (Hellberg et al. 2012 ; Mahaffey et al. 2011 ; Mozaffarian et Rimm, 2006).

L'hypothèse selon laquelle la consommation de poisson est la principale voie d'exposition humaine au MeHg est actuellement remise en question par des recherches récentes, selon lesquelles des niveaux élevés de MeHg ont été signalés dans les grains de riz à proximité de la zone d'extraction d'Hg dans la province de Guizhou, en Chine. Pour les populations locales qui mangent rarement du poisson, la consommation de riz est la principale voie d'exposition au MeHg (Feng et al. 2008 ; Zhang et al. 2010a). Dans cette région, le MeHg dans les plants de riz pouvait être supérieur à 100 µg/kg dans sa partie comestible et s'est avéré jusqu'à 100 fois plus élevé que les autres plantes cultivées (Qiu et al. 2008). Les concentrations médianes de MeHg dans le riz étaient à peu près inférieures à celles des tissus de poisson (Feng et al., 2008 ; Horvat et al., 2003 ; Rothenberg et al., 2012 ; Zhang et al., 2010b), cependant, le riz en tant que aliment de base, les repas quotidiens à base de riz (sans poisson) contenant des niveaux d'exposition au MeHg sont probablement comparables, voire supérieurs, aux repas de poisson (Rothenberg et al., 2014 ; Zhang et al., 2010a).

4.5 Additifs alimentaire

Un additif alimentaire est une substance naturelle (extraite de plante, minéraux, insectes...) ou chimique (produit de synthèse) ajoutée dans les aliments dans un but technologique pour améliorer la qualité sensorielles et la texture d'un aliment.

Il possède un code attribué par l'union européenne « E » ou par le Système international de numérotation « sin »

Le chiffre qui se trouve juste après la lettre "E" indique la fonction de l'additif alimentaire.

En voici la liste :

Le chiffre "E" suivi du "1", indique un colorant

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

Le chiffre "E" suivi du "2", indique un conservateur

Le chiffre "E" suivi du "3", indique un antioxydant

Le chiffre "E" suivi du "4", indique un épaississant ou un stabilisant

Le chiffre "E" suivi du "5", indique un correcteur/régulateur ou un antiagglomérant

Le chiffre "E" suivi du "6", indique un exhausteur de goût

Le chiffre "E" suivi du "9", indique une cire, un gaz de propulsion ou un édulcorant

Les colorants :

Certains colorants peuvent provoquer : hyperactivité, déficit d'attention chez les enfants, asthme, urticaire, rhinites, troubles de la vue, insomnies, pourrait être cancérigène avec effets mutagènes et tératogènes, eczéma.

Dioxyde de titane E171, E173 : Risques : neurotoxique (Alzheimer), risques rénaux. Utilisé comme colorant de surface dans certains produits, gâteaux, bonbons.

Les conservateurs :

les conservateurs (E200 à E299), ils sont indispensables car ils empêchent la prolifération des moisissures ou bactéries responsables de toxi-infections alimentaires.; Mais certains conservateurs comme les Sulfites E220-228 bactéricides et antioxydants favoriseraient des allergies, troubles digestifs, irritations des bronches, crises asthmatiformes, détruit les vitamines du groupe B, nausées.

Leurs associations avec E200 à E203 (acide sorbique et ses sels) donnent des composés mutagènes.

Les antioxydants :

Ils permettent d'éviter ou de réduire les phénomènes d'oxydation qui provoquent entre autres le rancissement des matières grasses ou le brunissement des fruits et légumes coupés.

Mais certains antioxygènes comme E320 (butylhydroxyanisole, BHA) et E321 (butylhydroxytoluène, BHT) : ils sont utilisés pour retarder l'oxydation des aliments, notamment des matières grasses, et éviter leur rancissement.

A forte dose, il est cancérigène et perturbateur endocrinien

Agent de texture :

Les épaississants et les gélifiants augmentent la viscosité ou la consistance d'un produit E 400- 499

Carraghénane E407 extrait d'algues, DJA de 75 mg/kg provoque des ulcères et cancer du côlon du cobaye.

Les Edulcorants :

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

Des études ont alerté sur des risques neurologiques (la dépression, la maladie d'Alzheimer, la maladie de Parkinson), développement de cellules cancérigènes et des risques d'accidents vasculaires cérébraux et cardiaques.

4.6 Produits chimiques résultants du traitement des aliments

Aux États-Unis, la transformation commerciale des aliments est soumise à la réglementation de la FDA et doit répondre à des normes spécifiques de propreté et de sécurité. Certaines méthodes particulières de transformation des aliments sont considérées dans la catégorie des additifs alimentaires, car elles peuvent modifier intentionnellement la forme ou la nature des aliments. Les changements chimiques dans les composants alimentaires, y compris les acides aminés, les protéines, les sucres, les glucides, les vitamines et les lipides, causés par un traitement à haute température ont soulevé des questions sur les conséquences de la réduction des valeurs nutritives et même sur la formation de certains produits chimiques toxiques. Pendant le traitement, des corps étrangers indésirables peuvent accidentellement être mélangés aux aliments. Bien que la plupart des usines alimentaires modernes soient conçues pour éviter toute contamination des aliments pendant le traitement, la contamination de faible niveau est difficile à éliminer complètement.

4.6.1 Acrylamide

L'acrylamide ($\text{CH}_2 = \text{CH}-\text{CONH}_2$) a été un produit chimique industriel important ; en particulier, il a été utilisé dans le monde entier pour synthétiser le polyacrylamide. Le polyacrylamide a été utilisé à diverses fins, notamment l'élimination des solides en suspension des eaux usées industrielles, des conditionneurs de sol, des agents de scellement, des tensioactifs pour les mélanges d'herbicides, une phase stationnaire pour les séparations en laboratoire et des formulations cosmétiques. Par conséquent, étant donné que l'acrylamide se forme à partir du polyacrylamide lors de la dégradation, on sait qu'il est présent dans l'eau potable depuis de nombreuses années. Par conséquent, il peut entrer dans la chaîne alimentaire dans l'environnement.

Cependant, en avril 2002, la découverte de niveaux significatifs d'acrylamide dans les aliments à base d'amidon traités thermiquement, tels que les croustilles et les frites, a déclenché des études intensives confirmant la présence et quantifiant les quantités d'acrylamide. De plus, la découverte de l'acrylamide dans les aliments a attiré l'attention du monde entier car il a été considéré comme un cancérigène probable pour l'homme, un neurotoxique et un génotoxique.

4.6.2 Carbamate d'éthyle

Le carbamate d'éthyle est une substance chimique qui se forme naturellement au cours du processus de fermentation ou du stockage des aliments fermentés par des levures comme les

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

boissons alcoolisées distillées, on en retrouve des niveaux plus faibles dans d'autres aliments, comme le yogourt, le vinaigre, la pâte de soja, le kimchi et d'autres produits alimentaires fermentés (JECFA 2006a ; 2006b ; kim et al. 2000 ;tang et al. 2011 ; WU et al. 2011).

Le centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a fait en 1974 une première évaluation du risque de cancer posé par le carbamate d'éthyle. Il a classé cette substance comme cancérogène du groupe 2B « substance possiblement cancérogène pour l'homme ». Cette substance a été réévaluée par CIRC en 2010, conjointement avec une évaluation de la consommation d'alcool. Elle a été reclassée dans le groupe 2A « substance probablement cancérogène pour l'homme ». (CIRC 2010). Outre les évaluations menées par le CIRC, le national toxicology program (NTP) des États-Unis a évalué le carbamate d'éthyle et l'a inscrit dans son 12th Report on carcinogens (RoC) en tant que substance « dont on peut raisonnablement présumer qu'elle est cancérogène pour l'homme ». De plus, le NTP a précisé que l'inscription du carbamate d'éthyle dans son RoC s'appuyait sur des animaux de laboratoire. Cette substance a été inscrite pour la première fois par le NTP en 1983 dans son troisième rapport annuel sur les substances cancérogènes (NTP 2011).

Cette substance a aussi été classée dans le cadre de la Directive sur les substances dangereuses de l'Union européenne (EU) en tant que substance cancérogènes de la catégorie 2/R45, comme l'indique le 29th Adaptation to Technical Progress (ATP) qui, en vertu de ce système de classification, indique qu'il s'agit d'une substance « pouvant causer le cancer ». Les modifications concernant la classe de risque au sien du Règlement relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage (CLP) de l'Union européenne (CE no 1272/2008) ont entraîné un changement du statut du carbamate d'éthyle à la « catégorie 1B – produits chimiques présumés présenté un risque cancérogène pour les humains ; la classification dans cette catégorie s'appuie largement sur des données animales » (Commission européenne 2008). Il convient de remarquer que ce changement de classification au sien de l'Union européenne de la catégorie 2 à la catégorie 1B reflète plus des changements au sien du système de classification qu'un changement réel de la gravité perçue des effets ou de l'adéquation de la preuve de cancérogénicité.

4.6.3 Furane

Le furane et ses composés apparentés, 2- et 3 méthyl furanes, son des contaminants chimiques qui se forment pendant le traitement thermique des aliments, notamment la cuisson. Ces substances ont toujours été présentes dans les aliments cuits ou réchauffés. L'EFSA a réalisé cette évaluation suite à la surveillance exercée sur niveaux de furane dans les aliments et l'évaluation de l'exposition des consommateurs. Le Dr Helle Knusten,

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

président du groupe d'experts sur les contaminants dans la chaîne alimentaire, a déclaré : « Sur la base des études animales disponibles hépatiques et des cancers du foie constituaient les effets les plus critiques sur la santé »

Le Dr Knutzen ajoute : « La manière dont le furane pourrait causer le cancer chez les animaux n'est pas entièrement comprise. Étant donné que le groupe scientifique n'a pas pu exclure le fait que cela puisse être dû à une interaction directe avec l'ADN, nous n'avons pas été en mesure de fixer un niveau de sécurité ce qu'on appelle une dose journalière tolérable. Nous avons donc calculé à la place une « marge d'exposition ».

Tout comme le comité mixte d'experts FAO/OMS en additifs alimentaires (comité JECFA), nous avons conclu que le niveau d'exposition au furane dans les aliments était préoccupant pour la santé humaine. »

4.7 Pesticides et produits agricoles

Un pesticide est une substance ou un mélange de substances utilisé pour prévenir, contrôler ou atténuer les dommages causés par un organisme nuisible. Un pesticide peut être une substance chimique (synthétique ou naturelle), un agent biologique (tel qu'un virus ou une bactérie), un antimicrobien, un désinfectant ou tout autre dispositif utilisé contre tout organisme nuisible, y compris les insectes, les agents phytopathogènes, les mauvaises herbes, les mollusques, les oiseaux, mammifères, poissons, nématodes (vers ronds) et microbes. Par conséquent, les pesticides sont divisés en plusieurs groupes selon le but pour lequel ils sont utilisés :

- Insecticides pour le contrôle des insectes ; il peut s'agir d'ovicides (substances qui tuent les œufs), de larvicides (substances qui tuent les larves) ou d'adulticides (substances qui tuent les insectes adultes)
- Herbicides pour le contrôle des mauvaises herbes
- Fongicides pour le contrôle des champignons et des oomycètes
- Rodenticides pour le contrôle des rongeurs
- Bactéricides pour le contrôle des bactéries
- Acaricides ou acaricides pour le contrôle des acariens
- Molluscicides contre les limaces et les escargots
- Virucides pour le contrôle des virus
- Nématocides pour le contrôle des nématodes

Les insecticides sont utilisés pour tuer les insectes nuisibles tels que les moustiques, les abeilles, les guêpes et les fourmis, qui causent des maladies chez les animaux et les humains.

Les herbicides sont utilisés pour empêcher la croissance des mauvaises herbes dans de

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

nombreux produits. Ils sont également appliqués dans les parcs et les zones sauvages pour tuer les mauvaises herbes envahissantes et protéger l'environnement. Les fongicides sont utilisés pour protéger les cultures agricoles de divers champignons.

Les pesticides ont été utilisés de différentes manières lors de la production d'aliments avant et après la récolte. Les pesticides utilisés sur les animaux peuvent également être présents dans les aliments à l'état de traces. Malheureusement, certains pesticides, comme le DDT, persistent et restent dans l'environnement et se retrouvent par conséquent dans divers aliments cultivés sur des sols contaminés ou dans les poissons qui vivent dans des eaux contaminées.

Livestock that drink the contaminated water may have detectable pesticide residues in their meat or milk. In some areas, nonagricultural applications of pesticides may also be a source of environmental and water contamination.

Dans la mesure où de l'eau contaminée est utilisée dans le traitement ou la préparation des aliments, les pesticides peuvent pénétrer dans l'approvisionnement alimentaire par ce biais. L'exposition humaine à l'eau contaminée par la boisson ou le lavage a également un effet indirect sur les problèmes de résidus de pesticides dans les aliments, car elle peut constituer une part importante de la contamination par les pesticides au sein de la population exposée. Des milliers d'échantillons d'aliments sont examinés par la FDA chaque année pour déterminer la conformité aux tolérances de pesticides établies sur les produits agricoles bruts.

4.8 Les médicaments vétérinaires

Les médicaments sont des produits de qualité qui pour être efficaces sans présenter de risques pour l'animal, l'éleveur, les procédures de transformation, le consommateur et l'environnement, doivent être utilisés suivant les recommandations du fabricant et du prescripteur.

Il existe des grandes familles de médicaments classées en fonction de leur origine, de leur nature chimique, de leur mode d'action. Il existe aussi des catégories légales qui découlent de la définition de base des médicaments.

Les médicaments se répartissent en classe thérapeutiques ou pharmacologiques. On distingue des médicaments destinés à lutter contre des organismes pathogènes ou des processus particuliers, et des médicaments agissant sur des fonctions organiques des appareils ou tissus cibles.

Le texte définissant le médicament alimentaire (humain et vétérinaire) est l'article L. 5111-1 du code de la santé publique (CSP) : «On entend par médicament toute substance ou composition présentée comme possédant des propriétés curatives ou préventives à l'égard

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

des maladies animales, ainsi que tout produit pouvant être administré à l'homme ou à l'animal en vue d'établir un diagnostic médical ou de restaurer, corriger ou modifier leur fonctions organique»

L'article L5141-1 spécifie que l' « on entend par médicament vétérinaire tout médicament destiné à l'animal »

La plupart des médicaments contiennent des principes actifs qui, visés par l'article L5144-1 du CSP, nécessitent une prescription (ordonnance rédigée par le vétérinaire) en vue de leur délivrance à l'éleveur, en particulier parce que ces substances actives laissent des résidus pouvant entraîner un risque pour la santé publique.

Le médicament vétérinaire doit être efficace et parfaitement toléré par l'animal auquel il est administré. De plus, son utilisation ne doit pas nuire à la santé du consommateur ou à l'environnement, ni gêner la technologie des denrées d'origine animale.

Pour protéger le consommateur, des limites maximales de résidus (LMR) tolérables dans les denrées issues d'animaux destinés à la consommation humaine sont établies pour chaque principe actif. La détermination de ces concentrations en résidus acceptables dans les denrées d'origine animale (viande, abats, lait, œufs, miel...) est réalisée sur le plan communautaire par des experts de l'Agence européenne du médicament. L'établissement de cette liste publiée en tant que règlement européen constitue la référence toxicologique nécessaire à tout laboratoire qui souhaite mettre sur le marché un médicament destiné à des animaux producteurs de denrées consommables. Par le passé, face au risque difficilement maîtrisable pour la santé humaine lié à la présence de concentrations résiduelles dotées de potentialités mutagènes ou cancérogènes (ex : nitroimidazoles antiprotosoaires), des LMR n'ont dans certains cas pas pu être fixées. Les médicaments contenant ce principe actif ont été retirés du marché

Ainsi que les denrées ne peuvent pas être livrées à la consommation pendant le traitement et jusqu'à la fin du temps d'attente. (Maladie des bovins, institut de l'élevage, 4^{ème} Edition, 2008)

4.9 Nanoparticules en alimentation

L'échelle nanométrique est définie comme s'étendant de 1 à 100nm. De plus, au niveau européen, plusieurs définitions différentes ont été adoptées ou sont en cours d'adoption dans le cadre des réglementations visant les produits chimiques (produits cosmétiques, nouveaux aliments, biocides.)

La définition révisée et proposée est la suivante :

Substance à l'état nano particulaire : substance au sens du règlement (CE) n°1907/2006

fabriquée intentionnellement et se caractérisant par une ou plusieurs dimensions externes, ou une structure interne, sur une échelle de 1 à 100nm, y compris sous forme d'agrégats et d'agglomérats

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

qui peuvent avoir une taille supérieure à 100 nm, mais qui conservent les propriétés typique de l'échelle nanométrique. On inclut donc dans cette définition à la fois de NP et des matériaux constitués pour tout ou partie de NP

Les applications potentielles sont néanmoins nombreuses car l'incorporation de nanostructures dans les aliments est susceptible d'apporter des fonctionnalités intéressantes.

L'atout principal des nanoparticules réside dans l'élaboration de produits poly composants. C'est ainsi que, grâce à des nanosomes ou des micelles inversées, on peut rendre lipo-dispersibles des produits hydrosolubles et vice versa. Grâce à ces procédés, on peut obtenir des solutions limpides, non opalescentes. En outre, un autre avantage des nanoparticules et leur meilleure stabilité mécanique par rapport aux microparticules, plus fragiles, susceptibles de perdre leur contenu

Les applications potentielles des nanotechnologies dans le domaine alimentaire sont nombreuses :

Elles peuvent apporter des bénéfices directs en termes de conservation des aliments, de préservation des qualités nutritives et sensorielles, de décontamination microbiologique, de réduction de l'empreinte environnementale, etc. actuellement le développement des nanotechnologies dans le domaine agroalimentaire se fait dans cinq directions :

-les additifs [encapsulation d'ingrédients, texture, couleur].

-l'emballage : [échange thermique, étanchéité, protection antimicrobienne, propriété « barrières »]

-le suivi et la traçabilité [puce électronique, capteur], domaine en cours de recherche

-l'analyse [test de présence d'agents pathogènes]

-les nouveaux produits. C'est un domaine en émergence qui porte principalement sur les aliments fonctionnels ainsi que sur les aliments « santé » qui ont une finalité proche de celle des médicaments et qui leur empruntent bon nombre de technologie. Il existe des compléments alimentaires contenant des nano éléments. Ceux-ci sont supposés faciliter l'absorption. Ces nouveaux aliments qui portent sur les conditions d'absorption ou de bio-distribution des éléments nutritifs dans l'organisme pourraient conduire à remettre en cause les référentiels nutritionnels traditionnels actuels et comportent des risques d'interactions avec les autres nutriments

5. Groupes des dangers chimiques régis par la législation

Bon nombre des risques liés aux processus chimiques et aux installations sont dus aux produits chimiques (pour le nettoyage et l'assainissement) et aux ingrédients (allergènes tels que la farine d'arachide) qui sont stockés et utilisés dans l'installation de fabrication d'aliments. En règle

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

générale, les produits chimiques utilisés pour le nettoyage et l'assainissement sont utilisés correctement et de manière appropriée lorsque les instructions d'utilisation sont suivies, et il est rare qu'un produit alimentaire soit rappelé en raison d'une contamination par ce type de produits chimiques. Cependant, certains produits chimiques utilisés pour nettoyer les équipements ou les sols, par exemple, sont potentiellement toxiques pour l'homme (surtout sous leurs formes concentrées). Il est nécessaire d'obtenir une liste de tous ces produits chimiques utilisés dans l'établissement et de s'assurer que des contrôles sont en place (qui peut inclure le rinçage à l'eau potable après utilisation, le stockage à l'écart des aliments, etc.).

Certaines méthodes de nettoyage pourraient également contribuer aux risques chimiques dans la transformation des aliments. Par exemple, les systèmes de nettoyage en place (CIP) sont souvent utilisés pour rincer les produits chimiques de nettoyage et d'assainissement dans les canalisations de produits alimentaires liquides utilisés pour la production, et ces produits chimiques, s'ils ne sont pas correctement utilisés et rincés/retirés, pourraient se retrouver dans un aliment final. Produit. Le meilleur moyen de suivre ces types de risques chimiques dans une usine de fabrication de produits alimentaires est de demander une liste de tous les produits chimiques actuellement utilisés (mise à jour régulièrement) et de tester et de stocker des échantillons conservés de tous les aliments à haut risque de contamination (par exemple, ceux qui sont transformés dans un équipement nettoyé via des systèmes CIP) jusqu'à ce que sa date de péremption/d'expiration soit dépassée. Dans le cas où des tests sont nécessaires (par exemple, une plainte ou une réclamation selon laquelle un produit chimique peut être dans le produit), les échantillons conservés de ce lot de production seront disponibles pour une évaluation supplémentaire.

