

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des sciences biologiques



Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

Spécialité : qualité des produits et sécurité alimentaire.

Présenté par : Mme BOUKRIF Ouahiba

Thème

Perturbateurs endocriniens d'origine alimentaire

Soutenu publiquement le : 27 Juin 2021

Devant le jury :

Mme ANNOU Ghania	MCB	Présidente	UKM Ouargla
Mr. CHOUANA Toufik	MCA	Encadrant	UKM Ouargla
Mme BOUKHANOUF Samiya	MCB	Examinatrice	UKM Ouargla

Année universitaire : 2020/2021



Remerciements

Avant tout, je remercie DIEU le tout-puissant de m'avoir donné la force et le courage afin que je puisse accomplir ce modeste travail.

Ma gratitude va, en premier lieu, à mon encadreur Mr CHOUANA Toufik, Maître de conférences « B » à l'université Kasdi Merbah de Ouargla, pour sa collaboration, sa disponibilité et ses judicieux conseils qui ont rendu possible l'achèvement de ce travail.

Je tiens à remercier, Mme ANNOU Ghania. Maître de conférences « A » à l'université Kasdi Merbah de Ouargla, pour l'honneur qu'elle nous fait en acceptant de présider le jury, je lui exprime mes plus hauts respects.

Je tiens à exprimer mes remerciement à Mme BOUKHANOUF Samiya Maître de conférences « B » à l'université Kasdi Merbah de Ouargla, d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Je tiens également à remercier tous ceux qui m'ont soutenus, encouragé, et qui ont contribué de près ou de loin au cours de la réalisation de ce mémoire en particulier Mr BELATRACHE Djamel.

Enfin je remercie ma famille mes parents, mon époux et mes enfants pour leur soutien. Que Dieu les protège.



Dédicaces

*C'est grâce à **DIEU** le tout puissant que j'ai pu achever ce travail que je dédie:*

A mes chères parents: Jamais je ne pourrai assez-vous remercier de me donner le meilleur de vous-même, que dieu vous garde et vous protège.

A mon époux : merci pour ton soutien et tes encouragements durant la période des études.

A mes enfants : Meriem, Brahim et Mohamed que dieu les garde et les protège

A ma belle-mère : que dieu la garde

A mes chères frères et sœurs

A mes belles sœurs

A tous ceux qui me sont chères



Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des Abréviations

Sommaire

Introduction générale 1

Chapitre I : rappel sur le système endocrinien

I. 1. Généralités sur le système endocrinien (système hormonal) : 3

I. 2. Les différents types d'hormones 4

I. 2.1. Les hormones polypeptidiques : 4

I. 2.2. Les hormones stéroïdes : 4

I. 2.3. Les dérivés de la tyrosine 4

I. 3. Mode d'action des hormones 4

I. 4. Role des hormones 5

Chapitre II : les perturbateurs endocriniens

II.1. Définition 7

II.2. Mode d'action des perturbateurs endocriniens 8

II.2.1. Effet agoniste (mimétique) 8

II.2.2. Effet antagoniste 8

II.2.3. Effet perturbant 9

II.3. Les effets potentiels des perturbateurs endocriniens 9

II.4. Sources des perturbateurs endocriniens 10

Chapitre III : état de l'art sur les perturbateurs endocriniens d'origine alimentaire et leurs effets sur la santé

III.1. Substances non intentionnellement ajoutées aux aliments 11

III.1.1. Le bisphénol A (BPA) 11

III.1.2. Les pesticides 12

III.1.2.1. Les inhibiteurs de la succinate SDHi 13

III.1.2.2. Le chlorpyrifos 13

III.1.3. Les phtalates 14

III.1.4. L'acrylamide 14

II.1.5. Les mycotoxines	15
III.2. Substances intentionnellement ajoutées aux aliments.....	16
III.2.1. Les parabènes	16
III.2.2. Additifs alimentaires	16
III.2.2.1. Définition	17
III.2.2.2. Classification et codification des additifs alimentaires.....	17
III.2.2.3. Risques et potentiels effets des additifs alimentaires sur la santé	20
Chapitre IV : enquête sur les additifs alimentaires disponibles sur le marché de Ouargla	
IV.1. Objectifs	26
IV.2. Matériels et méthodes.....	26
IV.3. Résultats et discussion.....	27
IV.3.1. Les jus et boissons non alcoolisées	27
IV.3.2. Les charcuteries et les conserves	30
IV.3.3. Les confiseries	33
IV.3.4. Le lait et les produits laitiers	35
IV.3.5. Divers produits alimentaires.....	37
IV.4. Conclusion de l'enquete.....	42
Conclusion générale	41
Références bibliographiques	

Liste des figures

Figure 01: Principaux organes du système endocrinien	3
Figure 02: Schéma explicatif des actions : endocrine, paracrine, autocrine, et intracrine.....	5
Figure 03: effet agoniste des perturbateurs endocrinien.....	8
Figure 04: effet antagoniste des perturbateurs endocrinien	8
Figure 05: effet perturbant des perturbateurs endocriniens	9
Figure 06: résumé général sur les PE	210
Figure 07: pictogrammes catégorie 7, plastiques dont les polycarbonates qui peuvent contenir du BPA (ANSES 2019)	11
Figure 08: fréquence d'utilisation des AA dangereux (PE) dans les jus et les boissons non alcoolisées.....	29
Figure 09: fréquence d'utilisation des AA dangereux dans les charcuteries et les conserves.	32
Figure 10: fréquence d'utilisation des AA dangereux dans les confiseries.....	34
Figure 11: fréquence d'utilisation des AA dangereux dans le lait et les produits laitiers	36
Figure 12: fréquence d'utilisation des AA dangereux dans divers produits alimentaires	39
Figure 13: fréquence d'utilisation des AA dangereux contenus dans les produits alimentaires emballés disponibles sur le marché de la ville de Ouargla	43

Liste des tableaux

Tableau I: fonctions qui nécessitent l'action des hormones	06
Tableau II : codification des additifs alimentaires	17
Tableau III: les colorants alimentaires dangereux (potentiels PE) et leurs risques et effets néfastes sur la santé.....	21
Tableau IV: les conservateurs alimentaires dangereux (potentiels PE) et leurs risques et effets néfastes sur la santé.....	23
Tableau V: les édulcorants et émulsifiants dangereux (potentiels PE) et leurs risques et effets néfastes sur la santé sur la santé.....	24
Tableau VI: photos de la liste des ingrédients mentionnés sur l'emballage indiquant la présence des AA dangereux dans les jus et les boissons non alcoolisées.....	28
Tableau VII: statistiques sur les additifs alimentaires dangereux (P.E) utilisés dans les jus et les boissons non alcoolisées.....	29
Tableau IIX: photos de la liste des ingrédients mentionnés sur l'emballage indiquant la présence des AA dangereux dans les charcuteries et les conserves	31
Tableau IX: statistiques sur les additifs alimentaires dangereux (P.E) utilisés dans les charcuteries et les conserves	32
Tableau X: photos de la liste des ingrédients mentionnés sur l'emballage indiquant la présence des AA dangereux dans les confiseries.....	33
Tableau XI: statistiques sur les additifs alimentaires dangereux (P.E) utilisés dans les confiseries	34
Tableau XII: photos de la liste des ingrédients mentionnés sur l'emballage indiquant la présence des AA dangereux dans le yaourt	35
Tableau XIII: statistiques sur les additifs alimentaires dangereux (P.E) présents dans le lait et les produits laitiers	36
Tableau XIV: photos de la liste des ingrédients mentionnés sur l'emballage de divers Produits alimentaires indiquant la présence des AA dangereux.....	38
Tableau XV: statistiques sur les additifs alimentaires dangereux (P.E) présents dans divers produits alimentaires.....	39

Liste des abréviations

AA : Additif alimentaire

AFSSAPS : agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé

ANSES : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail

BPA: bisphénol A

CE : Commission Européenne

CIRC : Centre International de Recherche sur le Cancer

DBP : phtalate de dibutyle

DEHP : diethylhexyl phtalate

EFSA : Autorité Européenne de Sécurité des Aliments

ERO : espèces réactives de l'oxygène

ERR : estrogen-related receptor

FAO : Organisation pour l'alimentation et l'agriculture

FDA : Food and Drug Administration, agence américaine des produits alimentaires et médicamenteux

GIST : tumeurs stromales gastro-intestinales

IARC: International Agency for research on Cancer

INC : Institut national du cancer
JECFA : Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (comité international mixte FAO/OMS d'experts sur les additifs alimentaires.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PCCs : des phéochromocytomes (tumeurs de la médullosurrénale),

PE : perturbateurs endocriniens

PGLs : paragangliomes (tumeurs de la tête et du cou, du thorax, de l'abdomen et du pelvis)

PPAR : peroxisome proliferator activated receptor

SDHi : les inhibiteurs de la succinate

UE : union européenne

WHO : World Health Organization

WWF: Wildlife Fund

Introduction générale

Introduction générale

Dans notre vie quotidienne, nous sommes exposés par le biais de nombreux produits de consommation et d'équipement à une grande variété de substances chimiques. Même à faibles doses, certaines de ces substances peuvent agir sur le système hormonal de notre corps. Il s'agit des perturbateurs endocriniens (PE) (**Camard, 2019**).