Tableau 2 : Risques chimiques liés aux procédés et aux installations.

Exemples
<ul style="list-style-type: none">• Allergènes alimentaires non déclarés en raison d'un mauvais étiquetage ou d'un contact croisé• Ajout inapproprié de substances associées à une intolérance alimentaire (ex. : sulfites)• Utilisation inappropriée d'un additif de couleur tel que le Jaune n° 5• Contamination par des produits chimiques industriels tels que des nettoyeurs ou des désinfectants• Risques radiologiques liés à l'utilisation d'eau contaminée• Métaux lourds dus à la lixiviation de l'équipement, des conteneurs ou des ustensiles

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

Adapté de Food and Drug Administration, 2016. Draft Guidance for Industry: Hazard Analysis and Risk-Based Preventive Controls for Human Food.

-l'abus des pesticides : l'Union Européenne a imposé un seuil de potabilité de l'eau de 0,1 microgramme de pesticide par litre (pour chaque substance, sans tenir compte des spécificités de chacune).

5.1 Ingrédients alimentaires réglementés

Tableau 3 Couples ingrédient alimentaire-danger (risques chimiques).

Danger	Ingrédient alimentaire associé au danger
-Résidus de pesticides	-Matières premières agricoles
-Résidus de médicaments	-Lait
-Métaux lourds	-Produire, matières premières agricoles
-Contaminants environnementaux (p. ex. dioxines	-Produits animaux
-Mycotoxines	-Céréales, matières premières agricoles
-Histamine	-Fromages affinés, poisson
-Risques radiologiques	-Aliments produits à partir de zones proches du lieu d'un accident nucléaire
- Additifs alimentaires ou colorants non approuvés	- Aliments transformés et colorés artificiellement
- Désinfectants et assainissant non approuvés	- Produire des aliments prêts à consommer
- Allergènes alimentaires et substances associées à une intolérance ou à un trouble alimentaire (par exemple, sulfites, gluten)	- Divers aliments

5.2 Résidus dans la Chain alimentaire

Le terme « résidus » s'applique aux produits phytosanitaires (par exemple, les pesticides agricoles). Les contaminants chimiques et les résidus dans les aliments couvrent un domaine très large, y compris des substances aussi diverses que les toxines naturelles (par exemple, les mycotoxines), les produits agrochimiques et les médicaments vétérinaires, les contaminants environnementaux/industriels (par exemple, les dioxines/diphényles poly chlorés) et les produits chimiques issus de la transformation et de la transformation des aliments, emballage.

5.3 Contaminants

Le codex alimentarius définit un contaminant comme suit :

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

« Toute substance qui n'est pas intentionnellement ajoutée à la denrée alimentaire, mais qui est cependant présente dans celle-ci comme un résidu de la production (y compris les traitements appliqués aux cultures et au bétail et dans la pratique de la médecine vétérinaire), la fabrication, de la transformation, de la préparation, du conditionnement, de l'emballage, du transport ou du stockage de ladite denrée, ou à la suite de la contamination par l'environnement. L'expression ne s'applique pas aux débris d'insectes, poils de rongeurs et autres substances étrangères »

La présente norme vise toutes les substances qui répondent à la définition ci-dessous y compris les contaminants présents dans les aliments destinés au bétail laitier et au bétail de boucherie, l'exception :

- 1) des contaminants ayant une incidence non pas sur la santé publique, mais uniquement sur la qualité du produit alimentaire
- 2) des résidus de pesticides correspondant à la définition du codex. Les résidus de pesticides résultant de l'utilisation de pesticides non liés à la production alimentaire pourront être inclus dans la norme générale pour les contaminants s'ils ne relèvent pas du comité du codex sur les résidus de pesticides
- 3) des résidus de médicaments vétérinaires correspondant à la définition du codex,
- 4) des toxines microbiennes, comme la toxine botulinum et l'entérotoxine staphylocoque et des microorganismes de compétence du CCFH
- 5) des auxiliaires technologiques (qui par définition sont ajoutés intentionnellement aux denrées alimentaires).

5.4 Matériaux en contact avec des denrées alimentaires

Les matériaux et objets au contact des aliments doivent être inertes à l'égard des denrées alimentaires, et en particulier ils ne doivent pas céder à ces denrées, dans les conditions normales ou prévisibles de leur emploi, des constituants dans une quantité susceptible de présenter un danger ou la santé humaine ou animale ou d'entraîner des modifications inacceptables de la composition des denrées alimentaires ou une altération de leurs caractères organoleptiques.

Les matériaux et objets, sont fabriqués conformément aux bonnes pratiques de fabrication afin que, dans les conditions normales ou prévisibles de leur emploi, ils ne cèdent pas aux denrées alimentaires des constituants en une quantité susceptible :

- a. de présenter un danger pour la santé humaine
- b. d'entraîner une modification inacceptable de la composition des denrées
- c. d'entraîner une altération des caractères organoleptiques de celles-ci

Les matériaux généralement utilisés pour la fabrication des compartiments ou zones alimentaires des équipements tropicaux sont les métaux, les alliages de métaux et le bois qui

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

présentent des risques liés au contact avec les aliments au cours de la transformation, de la conservation ou de la cuisson. L'aluminium se dissout plus facilement pendant la cuisson lorsque le contenant est usagé. La quantité absorbée est plus importante si l'aliment est cuit ou conservé longtemps dans ce même contenant et si les aliments sont acides (tomates et agrumes). Bien que la dose quotidienne tolérée par l'organisme humain n'ait pas encore été déterminée, le cuivre pris à fortes doses sur une courte période peut devenir toxique. De ce fait, les casseroles en cuivre et en laiton sont recouvertes d'un autre métal pour empêcher tout contact du cuivre avec l'aliment. L'acier inoxydable résiste à l'usure et à la corrosion mais ses composants, le fer, le nickel, et le chrome peuvent avoir un effet sur la santé. Le fer peut être toxique à fortes doses, in constitue avec le carbone les deux principaux composants de la fonte souvent une réaction allergique. (Mama sakho et Jean Crouzet ; 2009)

6. Risques sanitaires associés aux dangers chimiques présentés par les denrées alimentaires

Les dangers chimiques peuvent être d'origine naturelle (toxines environnementales) ou « anthropogéniques » c'est-à-dire liés à l'activité humaine. Parmi les toxines naturelles, certaines sont produites par des micro-organismes présents dans les environnements au contact des denrées alimentaires. On peut ainsi citer les cyanotoxines produites par des cyanobactéries qui peuvent proliférer dans les réserves d'eau douce et contaminer ainsi l'eau de boisson. Les phycotoxines, quant à elle, sont produites par certaines espèces de plancton marin. Lorsque ce plancton prolifère, les toxines se retrouvent en concentration importante dans le système digestif des coquillages « filtreurs » (huitres, moules...). Il existe enfin une grande variété de toxines produites par des micro-organismes qui contaminent les matières premières agricoles et les produits alimentaires.

Les contaminants d'origine « anthropogénique » sont d'une très grande variété. Leur présence dans les aliments peut être due :

- A une contamination des matières premières agricoles, de l'eau et ingrédients utilisés pour l'élaboration des produits (pesticides, métaux lourds, résidus d'antibiotiques...)
 - A une contamination par l'environnement de fabrication, de stockage et plus généralement par l'environnement industriel (ex désinfectant, lubrifiant, fluide frigorigène, polluants aéroportés...)
 - Au procédé de fabrication par la création de molécules résultant de la transformation des sucres, des lipides, etc. (néoformation)
- A une migration de l'emballage vers le produit de composés volatils et/ou solubles. (Laurent Rosso ; 2012)

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

Les allergies : La majorité des dangers liés aux produits chimiques qui sont probables dans la fabrication d'aliments humains sont dus à la présence d'allergènes. Les allergènes non déclarés dans les aliments continuent d'être une cause importante de rappels d'aliments aux États-Unis. Contrairement à d'autres types de dangers tels que les dangers biologiques, cependant, on sait très peu de choses sur le nombre de maladies et de décès réels dus à des allergènes non déclarés dans les aliments (par exemple, ceux qui sont rappelés lorsqu'on découvre qu'il y a des allergènes non déclarés dans les produits ou que les produits sont pas correctement étiquetés pour déclarer la présence d'allergènes dans les aliments). Plus de 15 millions d'Américains souffrent d'allergies alimentaires (Food Allergy Research and Education, 2015). Les allergènes alimentaires peuvent être à la fois un danger lié à l'ingrédient (lorsque l'allergène fait partie du produit alimentaire mais n'est pas déclaré sur l'étiquette au consommateur) et un danger lié au procédé et à l'installation (lorsque l'allergène ne doit pas se trouver dans le produit alimentaire mais contamine les aliments en raison d'erreurs de stockage et de traitement lors de la fabrication des aliments).

6.1. Perception du risque associé à différentes situations

L'évaluation du risque pour une population de consommateurs exposée à un danger chimique donné, conduit à déterminer sa valeur toxicologique de référence (VTR). Cette VTR permet ainsi d'établir une relation entre une exposition à la substance chimique et un effet adverse chez l'homme. Cette valeur est spécifique d'une substance d'une durée d'exposition (aigue, chronique), d'une voie d'exposition (ingestion, inhalation, contact cutané) et d'une population. L'estimation d'une VTR résulte d'une analyse associant des données épidémiologiques et des données de laboratoires obtenues sur cellules, organes, et classiquement si animaux selon des protocoles spécifiques. L'estimation de la VTR s'appuie sur une expertise collective exigeante visant à étudier : l'effet adverse prise en compte, la qualité des données disponibles, le modèle définissant la relation entre la dose et l'effet, les facteurs de la sécurité à appliquer pour extrapoler les données obtenues au niveau expérimental à la situation réelle pour les consommateurs

La sécurité sanitaire des aliments représente l'ensemble des connaissances, procédures et actions grâce auxquelles sont évalués et sont maîtrisés, tous les risques, susceptibles d'apporter préjudice à la santé du consommateur, induits par les propriétés des aliments et résultant de leur préparation et de leur transformation, tout au long de la chaîne alimentaire depuis la production de matières premières jusqu'à la consommation des aliments.

L'hygiène des denrées alimentaires sont les mesures et conditions nécessaires pour maîtriser les dangers et garantir le caractère propre à la consommation humaine d'une denrée

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

alimentaire. Elle comprend l'ensemble des dispositions prises pour assurer la propreté des éléments en contact direct ou indirect avec les denrées alimentaires. Elle s'applique au matériel, aux locaux, à l'environnement, aux personnes, aux matières, aux méthodes de travail.

Pour assurer leur responsabilité en termes de sécurité sanitaire, les professionnels, adoptent un continuum de mesures et d'outils de maîtrise des risques, de façon volontaire ou obligatoire, en fonction de la réglementation en vigueur.

7. Pourquoi les denrées alimentaires présentent-elles des dangers chimiques ?

L'exposition des denrées alimentaires à des niveaux toxiques de substances chimiques peut avoir différentes causes, parmi lesquelles les pratiques agricoles, les processus industriels, un stockage inapproprié, une contamination due à l'environnement et la présence de toxines naturelles. Des dangers chimiques surgissent en tout point de la chaîne d'approvisionnement alimentaire.

8. Comment le système de contrôle de l'UE en matière de sécurité alimentaire fonctionne-t-il ?

La sécurité alimentaire est l'une des grandes priorités de l'UE. Elle concerne tous les citoyens et est étroitement liée aux politiques commerciales. La politique de l'UE en matière de sécurité alimentaire vise à garantir un niveau élevé de protection de la vie et de la santé des personnes et à prémunir les citoyens de l'Union contre trois types de dangers que présentent les denrées alimentaires : physiques, biologiques et chimiques

Pour ce qui est des substances chimiques, le modèle de l'UE en matière de sécurité alimentaire fait office de référence à l'échelle internationale, et, selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), les citoyens européens bénéficient de l'un des niveaux de sécurité alimentaire les plus élevés au monde. La force de ce modèle réside dans :

- A) Sa structure de gouvernance, avec un partage des responsabilités entre les agences décentralisées de l'UE et la Commission, ce qui permet de séparer l'évaluation des risques et leur gestion
- B) le fait qu'il vise à évaluer l'innocuité des substances chimiques avant qu'elles n'entrent dans la chaîne alimentaire ;
- C) une répartition claire des responsabilités entre le secteur privé et les autorités de contrôle publiques.

En outre, l'UE exige des pays tiers qu'ils respectent ses normes afin de garantir que les denrées alimentaires importées dans l'Union satisfont aux mêmes critères élevés en matière de sécurité.

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

9. Modèle de l'UE en matière de sécurité alimentaire appliqué aux substances chimiques est une référence mondiale

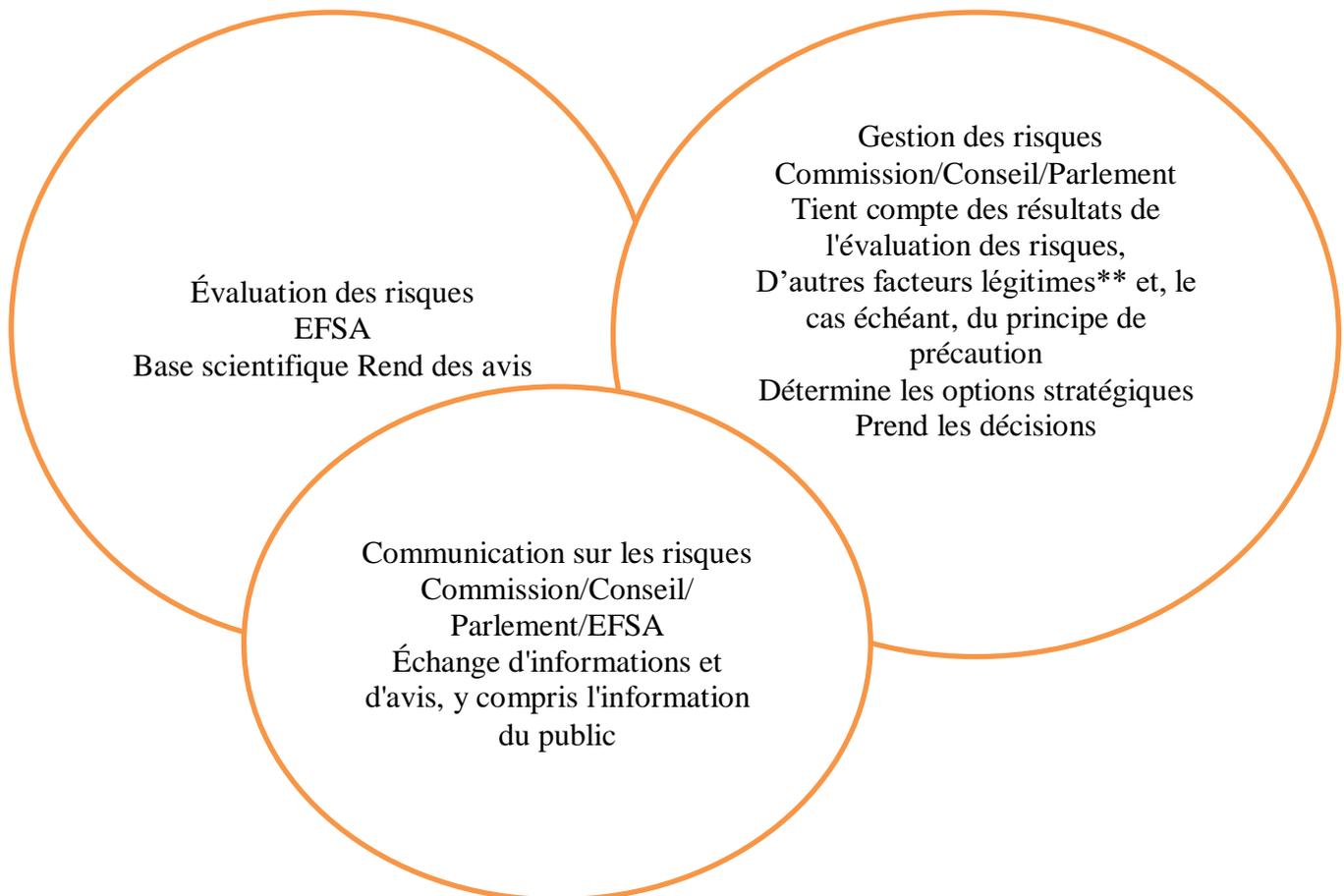
Le modèle européen distingue clairement trois volets dans l'analyse des risques

Le droit de l'Union – et en particulier la législation alimentaire générale (règlement (CE) n°

178/2002 – distingue trois volets dans l'analyse des risques au niveau de l'UE :

L'évaluation des risques, la gestion des risques et la communication sur les risques

Figure 1 – Les trois volets de l'analyse des risques au niveau de l'UE



Afin d'assurer la séparation de ces trois volets, la législation alimentaire générale a établi, en 2002, une agence européenne indépendante dans le but de fournir des évaluations scientifiques des risques dans le domaine de la sécurité alimentaire : l'EFSA²³. La création de cet organe a permis aux responsables politiques de la sécurité alimentaire non seulement de réagir aux crises menaçant la santé publique, mais aussi de mettre en place un système de sécurité alimentaire complet, avec des normes et des mécanismes pour garantir le respect de celles-ci. La législation alimentaire générale prévoyait que cette entité jouirait de prérogatives suffisantes pour jeter les bases d'un modèle de sécurité alimentaire étayé scientifiquement

10. Modèle Algérien en matière de sécurité alimentaire appliqué aux substances chimiques

La présente Convention s'applique :

- (a) aux produits chimiques interdits ou strictement Réglementés ;
- (b) aux préparations de pesticides extrêmement Dangereuses.

2. Sont exclus du champ d'application de la présente Convention :

- (a) les stupéfiants et les substances psychotropes ;

Chapitre 01 Dangers chimiques dans notre alimentation

- (b) les matières radioactives ;
 - (c) les déchets ;
 - (d) les armes chimiques ;
 - (e) les produits pharmaceutiques, y compris les Médicaments destinés aux soins de l'homme ou des Animaux ;
 - (f) les produits chimiques utilisés comme additifs alimentaires ;
 - (g) les produits alimentaires ;
 - (h) les produits chimiques importés en quantités qui ne risquent guère de porter atteinte à la santé des personnes ou à l'environnement, à condition qu'ils soient importés :
 - (i) aux fins de travaux de recherche ou d'analyse ; ou
 - (ii) par un particulier pour son usage personnel, en quantité raisonnable pour cet usage.
- (JOURNAL OFFICIEL ; 2019)

11. Différence entre danger et risque

11.1. Notion du danger alimentaire

Le terme « danger » est défini dans le règlement communautaire CE 178/2002 du 28 janvier 2002 : il s'agit d'« un agent biologique, chimique ou physique présent dans les denrées alimentaires, ou un état de ces denrées alimentaires, pouvant avoir un effet néfaste sur la santé. » [Debeure, 2005].

11.2. Notion du risque alimentaire

Le risque alimentaire est la probabilité d'apparition d'un danger, et la gravité de ces conséquences [Debeure, 2005]

12. Conclusion

Les termes de base liés au secteur agroalimentaire sont universels, ce qui contribue à renforcer le développement et l'innovation dans ce domaine. Ce chapitre vise à fournir une vue d'ensemble des différents risques et dangers chimiques dans cette industrie.