La contamination des aliments par les PE constitue un sujet de préoccupation pour le public en général, pour le personnel de santé et évidemment pour les nutritionnistes et diététiciens. De plus, la surveillance historique de l'alimentation par les organismes de contrôle a généré de nombreuses analyses constituant une importante base de données. Enfin, hors contexte professionnel, l'alimentation constitue pour de nombreux contaminants la voie majeure d'exposition. Hors nutriments, les aliments contiennent de très nombreuses substances naturellement présentes (phyto-œstrogènes, phytostérols, substances naturelles toxiques, mycotoxines, etc.), mais aussi des substances ajoutées intentionnellement (additifs) ou non intentionnellement (résidus), des résidus provenant de la migration des matériaux au contact ainsi que des composés générés par les traitements au moment de la production (résidus de pesticides et de médicaments vétérinaires) ou pendant les processus de transformation (composés néoformés). Ces nombreux composés peuvent constituer un risque pour la santé publique, ce qui entraîne leur surveillance, leur évaluation et éventuellement des actions de maîtrise (**Narbonne, 2018**).

Les dernières décennies ont été marquées par une augmentation de la consommation d'aliments « ultra-transformés », c'est-à-dire des aliments soumis à de multiples processus physiques, biologiques et/ou chimiques et contenant divers additifs alimentaires, sans se rendre compte de danger que présentent ces additifs alimentaires pour la santé de consommateur à cours ou à long terme en particulier chez les enfants.

En France, l'enquête nutritionnelle nationale INCA3 2017 représentative a mis en évidence une hausse de la consommation des aliments transformés industriellement. Dans ce contexte, des études épidémiologiques établissant un lien entre la consommation d'aliments « ultra-transformés » et les effets sur la santé dans le monde (**Monteiro et al., 2019 ; Mendonca et al., 2016; Chazelas, 2020**).

En Chine, les problèmes de sécurité alimentaire liés aux additifs alimentaires, tels que leur mauvaise utilisation ou leur utilisation excessive. Des études ont montré qu'entre 2006 et 2015, un total de 253 617 des incidents liés à la sécurité sanitaire des aliments ont été signalés

en Chine, dont 75,5% étaient dus à des facteurs anthropiques, le plus grand nombre d'incidents a été causé par l'utilisation illégale d'additifs alimentaires (**Zhong, 2018**).

Il s'avère donc important de mener des travaux sur l'évaluation des additifs alimentaires contenus dans un certain type de produit industrialisé ayant son importance dans le marché algérien et de repérer quels sont les additifs employés, ce qui réclame de scruter attentivement les étiquettes, une tâche plus au moins fastidieuse car les étiquettes sont faites en rivalisant d'ingéniosité pour détourner le consommateur de son attention porté envers la composition du produit, en effet la liste des composants se trouve le plus souvent écrite en lettre minuscule pour laquelle il faut tourner l'emballage ou le produit dans tous les sens pour la retrouver.

L'objectif de ce travail était de donner un aperçu sur les perturbateurs endocriniens provenant soit indirectement de notre alimentation au cours de processus de fabrication, de transformation ou de stockage, ou bien ajoutés intentionnellement comme les additifs alimentaires dont on a étudié la distribution et la cooccurrence dans les aliments disponibles sur le marché.

De ce fait nous avons choisi de réaliser une enquête portant sur l'évaluation des additifs alimentaires dangereux (potentiels perturbateurs endocriniens) utilisés dans les produits alimentaires emballés, commercialisés dans la ville de Ouargla.

Pour se faire, notre travail s'articule autour de quatre chapitres. Le premier chapitre consiste à un rappel sur le système endocrinien à fin de comprendre l'action des perturbateurs endocriniens.

Dans le deuxième chapitre, on a donné un aperçu sur les perturbateurs endocriniens.

Dans le troisième chapitre on a fait une synthèse sur les effets et les risques des perturbateurs endocriniens d'origine alimentaire. Le dernier chapitre est consacré à l'enquête réalisée sur les additifs alimentaires dangereux (potentiels perturbateurs endocriniens) contenus dans les produits alimentaires commercialisés dans la ville de Ouargla, l'achèvement de notre travail était par une conclusion de l'enquête suivie d'une conclusion générale.

Chapitre I

Rappel sur le système endocrinien

Afin de bien comprendre le fonctionnement des PE il est nécessaire de comprendre le fonctionnement des hormones et le système endocrinien.

I. 1. Généralités sur le système endocrinien (système hormonal)

Pour survivre, se développer et se reproduire, les organismes multicellulaires, y compris les humains, doivent avoir une coordination efficace entre les tissus et les organes pour répondre aux exigences physiologiques et aux défis (signaux) environnementaux.

Cette coordination est assurée par le système endocrinien qui regroupe les organes qui sécrètent dans le sang des médiateurs chimiques appelés hormones, ces organes sont : l'hypothalamus, l'hypophyse, la thyroïde, la parathyroïde, les tissus adipeux, le pancréas, les glandes surrénales, ovaires et testicules (**Figure 01**).

D'autres cellules sécrétrices d'hormones peuvent être trouvées dans le placenta, le foie, les reins et les cellules du tube digestif.

Les hormones, en tant que messages biologiques voyagent à travers les circulations sanguine et lymphatique pour cibler les organes et les tissus d'autres parties du corps.

Le système endocrinien constitue le principal lien de communication et de contrôle entre le système nerveux et les fonctions corporelles telles que la reproduction, l'immunité, le métabolisme et le comportement (**Chou, 2019**).

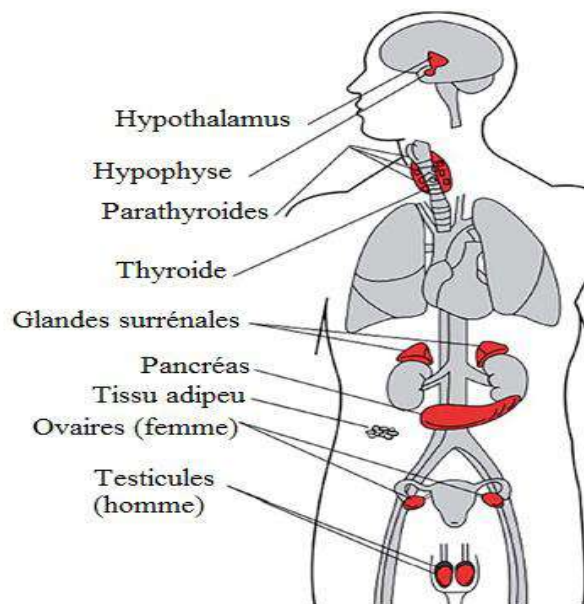


Figure 01: Principaux organes du système endocrinien (**Chou, 2019**)

I. 2. Les différents types d'hormones

Les médiateurs chimiques ou les hormones, se divisent généralement en trois catégories : les polypeptides, les stéroïdes et les dérivés de la tyrosine (**Steinbach, 2019**).

I. 2. 1. Les hormones polypeptidiques

Elles comprennent les hormones telles que l'insuline et l'hormone parathyroïdienne, elles sont solubles dans l'eau et agissent principalement en se liant aux récepteurs de surface cellulaire des organes cibles.

I. 2. 2. Les hormones stéroïdes

Elles sont liposolubles, après le transport à travers la membrane cellulaire et la liaison au récepteurs cytosolique, elles sont transloquées vers le noyau en se liant à des éléments de cis ou trans régulation sur l'ADN.

I. 2. 3. Les dérivés de la tyrosine

Elles comprennent les catécholamines (épinéphrine et noradrénaline), qui se comportent de la même manière que les polypeptides, et les iodothyronines (thyroxine, triiodothyronine), qui se comportent de la même manière que les hormones stéroïdes

I. 3. Mode d'action des hormones

Après leur sécrétion, les hormones agissent de différentes manières sur la cellule cible, comme c'est montré sur la figure 02 ci-dessous.

I.3.1. Action endocrine (le lieu d'action loin du site de sécrétion)

Lorsqu'une hormone est sécrétée par une cellule endocrine dans la circulation sanguine pour être transportée à distance jusqu'à ce qu'elle quitte la circulation sanguine pour interagir avec le récepteur membranaire de la cellule cible, pour exercer une activité intracellulaire.

I. 3. 2. Action paracrine

Agissant sur les cellules voisines adjacentes à la cellule d'origine de l'hormone ; lorsqu'une cellule sécrète une substance pour provoquer des effets biologiques sur une cellule voisine, dans ce cas via un récepteur membranaire cellulaire, sans passer par la circulation sanguine.

I. 3. 3. Action autocrine (agissant sur la cellule d'origine de l'hormone)

Dans ce cas la cellule sécrète une substance ayant des effets biologiques sur la cellule d'origine, via un récepteur peptidique de la membrane cellulaire sans passer dans la circulation sanguine ni affectant les cellules voisines.

I. 3. 4. Action intracrine (agissant sur la cellule d'origine sans être réellement sécrétée)

Elle se produit lorsque la substance agit dans la cellule elle-même dans laquelle elle a été produite sans traverser la membrane cellulaire, dans ce cas via un récepteur intracellulaire.

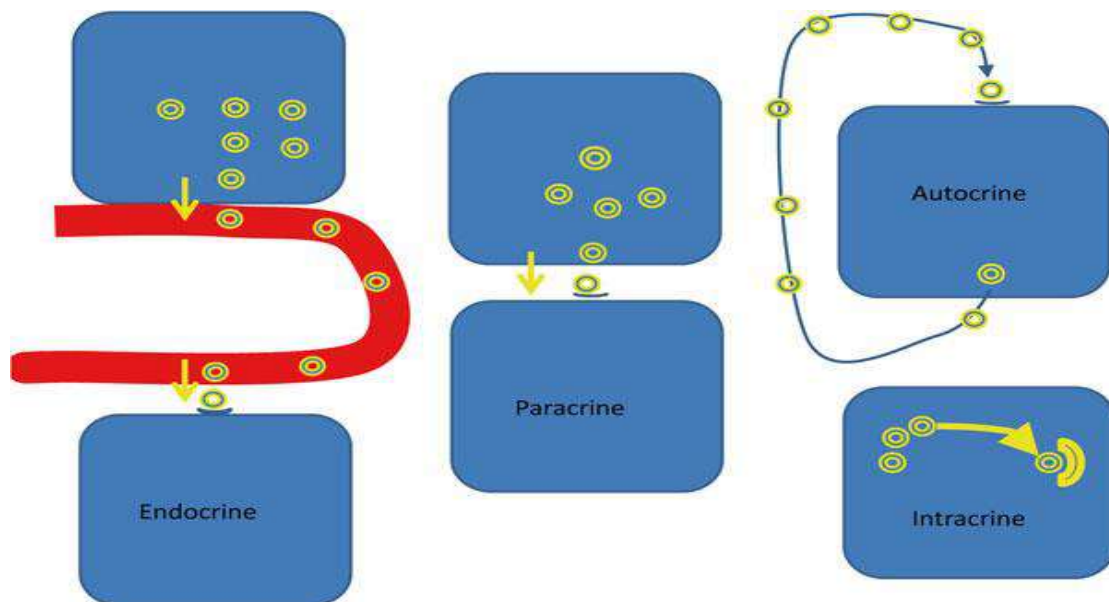


Figure 02: Schéma explicatif des actions : endocrine, paracrine, autocrine, et intracrine (Styne, 2016)

I. 4. Rôles des hormones

Les hormones contrôlent des fonctions différentes comme : la croissance, le développement sexuel, la reproduction, la différenciation cellulaire, l'homéostasie, le métabolisme et d'autres encore.

Les hormones sont efficaces à faible dose. Elles peuvent accélérer ou ralentir l'activité de la cellule hôte par rapport à l'activité normale.

La régulation de la sécrétion hormonale se fait par :

- Rétrocontrôle positif : augmentation de la sécrétion
- Rétrocontrôle négatif : diminution de la sécrétion

La régulation peut aussi être influencée par des cycles hormonaux ou systèmes en cascade. En effet la concentration de la première hormone peut influencer la libération de la ou des hormones suivantes, ou au contraire inhiber leurs libérations (Norman, 1997; WWF, 2011).

Planchon (2014) a dressé un tableau des différentes fonctions qui nécessitent l'intervention d'hormones, ainsi que la réponse apportée par ses dernières (**tableau I**).

Tableau I : fonctions qui nécessitent l'action des hormones (**Planchon 2014**)

Fonctions	Hormones	Réponses
Reproduction	Androgènes, œstrogènes, progestérone, hormones hypophysaires (LH, FSH, prolactine)	Production de gamètes, facteurs de croissance, lactation, gestation ; instauration des caractéristiques secondaires et du comportement sexuel
Croissance et développement	Hormone de croissance, hormones thyroïdiennes, insuline, glucocorticoïdes, androgènes, œstrogènes, progestérone	Large action sur la croissance
Maintenance de l'environnement interne	Vasopressine, aldostérone, Hormone parathyroïdienne Et prostaglandine	Contrôle du volume et de la pression artérielle. Contrôle de la balance des électrolytes. Contrôle des os, des muscles et de la graisse
Disponibilité énergétique	Insuline, glucagon, hormones thyroïdiennes	Régulation du métabolisme

Chapitre II

Les perturbateurs endocriniens

Les perturbateurs endocriniens (PE), très présents dans notre quotidien, regroupent une grande diversité de substances perturbant notre système hormonal. Un certain nombre de troubles sont aujourd'hui suspectés d'être la conséquence d'une exposition aux perturbateurs endocriniens.

L'expression « perturbateur endocrinien » est apparue pour la première fois en 1991, lors d'une réunion de vingt et un scientifiques de disciplines différentes à l'initiative de Theo Colborn, responsable scientifique du World Wildlife Fund (WWF) des États-Unis (**Savary, 2020**).

II.1. Définition

La définition de l'OMS, en 1996 « Un PE est toute substance étrangère à l'organisme qui produit des effets délétères sur l'organisme ou sa descendance à la suite d'une modification de la fonction hormonale ». La même définition, reprise en 2002 « un perturbateur endocrinien potentiel est une substance ou un mélange exogène possédant des propriétés susceptibles d'induire une perturbation endocrinienne dans un organisme intact, chez sa progéniture ou au sein de sous populations ».

La définition actuelle, mise en ligne sur le site du ministère de la transition écologique et solidaire « Les PE sont des substances chimiques d'origine naturelle ou artificielle étrangères à l'organisme qui peuvent interférer avec le fonctionnement du système endocrinien. Ils peuvent engendrer des dysfonctionnements à plusieurs niveaux: reproduction, croissance, développement ou encore comportement.

Ces substances peuvent avoir des impacts sur l'environnement et en particulier sur la faune (**Vigan, 2017**).

De son côté la Commission Européenne (CE) a adopté en 2017 trois critères permettant d'identifier un perturbateur endocrinien :

- produire un effet négatif ;
- avoir un mode d'action qui altère les fonctions du système hormonal ;
- démontrer que cet effet négatif est une conséquence directe de ce mode d'action.

Cette définition reste controversée au sein de la communauté scientifique et écologiste, car elle exige un niveau de preuve important. Or, cela est difficile à obtenir s'agissant d'effets induits à faible dose, par un mélange de substances et parfois longtemps après l'exposition, voire sur les générations suivantes.

Cette situation fait le bonheur de nombreux industriels qui, s'exonérant du principe de précaution, peuvent continuer de produire des molécules suspectes mais non encore classées comme PE (**Savary, 2020**).

II.2. Mode d'action des perturbateurs endocriniens

Les PE peuvent agir à tous les niveaux d'action des hormones : par voie sanguine mais aussi paracrine et autocrine. Ils ont une action épigénétique, atteignant la descendance.

Trois modes d'action des PE sont reconnus (**Savary, 2020**).