Références bibliographiques

Les Références

- Analyse des risques relatifs à la sécurité sanitaire des aliments guide à l'usage des autorités nationales responsables de la sécurité sanitaire des aliments page 69,70 organisations mondiales de la santé, organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture Rome 2007) (Delage et al. 2003 ; Lopez De Cerain et al. 2002 ; Filali et al. 2001 ; Otteneder et Majerus, 2000).
- Danger dans l'assiette ; sylviane dragacci, nadine zakhia-rozis, pierre gantier ; 2011 ; page 67) (Pestka and Smolinski, 2005 ; Eriksen, 2003 ; Eriksen and Pettersson, 2004.
- La faune sauvage et la sécurité alimentaire en Afrique, yaa ntiamoa-Baidu, page 2
- La situation des forets du monde 2020, forets, arbres, sécurité alimentaire et nutrition, page 66, organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture Rome, 2020
- LES APPLICATIONS ET LA TOXICITE DES ALGUES MARINES ; présentée et soutenue publiquement le 5 décembre 2011 ; par Hortense FALLER
- Ministère de la coopération 1995. Le politique de la sécurité alimentaire au Sénégal depuis l'indépendance,-jean-paul minvielle, alexandra lailler page13
- Outil d'évaluation des systèmes de contrôle des aliments introduction et glossaire organisation des nations unies pour l'alimentation et agriculture – organisation mondiale de la santé –ROME 2020) page 15
- Principes de la phytopathologie et de lutte contre les maladies des plantes ; Roger corbaz ; 1990 ; P 93, 94
- Aflatoxin-control, analysis, detection and health risks; lukman bola abdulra'uf; 2017; page 230-231
- Bejarano, L., Mignolet, E., Devaux, A., Espinola, N., Carrasco, E., Larondelle, Y. 2000. Glycoalkaloids in potato tubers: the effect of variety and drought stress on the α -solanine and α -chaconine contents of potatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 80: 2096-2100.
- Ciegler A., Detroy R. W., and Lillehoj E. B. (1971). Patulin, penicillic acid, and other carcinogenic lactones. In *Microbial Toxins*, Vol. 6. Ed. Ciegler, A., Kadis, S. and Ajl, S.J. pp. 409–434. New York : Academic Press
- Codex alimentarius ; deuxième édition 1999 ; volume 1A
- Danger dans l'assiette ; sylviane dragacci, nadine zakhia-rozis, pierre galtier ; 2011 ; page 69
- EFSA, 2008. Marine biotoxins in shellfish - Okadaic acid and analogues, scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain. *EFSA Journal* (589),
- EFSA, 2009a. Marine biotoxins in shellfish - Domoic acid. *EFSA Journal* 1181
- Environment and ecology ; Anil Kumar de. Arnab Kumar de ; 2009 ; page 12
- Farabegoli, F., Blanco, L., Rodríguez, L.P., Manuel Vieites, J., García Cabado, A., 2018. Phycotoxins in marine shellfish: Origin, occurrence and effects on humans. *Marine Drugs* 16
- HAL; Nicolas Quesnot; 2015, page 66
- Hallegraeff, G.M., 2010. Ocean climate change, phytoplankton community responses and harmful algal blooms: a formidable predictive challenge. *Journal of Phycology* 46(2), 220-235.
- Introduction to food toxicology ; second Edition ; Takayuki Shibamoto Department of Environmental Toxicology University of California Davis, CA; Leonard Bjeldanes Department of Nutritional Sciences and Toxicology University of California Berkeley, CA; 2009; p 100)
- Lachman, J., Hamouz, K., Orsák, M., Pivec, V. 2001. Potato glycoalkaloids and their significance in plant protection and human nutrition-review. *Series Rostlinna Výrobá*. 47: 181.

Références bibliographiques

- Les bonnes pratiques d'hygiène dans la préparation et la vente des aliments de rue en Afrique ; FAO2007 ; page 15,16
- Manuel sur l'application du système de l'HACCP pour la prévention et le contrôle des mycotoxines ; étude FAO alimentation et nutrition ; centre de formation et référence pour le contrôle des aliments et des pesticides ; 2003 ; page 8
- Nicolas, J., Hoogenboom, R.L.A.P., Hendriksen, P.J.M., Boderó, M., Bovee, T.F.H., Rietjens, I.M.C.M., Gerssen, A., 2017. Marine biotoxins and associated outbreaks following seafood consumption: Prevention and surveillance in the 21st century. *Global Food Security* 15 11-21
- Nielsen, L.T., Hansen, P.J., Krock, B., Vismann, B., 2016. Accumulation, transformation and breakdown of DSP toxins from the toxic dinoflagellate *Dinophysis acuta* in blue mussels, *Mytilus edulis*. *Toxicon* 117
- Otero, A., Chapela, M.-J., Atanassova, M., Vieites, J.M., Cabado, A.G., 2011. Cyclic Imines: Chemistry and Mechanism of Action: A Review. *Chemical Research in Toxicology* 24
- Pfohl-Leszkowicz A. and Castegnaro M. (2005). *Food Addit. Contam. (Suppl. 1)* 75.
- Pfohl-Leszkowicz A. and Manderville R. A. (2007). *Mol.Nutr.FoodRes*, 51-61
- Ramos, V., Vasconcelos, V., 2010. Palytoxin and Analogs: Biological and Ecological Effects. *Marine Drugs* 8(7), 2021
- Visciano, P., Schirone, M., Berti, M., Milandri, A., Tofalo, R., Suzzi, G., 2016. Marine Biotoxins: Occurrence, Toxicity, Regulatory Limits and Reference Methods. *Front Microbiol* 7,

- JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 64 ; 13 octobre 2019 ; 14 Safar 1441 ; Article 3 ; page 5.

Chapitre 2

Chapitre 02 Méthodologie d'évaluation du risque chimique alimentaire

1 introduction

La quantité et la variété des produits chimiques présents dans notre société moderne ne Continuent simplement à augmenter. Leur développement contribue à permettre diverses activités Le secteur industriel est plus facile, mais il apporte aussi de nouveaux dangers qui nous menacent La vie. Plusieurs Les produits chimiques sont développés pour assurer le bon fonctionnement de l'activité sans avoir besoin de Considérez les aspects nocifs de ces produits pour la santé des travailleurs, ou bien sûrs environnements

Cependant, ces dernières années, et compte tenu de l'importance du risque Sur le plan économique et social, les pouvoirs publics Remplacer de nombreux produits chimiques dans les secteurs de la préparation de la restauration rapide et moderne en raison de leur impact sur Santé notamment les produits cancérigènes

2 identifications du danger

2-1 dangers biologiques

Les risques biologiques contiennent tous les parasites, bactéries, leurs toxines et virus qui peuvent avoir un effet délétère sur la santé humaine par la consommation d'aliments contaminés. (kahyen claire yeak et al ; 2022)

2-1-1 les bactéries

Les bactéries sont des microorganismes unicellulaires qui existent dans une variété d'habitats, les bactéries fondamentales liées aux maladies d'origine alimentaire:

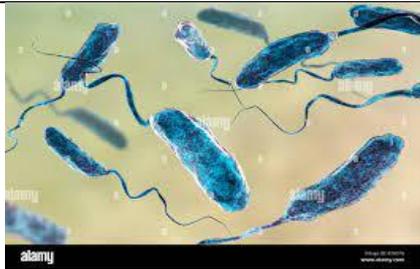
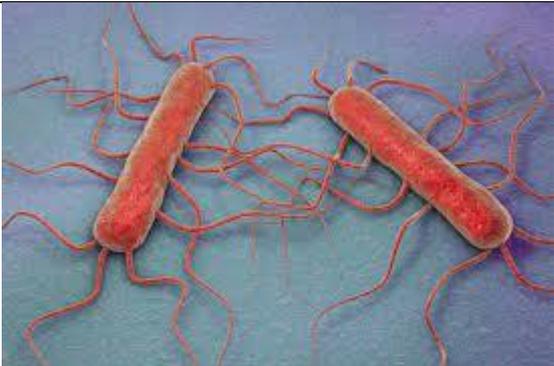
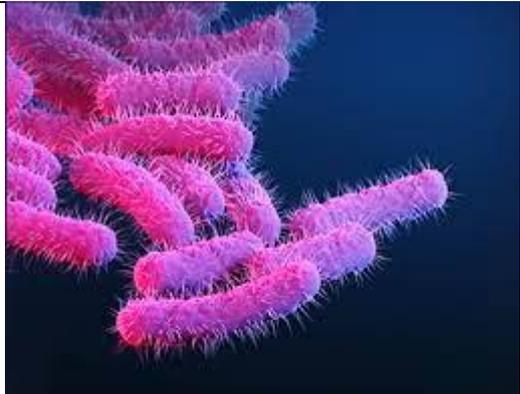
vibrione del colera	Listeria monocytogenes
	
Shigella spp	
	

Figure 1 les bactéries fondamentales liée aux aliments

Sources alamyimages.fr

2-1-2 les virus

Les virus sont des parasites intracellulaires obligatoires qui nécessitent des cellules hôtes sensibles pour se multiplier et infecter l'hôte.

Un grand nombre de virus différents peuvent être trouvés dans le tractus gastro-intestinal humain et provoquer diverses maladies (tableau 1). Bien que tout virus capable de provoquer une maladie lors de l'ingestion puisse être considéré comme d'origine alimentaire et/ou hydrique, dans la pratique, la majorité des maladies virales d'origine alimentaire signalées sont la gastro-entérite ou l'hépatite, respectivement causées par l'homme et causées par le virus de Norwalk et le virus de l'hépatite A.

Genre	Génome	Nom populaire	Maladie causée
Enterovirus	ssRNA	Poliovirus	Paralysie, méningite, fièvre
		Coxsackie A, B virus	Herpangine, méningite, fièvre, maladie respiratoire, fièvre aphteuse, myocardite, anomalies cardiaques, jonc, pleurodynie, diabète
		Echovirus	Méningite, fièvre, maladie respiratoire, éruption cutanée, gastro-entérite
Epatovirus	ssRNA	Virus de l'hépatite A	Hépatite
Kobuvirus	ssRNA	Le virus d'Aichi	Gastro-entérite
Parechovirus	ssRNA	Paréchovirus humain	Maladie respiratoire, gastro-entérite, infection du SNC

Tableau 1 Virus documentés pour être trouvés dans le tractus gastro-intestinal humain.
Source

2-2 dangers chimiques

Les dangers chimiques peuvent contaminer les aliments à des degrés divers. Il existe différentes familles de CH, telles que les substances migrant des matériaux en contact avec les aliments, les polluants organiques persistants (POP) et les substances d'origine naturelle telles que les bio toxines marines, les mycotoxines ou les éléments traces et les métaux. Certains dangers chimiques (par exemple, les substances perfluoroalkyles ou les

dibenzodioxines et dibenzofuranes polychlorés (PCDD/F)) peuvent contaminer le sol, se bioamplifier dans la chaîne alimentaire et dans le corps après la consommation d'aliments. Bioaccumulation. 35,36 En 2001, la Convention de Stockholm a identifié certains polluants organiques persistants qui sont étroitement surveillés en Europe. 37 Un autre groupe de CH, les polluants thermiques tels que les furanes, sont produits en fortes concentrations lors du traitement thermique des aliments et ont été associés à des dommages à l'ADN et au cancer.

2-3 toxines naturelles

sont des produits chimiques d'origine naturelle qui peuvent contaminer certains produits de la mer . .

les fruits de mer contaminés par ces produits chimiques ont souvent une apparence, une odeur et des testicules normaux, mais peuvent rendre les gens malades s'ils les consomment .

2-3-1 types de toxine marine

- Ceux causée par la consommation de poisson, notamment
 - empoisonnement des poissons scombrotiques
 - empoisonnement à la ciguatera
 - empoisonnement à la tétrodoxi
- Ceux causée par la consommation mollusques et crustacés notamment
 - intoxication paralysante par les coquillages(PSP)
 - intoxication par les coquillages nuerotoxiques de la marée rouge (NSP)
 - intoxication diarrhéique par les coquillages (DSP)
 - empoisonnement amnésique à la coque (ASP)
- ceux causée par eau contaminée , notamment
 - brevétotoxines
 - algues bleu-vert (cianobatteri)
 - pfiesteria et pfiesteria- comme des organismes

2-4- contaminants environnementaux

Les contaminants environnementaux sont des produits chimiques qui pénètrent accidentellement ou délibérément dans l'environnement, souvent, mais pas toujours, à la suite d'activités humaines.

Une grande variété de contaminants environnementaux a été détectée dans les aliments. Ils vont des métaux et des espèces "ioniques" comme le perchlorate aux substances organiques (à base de carbone), y compris les "polluants organiques persistants" ou POP (nommés ainsi en raison de leur capacité à exister dans l'environnement pendant de longues périodes sans se dégrader). Les anciens POP, comme les PCB, sont interdits d'utilisation industrielle ou agricole au Canada depuis de nombreuses années, mais ils restent dans la chaîne alimentaire. D'autres POP ont été identifiés plus récemment, ayant été trouvés dans l'environnement et dans la chaîne alimentaire (par exemple, les ignifugeants bromés)

Contaminants	Définition
Plomb	Il est interdit d'ajouter du plomb aux aliments vendus; cependant, en raison de son omniprésence dans l'environnement,

	il est présent dans tous les aliments, généralement à des niveaux très faibles.
PCB	Les biphényles polychlorés (PCB) sont des produits chimiques fabriqués par l'homme dont la fabrication a été interdite en Amérique du Nord en 1977.
PFC	Les produits chimiques perfluorés (PFC) sont des produits chimiques fabriqués par l'homme qui sont utilisés dans des produits commerciaux et de consommation et qui ont également une variété d'applications industrielles.
Mercure	Le mercure est un métal naturellement présent dans le sol, les roches et les masses d'eau. Il peut également être libéré dans l'environnement à la suite d'activités humaines impliquant des processus de combustion tels que la production d'électricité au charbon, l'extraction de métaux et l'incinération de déchets.

Tableau 2 quelques exemples des contaminants environnementaux

2-5 pesticides et produits agricoles

Les pesticides comprennent les insecticides, les fongicides et les herbicides. Voici quelques exemples de pesticides utilisés pour traiter les cultures.

Azoxystrobine sur pêches

Captan sur cerises

cléthodime sur haricots

Thiocarbamate sur pommes

La LMR est la quantité de pesticide qui est considérée comme sûre et autorisée à rester dans les aliments lorsqu'ils sont vendus au Canada. La Loi sur les produits antiparasitaires (LPA) précise ces pesticides et établit des limites maximales de résidus (LMR) pour bon nombre d'entre eux.

2-6 dangers physiques et les matières étrangères

Les matières étrangères couvrent toutes les matières (à l'exclusion des bactéries et de leurs sous-produits (toxines), des virus et des parasites) qui peuvent être trouvées dans un aliment et qui sont étrangères à cet aliment particulier.

Ces matières sont généralement non toxiques mais sont associées à des conditions insalubres de production, de transformation, de manipulation, de stockage et de distribution des aliments.

Quelque type des matières étranger retrouvé dans les aliments :

- Fragments d'os, poils ou plumes provenant de produits d'origine animale
- Pierres, rochers, saleté (généralement avec des fruits, des légumes et d'autres aliments près du sol)
- Métaux (généralement associés aux activités de traitement telles que la coupe, le tranchage ou le déchiquetage, et les matériaux d'emballage ou contenants tels que les copeaux, les agrafes et les clous)

Les matières étrangères peuvent être réparties en deux catégories : inévitables et évitables.
Des corps étrangers inévitables peuvent pénétrer dans les aliments en tant que sous-produit du système de transformation ou inhérents au produit lui-même.
Le corps étranger évitable est généralement moins tolérable que l'inévitable car il est évitable.

3 Caractérisation du danger

3-1 Généralités sur les valeurs de la référence VTR :

La formulation des VTR implique les étapes suivantes:

Identification et analyse des données de toxicité disponibles, basées sur des études épidémiologiques et/ou expérimentales;

- identifier le ou les organes cibles et l'effet critique;
- identifier l'hypothèse selon laquelle elle est établie : avec ou sans dose seuil, en fonction du mode d'action de la substance;
- choisir une (ou plusieurs) étude(s) clé(s) de bonne qualité scientifique pouvant généralement être utilisée(s) pour établir une relation dose-réponse (ou dose-effet (;
- définir une dose critique pour l'homme ou l'animal à partir de cette étude, et si nécessaire, dans le cas d'une dose critique obtenue chez l'animal, ajuster cette dose à l'homme;
- pour une VTR à seuil, appliquer des facteurs d'incertitude à cette dose critique afin d'obtenir une VTR applicable à l'ensemble de la population

3-2 Caractérisation des relations dose-réponse

La relation dose-réponse est un concept central en toxicologie. Il s'agit d'un cadre autour duquel sont réalisés tous les tests d'évaluation des dangers, sur lequel sont basées les extrapolations des modèles dose-réponse et dont découlent les réglementations environnementales. Dans le domaine de la recherche sur les mécanismes toxicologiques, ces investigations visent également à tenter de clarifier la base sous-jacente des transitions dose-dépendantes.

Traduit avec www.DeepL.com/Translator (version gratuite)

4-Exposition alimentaire aux contaminants chimiques et caractérisation du risque chronique

4-1 Exposition aux contaminants chimiques via les aliments

4-1-1 contamination en usine alimentaire

La contamination primaire et secondaire sont deux composantes de la contamination dans les usines de transformation des aliments. La principale pollution est causée par la microflore du sol, l'eau (y compris les eaux usées) et les matières animales et végétales (pollution de surface). La contamination secondaire, quant à elle, est le résultat de tous les aléas engendrés par la transformation des aliments. C'est-à-dire le lieu de travail (surfaces, équipements, instruments de travail, équipements), la manipulation humaine, les ingrédients utilisés dans les ingrédients alimentaires, tous les processus de

manipulation et de transformation, le stockage, le transport et la commercialisation des produits. Alors que le contrôle de la contamination primaire est essentiel pour assurer la sécurité microbiologique des aliments, la contamination secondaire est devenue une priorité absolue pour les industriels

4-2 caractéristique des risques :

Une maladie neurologique progressive et mortelle également connue sous le nom d'encéphalopathie spongiforme transmissible (EST). Il existe d'autres EST comme la tremblante du mouton et la maladie débilante chronique du chevreuil. On pense que la maladie de Creutzfeldt-Jakob chez l'homme est causée par la consommation de bœuf infecté par l'ESB. Bien que la cause exacte de l'ESB soit inconnue, la maladie est associée à la présence de prions. Il n'existe actuellement aucun traitement ni vaccin contre cette maladie. mauvaise hygiène personnelle ou ingrédients contaminés Divers types de risques chimiques existent dans l'industrie alimentaire, notamment :

4-2-1 mycotoxines

Les mycotoxines sont des toxines naturelles produites par des champignons qui peuvent être toxiques pour les humains et les animaux. Ils sont produits par des moisissures qui se développent sur les plantes et les aliments dans des conditions spécifiques. Il existe de nombreux types de mycotoxines dans l'environnement, mais seules quelques-unes se retrouvent couramment dans les aliments et sont souvent associées à certaines grandes cultures comme le maïs. Les mycotoxines les plus répandues causant des problèmes de santé humaine sont les aflatoxines, le déoxynivalénol, l'ochratoxine, les fumonisines et la patuline. Voici quelques caractéristiques générales des mycotoxines : Ils peuvent avoir des propriétés antibiotiques; Ils ont des effets toxiques sur les cellules humaines et animales ; Ils provoquent des effets chroniques tels que divers cancers, une immunosuppression, un retard de croissance, des malformations congénitales, des maladies rénales.

5- Évaluation de l'exposition à partir de données d'imprégnation

5-1 Modélisation toxicocinétique compartimentale et basée sur la physiologie (PBPK

effets aléatoires) impose le recours à des méthodes de régression non linéaire d'effets mixtes.⁴ Les modèles PBPK décrivent l'organisme de façon plus mécanistique. Chaque organe peut être représenté par un ou plusieurs compartiments. Les modèles peuvent ainsi atteindre plusieurs centaines de compartiments. Il est alors nécessaire d'avoir des données plus diversifiées pour en identifier les paramètres :⁵ bases de données physiologiques (e.g. débits sanguins, volume et poids des organes, expression d'enzymes et de transporteurs) et propriétés de la NEC étudiées (e.g. pKa poids moléculaire, lipophilicité, perméabilité, profils de dissolution, métabolisme in vitro)

5-2 Cas des composés persistants : exemple des polychlorobiphényles (PCB

Les PCBs sont une classe de composés aromatiques comprenant 209 congénères, chacun contenant un à dix atomes de chlore fixés à un noyau biphényle. Les produits techniques de PCB, qui ont été fabriqués de sorte à obtenir un certain niveau de chloration, sont des mélanges de plusieurs congénères de PCB.

Les PCBs (CAS 1336-36-3) se désagrègent très peu : ce sont des polluants organiques persistants (POP). Ils sont difficiles à détruire dans l'environnement. Ils se sont ainsi accumulés dans les sols, notamment à cause des rejets industriels dans les rivières .

5-2-1 Toxicité des PCBs

5-2-1-1 Cancer

En 2016, sur la base d'indications suffisantes de cancérrogénicité chez l'Homme et chez l'animal, le CIRC a classé les PCBs comme cancérogènes pour l'Homme Les PCBs conduisent au développement de mélanome malins.

Une association positive a été observée pour la survenue du lymphome non Hodgkinien et le cancer du sein.

5 2 1 2 Autres effets sanitaires chroniques

Globalement, tous les PCBs peuvent induire la formation d'espèces réactives de l'oxygène, des effets génotoxiques, une suppression immunitaire, une réponse inflammatoire, et des effets endocriniens à différents degrés et par différentes voies

Cas des composés non persistants : exemple du di(2-éthylhexyl)phtalate (DEHP)

Les données disponibles en 2005 ont démontré que l'exposition au DEHP affecte la fertilité et la reproduction chez les rongeurs des deux sexes et produit également des effets sur le développement de la progéniture.