II.2.1. Effet agoniste (mimétique)

Le PE proche de l'hormone naturelle, agit à sa place. C'est particulièrement possible lorsque l'organisme n'est pas censé produire cette hormone (**figure 03**).

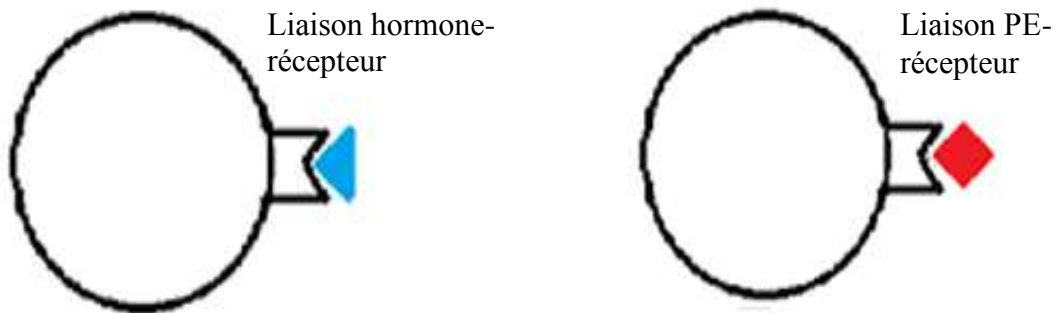


Figure 03: effet agoniste des perturbateurs endocrinien (**Chaussinand, 2015**)

II.2.2. Effet antagoniste

L'action de l'hormone naturelle est bloquée. Un exemple : le PE bloque ses sites récepteurs, ce qui perturbe toute la régulation par rétrocontrôle de l'hormone naturelle (**figure 04**).

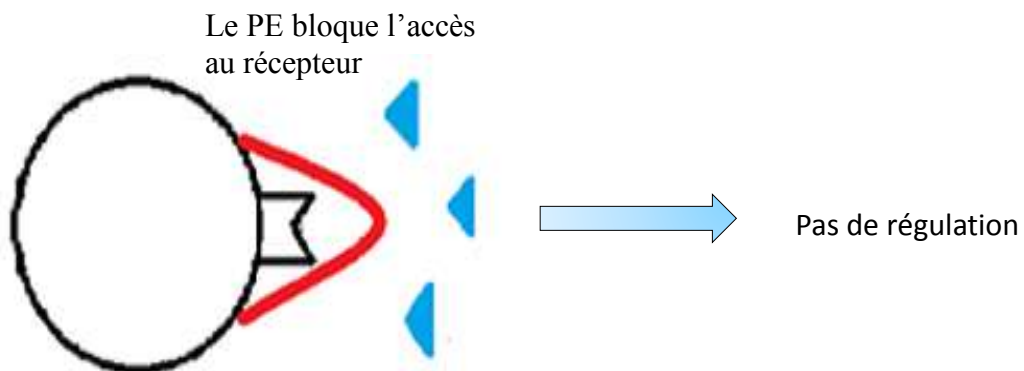


Figure 04: effet antagoniste des perturbateurs endocrinien (**Chaussinand, 2015**)

II.2.3. Effet perturbant

Le PE perturbe (gêne ou blocage) la production, le transport, le métabolisme des hormones ou des récepteurs, ce qui interfère avec les processus métaboliques ou de croissance et de la division cellulaire.

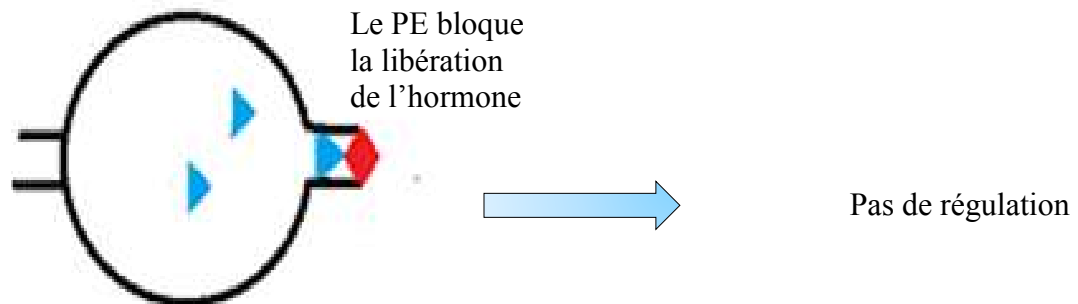


Figure 05: effet perturbant des perturbateurs endocriniens (Chaussinand, 2015).

II.3. Les effets potentiels des perturbateurs endocriniens

Ils peuvent être différenciés dans l'espace, ils sont divers :

- Développement de tumeurs des tissus producteurs ou cibles des hormones (sein, prostate, testicules, utérus, thyroïde...).
- Altérations des fonctions de reproduction (anomalies du spermogramme, syndrome des ovaires polykystiques...) (Fenichel *et al.*, 2015).
- Malformations des organes reproducteurs (malformation utérine, cryptorchidie, hypospadias...).
- Troubles cognitifs et du développement du système nerveux.
- Troubles du métabolisme (obésité, diabète de type 2...).
- Une substance peut être toxique pour la reproduction sans perturber l'homéostasie hormonale mais en agissant directement sur les organes reproducteurs (Demeneix, 2019).

II.4. Sources des perturbateurs endocriniens

Une large gamme de substances, à la fois naturelles (hormones, phytoestrogènes comme la génistéine) et artificielles (les composés de type dioxine, les polychlorobiphényles, les pesticides,...).

Des perturbateurs endocriniens peuvent être trouvés dans de nombreux produits du quotidien, notamment des bouteilles en plastique, les boîtes de conserve, détergents, retardateurs de flamme, alimentation, jouets et les cosmétiques (**Camard, 2019**).

La figure 06 présente un résumé sur des perturbateurs endocriniens : sources d'exposition, mécanisme d'action, les périodes critiques dont lesquelles l'organisme devient cible des PE, ainsi que les sources d'exposition dont l'alimentation. Dans le chapitre suivant on va démontrer les perturbateurs endocriniens d'origine alimentaire et leurs potentiels effets sur la santé.

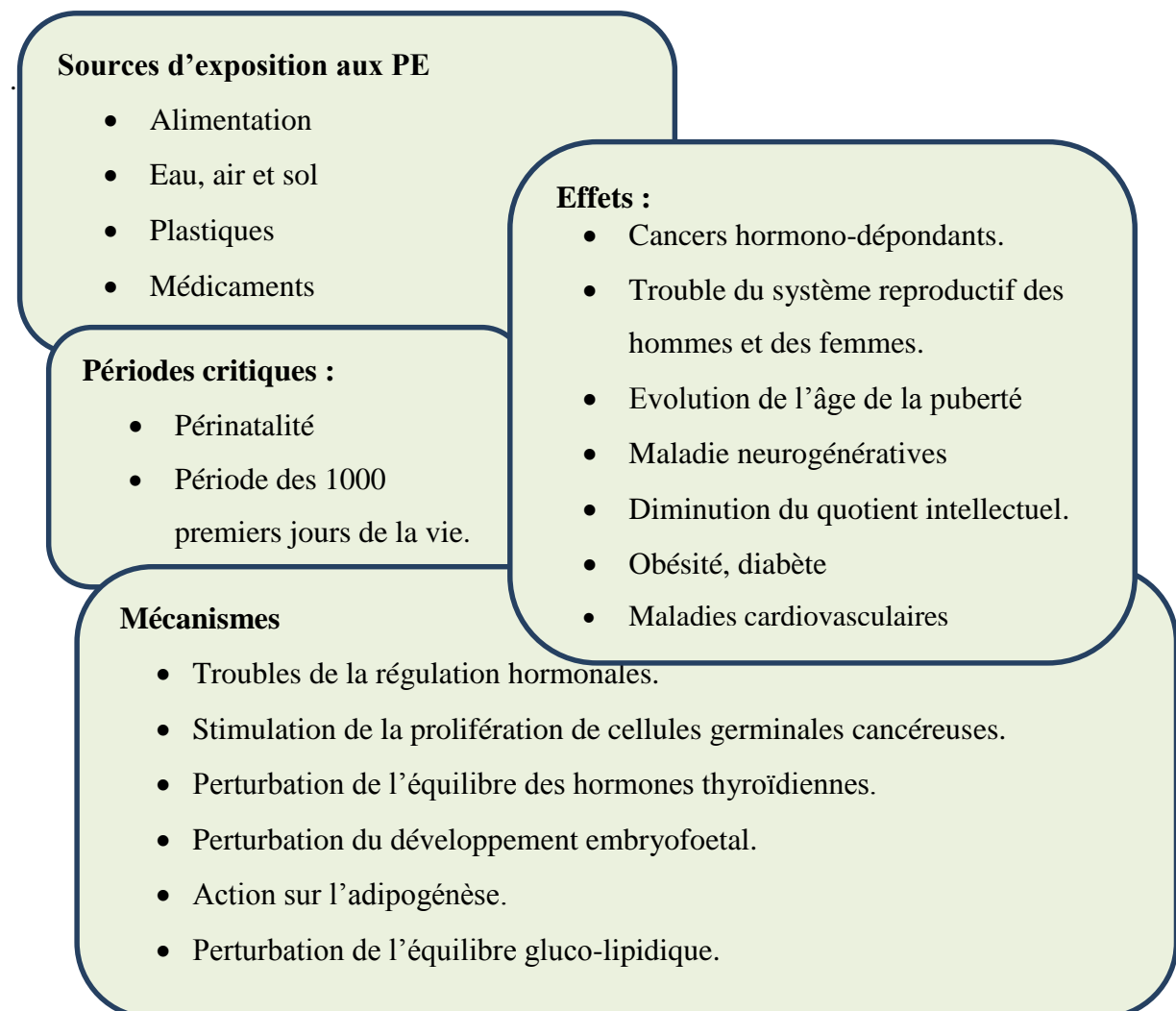


Figure 06: résumé général sur les PE (**Camard, 2019**)

Chapitre III

*Etat de l'art sur les perturbateurs
endocriniens d'origine alimentaire et
leurs effets sur la santé*

III. Etat de l'art sur les perturbateurs endocriniens d'origine alimentaire et leurs effets sur la santé

L'alimentation constitue une source majeure des PE, il s'agit de substances ajoutées aux aliments intentionnellement pour des fins technologiques et organoleptiques, comme les additifs alimentaires, ou bien des substances qui ne sont pas intentionnellement ajoutées à la denrée alimentaire, qui sont, cependant, présentes dans celle-ci sous forme de résidu de la production, y compris les traitements appliqués aux cultures et au bétail et dans la pratique de la médecine vétérinaire, et ce, à tous les niveaux de fabrication, de transformation, de préparation, de traitement, de conditionnement, de l'emballage, de transport ou de stockage de ladite denrée.

III.1. Substances non intentionnellement ajoutées aux aliments

III.1.1. Le bisphénol A (BPA)

Le bisphénol A (BPA) est la première substance chimique à avoir été identifiée en tant que PE pour l'être humain au niveau européen. Il est résultant de la réaction entre deux phénols et une molécule d'acétone, il est utilisé depuis plus de 40 ans dans de très nombreuses applications, en particulier dans la fabrication de plastiques de type polycarbonate et de résines époxy, matériaux au contact des aliments et de l'eau. Les polycarbonates servent à la fabrication de nombreux récipients alimentaires comme les bouteilles ou encore les biberons. Les résines servent de revêtement intérieur des canettes ou des boîtes de conserves (Narbonne, 2017).



Figure 07: pictogrammes catégorie 7, plastiques dont les polycarbonates qui peuvent contenir du BPA (ANSES 2019)

La contamination de l'alimentation par le BPA se fait par l'hydrolyse des polymères de polycarbonates (Michalowicz, 2014), qui peut être facilitée par une exposition à haute température (répétée) ou libération par les résines époxy couvrant les boîtes de conserve

utilisées pour protéger l'aliment des risques de corrosion ou de contamination par les métaux qui peut être favorisée par une pasteurisation trop longue (**Coumoul, 2015**).

Le BPA lie plusieurs récepteurs cellulaires (récepteur des œstrogènes, des androgènes, de la dioxine, peroxisome proliferator activated receptor PPAR, estrogen-related receptor ERR et exerce ainsi de nombreuses toxicités en tant que perturbateur endocrinien, agent mutagène, pro-oxydant et hypo- méthylant (**Moon, 2012 ; Michalowicz, 2014**).

Il est suspecté d'être un neurotoxique, un tératogène mais les résultats les plus récents suggèrent surtout qu'il puisse être impliqué dans des maladies métaboliques comme le diabète, l'obésité et des pathologies cardiovasculaires (**Shankar, 2012 ; Teppala, 2014**).

Des solutions alternatives au BPA ont été proposées comme le bisphénol S imposé par l'union européenne (UE) dès 2011 mais la toxicité de ces nouvelles molécules est encore mal appréhendée (**Coumoul, 2015**).

III.1.2. Les pesticides

Le terme «pesticide», apparu après la fin de la seconde guerre mondiale, est un mot dérivé de l'anglais «pest» signifiant «ravageur, nuisible» et du suffixe latin «cide»: «tuer».

Les pesticides correspondent à des substances destinées à combattre ou détruire les organismes jugés indésirables, provenant du règne animal, végétal, mycologique, parasitaire ou bien encore bactériologique (**Girard, 2020**).

Les pesticides incluant fongicides, herbicides, insecticides sont communément utilisés au cours du processus de production, récolte et conservation de nombreux fruits, légumes, céréales (utilisés ou non pour l'élevage). Ils ont toutefois été incriminés dans le développement de maladies métaboliques.

Pour certains de ces pesticides, les mécanismes d'action et de toxicité ont été bien décrits, pour d'autres, les mécanismes d'action sont connus, mais leur impact sur la santé n'est pas encore bien établi et nécessite des études supplémentaires.

Les deux tiers des résidus de pesticides présents dans l'alimentation sont des potentiels PE (**EFSA, 2016**).

Un travail récent (NutriNet), portant sur environ 70 000 sujets français, dont 78% de femmes, a étudié prospectivement l'association entre la consommation d'aliments biologiques et le risque de cancer, dont le cancer du sein (**Baudry, 2018**). Il s'agit de la première étude visant à évaluer la fréquence de la consommation d'aliments biologiques associée au risque de cancer. Il a été diagnostiqué un peu plus de 30% de cas de cancer du sein, le plus représenté dans cette étude, en sept ans de suivi.

Les auteurs ont constaté qu'une plus grande fréquence de consommation d'aliments biologiques était associée à une réduction du risque global de cancer et les résultats étaient significatifs pour le cancer du sein post-ménopausique (**Baudry *et al.*, 2018**).

III.1.2.1. Les inhibiteurs de la succinate SDHi

Les inhibiteurs de la succinate déshydrogénase (SDHi) constituent une famille de fongicides utilisés massivement depuis le milieu des années 2000 pour prévenir et limiter le développement des moisissures et des mycotoxines produites par ces champignons. Les SDHi contribuent donc à la préservation des cultures céréalières, des fruits, des légumes et des graines.

Ces pesticides utilisés à grande échelle ciblent spécifiquement la succinate déshydrogénase (SDH), une enzyme mitochondriale qui joue un rôle crucial dans la respiration cellulaire et l'homéostasie métabolique, et dont la structure et en particulier le site catalytique sont très conservés entre les espèces.

Des travaux récents ont révélé que les SDHi pouvaient également inhiber l'enzyme humaine suggérant que les SDHi ne sont pas spécifiques de la SDH des champignons et que leur utilisation pourrait constituer un risque pour la santé humaine (**Benit *et al.*, 2018**). Plusieurs mécanismes de toxicité pourraient être évalués sur la base des observations faites chez l'être humain, lors d'une inactivation génétique de la SDH.

De nombreuses études montrent que la perte de l'activité de la SDH causée par des mutations génétiques dans l'un des gènes codant pour l'enzyme, peut entraîner des encéphalomyopathies ou des cardiomyopathies très sévères chez l'enfant (**Alston, 2012; Levitas, 2010**), mais aussi des pathologies tumorales ou cancéreuses chez le jeune adulte, incluant des paragangliomes (PGLs, tumeurs de la tête et du cou, du thorax, de l'abdomen et du pelvis), des phéochromocytomes (PCCs, tumeurs de la médullosurrénale), des cancers du rein et des tumeurs stromales gastro-intestinales (GIST) (**Gill, 2018**).

III.1.2.2. Le chlorpyrifos

Le chlorpyrifos est un insecticide organophosphoré encore utilisé pour un grand nombre de cultures en Europe malgré des effets suspectés sur le neuro-développement chez l'enfant (**Rauh, 2012**).