Ecotoxicité et cancérogénicité

la classification du DEHP par le CIRC (2012) comme étant possiblement cancérogène pour l'homme des modes d'action possibles en plus des effets médiés par les récepteurs activés par le peroxisomeproliférateur (PPAR) α (Rusyn et Corton, 2012). Compte tenu de l'absence de génotoxicité, du mode d'action discuté pour l'hépatocarcinogénèse induite par le DEHP chez les rongeurs et des lésions induites par le DEHP dans les cellules de Leydig éventuellement associées à des tumeurs des cellules de Leydig chez les rats, le panel a considéré que ces effets sont liés à des doses supérieures à la NOAEL identifiée pour la toxicité du DEHP pour la reproduction.

6- Agrégation des expositions

6-1 Identification des sources d'exposition à une substance chimique

6-1-1 substances chimiques contenues dans les aliments sont en grande partie inoffensives et, le plus souvent, nécessaires.

Cependant, les produits chimiques présentent diverses propriétés toxicologiques, dont certaines peuvent avoir des effets sur les humains et les animaux. D'une manière générale, ils sont inoffensifs à moins que nous ne soyons exposés à des niveaux élevés pendant de longues périodes. Les scientifiques nous aident à nous protéger de ces effets potentiellement nocifs en établissant des niveaux de consommation sûrs. Cet avis scientifique informe les décideurs politiques qui réglementent l'utilisation de produits chimiques dans l'alimentation ou le travail afin de limiter leur présence dans la chaîne alimentaire. Les produits chimiques peuvent jouer un rôle important dans la production et la conservation des aliments. Par exemple, certains additifs alimentaires contribuent à prolonger la durée de conservation des aliments, tandis que d'autres, comme les colorants, contribuent à les rendre plus attrayants. Certains agents aromatisants sont utilisés pour améliorer le goût des aliments. Les compléments alimentaires sont utilisés comme source de nutriments. Les matériaux d'emballage alimentaire et les récipients (tels que les bouteilles, les tasses ou les assiettes) utilisés pour améliorer la manipulation et le transport des aliments peuvent contenir des produits chimiques tels que les plastiques, dont certains peuvent migrer dans les aliments. D'autres produits chimiques sont utilisés pour contrôler les maladies qui affectent le bétail ou les cultures, et d'autres produits chimiques se retrouvent parfois dans les aliments après l'application de certains processus de production, tels que le traitement thermique, la cuisson ou la décontamination.

6-2 Exemple des travaux d'expertise de l'Anses sur l'exposition des enfants de moins de 6 ans au plomb.

Le plomb est nuisible pour la santé, en particulier chez les jeunes enfants. En tant que polluant environnemental, il peut contaminer divers milieux, y compris les aliments et la poudre en suspension dans l'air. Dans un rapport d'expertise rendu public ce jour, l'Anses conclut que les poussières d'amplitude commun extérieures contaminées au plomb (pavé, voirie, mobilier urbain, aires de jeux...) composant une source d'exposition à considérer pour les

habitants générale. Les enfants et certains professionnels sont les plus susceptibles d'être exposés à cette poudre contaminée par exposition ou ingestion, a noté l'agence. L'agence émet des recommandations pour réduire durablement l'exposition des personnes au plomb.

6-3 Identification les risques

Il existe peu de données dans la littérature scientifique sur l'exposition de la population générale et des travailleurs au plomb dans les poussières déposées sur les surfaces dans les espaces extérieurs. Les quelques données disponibles, dont certaines issues d'études françaises, suggèrent que la contamination de cet environnement affecte la plombémie appelée plombémie. Les groupes les plus vulnérables à la contamination par la poussière sont les enfants et certains travailleurs, car ils sont plus susceptibles d'entrer en contact avec des surfaces contaminées. La voie d'exposition préférée semble être l'ingestion de poussière, en particulier pour les enfants qui sont plus susceptibles de mettre leurs mains dans leur bouche

Références bibliographiques

Référence :

- Dr.Shaleesha A. Stanley Prof. & Head Dept of biotechnologie Jeppiaar, les toxines marine sont des produits chimiques naturels qui peuvent contaminer certains fruits de mer, 7 février 2014
- Estelle CHASSELOUP, 26 September 2017, thèse d'exercice, le diplôme de docteur en pharmacie, évaluation de logiciel de PBPK : revue des options de modélisation et évaluation des prédictions PBPK pour PK-Sim, SimCYP et Gastroplus, page 23
- Ministère de l'environnement, 2016, Les polychlorobiphényles, Mise à jour le 12 déc. 2018
- Albert Bosch, Elissavet Gkogka, Françoise S.Le Guyadre, Fabienne Loisy-Hamon, Alvin Lee, Lilou van Lieshout, Balkumar Marthin, Mette Myrmel, Annette Sansom, Anne Charlotte, Schulyz, Anett Winkler, Sophie Zuber, Treor Phister, 2018, Virus d'origine alimentaire : options de détection, d'évaluation des risques et de contrôle dans la transformation des aliments, volume 285, page 110-128
- anses, 2017, Exposition au plomb dans les espèces extérieures, 07/02/2020
- EFSA, 13 mai 2020, mycotoxines
- eFsa, 29 October 2021, substances chimiques dans les aliments
- EjEFSA journal, 18 September 2019, Update of the risk assessment of di-butylphthalate (DBP),butyl-benzyl-phthalate (BBP), bis(2-ethylhexyl)phthalate(DEHP), di-isononylphthalate (DINP) and di-isodecylphthalate (DIDP) for use in food contact materials
- Gouvernement du Canada, 2019-11-25, Contamination environnemental
- kahyen Claire, Philippe Palmont, Gilles Rivière, Nawel Bemrah, Heidi M.W.den Besten, Marchel H.Zwietering, 2022, Identification des risques microbiens et chimiques dans les chaînes alimentaires infantiles, page 3.
- Stuart H Ralston MD, FRCP, FMedSci, FRSE, FFPM(Hon), dans Davidson's Principles and Practice of Medicine, 2018, Thérapeutique clinique et bonne prescription, page 10.

Chapitre 03

Chapitre 03 : Perspectives et développements futures

1-introduction

Après la technologie et le développement Nous vivons dans un monde de vitesse Dans toutes les phases de la vie et surtout la santé, les produits alimentaires cette partie qui explique premièrement les effets doses toxicologie, en plus généralité omic et l'avenir plus tard et dernièrement les bénéfiques/risque de politique publique alimentaire

2. Effets des faibles doses et relations « dose-effet » non monotones

2.1. Faibles doses en toxicologie

Le concept de "faible dose" est un raccourci vers le langage, non-sens direct. Ce qui compte, ce n'est pas que la qualité de la substance toxique soit "faible", mais Les effets de l'exposition ne sont plus détectables ou, s'ils sont Oui, ce sont des effets de nature pathologique non identifiée

Les effets des faibles doses sont également importants pour les composés à action aiguë. L'homme utilise le plomb et y est exposé depuis des milliers d'années et, à des doses élevées, toute une série d'effets indésirables peuvent survenir. Chez l'homme, les effets dépendent du stade de développement, le système nerveux central étant la cible des enfants et les neuropathies périphériques, la néphrotoxicité et les effets cardiovasculaires étant courants chez les adultes .L'accent a été mis récemment sur la manière dont l'exposition au plomb à faible dose et dans l'environnement pendant l'enfance affecte la fonction cognitive .

Selon les experts du National Toxicology Program, les faibles doses doivent répondre aux critères suivants :

- Dans la plage habituelle d'exposition humaine, dans la plage de concentration mesurable Dans le sang de la population générale, les expositions professionnelles ne sont pas incluses.
- Dans la gamme de concentration inférieure aux doses toxicologiques usuelles La plus faible dose testée dans le cadre d'une étude réglementée permettant de définir la LOAEL (Lowest Dose Tested) provoquer les effets indésirables observés). (YearBook Santé et environnement 2017)

2-2 Relations dose-effet non monotones

Les méthodes classiques de toxicologie visent à démontrer une relation proportionnelle entre dose et effet. Cette Les relations dose-réponse monotones sont faciles à modéliser et constituent la base de la détermination des variables quantitatives Ceci permet de caractériser la toxicité de l'agent étudié en termes de paramètres biologiques. Cela détermine l'animal LD50 (dose létale 50), IC50 (concentration inhibitrice 50), LOAEL (faible niveau d'effet secondaire observable), NOAEL (pas niveaux d'effets indésirables observables), indicatifs de concentrations toxiques, qui nous permettent de déduire que chez l'homme Valeurs toxicologiques de référence et classification des produits selon leur toxicité.

Les études sur le mécanisme d'action des PE permettent de comprendre que la relation entre effets toxiques et dose n'est pas Toujours monotone : les effets de type PE sont observés à faibles doses, disparaissent à fortes doses, laissent place à Effets toxiques non spécifiques. Cependant, dans la recherche réglementaire, les tests toxicologiques sont souvent Des concentrations irréalistes d'exposition réelle et de risque masquent ces relations non monotones Connaître la recherche en cours.

YearBook Santé et environnement 2017

3. Apport et avenir des techniques « omics » dans le domaine de l'évaluation du risque lié aux aliments

3.1. Définitions et principes généraux des approches « omics »

Par rapport aux interrogations omiques uniques (encadré 1, figure 1), les études multi-omiques peuvent permettre aux chercheurs de mieux comprendre le flux d'informations, de la cause initiale de la maladie (génétique, environnementale ou développementale) aux conséquences fonctionnelles ou aux interactions pertinentes.

Les études omiques, de par leur nature, reposent sur un grand nombre de comparaisons, des analyses statistiques adaptées et un investissement considérable en temps, en main-d'œuvre qualifiée et en argent. Une planification et une exécution minutieuses sont donc nécessaires.

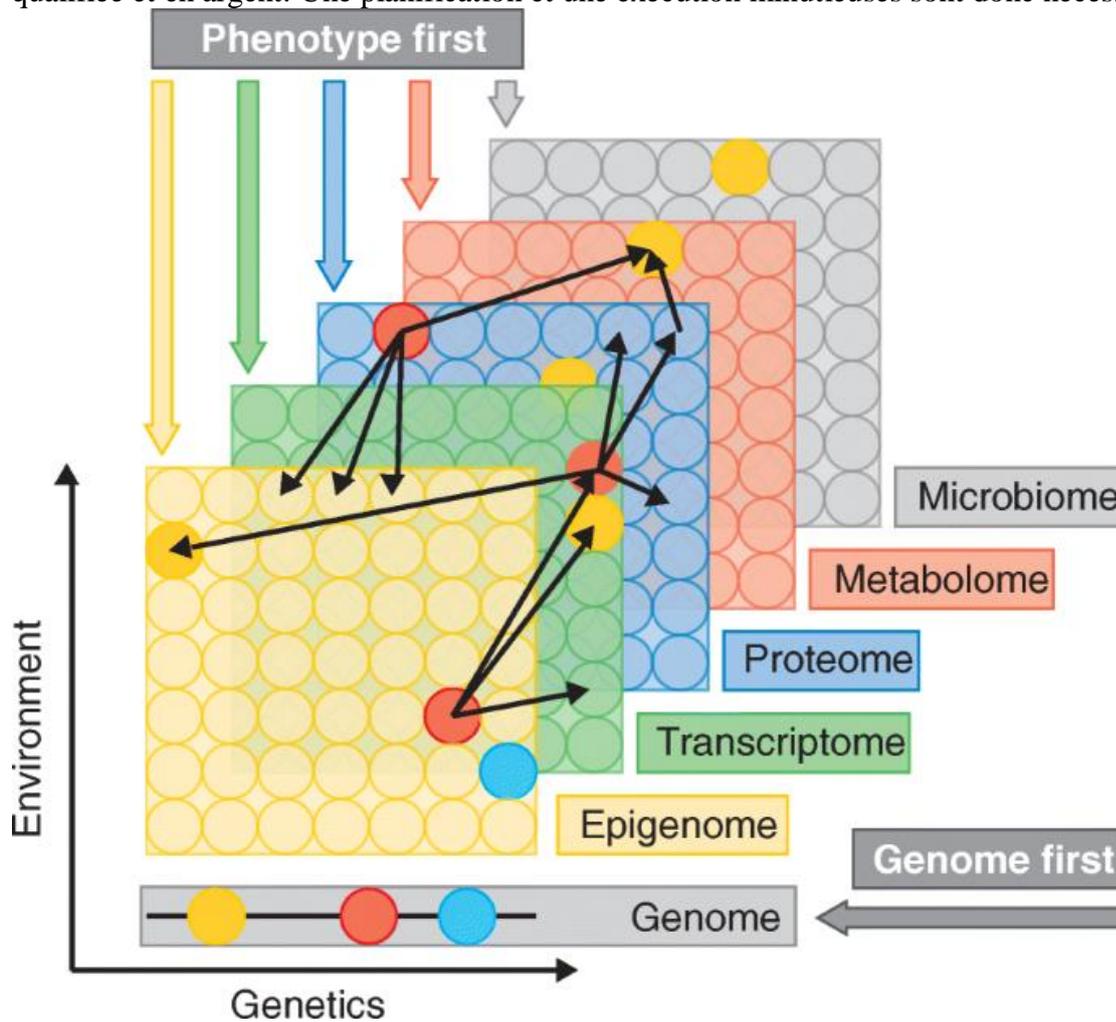


Figure 1 les interrogations omiques uniques

Genome biology livre

3.2. Intérêt et apport des approches « omics » pour l'évaluation du risque chimique

Technologie de mise en œuvre de la discipline Omics Analyse à haut débit et méthodes statistiques sophistiquées pour analyser un grand nombre de Variables simultanées. Leurs applications sont nombreuses : recherche clinique, pharmacologie et Toxicologie, Biologie Végétale et Agronomie, Nutrition et Sécurité Alimentaire, Epidémiologie Environnementale. D'une part, les omiques sont particulièrement prometteuses pour l'évaluation des risques

Parce que le concept de haut débit permet de générer de grandes quantités de données quantitatives, et pour certains technologies, à faible coût, d'autre part parce qu'il s'agit de méthodes globales d'amélioration rapide de la connaissance mécaniste des substances chimiques. Le but de ce résumé est de Intérêt pour les approches omiques pour évaluer les risques liés aux produits chimiques (figure).



Figure Utilisation des omiques en évaluation des risques

Source livre YearBook Santé et environnement 2019 pages 2

3.3. Quel avenir pour les approches « omics » en évaluation du risque ?

L'avenir des approches omiques dans l'évaluation des risques Très bon avenir car il est si important pour la santé qu'il est un facteur de conception dans le monde de la biologie, en particulier des génomes.

4. Prise en compte du rapport bénéfice/risque dans les politiques publiques de l'alimentation

4.1. Rapport bénéfice/risque : origine et définitions

Il existe différentes définitions du "risque", par exemple "la probabilité d'un effet néfaste dans un organisme, un système ou une (sous-)population en réaction à l'exposition à un agent" (EFSA, 2010a ; ou "une fonction de la probabilité d'un effet néfaste sur la santé et de la gravité de cet effet, consécutive à un ou plusieurs dangers dans les aliments" (CAC, 2011). Ainsi, dans une définition, le risque est une probabilité, dans l'autre, il est une combinaison de probabilité et de gravité.

Lors de la transposition de l'évaluation des risques à l'évaluation des bénéfices, ces derniers sont définis à un niveau comparable à celui du danger et du risque (Boobis et al. 2013) ; de sorte que le terme "bénéfice" est à la fois la contrepartie du "danger" et la contrepartie du "risque". Par conséquent, le terme "bénéfice" peut être utilisé pour tout ce qui se situe entre l'agent causant l'effet sur la santé et la probabilité et l'ampleur de cet effet. De plus, lorsqu'il est utilisé comme équivalent de "risque", le bénéfice n'est pas nécessairement interprété comme la probabilité d'un effet positif, mais généralement comme la diminution de la probabilité d'un effet négatif sur la santé. Cette interprétation large de l'un des concepts centraux de l'EBR peut être considérée comme une source de confusion.

Livre Trends in Food Science & Technology page 91

4.2. Applications du rapport bénéfice/risque dans le domaine alimentaire

Application	Les effets
Conservation et conditionnement des aliments	Réduit la détérioration et le rancissement des aliments en agissant comme une barrière contre les gaz et l'humidité dans les films.
Matériaux en contact avec les aliments (vaisselle et matériel de cuisine)	Renforcer les propriétés antibactériennes.
Supplément nutritionnel	Agit comme antioxydant et améliore la puissance et la biodisponibilité.

Boisson nutritive	Améliorer la santé des tout-petits en augmentant leur biodisponibilité et leur réactivité.
Détection des agents pathogènes	Détecte des agents pathogènes spécifiques d'origine alimentaire par luminescence.

Tableau les applications et les effets du rapport bénéfice/risque alimentaire
Livre Microbial Biotechnology in Food and Health page 202

Références bibliographiques

5. Évaluation des mélanges de contaminants chimiques dans les aliments :

La sécurité des aliments s'appuie sur l'évaluation des risques, la traçabilité (de la fourche à la fourchette) et la veille sanitaire. Suite aux crises récentes, ce domaine connaît aujourd'hui une profonde transformation des liens entre citoyens, opérateurs privés, pouvoirs publics, médias, éducateurs, corps médical et recherche, le consommateur étant désormais placé au centre du système.

La définition de la toxicité a évolué au cours de l'histoire de la chimie et de la biologie. Un toxique fut d'abord un poison entraînant rapidement la mort. L'exemple le plus célèbre étant celui de Socrate buvant la ciguë. Le concept de toxicité a ensuite évolué vers la notion d'effets sublétaux entraînant des maladies puis, de façon plus subtile, induisant des effets néfastes sur la santé. Avec le développement de la biologie cellulaire et moléculaire, on considère à l'heure actuelle comme effet toxique une action perturbatrice sur la régulation des mécanismes cellulaires ou même une fixation sur un récepteur. On peut dire que la toxicité d'un produit traduit la nature des dommages (par exemple induction de tumeurs cancéreuses ou neurotoxicité) susceptibles d'affecter un individu exposé. Elle entre donc dans la notion de danger.

Parallèlement, l'évolution des techniques analytiques a aussi entraîné une diminution considérable des seuils de détections qui se situent à l'heure actuelle, pour certains contaminants, alimentaires à un niveau de l'ordre du femto-gramme. Ceci pose le problème de la différenciation entre le danger et le risque. Dans le passé, les seuils de détection étant très élevés, le fait de montrer la présence d'un contaminant dans un aliment signifiait en même temps que sa concentration était forte, donc que l'exposition et le risque étaient élevés.

Aujourd'hui, la détection de traces d'un contaminant dans un aliment peut indiquer, au contraire, une faible exposition et donc n'implique pas obligatoirement un risque pour le consommateur. Le danger est représenté par le vecteur (par exemple le composé chimique) et les dommages potentiels sur la santé. Il est ensuite nécessaire de caractériser ce danger en fixant la dose et la durée d'exposition à partir desquelles l'effet toxique apparaît. Ce seuil est en général défini par la dose journalière tolérable (DJT) calculée par application de facteurs de sécurité à partir des doses sans effets observées dans les expérimentations animales. Les données cliniques et épidémiologiques viennent, quand elles sont disponibles, étayer les calculs de la DJT. Dans le cas de cancérogènes, les experts américains utilisent des modèles d'évaluation quantitative des risques et calculent une dose virtuellement sûre (DVS) exprimée par la quantité pouvant induire au plus un cancer supplémentaire pour 1 000 000 d'individus pour la vie entière.

Références bibliographiques

Le risque est la probabilité d'être dans une situation où des dommages pour la santé peuvent apparaître. Pour évaluer le risque lié à un contaminant, il faut donc estimer l'exposition de l'ensemble de la population ou de fractions de population. Pourront être considérés comme en situation de risque potentiel, d'une part, les consommateurs exposés à des doses supérieures à la DJT pendant de longues périodes et, d'autre part, des individus pouvant présenter une sensibilité particulière en raison de leur état physiologique ou pathologique. Une bonne évaluation des risques est donc fondée non seulement sur un solide dossier toxicologique, mais aussi sur de nombreux éléments de connaissance tels que la distribution des teneurs en contaminant dans les aliments, les modèles de consommation (population générale, consommateurs réguliers ou extrêmes, enfants...), l'état sanitaire des individus. Il faut aussi signaler les difficultés d'évaluation du risque dans le cas de dépassement temporaire de la DJT. Quelques exemples récents illustrent ces difficultés.

Exemple :

Dans le cas de la contamination des mollusques sur les côtes bretonnes par le fioul lourd déversé à la suite du naufrage de l'Erika, deux opérations parallèles ont été effectuées :

- une évaluation de la contamination par les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) des mollusques issus des zones contaminées, comparativement aux teneurs mesurées dans des échantillons prélevés dans les années antérieures à la pollution et considérées comme « bruit de fond »
- une estimation des risques correspondant à différents scénarios de consommation de produits de la mer.