La molécule est retrouvée dans l'urine des non-professionnels témoignant de sa contamination rémanente des cultures produites (**Bouvier, 2005**).

Des études expérimentales montrent que des rats mâles exposés au chlorpyrifos à des doses relativement faibles, développent une hypertriglycéridémie et une hypercholestérolémie

ainsi qu'une hyper insulinémie postprandiale ; ces effets rappelant les profils métaboliques observés conduisant à un risque plus élevé d'athérosclérose et de diabète de type 2, sont dimorphiques, car non observés chez les femelles (**Slotkin, 2005**).

D'autres protocoles d'exposition chronique montrent une incidence sur la prise de poids (**Meggs, 2007**) ou sur une élévation de la pression artérielle (**Gordon, 2000**).

III.1.3. Les phtalates

Les phtalates sont des composés chimiques dérivés de l'acide phtalique. Ils sont utilisés comme plastifiants des matières plastiques particulièrement du polychlorure de vinyle (PVC). Le PVC est un matériau rigide par nature et l'adjonction de composés tels les phtalates lui confère la souplesse, l'extensibilité et l'élasticité désirées (**Bagel et al., 2011**).

L'exposition humaine aux phtalates via l'alimentation constitue un risque pour la santé, en raison de son activité anti-androgène et de type œstrogène, il est indiqué comme perturbateurs endocriniens majeurs (**Skinner, 2016**). En conséquence, les phtalates semblent jouer un rôle essentiel dans le syndrome de dysgénésie testiculaire, un complexe syndromique représentant un certain nombre de troubles : du cancer des testicules à l'infertilité masculine, malformations génitales et des anomalies de la reproduction, y compris l'hypospadias et la cryptorchidie (**Skakkebaek et al., 2003**).

De plus, l'association entre l'exposition aux phtalates et des paramètres séminaux modifiés ont été rapportés (**Hauser et al., 2008**).

C'est important à noter que l'exposition des nourrissons aux phtalates est principalement due à la fois à l'exposition maternelle et via l'allaitement. En fait, les niveaux de métabolites des phtalates dans le lait maternel sont positivement associés au régime alimentaire de la mère et la consommation d'eau embouteillé. En Corée, les nourrissons allaités ont dépassé la dose de référence de DEHP diethylhexyl phtalate de 8% et de DBP phtalate de dibutyle de 6% (**Kim et al., 2015**).

Quant à la toxicité hépatique humaine du DEHP, elle avait été jugée jusqu'à présent non transposable à ce qui était observé chez l'animal. Une étude rétrospective récente menée sur 76 prématurés sous nutrition parentérale a cependant mis en évidence un risque de cholestase près de six fois plus important quand la nutrition parentérale était administrée avec des dispositifs médicaux en PVC plastifié par le DEHP par rapport à des dispositifs équivalents sans DEHP (**Von Reeberg et al., 2009**).

III.1.4. L'acrylamide

L'acrylamide est un amide qui se forme très facilement au cours des processus de friture, cuisson impliquant des aliments riches en protéines et en glucides. C'est en fait un composé néoformé apparaissant dans les aliments au cours de processus thermiques (à des températures au-delà de 120 °C surtout dans des aliments végétaux riches en glucides, le plus souvent en présence d'asparagine et de lipides **(Mottram et al., 2002)**).

Ainsi, les aliments ayant les taux d'acrylamide les plus importants sont les pommes de terre (frites, sautées ou chips), les biscuits, mais aussi le café.

L'impact de l'acrylamide en santé publique a toujours été en discussion du fait du questionnement sur la représentativité des résultats expérimentaux in vivo et in vitro par rapport aux effets chez l'homme.

L'acrylamide est un composé neurotoxique et reprotoxique chez l'homme. Le pouvoir génotoxique a été démontré expérimentalement, notamment au travers de la métabolisation en glycidamide **(Vesper et al., 2008)**.

L'acrylamide est classée comme cancérogène de classe 2A par le CIRC Centre International de Recherche sur le Cancer et rentre dans la réglementation CMR (cancérogène/ mutagène/ reprotoxine).

Elle est connue en cas d'exposition prénatale ou périnatale pour provoquer des diminutions du poids des nourrissons expérimentalement (rongeurs), mais également des signes d'accumulation de lipides hépatiques **(El-Sayyad et al., 2011; Allam et al., 2010)**.

Chez l'être humain, une association entre exposition à l'acrylamide et poids à la naissance a aussi été observée **(Duarte-Salles et al., 2012)**.

Ces observations à la fois expérimentales et épidémiologiques sont importantes comme mentionné plus tôt compte tenu du risque de développement de maladies cardio-métaboliques en lien avec les diminutions de poids à la naissance **(Dessì et al., 2012)**.

Un effet métabolique plus direct semble par ailleurs observé : l'acrylamide augmente les concentrations de glycogène intra-hépatique chez des rats adultes à l'origine d'une perturbation de la glycémie et des lipides sanguins **(Sayed, 2012)**.

D'autres études chez le rat ont montré le potentiel carcinogène de l'acrylamide qui a ainsi été classé « probablement cancérogène pour l'homme » (groupe 2A) par le Centre International de recherche sur le Cancer l'IARC et « mutagène de catégorie 2 » par l'UE **(Narbonne, 2017)**.

II.1.5. Les mycotoxines

L'utilisation de fongicides est justifiée par les professionnels du secteur agro-alimentaire, du fait des contaminations par les champignons qui peuvent survenir à toutes les étapes de la chaîne alimentaire (**Raiola, 2015**). Cette contamination peut dans certains cas être dramatique car conduisant à l'ingestion de mycotoxines qui sont des métabolites secondaires produits par les champignons et qui peuvent provoquer pléthore de pathologies dont les cancers. 25% des cultures mondiales pourraient être concernées par des contaminations par des champignons (**Marin, 2013**).

III.2. Substances intentionnellement ajoutées aux aliments**III.2.1. Les parabènes**

Sont principalement présents dans les cosmétiques (déodorants, shampoings, maquillage, soins pour la peau, vernis à ongles, produits pour bébé, de rasage et bucco-dentaires) et dans certains, aliments sous forme d'additifs alimentaires (E214 à E219). Ils ont un rôle antimicrobien et sont employés comme conservateurs (**AFSSAPS 2011**).

Les données disponibles les concernant sont controversées mais ces doutes ont conduit les industriels à proposer des produits "sans parabène" (**INC 2018 ; Savary, 2020**).

III.2.2. Les additifs alimentaires

Les additifs ont toujours été des adjuvants alimentaires utilisés par l'homme depuis le sel de mer pour conserver viandes et poissons, le safran et les épices pour colorer et relever les plats, le marc de pommes, les farines de caroube, de fève, de pois pour texturer ou épaissir un plat, la fécule pour lier une sauce, le vinaigre et le salpêtre pour conserver des aliments.

III.2.2.1. Définition

« On entend par additif alimentaire, toute substance habituellement non consommée comme aliment en soi et habituellement non utilisée comme ingrédient caractéristique dans l'alimentation, possédant ou non une valeur nutritive et dont l'adjonction intentionnelle aux denrées alimentaires dans un but technologique au stade de leur fabrication, transformation, préparation, traitement, conditionnement, transport, entreposage, a pour effet, ou peut raisonnablement être estimée avoir pour effet, qu'elle devient elle-même, ou que ses dérivés deviennent directement ou indirectement, un composant de ces denrées alimentaires. » Décret du 18 septembre 1989, suite à la directive CEE du 21 décembre 1988, définit le terme additif alimentaire.

En d'autres termes, un additif alimentaire est un composé spécialement sélectionné pour effectuer un travail spécifique dans un produit alimentaire. Il peut s'agir d'un produit naturel,

comme la cire d'abeille, d'un produit chimique identique à celui que l'on trouve dans la nature, comme l'acide citrique, ou d'un composé entièrement nouveau, comme la saccharine.

Ainsi, le sel est un ingrédient plutôt qu'un additif, tout comme le vinaigre, mais l'acide du vinaigre, l'acide acétique, est un additif. De même, le jus de citron est un ingrédient mais l'acide qui fournit son acidité caractéristique, l'acide citrique, est un additif (**Apfelbaum, 2009**).

III.2.2.2. Classification et codification des additifs alimentaires

Aujourd'hui, les additifs sont contrôlés par une réglementation très stricte en Europe, exigeant la démonstration de l'utilité, de la sécurité et d'un emploi non trompeur.

L'évaluation des AA se fait par JECFA (le Comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires) qui autorise leur utilisation.

320 additifs sont autorisés dans l'Union européenne (UE) où leur utilisation est réglementée par le règlement (CE) n° 1333/2008.

Les additifs alimentaires sont désignés sur l'emballage par le SIN « Le Système international de numérotation des additifs alimentaires » ou la lettre E (pour Europe) suivie d'un nombre de trois ou quatre chiffres, ou bien par le nom de l'additif (**tableau II**) (**Saltmarsh, 2020**).

Tableau II

Tableau II: codification des additifs alimentaires (**Apfelbaum, 2009**)

Classification catégorielle simplifiée	Additifs codés par la CE (centaine caractéristique)
Colorants	100
Conservateurs	200
Anti oxygènes	300
Émulsifiants	400 en général
Épaississants	400
Gélifiants	400
Stabilisants	400
Exhausteurs de goût	600
Acidifiants	300
Correcteurs d'acidité	200 en général
Antiagglomérants	500
Amidons modifiés	1 400

Selon le journal officiel de l'Union européenne, les additifs alimentaires sont classés en fonction de leur intérêt dans le produit alimentaire (**CE 2008**) :

- **Les édulcorants** : ce sont des substances qui donnent une saveur sucrée aux denrées alimentaires ou qui sont utilisées dans des édulcorants de table.
- **Les colorants** : ce sont des substances qui confèrent, renforcent ou redonnent une coloration aux denrées alimentaires.
- **Les conservateurs** : ce sont des substances qui aident à conserver les aliments et prolongent la durée de conservation en empêchant le développement des micro-organismes et/ou en protégeant contre les altérations dues à la production de toxines et enzymes de micro-organismes pathogènes.
- **Les antioxydants** : ce sont des substances qui aident à conserver les aliments et prolongent la durée de conservation en retardant les processus d'oxydation, par exemple le rancissement des huiles.
- **Les supports** : ce sont des substances utilisées pour apporter des modifications physiques telles que la dissolution, la dilution, la dispersion aux additifs alimentaires, aux arômes, aux enzymes alimentaires, aux nutriments et/ou d'autres substances ajoutées à un aliment à des fins alimentaires ou physiologiques dans le but de faciliter sa manipulation, son application ou son utilisation et sans altération de sa fonction.
- **Les acidifiants** : ce sont des substances qui tendent à augmenter l'acidité d'un aliment et/ou lui conférer une saveur acidulée.
- **Les correcteurs d'acidité** : ce sont des substances qui ajustent l'acidité ou l'alcalinité d'une denrée alimentaire.
- **Les anti-agglomérants**: ce sont des substances qui évitent l'agglomération des denrées alimentaires en limitant l'agglutination des particules ou la formation des agrégats.
- **Les antimoussants**: ce sont des substances qui évitent ou réduisent la production de mousse.
- **Les agents de charge**: ce sont des substances qui sont ajoutées dans les aliments afin d'augmenter son volume, sans en modifier significativement sa valeur énergétique.
- **Les émulsifiants**: ce sont des substances qui permettent d'obtenir ou de maintenir le mélange homogène et uniforme à partir de deux ou plusieurs phases non miscibles.
- **Les sels de fonte**: ce sont des substances qui dispersent et réarrangent les protéines du fromage afin d'obtenir une répartition homogène des matières grasses et des autres composants.

-
- **Les affermissants:** ce sont des substances qui maintiennent ou rendent les tissus des fruits et des légumes fermes ou croquants et qui interagissent avec les gélifiants, afin de former ou raffermir un gel.
 - **Les exhausteurs de goût :** ce sont des substances qui exaltent le goût et/ou l'odeur d'un aliment.
 - **Les agents moussants :** ce sont des substances qui permettent de former ou maintenir la dispersion homogène d'une phase gazeuse dans un aliment.
 - **Les gélifiants :** ce sont des substances qui confèrent une certaine consistance à la denrée alimentaire en formant un gel.
 - **Les agents d'enrobage (y compris les agents de glisse):** ce sont des substances qui constituent une fine couche de surface pour protéger les aliments. Ils confèrent un aspect brillant et lisse aux denrées alimentaires.
 - **Les humectant :** ce sont des substances qui empêchent le dessèchement des aliments en retenant l'humidité ou qui favorisent la dissolution d'une poudre en milieu aqueux.
 - **Les amidons modifiés :** ce sont des substances obtenues suite à un ou plusieurs traitements chimiques, physiques ou enzymatiques d'amidons alimentaires.
 - **Les gaz d'emballage :** ce sont des gaz autres que l'air, introduits dans un contenant avant, pendant ou après l'introduction d'une denrée alimentaire dans ce contenant afin de la protéger contre l'oxydation et l'altération dues aux micro-organismes.
 - **Les propulseurs :** ce sont des gaz autres que l'air qui permettent d'expulser un aliment d'un contenant.
 - **Les poudres à lever :** ce sont des substances qui libèrent du gaz et font gonfler le volume d'une pâte.
 - **Les séquestrant :** ce sont des substances qui captent les ions métalliques en formant des complexes chimiques avec ceux-ci.
 - **Les stabilisants :** ce sont des substances qui permettent de maintenir l'état physicochimique des aliments. Ils permettent le maintien d'un mélange homogène et uniforme à partir de deux ou plusieurs phases non miscibles, la stabilisation, la conservation ou l'intensification de la couleur d'une denrée alimentaire. Ils peuvent aussi être utilisés pour augmenter la capacité de liaison des denrées alimentaires en augmentant la densité de réticulation entre protéines.
 - **Les épaississants :** ce sont des substances qui augmentent la viscosité d'une denrée alimentaire.

-
- **Les agents de traitement de la farine** : ce sont des substances qui améliorent la qualité boulangère ou la couleur de la farine ou la pâte.

II.2.2.3. Risques et potentiels effets des additifs alimentaires sur la santé

Bien que les additifs alimentaires soient essentiels pour les denrées alimentaires, ils peuvent donner lieu à certains problèmes de santé et provoquer des effets nocifs sur l'organisme, qui peuvent être immédiats comme les maux de tête, les nausées, diarrhée..., ou à long terme comme le cancer, stérilité, toxicité...

La DJA (dose journalière admissible par kilo) est calculée à partir d'une dose qui serait sans effet d'après des études menées chez l'animal et divisée par 100. Cela signifie donc qu'un enfant de 20 kilos doit consommer au maximum trois fois moins d'additifs qu'un adulte de 60 kilos ! Mais ce principe ne prend pas en compte les possibles interactions entre différents additifs, et le cumul de ces additifs peut dépasser cette DJA du fait de la prolifération des conservateurs, colorants, émulsifiants.

Les risques et les effets des additifs alimentaires dangereux sont illustrés dans le tableau III, le tableau IV et le tableau V (**Medina et al., 2020**).

Tableau III: les colorants alimentaires dangereux (potentiels PE) et leurs risques et effets néfastes sur la santé (Medina et al., 2020).

Additif alimentaire	Aliments dans lesquels ils peuvent être incorporés	Risques et effets sur la santé	References
Tartrazine (E102), FD&C Jaune, No. 5	La crème glacée, Boissons gazeuses, Bâtonnets de poisson.	Hyperactivité, asthme, éruptions cutanées. Migraine et maux de tête.	UK Food Guide.
Quinoline (E104), Jaune	Boissons gazeuses, Glaces, les bonbons, certains médicaments	Asthme, éruptions cutanées et hyperactivité. Potentiel cancer chez les animaux (de la vessie et du foie). Troubles de reproduction chez les animaux.	efsa.europa.eu- EFSA updates safety advice on six food colors 091112
Sunset yellow (E110), Jaune orange FCF,	Bonbons, glaces, yaourts, boissons	Cancer et dommages de l'ADN, Croissance des tumeurs chez les animaux. Retard de croissance et perte de poids sévère chez les animaux.	091113 efsa.europa.eu. doi :10.1016/S0140-6736(07)
Carmoisine (E122)	Yaourts, Bonbons.	Destruction de l'ADN, tumeurs chez les animaux Hyperactivité chez les enfants.	Food additives CBC News. 29 September 2008
Erythrosine (E127)	Cerises confites, bonbons, fruits au sirop, confiseries, produits laitiers.	Réactions allergiques surtout si l'on est hyperthyroïdie, provoque l'asthme, insomnie, excitation, risque de cancer.	The Washington Post, February 7,1990, CBS News, June 3,2008
Rouge allure AC (E129)	Boissons gazeuses, chewing-gum, Sauces, conserves, soupes...etc.	Peut aggraver ou induire asthme, rhinite (y compris rhume des foies) ou urticaire Hyperactivité chez les enfants	UK Food Guide, a British food additives website. May 2007.
Ponceau 4R (E124) Cochenille A	Boissons gazeuses, Glaces, Confiseries, Desserts	Cancer, dommages de l'ADN et tumeurs chez les animaux. Peut produire de mauvaises réactions chez les asthmatiques	Food and Drug Administration Compliance Program Guidance Manual p.10
Amarante du vin (E123)	Boissons alcoolisées Œufs de poisson	Peut aggraver ou induire l'asthme, allergies ou urticaire.	FDA/CFSAN Food Compliance Program: Domestic Food Safety Program
Bleu patenté v (E131)	Utilisé dans de nombreux aliments	Réactions allergiques, hyperactivité, hypertension artérielle, insomnie, risque de cancer.	Hélène B. (2008). Les Additifs Alimentaires,
Carmine d'indigo (E132)	Glaces, Bonbons, Produits de boulangerie, confiserie et biscuits	Peut provoquer des nausées, vomissements, éruptions cutanées et tumeurs cérébrales. Dommages d'ADN et tumeurs chez les animaux.	United States Food and Drug Administration