Dans un premier temps, l'identification du danger a permis de sélectionner les hydrocarbures aromatiques polycycliques présentant un potentiel cancérigène reconnu (18 composés de la liste EPA dont 6 majeurs de la liste OMS). Pour estimer ensuite les niveaux possibles d'exposition, les données historiques de contamination des poissons et mollusques (sources Ifremer et programme européen Biomar LPTC) ont été comparées à celles issues de dosages d'organismes prélevés dans les zones contaminées et ayant été au contact du fioul lourd. De plus, les données sur la consommation des animaux marins en question ont été réunies.

Dans un deuxième temps, une étude a été effectuée pour évaluer le niveau de risque potentiel de cancérogenèse en fonction, d'une part, de modèles d'évaluation quantitative de risques utilisés par certains pays européens et, d'autre part, des données moyennes de consommation journalière des produits de la mer par le consommateur français. Ainsi, la consommation de produits non contaminés (teneurs dites naturelles ou bruit de fond) fait apparaître un risque significatif pour une ingestion de 500 huîtres par jour pendant la vie entière. Pour les

Références bibliographiques

mollusques les plus contaminés, un risque significatif correspond à la consommation de 5 huîtres par jour pendant la vie entière. Ces calculs ont donc permis d'établir les valeurs limites comme options de gestion de risque. (Jean-François NARBONNE, UMR CNRS ; 2000)

-La problématique des effets combinés des mélanges de produits chimiques est un véritable enjeu pour les évaluateurs de risques.

En effet, alors que les données sur les substances isolées sont déjà sources d'incertitude et de variabilité, les questions soulevées par les effets des mélanges, ou « effets cocktail », complexifient encore les analyses. D'un point de vue technique, il est impossible de tester tous les mélanges en appliquant les méthodes classiques d'évaluation toxicologique. Des approches spécifiques doivent ainsi être développées. La méthode la plus couramment employée consiste à utiliser des données sur les substances isolées et de supposer une addition de dose ou de réponse. Cependant, les risques peuvent être sous ou sur-estimés dans la mesure où des études expérimentales montrent la possibilité d'interactions, c'est-à-dire une synergie ou un antagonisme des effets. Il est donc nécessaire de développer des outils pour l'évaluation du danger et de prioriser les efforts de recherche.

Dans un premier temps, il peut s'agir d'utiliser des résultats d'études expérimentales couplées à des outils mathématiques théoriques pour démontrer le potentiel d'interaction des mélanges. Il est également nécessaire de collecter des données d'exposition pour pouvoir tester des mélanges en conditions d'exposition réelle. (LASER – Decision Analytics – Paris – France ; septembre 2014 à novembre 2014)

5.1. Concepts théoriques et approche pragmatique

La stratégie d'évaluation du processus d'évaluation des risques d'effets néfastes sur la santé résultant de l'exposition humaine à des substances toxiques dans les aliments est basée sur un paradigme d'évaluation des risques reconnu à l'échelle internationale (NRC, 1983 ; OMS et FAO, 2009). Santé Canada, y compris la Direction des aliments, a utilisé un modèle comparable pour l'évaluation et la gestion des risques des mycotoxines dans les aliments (Cadre décisionnel de Santé Canada, 2000 ; Kuiper-oodman, 2004).

Les différences dans l'application de ce paradigme d'évaluation des risques peuvent être dues à des différences dans un ou plusieurs des éléments suivants : le type de produit, le contexte du risque (par exemple, l'exposition volontaire/involontaire, l'étendue de l'exposition, le risque préexistant), la tolérance au risque, l'évaluation des avantages, le soutien à l'uniformité internationale au sein des zones de programme et la disponibilité d'informations avant et après la commercialisation. Récemment, le National Research Council (NRC) des États-Unis

Références bibliographiques

a mis l'accent sur la conception d'évaluations des risques en tant qu'élément important du paradigme d'évaluation des risques. La conception d'une évaluation des risques est définie comme le processus consistant à planifier une évaluation des risques et à s'assurer que son niveau et sa complexité sont compatibles avec les besoins d'informer la prise de décision. Dans les premiers stades d'une évaluation des risques, la planification, la portée et la formulation des problèmes sont considérées comme impératives. La planification et la portée impliquent des discussions entre les décideurs, les évaluateurs et les parties prenantes pour établir les problèmes à évaluer et les objectifs, l'étendue, la profondeur et l'orientation d'une évaluation. La formulation du problème implique l'élaboration d'un modèle conceptuel et d'un plan d'analyse pour l'évaluation, et se déroule parallèlement à la planification et à la portée (NRC, 2009 ; Abt et al. 2010). Comme l'a noté l'Environmental Protection Agency (EPA) des États-Unis, l'incorporation de la conception de l'évaluation des risques dans les étapes formatives d'une évaluation peut se produire de manière incohérente et une formalisation de ce processus est recommandée pour garantir l'utilité des évaluations des risques pour les décideurs (Abt et al. 2010). Bien que les évaluations des risques menées par la Santé Canada incluent intrinsèquement un processus similaire de contextualisation des questions de sécurité et de gestion, la conception formative des évaluations des risques n'est pas actuellement un processus formalisé.

Pour les agents chimiques, l'évaluation des risques peut être divisée en :

- Identification des dangers :

La détermination des effets nocifs potentiels sur la santé résultant d'une exposition à une substance. Cette détermination est basée sur un examen des données de toxicité, qui comprend les résultats des tests de toxicité chez les animaux de laboratoire, et toute connaissance des effets sur la santé humaine et le mécanisme/mode de cancérogénèse

- Caractérisation des dangers :

La détermination de la relation dose-réponse et de la pertinence pour l'homme, en incorporant des facteurs tels que la variation interspécifique de la sensibilité et la pertinence du mode/mécanisme d'action pour l'homme.

- Évaluation de l'exposition :

La détermination de la quantité d'exposition humaine à une substance. Cette détermination utilise des données recueillies sur les niveaux de contaminants dans les aliments ainsi que des informations spécifiques sur l'apport alimentaire (consommation) pour calculer l'exposition humaine probable.

- Caractérisation des risques :

Références bibliographiques

L'estimation du risque pour la santé humaine qui est posé par l'exposition à un produit chimique dangereux. Cette procédure peut être utilisée pour tirer des conclusions, concernant par exemple, quel niveau d'exposition au produit chimique dangereux est associé à une augmentation du risque cancérigène, même s'il est très faible. De plus, la caractérisation des risques est utilisée pour informer les gestionnaires des risques du niveau de risque qui peut être acceptable ou tolérable. Pour arriver à ces estimations, il est tenu compte du profil de toxicité du produit chimique en question, des mécanismes d'action, de la pertinence pour l'homme, de la dose-réponse et de l'exposition humaine potentielle.

5.2. Méthodologies d'évaluation des risques des mélanges chimiques

L'être humain, les animaux et l'environnement peuvent être exposés à de multiples substances chimiques en provenance de sources diverses. Comprendre comment se comportent des substances chimiques combinées est une question complexe, et le nombre de combinaisons est potentiellement infini. Le comité scientifique de l'EFSA a donc développé un outil scientifique pratique destiné aux évaluateurs du risque, mais qui pourra également aider et informer les gestionnaires du risque.

Nous utilisons déjà certains de ces principes et de ces outils, par exemple, lorsque nous devons évaluer des groupes de pesticides ou de contaminants. Dorénavant, lorsque nous constaterons qu'une approche spécifique aux mélanges chimiques est nécessaire, ce cadre méthodologique nous placera dans une position plus forte pour mener à bien cette tâche. Cette méthodologie s'appuie sur des méthodes existantes ainsi que sur l'expérience internationale acquise en matière d'évaluation des problèmes potentiels liés aux mélanges de produits chimiques.

Le Professeur Christer Hogstrand, président du groupe de travail sur les mélanges chimiques, explique : « L'évaluation des mélanges chimiques fonctionne de manière similaire à l'évaluation de substances individuelles. Habituellement, nous déterminons en premier lieu qui est exposé – les êtres humains, les animaux d'élevage ou les animaux sauvages tels que les oiseaux ou les abeilles – et dans quelle mesure. Ensuite, nous estimons la toxicité du mélange ou de ses composants individuels. Enfin, nous quantifions le risque en comparant exposition combinée et toxicité combinée. (L'EFSA, 25 mars 2019)

Les différentes étapes du cadre d'évaluation des risques :

Formulation du problème

L'étape de formulation du problème revêt une importance particulière dans le contexte d'une exposition combinée à de multiples produits chimiques car la description du problème est généralement plus complexe que pour des substances chimiques isolées. Un dialogue entre

Références bibliographiques

(éco) toxicologues et évaluateurs de l'exposition est recommandé. Cette étape donne lieu à un plan d'analyse

Evaluation de l'exposition

L'évaluation de l'exposition combinée à plusieurs produits chimiques utilise généralement des concepts et méthodes similaires à ceux appliqués à un seul produit chimique, mais elle peut être plus complexe, car elle peut se produire lors de sources multiples et d'expositions séquentielles. L'exposition est généralement évaluée en combinant les données de présence sur les produits chimiques avec les données de consommation pour la santé humaine et animale, alors que les données de concentration sont communément utilisées pour la zone écologique.

Evaluation des dangers

L'évaluation des dangers de l'exposition combinée à plusieurs produits chimiques vise à dériver des descripteurs quantitatifs reflétant la toxicité combinée des entités exposées. La décision initiale d'appliquer une approche mixte ou une approche basée sur les composants aura été prise en fonction de l'objet de l'évaluation, de la disponibilité des données, des contraintes de temps et de ressources. Si l'approche par composants doit être utilisée, une décision initiale sur les produits chimiques à inclure dans le groupe d'évaluation aura également été prise.

Première étape : collecte de données sur les dangers

Collecter les données de toxicité du mélange concerné ou d'un mélange similaire)
considérées comme pertinentes pour les références croisées

Deuxième étape : points de référence

Identifier ou dériver un point de référence pour le mélange ou pour le mélange similaire, en utilisant le niveau pour lequel des données sont disponibles

Troisième étape : valeurs de référence

Si les données sont limitées ou si une croix rouge est requise pour un mélange similaire, il faut déterminer si un facteur d'incertitude supplémentaire est nécessaire pour établir des valeurs de référence ou appliquer une approche MoE au point de référence de l'ensemble du mélange.

Quatrième étape : signaler

Résumer les paramètres de danger, les hypothèses associées et énumérer les incertitudes.

Caractérisation des risques et analyse des incertitudes

Références bibliographiques

Si la caractérisation des risques d'une exposition combinée à plusieurs produits chimiques indique qu'il n'y a pas de problème de sécurité, l'évaluation peut être conclue. Dans le cas contraire, il convient de passer à un niveau supérieur, avec le besoin éventuel de données supplémentaires, ou à l'adoption de mesures de gestion des risques. Les incertitudes sont identifiées à chaque étape du cadre et leur analyse globale doit être intégrée à la caractérisation des risques.

(EFSA, 19 avril 2019, Guide sur les méthodologies harmonisées d'évaluation des risques pour la santé humaine, la santé animale et l'environnement résultant de l'exposition combinée à de multiples produits chimiques)

- l'analyse du risque chimique en sécurité alimentaire se subdivise en trois parties :

-l'évaluation du risque consiste à évaluer la probabilité pour qu'un effet indésirable survienne dans une population après exposition au danger, ainsi qu'à évaluer sa sévérité. Au cours d'une évaluation du risque, il est nécessaire d'identifier le danger, le caractériser en identifiant les effets et les doses toxiques, mais surtout les doses non toxiques, d'en estimer le niveau d'exposition, par l'aliment, source principale, mais également par contact avec d'autres considérée comme non toxique pour l'homme

-la gestion du risque consiste à décider en arbitrant les choix possibles et prévoir les mesures d'accompagnement et de contrôle nécessaire.

-la communication du risque consiste en des échanges interactifs d'information et d'opinions entre les évaluateurs du risque, les gestionnaires du risque, les consommateurs

L'évaluation du risque chimique en sécurité alimentaire est soumise à un certain nombre de principes et de contraintes. Parmi ceux-ci, on peut citer le fait que l'on considère que le consommateur sera exposé tous les jours de la vie d'un individu qu'il faudra évaluer le risque. D'autre part, aucun effet indésirable n'est toléré, contrairement aux médicaments. Pour des raisons éthiques, l'expérimentation humaine n'est pas autorisée. Les études toxicologiques doivent donc être réalisées sur des animaux de laboratoire et couvrir tous les effets toxiques potentiels. L'extrapolation des données d'innocuité alimentaire. Il est difficile d'établir une corrélation entre l'augmentation de l'incidence d'une pathologie chez l'homme et l'exposition via la consommation alimentaire à une molécule chimique. En effet, le patient n'est pas toujours conscient qu'il a été exposé par voie alimentaire à une substance chimique particulière. Il ignore la présence potentielle d'additif, bien que celle de colorants soit en général évidente (Muriel Jacquot, Philippe Fagot, Andrée Voilley, 2021)

Références bibliographiques

5.3. Sources d'incertitude

Les données définitives nécessaires pour établir des estimations quantitatives des risques font souvent défaut et il existe parfois d'importantes incertitudes inhérentes aux modèles biologiques ou autres utilisés pour représenter les processus qui contribuent aux risques.

L'incertitude quant aux informations scientifiques disponibles est souvent traitée dans une évaluation des risques à l'aide de diverses valeurs de données possibles.

Deux caractéristiques distinctes des informations scientifique sont pertinentes à cet égard. La variabilité est une caractéristique des phénomènes qui varient d'une observation à l'autre ; par exemple, chaque personne consomme une quantité différent d'un aliment donné et le niveau d'un danger donné présent dans un aliment donné peut aussi varier sensiblement d'une portion d'aliment à une autre. L'incertitude est la qualité de ce qui est inconnu, par exemple, s'agissant d'évaluer un danger chimique, les scientifiques doivent parfois s'appuyer sur des données issues de tests de toxicité effectuée sur des rongeurs à défaut de données épidémiologiques suffisantes chez l'humain.

Les évaluateurs déterministes des risques chimiques relatifs aux effets négatifs chroniques sur la santé utilisent des estimations ponctuelles pour représenter les données et, habituellement, elles ne quantifient pas de manière explicite les incertitudes ni la variabilité dans les résultats
Exemple sur l'incertitude :

- Méthyl mercure dans le poisson. Les deux grandes études épidémiologiques les mieux conçues ont produit des résultats interprétés par certains scientifiques comme incohérents. Aux Etats-Unis, les évaluateurs des risques se sont appuyés uniquement sur risques ont adopté une DJT avec une marge d'incertitude par défaut de facteur. Au plan a appliqué un coefficient d'incertitude de 6,4 calculé à partir des données, pour recommander une DHTP légèrement plus élevée. On a calculé les coefficients d'incertitude appliqués dans chaque cas en fonction de la variabilité connue des individus les plus susceptibles de subir un préjudice lié au méthyl mercure. (étude FAO alimentation et nutrition, 2007,)

6. Bio surveillance

La bio surveillance repose sur la faculté de certains organismes vivants à réagir à l'exposition d'un ou plusieurs polluants pour révéler une altération de l'environnement et pour en suivre son évolution

La bio surveillance comprend 4 concepts se situant à des niveaux d'organisation biologiques différents :

Références bibliographiques

-Le bio-marqueur qui se place au niveau infra-individuel. Le polluant provoque des effets non visibles à l'œil nu. (Ex : perturbation de la photosynthèse, d'une activité enzymatique, etc.)

-Le bio-indicateur qui se situe à l'échelle de l'individu. On peut voir à l'œil nu des altérations physiologiques ou morphologiques de l'organisme. (Ex : changement de couleurs des tissus).

-Le bio-intégrateur qui prend en compte l'état d'une population d'individus. (Ex : modification de la densité d'une population).

Ces 3 premiers concepts relevant de l'observation définissent la technique de la bio-indication. Ils utilisent les réponses des organismes vivants face au stress causé par la pollution. Le 4ème concept est la bio surveillance par

-bioaccumulation. Cette méthode consiste à utiliser la propriété de certaines espèces à accumuler les polluants dans leurs tissus sans que les individus ne disparaissent.

L'organisme bio-accumulateur sert alors de matrice pour doser les polluants. Bien que ces techniques aient démontré scientifiquement leur fiabilité, l'usage de la bio surveillance sur le terrain opérationnel reste encore à développer. (Garrec JP, Van Haluwyn Ch. Biosurveillance 2002).

6.1. Voie alimentaire est une voie parmi d'autres d'exposition de l'Homme aux agents chimiques

Les produits chimiques sont les éléments constitutifs essentiels de tout ce qui compose le monde. Toute matière vivante, y compris les humains, les animaux et les plantes, est composée de produits chimiques. Tous nos aliments sont également composés de produits chimiques. Les produits chimiques contenus dans les aliments sont en grande partie inoffensifs et, le plus souvent, nécessaires. Les nutriments tels que les glucides, les protéines, les graisses ou les fibres par exemple sont constitués de composés chimiques. Beaucoup de ces substances sont présentes naturellement et contribuent à la fois à une alimentation complète et à notre expérience gustative.

Cependant, les produits chimiques peuvent présenter diverses propriétés toxicologiques, dont certaines peuvent avoir des effets sur les humains et les animaux. En général, ils ne sont pas nocifs à moins que nous y soyons exposés pendant une longue période et à des niveaux élevés. Les scientifiques nous aident à nous protéger de ces effets nocifs potentiels en établissant des niveaux de consommation sûrs. Cet avis scientifique éclaire les décideurs qui réglementent l'utilisation de substances chimiques dans les aliments ou s'efforcent de limiter leur présence dans la chaîne alimentaire.

Les produits chimiques peuvent jouer un rôle important dans la production et la conservation des aliments. Certains additifs alimentaires, par exemple, aident à prolonger la durée de

Références bibliographiques

conservation des aliments tandis que d'autres, comme les colorants, contribuent à rendre les aliments plus attrayants. Certains arômes sont utilisés pour améliorer le goût des aliments. Les compléments alimentaires sont utilisés comme sources de nutriments.

Les matériaux d'emballage alimentaire et les contenants (tels que les bouteilles, les tasses ou les assiettes) utilisés pour améliorer la manipulation et le transport des aliments peuvent contenir des produits chimiques tels que le plastique, dont certains peuvent migrer dans les aliments. D'autres produits chimiques peuvent être utilisés pour contrôler les maladies affectant le bétail ou les cultures et d'autres encore peuvent parfois se retrouver dans les aliments suite à l'application de certains procédés de production, par exemple le traitement thermique, la cuisson ou traitement de décontamination.

Certaines plantes et champignons produisent naturellement des toxines qui peuvent contaminer les cultures et causer des problèmes de santé humaine et animale. On peut également être exposé à des composés chimiques naturels ou artificiels présents à différents niveaux dans l'environnement, par exemple dans le sol, l'eau ou l'atmosphère. Les polluants industriels tels que les dioxines et les PCB en sont des exemples. Différents métaux peuvent également être présents dans l'environnement naturellement ou à la suite d'activités humaines.

6.2. Mesure de bio marqueur d'exposition pour l'évaluation intégrée des expositions : intérêts et limites

Le biomarqueur d'exposition et un composé chimique pouvant être dosé dans un prélèvement biologique et renseignant sur le niveau d'un contaminant donné dans l'organisme (ou dans un compartiment de l'organisme, par exemple la circulation sanguine ou un organe). Les matrices biologiques à partir desquelles on réalise le dosage sont le plus souvent l'urine, le cheveu, le sang, mais aussi le liquide séminal, les ongles, dents, os, et tout autre tissu par exemple lors de la biopsie d'un organe pour diagnostiquer une maladie, ou prélèvement humain. Le dosage peut se faire par un ensemble de différentes techniques biochimiques (chromatographie, spectrométrie...) et concerner le polluant d'origine ou, selon son devenir dans l'organisme, un de ses métabolites. D'importants progrès ont été faits : citons les débuts des chromatographies en phase gazeuse, dans les années 1970, puis la chromatographie en phase liquide, dans les années 1980, et le passage d'analyses ciblées sur un petit nombre de composés à des méthodes d'analyses ciblées sur un grand nombre de composés à des méthodes multi-résidus à partir des années 1990, qui permettent aujourd'hui de caractériser simultanément et pour un assez faible coût la présence de certaines de ces composés dans un échantillon biologique. La sensibilité de ces techniques est typiquement passée de la partie

Références bibliographiques

par million dans les années 1970 (c'est-à-dire qu'elles permettaient de détecter des substances présentes à raison d'une molécule de contaminant par million de molécules du milieu contaminé) à la partie par milliard, d'un million environ.

Le coté objectif de la mesure biologique ne doit pas faire oublier les nombreux défis méthodologiques et d'interprétation posés par l'utilisation des biomarqueurs d'exposition. (Rémy Slama, 2017.)

6.3. Objectifs de la mesure de bios marqueurs d'exposition

Les biomarqueurs sont utilisés en santé environnement dans un but de recherche épidémiologique, notamment pour estimer l'exposition dans des études cas-témoins ou de cohorte. Nous nous intéressons ici à un autre contexte, celui de la santé publique environnementale, où les biomarqueurs peuvent être utilisés dans un objectif de surveillance ou comme un outil d'investigation en réponse à des sollicitations ou des alertes. L'utilisation de biomarqueurs dans un but de surveillance est désignée sous le terme de biosurveillance humaine qui est une traduction de l'anglais «human biomonitoring». Il est à noter que le qualificatif (biosurveillance humaine) est indispensable car le mot biosurveillance est également employé dans un sens différent où il désigne l'observation des organismes vivants (plantes, animaux) effectuée dans le but de surveiller la qualité des milieux.

La plupart des biomarqueurs utilisés en biosurveillance humaine sont des biomarqueurs d'exposition, c'est-à-dire des polluants ou des métabolites de polluants. L'utilisation de biomarqueurs d'effets est plus rare et il est exceptionnel qu'on s'intéresse à des biomarqueurs de susceptibilité dans un but de surveillance. Les objectifs de la biosurveillance humaine sont principalement de connaître :

- la distribution des niveaux de biomarqueurs dans la population (ce qui permet d'établir des niveaux de référence)
- leur répartition dans l'espace et selon différentes caractéristiques individuelles, par exemple les habitudes alimentaires, les caractéristiques du logement, les expositions professionnelles (ce qui permet de connaître les déterminants et de proposer des mesures de gestion et de prévention) ;
- leur évolution dans le temps (ce qui permet d'alerter sur certains phénomènes émergents et d'évaluer l'efficacité des politiques visant à réduire les expositions). Pour remplir ce dernier objectif, il est nécessaire que les études d'imprégnation soient répétées dans le temps.

(Restitution du programme national de recherche environnement santé travail ; Des indicateurs d'exposition aux biomarqueurs : des outils pour l'évaluation et la surveillance des

Références bibliographiques

risques sanitaires ; mercredi 30 mai 2012 ; Auditorium-Siège de l'anse (maisons-Alfort) page 14)

6.4. Comment caractériser le risque associé à un niveau de biomarqueur d'exposition ?

La mesure des effets toxicologiques au niveau des populations et des communautés revêt donc une pertinence écologique pour prédire à long terme l'impact des métaux toxiques sur l'état de santé des écosystèmes (Engel et vaughan, 1996 ; lagadic et al, 1997 ; Ringwood et al 1999). Toutefois, une réponse à un niveau dans l'organisation biologique n'est pas forcément suivie d'une réponse au niveau supérieur, si les mécanismes de compensation ne sont pas débordés ou si le niveau d'exposition aux métaux toxiques est limité par certains facteurs environnementaux. Ainsi, au fur et à mesure que l'on progresse au sein de l'organisation biologique, il devient de plus en plus difficile de mettre en évidence des relations de cause à effet entre la présence des métaux et les réponses des populations. (Luoma, 1995 ; Engel et vaughan, 1996 ; Ringwood et al ; 1999). En effet, la réponse des organismes et des métaux toxiques est influencée par d'autres facteurs écologiques tels que la chimie des eaux, le régime thermique, le niveau d'oxygénation et l'abondance des ressources et des prédateurs. Ces facteurs peuvent confondre l'interprétation des réponses toxicologiques des organismes et des populations en présence de métaux toxiques.

L'idée de comparer les effets toxiques des polluants en interaction avec les autres facteurs écologiques est encore très rarement abordée en écotoxicologie (Munkittrick et McCarry, 1995). Il s'agit pourtant d'une avenue de recherche cruciale et incontournable dans l'optique de caractériser et de valider des biomarqueurs utiles pour l'évaluation des effets des polluants en milieu naturel au niveau des populations et des communautés.

7. Éléments traces métalliques dans les aliments : importance de la spéciation

De nombreux éléments sont présents dans les sols et l'eau en quantités infimes. Certains d'entre eux sont essentiels pour les plantes et les animaux. Les rôles physiologiques sont connus pour le Fe (hémoglobine et cytochromes), le cuivre (amine oxydases, dopamine hydrolase et synthèse de collagène), le Mn (superoxyde dismutase), le Zn (synthèse des protéines, stabilisation de l'ADN et de l'ARN), le chrome (homéostasie du glucose) et quelques autres. Les autres ions d'éléments métalliques lourds ne sont pas considérés comme essentiels pour les plantes, les animaux ou les humains, même à l'état de traces

7.1. Présentation des éléments traces métalliques

L'absorption et l'accumulation de métaux lourds dans les cultures sont influencées par de nombreux facteurs tels que la concentration de métaux lourds dans le sol, la composition et l'intensité des dépôts atmosphériques, y compris les précipitations, le stade de croissance des

Références bibliographiques

cultures, les parties des cultures et la nature morphologique (Vontsa et al, 1996). En outre, diverses pratiques agricoles telles que l'irrigation avec des eaux usées, l'utilisation d'engrais organiques et minéraux chargés de métaux lourds ou l'application de pesticides contenant ces éléments contribuent à l'accumulation de métaux lourds dans les légumes (Singh et al, 2004 ; Sharma et al . . . , 2006).

7.2. Méthodes analytiques pour la caractérisation des ETM et de leurs formes chimiques

L'analyse des polluants accumulés sur les végétaux supérieurs peut s'effectuer sur matière fraîche ou à partir de matière séchée. La distinction entre l'accumulation de surface et la quantité accumulée au sein de la feuille ne peut cependant qu'être réalisée sur matière fraîche.

L'analyse des polluants dans les dépôts foliaires permet toujours d'étudier sans trop de problèmes les faibles niveaux de pollution de l'air car les ETM ne sont pas naturellement présents dans les feuilles des végétaux supérieurs. L'analyse sera seulement limitée par le bruit de fond constitué par les dépôts telluriques naturels apportés par le vent sur les feuilles, la présence de microorganismes, etc.

Pour la pollution organique, si une faible proportion des polluants peut pénétrer dans les feuilles par l'intermédiaire des stomates, la majeure partie est retenue au niveau des surfaces foliaires fortement lipophiles.

Les HAP sont surtout transportés sous forme particulaire (particules de petite taille) et dans ce cas, comme pour la pollution métallique, l'accumulation est d'autant plus grande que le rapport surface/masse est élevé. Le dosage est alors effectué après extraction par solvant des surfaces foliaires et utilisation de méthodes chromatographiques appropriées.

Cependant, l'analyse des HAP contenus dans ou sur les végétaux présente une certaine difficulté car ces composés sont généralement présents en faible proportion dans les plantes contaminées. En outre, certains HAP peuvent être présents sous forme liée et peu extractible ce qui rend difficile leur quantification globale. (C. Hébrard-Labit, L. Meffray, 2004,)

7.3. Études de cas

Les prélèvements doivent être réalisés après une période sans pluie, au moins un mois après la sortie des feuilles ou des jeunes aiguilles (cf. durée suffisante d'exposition). Les prélèvements foliaires seront effectués à 2-3 m du sol au moyen d'un échenilloir et quelques rameaux externes seront récoltés sur le pourtour de l'arbre (10-20 feuilles). Les échantillons seront ensuite séchés à 40-50°C pendant une semaine puis conservés dans des sacs en papier avant leur analyse pour l'étude des ETM.

Références bibliographiques

7.3.1. Arsenic et ses espèces dans les produits alimentaires à base de riz

Tous les échantillons de produits à base de riz analysés contenaient des concentrations détectables d'arsenic total. Le riz brun présentait les plus fortes concentrations moyennes (0,24 ppm d'arsenic total), suivi du riz blanc (0,14 ppm), des boissons à base de riz (0,02 ppm) et du saké, une boisson alcoolisée à base de riz (0,01 ppm). Les résultats de la spéciation de l'arsenic indiquent que la majorité des espèces d'arsenic présentes dans les échantillons de riz blanc et de riz brun analysés sont de nature inorganique. Ils révèlent aussi que les boissons à base de riz contiennent une proportion supérieure d'espèces organiques. En moyenne, les espèces d'arsenic inorganiques représentaient 70 % à 80 % des toutes les espèces d'arsenic détectées dans le riz blanc et le riz brun. Dans les boissons à base de riz et le saké, l'arsenic inorganique représentait respectivement un moyen de 65 % et de 48 % de toutes les espèces d'arsenic détectées. Actuellement, aucune limite maximale n'a été fixée ni pour l'arsenic total ni pour des espèces spécifiques d'arsenic dans les produits à base de riz. (Agence canadienne d'inspection des aliments Spéciation de l'arsenic dans les produits à base de riz et de poires 2009-2010)

7.3.2. Chrome hexa valent (Cr(VI)) dans l'alimentation

Le chrome hexavalent est un oxydant très puissant. On le retrouve sous des formes d'oxy-anions qui sont très solubles dans l'eau

La solubilité des sels du chrome (VI) dans l'eau peut être très importante, elle dépend de plusieurs paramètres tel que : le cation auquel il est associé, la concentration et le pH. Ainsi, le chromate de potassium K_2CrO_4 présente une solubilité de 38,96 g. L⁻¹ à 20°C alors que les composés $PbCrO_4$, $CaCrO_4$ et $BaCrO_4$ présentent des solubilités beaucoup moins importantes de l'ordre de $0,005 \cdot 10^{-3}$ g.L⁻¹, 0,2 g.L⁻¹ à 18°C et de $50 \cdot 10^{-3}$ g.L⁻¹ à 25°C respectivement (CHEBALLAH Karima ; 2017 ; thèse de doctorat, thème : RÉCUPÉRATION DU CHROME HEXAVALENT PAR DE NOUVEAUX PROCÉDÉS CHIMIQUES ; page 8-9)

La plupart du chrome présent dans les aliments est sous forme trivalente. Sa teneur dans une grande partie des aliments est comprise entre 0,10 et 0,34 mg/kg (leblanc, 2004). Les aliments les plus riches en chrome sont de manière décroissante le chocolat, les céréales, les fromages, les abats est la charcuterie, les sucres et dérivés, les entrées et les condiments et sauces. Les autres groupes d'aliments présentent en général des teneurs inférieures à 90 ug/kg. (leblanc JC, 2004)

Références bibliographiques

Conclusion

En conclusion Non seulement le nombre et la variété des produits chimiques présents dans la société moderne ne cessent d'augmenter. Leur développement a contribué à faciliter diverses activités du secteur industriel, mais il a également apporté de nouveaux dangers qui menacent nos vies. Plusieurs produits chimiques ont été développés pour assurer le bon fonctionnement des activités sans égard aux aspects nocifs de ces produits pour la santé des travailleurs ou bien sûr pour l'environnement Cependant, ces dernières années, compte tenu de l'importance du risque sur le plan économique et social, les pouvoirs publics ont remplacé de nombreux produits chimiques dans les secteurs de la restauration rapide et de la préparation alimentaire moderne en raison de leurs effets sur la santé, notamment les produits cancérigènes

Références bibliographiques

Références

- Agence canadienne d'inspection des aliments Spéciation de l'arsenic dans les produits à base de riz et de poires 2009-2010
 - C. Hébrard-Labit, L. Meffray, 2004, Comparaison de méthodes d'analyse des éléments traces métalliques (ETM) et des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sur les sols et les végétaux, pages 64-65
 - CHEBALLAH Karima ; 2017 ; thèse de doctorat, thème : RÉCUPÉRATION DU CHROME HEXAVALENT PAR DE NOUVEAUX PROCÉDÉS CHIMIQUES ; page 8-9
 - Edward A Laws enivrement toxicologie ; 2010 Environnement, Risques & Santé – Vol. 9, n° 4, juillet-août 2010 ; Article reçu le 8 mai 2010, accepté le 27 mai 2010
 - étude FAO alimentation et nutrition, 2007, Analyse des risques relatifs à la sécurité sanitaire des aliments, guide à l'usage des autorités nationales responsables de la sécurité sanitaire des aliments, page 64,65
 - Évaluation du danger des mélanges de substances chimiques : outils et perspectives, Période : septembre 2014 à novembre 2014, LASER – Decision Analytics – Paris – France, Mots-clés : Addition de dose, antagonisme, effet cocktail, effet de mélanges, outils pour l'évaluation du danger, perturbateurs endocriniens, synergie, toxicologie prédictive,
 - Garrec JP, Van Haluwyn Ch. Biosurveillance végétale de la qualité de l'air, concepts, méthodes ET applications. Editions Tec et doc, Lavoisier ; Paris. 2002 ; 118p
 - L'EFSA se dote d'une méthodologie spécifique pour évaluer les mélanges chimiques, 25 mars 2019, <https://www.efsa.europa.eu/fr/press/news/190325>
 - leblanc JC, (2004) étude de l'alimentation totale française, Mycotoxine, minéraux et éléments traces, INRA.
 - Muriel Jacquot, Philippe Fagot, Andrée Voilley, 2021, La couleur des aliments. De la théorie à la pratique, page 110
 - NRC, 1983 ; OMS et FAO, 2009 ; Cadre décisionnel de Santé Canada, 2000 ; Kuiper-oodman, 2004 ;
 - Rémy Slama, 2017 ; le mal du dehors ; L'influence de l'environnement sur la santé ; page 73
 - Restitution du programme national de recherche environnement santé travail ; Des indicateurs d'exposition aux biomarqueurs : des outils pour l'évaluation et la surveillance des risques sanitaires ; mercredi 30 mai 2012 ; Auditorium-Siège de l'anse (maisons-Alfort) page 14
- 5472, Université Bordeaux-1, avenue des Facultés

Références bibliographiques

Auteur(s) : Jean-François NARBONNE, UMR CNRS

Bâtiment Biologie animale, 33405 Talence Cedex.)

- EFSA, 19 avril 2019, Guide sur les méthodologies harmonisées d'évaluation des risques pour la santé humaine, la santé animale et l'environnement résultant de l'exposition combinée à de multiples produits chimiques
- Engel, DW . et D.S Vaughan 1996. Biomarker natural variability, and risk assessment: can't they coexist? Human and ecological risk assessment, vol 2 p 157-262
- HAL, Nathalie Bonvallot, Arthur David, 2019, Synthèse : Perspective d'utilisation des données omiques en évaluation des risques sanitaires : du concept vers l'opérationnalité
- L'ACTION PUBLIQUE Contaminants chimiques des aliments : évaluation et gestion des risques, Public intervention Chemical contaminants in Food : evaluation and risk management, Oléagineux, Corps Gras, Lipides. Volume 7, Numéro 5, 412-5, Septembre - Octobre 2000, Dossier : Sécurité sanitaire des aliments et industrie,
- Lagadic, L.T. Caquet et Amiard 1997 biomarqueurs en écotoxicologie : principes et définitions, dans L. Lagadic, T. Caquet, J-C Amiard et F. Ramade (dir), biomarqueurs en écotoxicologie : aspects fondamentaux, Paris, Masson, p 1-9.
- Luoma, S.N. 1995 Prediction of metal toxicity in nature from bioassays: limitations and research needs, dans A. Tessier ET D.R Turner, metal speciation and bioavailability in aquatic systems, Chichester, John Wiley and Sons, p 609-659
- Munkittrick, K.R ET L.S McCarry 1995, an integrated approach to aquatic ecosystem health: top-down, bottom-up or middle-out? Journal of aquatic ecosystem health, vol 4 p 77-90
- Ringwood, A.H, Hameedi, R.E. Lee? M Brouwer, E.C. Peters, G.I. Scott, S.N. Luoma ET R.T. Digiulio 1999, bivalve biomarkers workshop: Overview and discussion group summaries, Biomarkers, vol 4 p. 361-399
- Tendances en science et technologie alimentaires, Volume 76, June 2018, Pages 90-100
- Yehudit Hasin, Marcus Seldin ET Aldons Lusi, 2017, Approches multi-omiques de la maladie
- YogitaLugani Balwinder SinghSooch PoonamSingh SachinKumar, Nanobiotechnology applications in food sector and future innovations, 2021, Pages 197-225

Chapitre 04

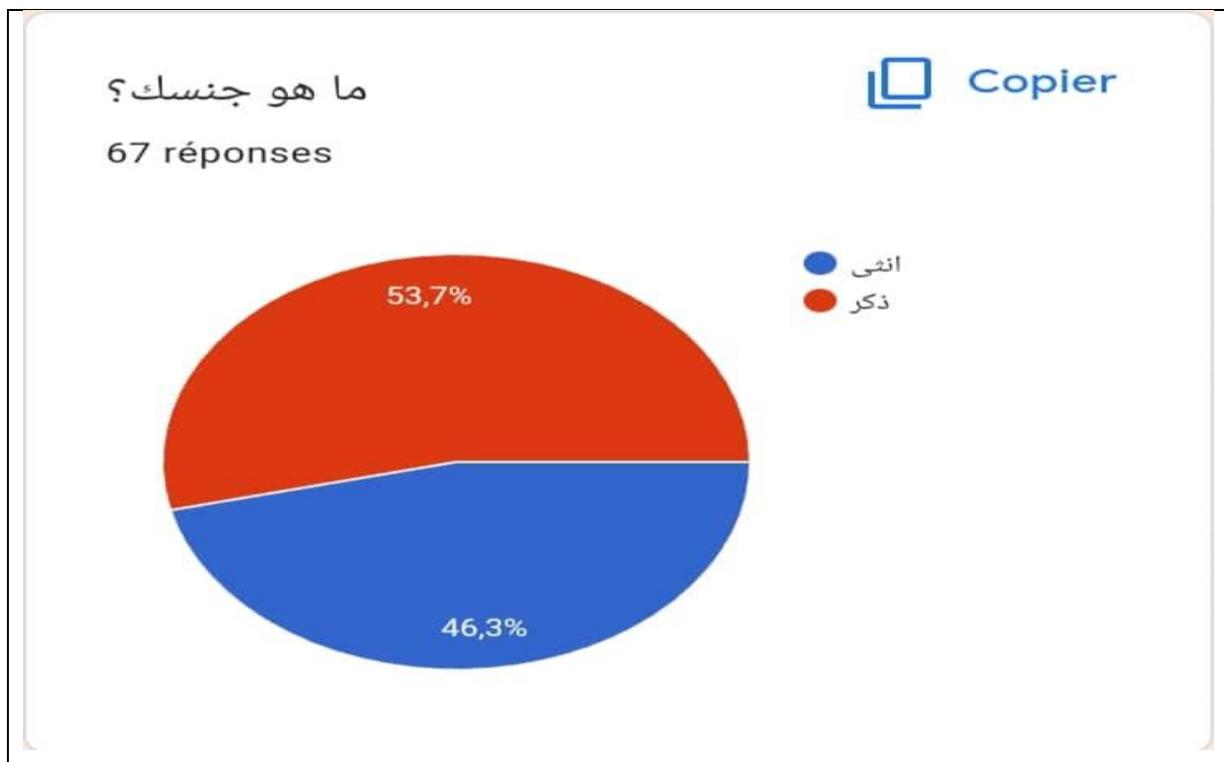
Chapitre 4 Étude sur la présence des produits chimiques dans les aliments consommés en Algérie

Chapitre 04 : Etude sur la présence des produits chimiques dans les aliments consommés en Algérie

1 Introduction

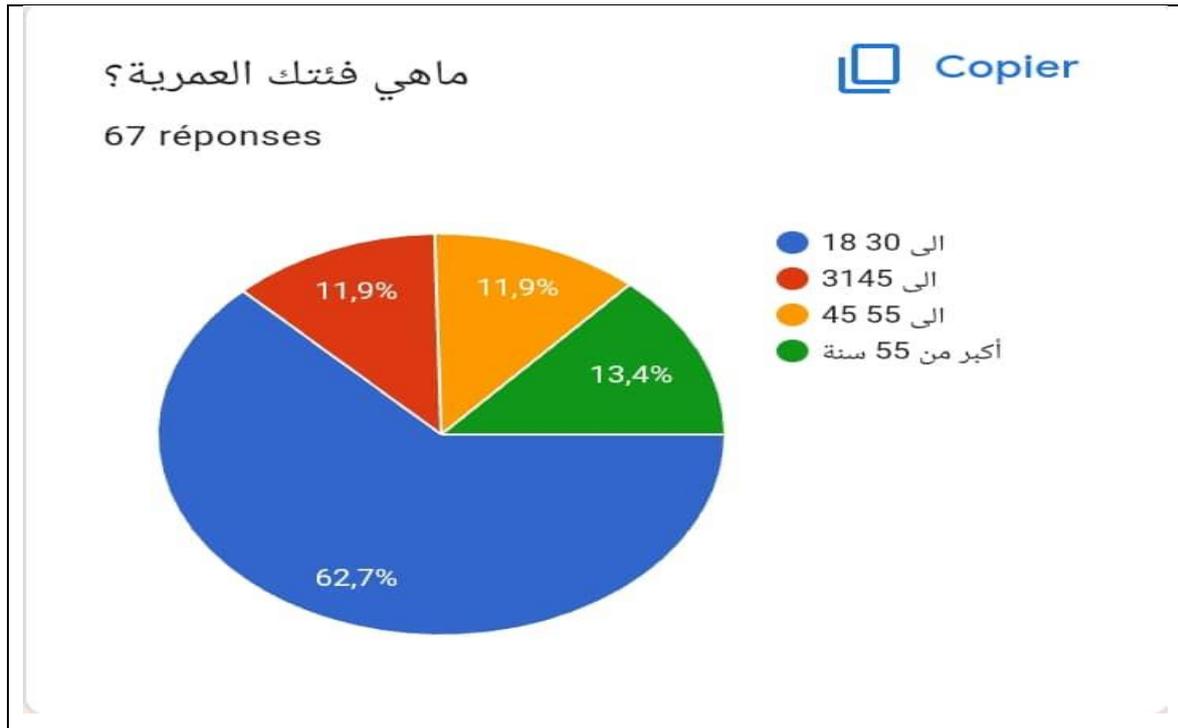
Les aliments contiennent des nutriments essentiels pour la santé, mais ils peuvent également contenir des produits chimiques qui peuvent augmenter le risque de maladies. Ces produits chimiques peuvent pesticides, herbicides, engrais, conservateurs, couleurs et arômes artificiels et des arômes artificiels, ainsi que des graisses et des édulcorants produits industriellement dans ce partie pose d'enquête entre des différents personne pour les produits alimentaire consommés et dernièrement quelle est les bonne pratique culinaire a respectés lors de la préparation des aliments

2 Bulletin d'enquête sur les citoyens Algériens a propos des dangers chimiques dans les aliments

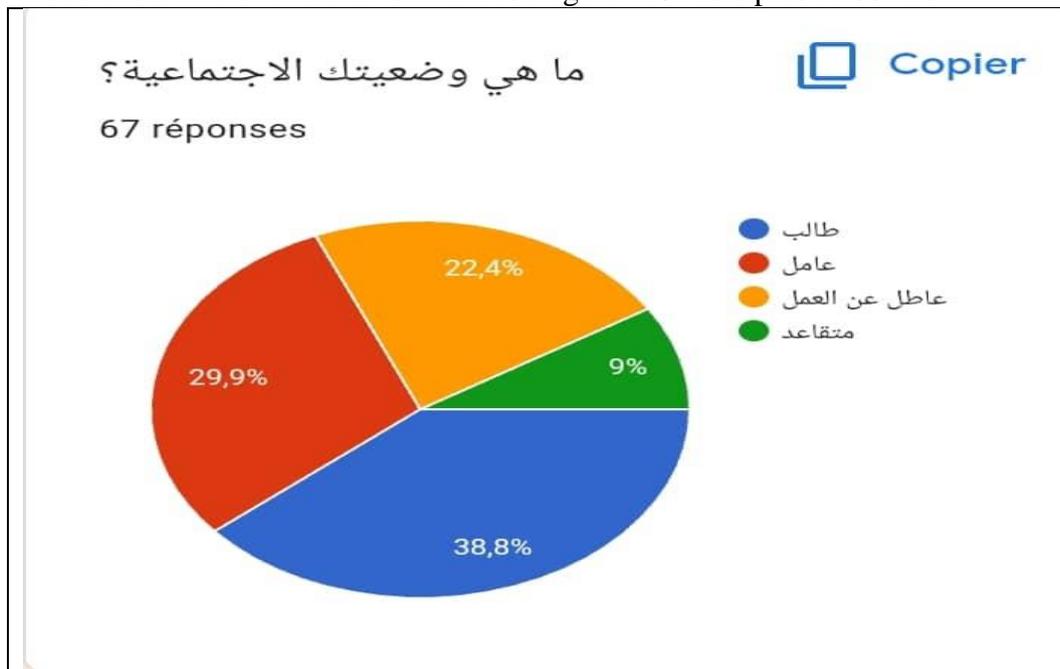


-parmi les 67 réponses on a 53,7% hommes et 46,3% femmes

Chapitre 4 Étude sur la présence des produits chimiques dans les aliments consommés en Algérie



Nous avons choisi différentes tranches d'âge de 18 ans à plus de 55 ans

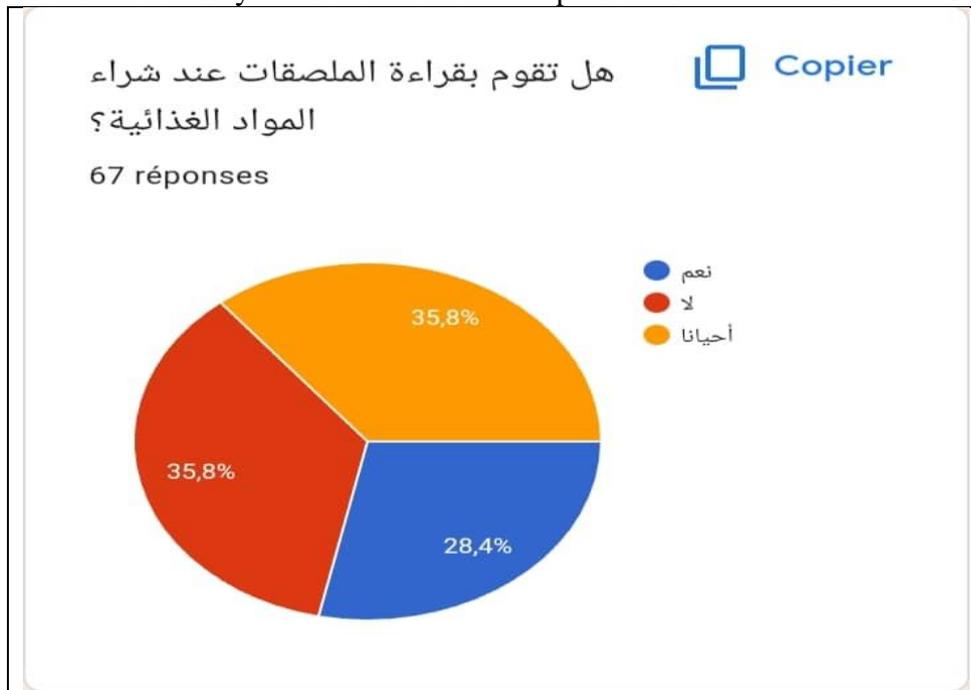


Nous avons également posé une question sur la situation sociale afin d'inclure différents segments de la société

Chapitre 4 Étude sur la présence des produits chimiques dans les aliments consommés en Algérie

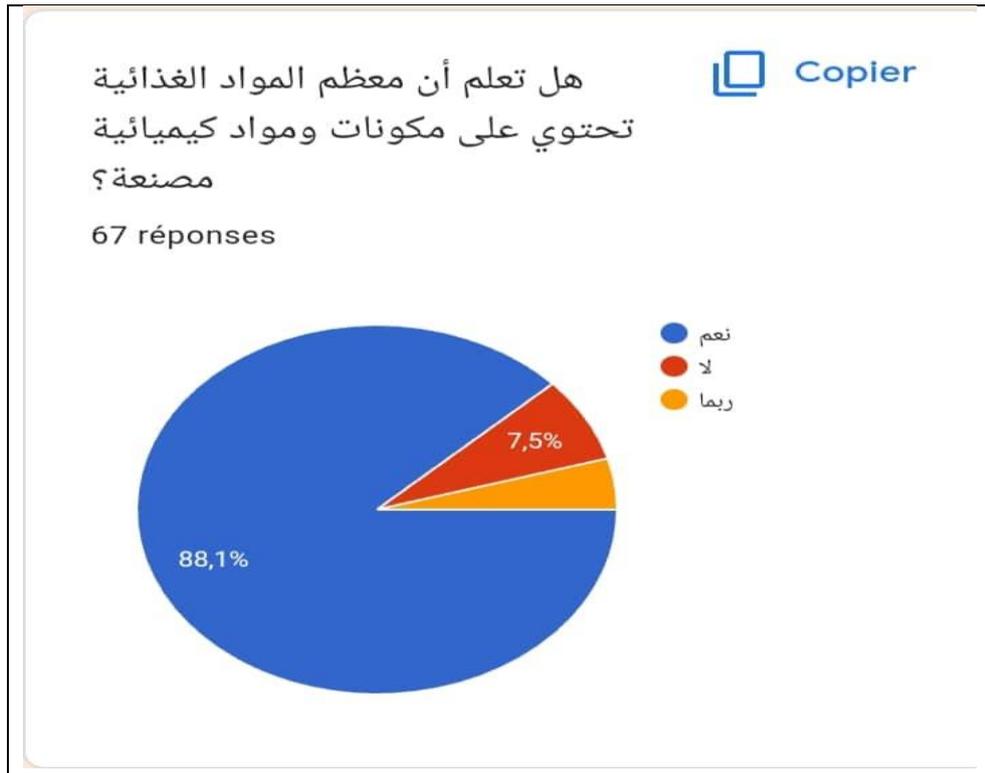


Nous avons essayé de savoir combien de personnes achètent les aliments quotidiennement

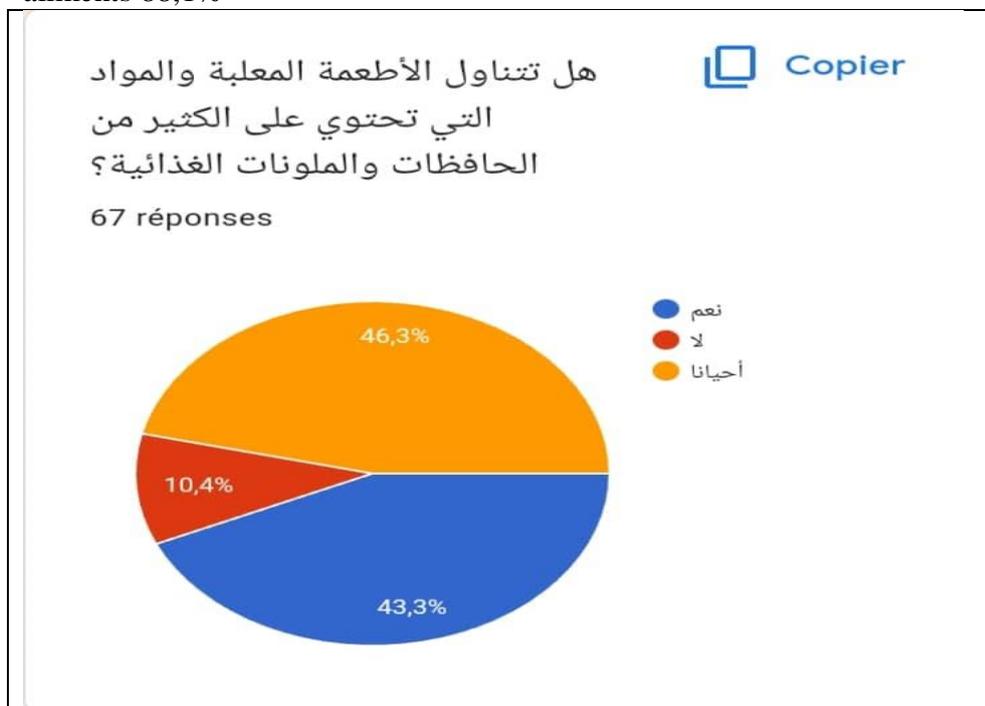


On constate que le pourcentage des consommateurs qui lisent l'étiquetage est faible 28,4% par rapport à ceux qui ne les lisent pas ou les lisent parfois 35,8%

Chapitre 4 Étude sur la présence des produits chimiques dans les aliments consommés en Algérie

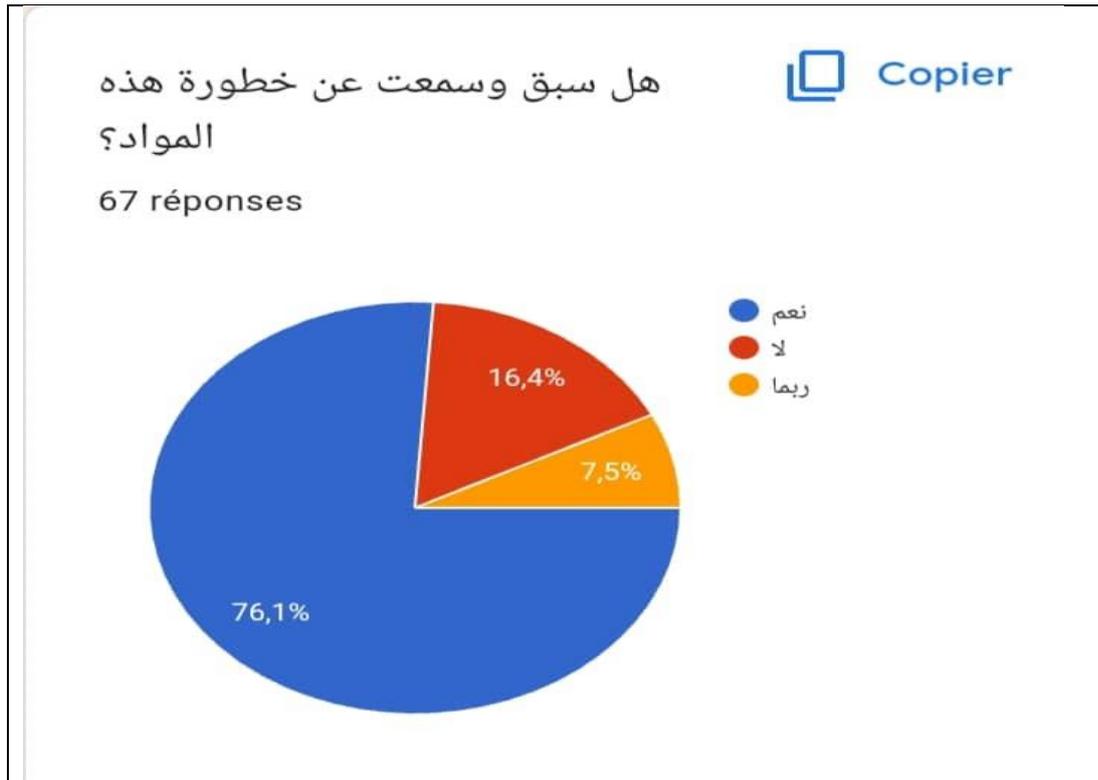


La plupart des consommateurs savent qu'il y a des produits chimiques synthétiques dans les aliments 88,1%

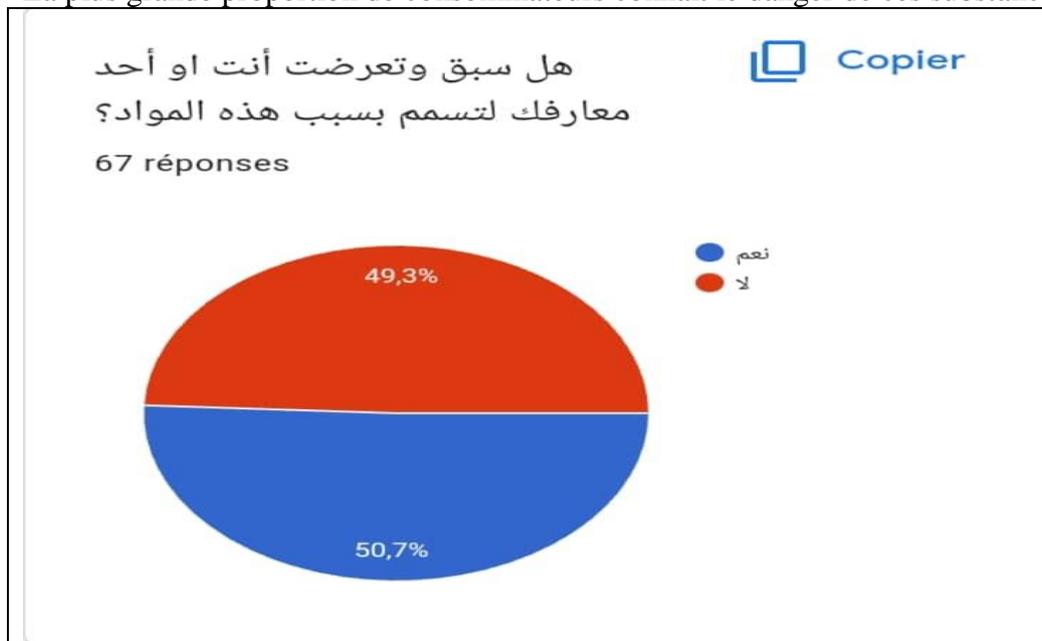


La plupart des gens consomment des aliments qui contiennent des produits chimiques synthétiques dans des proportions variables 43,3% et 10,4% ne les consomment pas

Chapitre 4 Étude sur la présence des produits chimiques dans les aliments consommés en Algérie

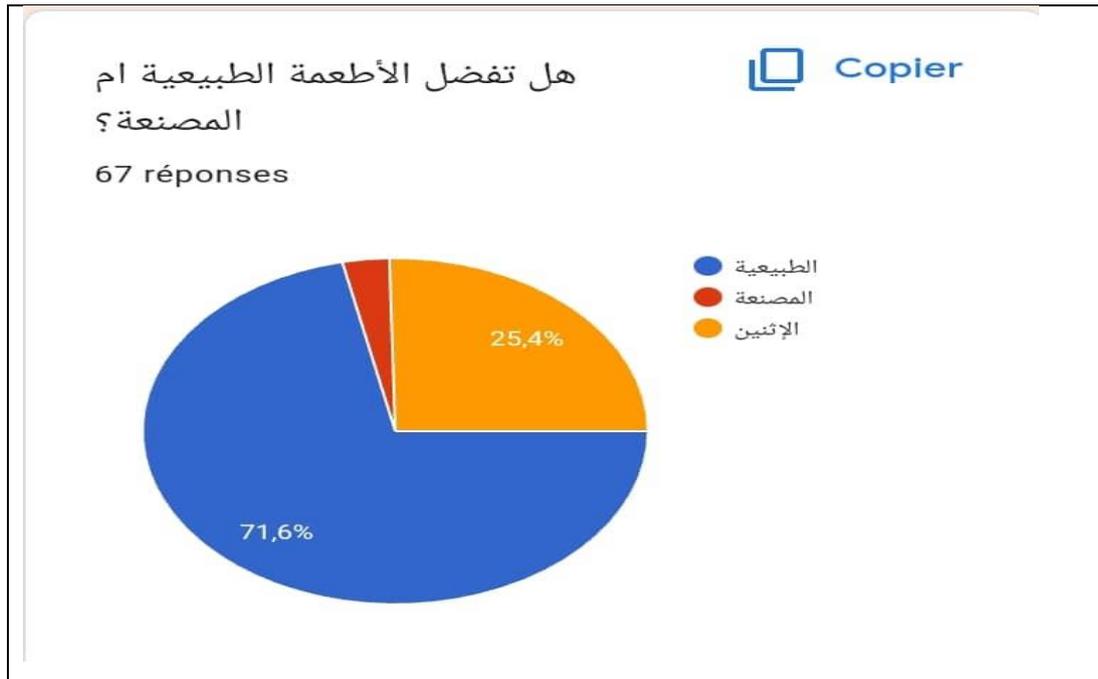


La plus grande proportion de consommateurs connaît le danger de ces substances 76,1%

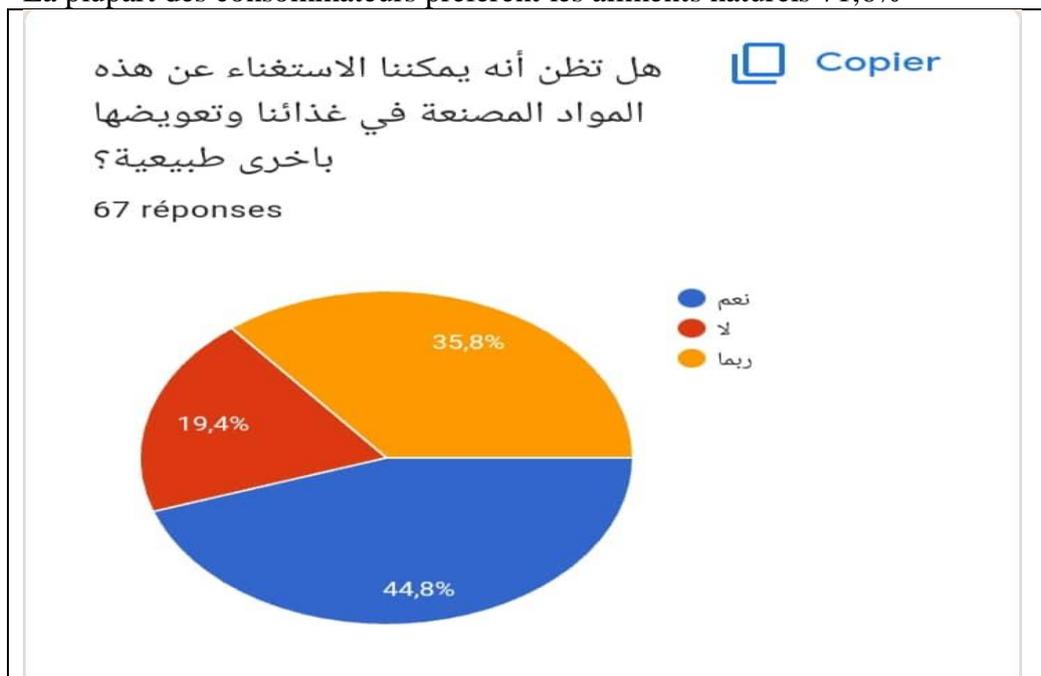


Le pourcentage de consommateurs qui ou quelqu'un qu'ils connaissent ont été exposés à une intoxication alimentaire est très proche

Chapitre 4 Étude sur la présence des produits chimiques dans les aliments consommés en Algérie



La plupart des consommateurs préfèrent les aliments naturels 71,6%



Un certain nombre de consommateurs pensent qu'on peut se passer de ces matériaux 44,8%, tandis que d'autres pensent le contraire 19,4% et 35,8%

Conclusion

Bien que la plupart des consommateurs de différents segments de la société soient conscients du danger des produits chimiques synthétiques dans nos aliments, leur consommation

Chapitre 4 Étude sur la présence des produits chimiques dans les aliments consommés en Algérie

continue, et cela est dû à l'absence de la culture de consommation dans notre société et au manque de diversité des aliments sur nos marchés.

3 Rapports d'analyse sur la salubrité des aliments (La région de Tlemcen)

Après avoir mené une enquête auprès de personnes sur l'utilisation de denrées alimentaires contenant des matières manufacturées de l'état de Tlemcen, qui comprenait 30 femmes et 25 hommes, dont la plupart des âges variaient de 18 à 30 ans, pour les âges restants, il y avait peu parmi les personnes, dont la plupart étaient des étudiants et des travailleurs, où l'achat de matériaux Les aliments contenant des produits chimiques sont importants, tandis que la lecture des étiquettes des aliments est faible, voire inexistante, car leur connaissance du contenu des denrées alimentaires 100 pour cent par rapport à la consommation des matériaux qui contiennent les la plupart des produits chimiques était de moitié où les personnes âgées ne savaient pas où elles savaient qu'il y avait un danger à manger des aliments transformés où Certaines personnes étaient exposées au danger de manger ces substances, alors que la préférence pour manger des aliments naturels était de 100 pour cent parmi les réponses, et la majorité pourrait remplacer les substances manufacturées par des substances naturelles. La meilleure suggestion était:

Les suggestions et solutions qui peuvent être prises pour s'éloigner des matériaux manufacturés sont d'encourager la production locale et de s'appuyer davantage sur la consommation immédiate des denrées alimentaires et de suggérer des moyens plus sains de les conserver plus longtemps en plus de créer des associations et des programmes de publicité plus encourager à préserver la santé des consommateurs et essayer de diffuser la culture alimentaire au plus grand nombre afin de sensibiliser un large éventail de la société, notamment les générations futures, et de clarifier les dangers majeurs de la consommation irrationnelle de conserves.

En plus de se passer d'un grand pourcentage de ces matériaux et d'essayer de les remplacer par des matériaux frais et non emballés

4 Bonnes pratiques culinaires à respecter lors de la préparation des aliments

Lorsque vous préparez les aliments, cherchez à préserver leur valeur nutritive et utilisez des graisses saines, des portions raisonnables et des aliments complets. Voici quelques conseils:

- ❖ Utilisez des méthodes de cuisson saines, telles que la vapeur, le gril, la grillade et le rôtissage. La friture nécessite l'ajout de graisses pour obtenir les résultats souhaités et les aliments frits ajoutent beaucoup de graisses au régime alimentaire américain.

Chapitre 4 Étude sur la présence des produits chimiques dans les aliments consommés en Algérie

- ❖ Faites cuire les aliments dans le moins d'eau possible et le moins longtemps possible pour préserver toutes les vitamines hydrosolubles (B et C.)
- ❖ Utilisez une variété d'herbes et d'épices pour ajouter de la saveur plutôt que de compter uniquement sur le sel.
- ❖ Évitez les aliments emballés ou transformés, qui sont susceptibles de contenir du sel, du sucre et des graisses ajoutés. Sachez que la consommation de ces aliments augmente considérablement votre consommation de sel, de sucre et de graisses (souvent sans savoir précisément de quoi ou de combien). En consommant de plus en plus d'aliments transformés, nous consommons moins de substances photochimiques et de nutriments dont notre corps a besoin .

5 Conclusion

La consommation d'aliments transformés riches en produits chimiques dans une grande proportion, et c'est ce que nous avons assisté à une large propagation de maladies, dont l'autisme, qui s'est propagé en abondance, et pour cela nous espérons ignorer ces aliments et manger plutôt sain, naturel matériaux de l'enfance

Références bibliographiques

- Agence canadienne d'inspection des aliments Spéciation de l'arsenic dans les produits à base de riz et de poires 2009-2010
- C. Hébrard-Labit, L. Meffray, 2004, Comparaison de méthodes d'analyse des éléments traces métalliques (ETM) et des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sur les sols et les végétaux, pages 64-65
- CHEBALLAH Karima ; 2017 ; thèse de doctorat, thème : RÉCUPÉRATION DU CHROME HEXAVALENT PAR DE NOUVEAUX PROCÉDÉS CHIMIQUES ; page 8-9
- Dr. Shaleesha A. Stanley Prof. & Head Dept of biotechnologie Jeppiaar, les toxines marine sont des produits chimiques naturels qui peuvent contaminer certains fruits de mer, 7 février 2014
- Edward A Laws enivrement toxicologie ; 2010 Environnement, Risques & Santé – Vol. 9, n° 4, juillet-août 2010 ; Article reçu le 8 mai 2010, accepté le 27 mai 2010
- Estelle CHASSELOUP, 26 September 2017, thèse d'exercice, le diplôme de docteur en pharmacie, évaluation de logiciel de PBPK : revue des options de modélisation et évaluation des prédictions PBPK pour PK-Sim, SimCYP et Gastroplus, page 23
- étude FAO alimentation et nutrition, 2007, Analyse des risques relatifs à la sécurité sanitaire des aliments, guide à l'usage des autorités nationales responsables de la sécurité sanitaire des aliments, page 64,65
- Évaluation du danger des mélanges de substances chimiques : outils et perspectives, Période : septembre 2014 à novembre 2014, LASER – Decision Analytics – Paris – France, Mots-clés : Addition de dose, antagonisme, effet cocktail, effet de mélanges, outils pour l'évaluation du danger, perturbateurs endocriniens, synergie, toxicologie prédictive,
- Garrec JP, Van Haluwyn Ch. Biosurveillance végétale de la qualité de l'air, concepts, méthodes ET applications. Editions Tec et doc, Lavoisier ; Paris. 2002 ; 118p
- L'EFSA se dote d'une méthodologie spécifique pour évaluer les mélanges chimiques, 25 mars 2019, <https://www.efsa.europa.eu/fr/press/news/190325>
- leblanc JC, (2004) étude de l'alimentation totale française, Mycotoxine, minéraux et éléments traces, INRA.
- Ministère de l'environnement, 2016, Les polychlorobiphényles, Mise à jour le 12 déc. 2018
- Muriel Jacquot, Philippe Fagot, Andrée Voilley, 2021, La couleur des aliments. De la théorie à la pratique, page 110
- NRC, 1983 ; OMS et FAO, 2009 ; Cadre décisionnel de Santé Canada, 2000 ; Kuiperoodman, 2004 ;

Références bibliographiques

- Rémy Slama, 2017 ; le mal du dehors ; L'influence de l'environnement sur la santé ; page 73
- Restitution du programme national de recherche environnement santé travail ; Des indicateurs d'exposition aux biomarqueurs : des outils pour l'évaluation et la surveillance des risques sanitaires ; mercredi 30 mai 2012 ; Auditorium-Siège de l'anse (maisons-Alfort) page 14
 - Aflatoxin-control, analysis, detection and health risks; lukman bola abdulra'uf; 2017; page 230-231
- Albert Bosch, Elissavet Gkogka, Françoise S.Le Guyadre, Fabienne Loisy-Hamon, Alvin Lee, Lilou van Lieshout, Balkumar Marthin, Mette Myrmed, Annette Sansom, Anne Charlotte, Schulyz, Anett Winkler, Sophie Zuber, Treor Phister, 2018, Virus d'origine alimentaire : options de détection, d'évaluation des risques et de contrôle dans la transformation des aliments, volume 285, page 110-128
 - Analyse des risques relatifs à la sécurité sanitaire des aliments guide à l'usage des autorités nationales responsables de la sécurité sanitaire des aliments page 69,70 organisations mondiales de la santé, organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture Rome 2007) (Delage et al. 2003 ; Lopez De Cerain et al. 2002 ; Filali et al. 2001 ; Otteneder et Majerus, 2000).
- anses, 2017, Exposition au plomb dans les espèces extérieures, 07/02/2020 (Bâtiment Biologie animale, 33405 Talence Cedex.)
 - Bejarano, L., Mignolet, E., Devaux, A., Espinola, N., Carrasco, E., Larondelle, Y. 2000. Glycoalkaloids in potato tubers: the effect of variety and drought stress on the α -solanine and α -chaconine contents of potatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 80: 2096-2100.
 - Ciegler A., Detroy R. W., and Lillehoj E. B. (1971). Patulin, penicillic acid, and other carcinogenic lactones. In *Microbial Toxins*, Vol. 6. Ed. Ciegler, A., Kadis, S. and Ajl, S.J. pp. 409-434. New York : Academic Press
 - Codex alimentarius ; deuxième édition 1999 ; volume 1A
 - Danger dans l'assiette ; sylviane dragacci, nadine zakhia-rozis, pierre gantier ; 2011 ; page 67) (Pestka and Smolinski, 2005 ; Eriksen, 2003 ; Eriksen and Pettersson, 2004.
 - Danger dans l'assiette ; sylviane dragacci, nadine zakhia-rozis, pierre gantier ; 2011 ; page 69
 - EFSA, 13 mai 2020, mycotoxines
 - EFSA, 19 avril 2019, Guide sur les méthodologies harmonisées d'évaluation des risques pour la santé humaine, la santé animale et l'environnement résultant de l'exposition combinée à de multiples produits chimiques
- EFSA, 2008. Marine biotoxins in shellfish - Okadaic acid and analogues, scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain. *EFSA Journal* (589),
- EFSA, 2009a. Marine biotoxins in shellfish - Domoic acid. *EFSA Journal* 1181
- eFsa, 29 October 2021, substances chimiques dans les aliments
- EjEFSA journal, 18 September 2019, Update of the risk assessment of di-butylphthalate (DBP), butyl-benzyl-phthalate (BBP), bis(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP), diisobutylphthalate (DINP) and diisodecylphthalate (DIDP) for use in food contact materials
- Engel, DW . et D.S Vaughan 1996. Biomarker natural variability, and risk assessment: can't they coexist? *Human and ecological risk assessment*, vol 2 p 157-262

Références bibliographiques

- Environment and ecology ; Anil Kumar de. Arnab Kumar de ; 2009 ; page 12
- Farabegoli, F., Blanco, L., Rodríguez, L.P., Manuel Vieites, J., García Cabado, A., 2018. Phycotoxins in marine shellfish: Origin, occurrence and effects on humans. *Marine Drugs* 16
- Gouvernement du Canada, 2019-11-25, Contamination environnemental
- HAL, Nathalie Bonvallot, Arthur David, 2019, Synthèse : Perspective d'utilisation des données omiques en évaluation des risques sanitaires : du concept vers l'opérationnalité
 - HAL; Nicolas Quesnot; 2015, page 66
 - Hallegraeff, G.M., 2010. Ocean climate change, phytoplankton community responses and harmful algal blooms: a formidable predictive challenge. *Journal of Phycology* 46(2), 220-235.
 - Introduction to food toxicology ; second Edition ; Takayuki Shibamoto Department of Environmental Toxicology University of California Davis, CA; Leonard Bjeldanes Department of Nutritional Sciences and Toxicology University of California Berkeley, CA; 2009; p 100)
 - JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 64 ; 13 octobre 2019 ; 14 Safar 1441 ; Article 3 ; page 5.
- kahyen Claire, Philippe Palmont, Gilles Rivière, Nawel Bemrah, Heidy M.W.den Besten, Marchel H.Zwietering, 2022, Identification des risques microbiens et chimiques dans les chaînes alimentaires infantiles, page 3.
- L'ACTION PUBLIQUE Contaminants chimiques des aliments : évaluation et gestion des risques, Public intervention Chemical contaminants in Food : evaluation and risk management, Oléagineux, Corps Gras, Lipides. Volume 7, Numéro 5, 412-5, Septembre - Octobre 2000, Dossier : Sécurité sanitaire des aliments et industrie,
 - La faune sauvage et la sécurité alimentaire en Afrique, yaa ntiamao-Baidu, page 2
 - La situation des forêts du monde 2020, forêts, arbres, sécurité alimentaire et nutrition, page 66, organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture Rome, 2020
 - Lachman, J., Hamouz, K., Orsák, M., Pivec, V. 2001. Potato glycoalkaloids and their significance in plant protection and human nutrition-review. *Series Rostlinna Výrobá.* 47: 181.
- Lagadic,L,T. Caquet et Amiard 1997 biomarqueurs en écotoxicologie : principes et définitions, dans L. Lagadic, T . Caquet, J-C amiard et F. Ramade (dir), biomarqueurs en écotoxicologie : aspects fondamentaux, paris, Masson, p 1-9.
 - LES APPLICATIONS ET LA TOXICITE DES ALGUES MARINES ; présentée et soutenue publiquement le 5 décembre 2011 ; par Hortense FALLER
 - Les bonnes pratiques d'hygiène dans la préparation et la vente des aliments de rue en Afrique ; FAO2007 ; page 15,16
- Luoma, SN. 1995 Prediction of metal toxicity in nature from bioassays: limitations and research needs, dans A. Tessier ET D.R Turner, metal speciation and bioavailability in aquatic systems, chichester, john Wiley and Sons, p 609-659
 - Manuel sur l'application du système de l'HACCP pour la prévention et le contrôle des mycotoxines ; étude FAO alimentation et nutrition ; centre de formation et référence pour le contrôle des aliments et des pesticides ; 2003 ; page 8

Références bibliographiques

- Ministère de la coopération 1995. Le politique de la sécurité alimentaire au Sénégal depuis l'indépendance,-jean-paul minvielle, alexandra lailler page13
- Munkittrick, KR ET L.S McCarry 1995, an integrated approach to aquatic ecosystem health: top-down, bottom-up or middle-out? Journal of aquatic ecosystem health, vol 4 p 77-90
- Nicolas, J., Hoogenboom, R.L.A.P., Hendriksen, P.J.M., Boderio, M., Bovee, T.F.H., Rietjens, I.M.C.M., Gerssen, A., 2017. Marine biotoxins and associated outbreaks following seafood consumption: Prevention and surveillance in the 21st century. Global Food Security 15 11-21
- Nielsen, L.T., Hansen, P.J., Krock, B., Vismann, B., 2016. Accumulation, transformation and breakdown of DSP toxins from the toxic dinoflagellate *Dinophysis acuta* in blue mussels, *Mytilus edulis*. Toxicon 117
- Otero, A., Chapela, M.-J., Atanassova, M., Vieites, J.M., Cabado, A.G., 2011. Cyclic Imines: Chemistry and Mechanism of Action: A Review. Chemical Research in Toxicology 24
- Outil d'évaluation des systèmes de contrôle des aliments introduction et glossaire organisation des nations unies pour l'alimentation et agriculture – organisation mondiale de la santé –ROME 2020) page 15
- Pfohl-Leszkowicz A. and Castegnaro M. (2005). Food Addit. Contam. (Suppl. 1) 75.
- Pfohl-Leszkowicz A. and Manderville R. A. (2007). Mol.Nutr.FoodRes, 51-61
- Principes de la phytopathologie et de lutte contre les maladies des plantes ; Roger corbaz ; 1990 ; P 93, 94
- Ramos, V., Vasconcelos, V., 2010. Palytoxin and Analogs: Biological and Ecological Effects. Marine Drugs 8(7), 2021
- Ringwood, A.H, Hameedi, R.E. Lee? M Brouwer, E.C. Peters, G.I. Scott, S.N. Luoma ET R.T. Digiulio 1999, bivalve biomarkers workshop: Overview and discussion group summaries, Biomarkers, vol 4 p. 361-399
- Stuart H Ralston MD, FRCP, FMedSci, FRSE, FFPM (Hon), dans Davidson's Principles and Practice of Medicine, 2018, Thérapeutique clinique ET bonne prescription, page 10.
- Tendances en science et technologie alimentaires, Volume 76, June 2018, Pages 90-100
- Université Bordeaux-1, avenue des Facultés Auteur(s) : Jean-François NARBONNE, UMR CNRS
- Visciano, P., Schirone, M., Berti, M., Milandri, A., Tofalo, R., Suzzi, G., 2016. Marine Biotoxins: Occurrence, Toxicity, Regulatory Limits and Reference Methods. Front Microbiol 7,
- Yehudit Hasin, Marcus Seldin ET Aldons Lulis, 2017, Approches multi-omiques de la maladie
- YogitaLugani Balwinder SinghSooch PoonamSingh SachinKumar, Nanobiotechnology applications in food sector and future innovations, 2021, Pages 197-225

Conclusion général

Conclusion général

Les risques chimiques sont naturellement ceux présents dans les aliments et ceux liés aux contaminations environnementales. Ce sont des substances à effets toxiques variés ou à effets antinutritionnels.

Notre étude vise à identifier les différents risques chimiques présents dans nos aliments comme les mycotoxines les toxines marines etc... et les différentes maladies et risques qu'ils engendrent et comment y réagir comme nous en avons discuté méthodologie d'évaluation du risque chimique alimentaire. Nous avons abordé Perspectives et développements futurs dans le domaine des risques chimiques alimentaire.

En fin, nous avons mené une enquête alimentaire pour déterminer dans quelle mesure le consommateur algérien est conscient de ces risques, et nous avons proposé des solutions pour remplacer ces produits chimiques synthétiques par des produits naturels.

Nous avons conclu à travers cette recherche qu'il est possible que nos aliments soient une source de danger et l'ampleur de la méconnaissance des consommateurs de ces risques.

Annexe

Enquête alimentaire pour l'obtention du diplôme master 2 Etude des risques chimiques alimentaires

- 1- ما هو جنسك؟
انثى ذكر
- 2- ماهي فنتك العمرية؟
18-الى 30 -31الى 45 -45 الى 55 -أكبر من 55 سنة
- 3- ما هي وضعيتك الاجتماعية؟
-طالب -عاطل عن العمل -متقاعد
- 4- هل تقوم بشراء الأغذية؟
نعم لا -أحيانا
- 5- هل تقوم بقراءة الملصقات عند شراء المواد الغذائية؟
نعم لا -أحيانا
- 6- هل تعلم ان معظم المواد الغذائية تحتوي على مكونات ومواد كيميائية مصنعة؟
نعم لا -ربما
- 7- هل تتناول الأطعمة المعلبة والمواد التي تحتوي على الكثير من المحفظات والملونات الغذائية؟
نعم لا -أحيانا
- 8- هل سبق وسمعت عن خطورة هذه المواد؟
نعم لا -ربما
- 9- هل سبق وتعرضت انت أو أحد معافك لتسمم بسبب هذه المواد؟
نعم لا
- 10- هل تفضل الأطعمة الطبيعية ام المصنعة؟
نعم لا -أحيانا
- 11- هل تضن انه يمكننا الاستغناء عن هذه المواد المصنعة في غذائنا وتعويضها باخري طبيعية؟
نعم لا -ربما
- 12- إذا كانت الإجابة نعم هل لديك أي اقتراحات أو حلول؟

شكرا لمشاركتك ومساعدتنا في هذا العمل