Bleu Brilliant (E133)	Les produits laitiers Bonbons, Boissons	Hyperactivité et éruptions cutanées. Répertoire comme cancérigène humain par l'US EPA. Cause des dommages de l'ADN et tumeurs chez les animaux	FDA, 1993
Dioxyde de titane (E171)	Pâtisserie, bonbons, vinaigrettes, chewing-gum, yaourt.	Gastro et hépato toxicité, altération du foie et du cerveau, résistance à l'insuline et endotoxine	Medina-R & all. (2020). Food and Chemical Toxicology

Tableau IV: les conservateurs alimentaires dangereux (potentiels PE) et leurs risques et effets néfastes sur la santé (Medina et al., 2020).

Additif alimentaire	Aliments dans lesquels ils peuvent être incorporés	Risques et effets sur la santé	References
Dioxyde de soufre (E220)	Boissons gazeuses, Fruit sec, Jus de fruits, produits de pommes de terre	Peut induire une irritation, nausée, diarrhée, crises d'asthme, éruptions cutanées. Détruit la vitamine B1. Provoque des malformations de fœtus et des dommages de l’DNA chez les animaux	International ChemicalSafetyCard 0074
Nitrite de potassium (E249) Nitrite de sodium (E250)	Viandes salées et en conserve Produits carnés	Réduire la capacité du sang à transporter l'oxygène. Peut combiner avec d'autres substances à former les nitrosamines qui sont carcinogènes. Perturber le fonctionnement de la glande surrénale.	International ChemicalSafetyCard 1069
Benzoate de calcium (E213)	Boissons, produits à faible teneur en sucre. Céréales, dérivés de viande	Peut inhiber temporairement l’activité des enzymes digestives et peut épuiser les niveaux de l'acide aminé glycine. A éviter en cas d’allergies, urticaire et asthme.	[http://www.fedupwithfoodadditives.info/factsheets/Factsafeadditives.htm
Sulfite de calcium(E226)	Les hamburgers, les biscuits, les champignons surgelés. utilisé pour donner l’aspect frais aux vieux produits.	Peut causer des problèmes des bronches, tension artérielle, picotements, et choc anaphylactique. A éviter en cas d'asthme bronchique. Problèmes cardiovasculaire, respiratoires et emphysème	http://www.fedupwithfoodadditives.info/factsheets/Factsafeadditives.htm
Butylatedhydroxyanisole BHA (E320) Butylatedhydroxytoluene BHT (E321)	Particulièrement dans les graisses contenues dans les aliments, confiserie, viandes	Cancérogènes pour l'homme. BHA interagit également avec les nitrites pour former des produits chimiques connus pour provoquer des dommages dans l’ADN.	doi:10.1021/jm00191a020
Acide benzoïque (E210)	Boissons, produits à faible teneur en sucre, céréales, dérivés de viande	Peut inhiber temporairement l’activité des enzymes digestives. Peut épuiser les niveaux de glycine. A éviter en cas d’asthme ou d’allergies.	International Chemical Safety Card 0103
Benzoate de sodium (E211)	Boissons, gazeuses, Cornichons, les sauces, certains médicaments	Aggravation de l'asthme. un neurotoxine et cancérigène, peut causer des malformations fœtales et hyperactivité chez les enfants.	Food Standards Agency issues revised advice on certain artificial colours,2007

Tableau V: les édulcorants et émulsifiants dangereux (potentiels PE) et leurs risques et effets néfastes sur la santé sur la santé (Medina et al., 2020).

Additif alimentaire	Aliments dans lesquels ils peuvent être incorporés	Risques et possible effets néfastes sur la santé	References
Monosodium Gluamate MSG (E621)	Aliments transformés, boissons, soupes misées	Destruction des cellules nerveuses du cerveau, liées à l'aggravation ou l'accélération de la maladie de Huntington, Alzheimer et Parkinson. Provoque le cancer, dommages de l'ADN et malformations fœtales chez les animaux. Hyperactivité	doi:10.1111/j.1365-2222.2009.03221.x
Aspartame (E951)	Chewing-gum, bonbons, yaourt, boissons non alcoolisées, produits minceurs. Il est 200 fois plus sucré que le sucre	Peut causer des altérations neurologiques, en particulier chez les jeunes enfants où le cerveau est encore en développement. Se décompose dans le corps à la phénylalanine (neurotoxine peut provoquer des convulsions), acide aspartique (endommage le cerveau en développement) et méthanol (se transforme en formaldéhyde). Traverse la barrière placentaire de la mère, même à petites doses. Impliqué dans des maladies telles que sclérose en plaques et les lymphomes de Hodgkin. Peut contribuer à l'obésité.	FDA Consumer Magazine, 1999
Acésulfame potassium (E950)	Chewing-gum, bonbons, yaourt, boissons non alcoolisées, produits minceurs 200 fois plus sucré que le sucre	Provoque le cancer chez l'animal. Hypoglycémie, tumeurs pulmonaires, augmentation du cholestérol et de la leucémie. Peut contribuer à l'obésité	British Pharmacopoeia Commission Secretariat, 2009
Saccharine (E954)	Chewing-gum, bonbons, yaourt, boissons non alcoolisées, produits minceurs 350 fois plus doux que le sucre	Peut interférer avec la coagulation sanguine, le taux de sucre dans le sang et les fonctions digestives. Provoque le cancer de la vessie, de l'utérus, ovaires, peau et vaisseaux sanguins chez l'animal. Lié aux dommages de l'ADN et malformations congénitales chez les animaux. Peut contribuer à l'obésité.	USDA, 1972
Sirop de maïs à haute teneur en fructose HFCS	Les jus et les boissons gazeuses, produits de boulangerie, bonbons, fruits en conserve, confitures et gelées, les produits laitiers	Obésité, vieillissement accéléré, résistance à l'insuline, diabète, foie gras, augmentation des triglycérides et de l'acide urique. Diarrhée chronique, syndrome de l'intestin irritable, urticaire	The American Medical Association, 2007
Xydol E967	Utilisé dans de nombreux aliments	Peut causer chez l'enfant de moins de 3 ans des diarrhées osmotiques, dénoncé comme cancérigène par la FDA, troubles de métabolisme, acidose, perte de l'orientation, malaises et même décès.	Hélène BdV. 2008. Les Additifs Alimentaires, ce que Cachent les Etiquettes.

Monolaurate de polyéthylène sorbitane (E432)	Pâtisserie, glaces, déserts, les chewing-gums, confiserie	Risque de tumeurs, prise de poids, allergies, cirrhose de foie montré en laboratoire, et sans doute cancérigène	Hélène B. 2008. Les Additifs Alimentaires, ce que Cachent les Etiquettes.
--	---	---	---

Tous ces additifs sont interdits au Royaume-Uni pour les aliments commercialisés pour les enfants de moins de 36 mois.

Chapitre IV

Enquête sur les additifs alimentaires dangereux contenus dans les produits alimentaires

IV. Enquête sur les additifs alimentaires utilisés dans les produits alimentaires commercialisés dans la région de Ouargla

Cette étude a été confrontée à certaines limites telle que l'impossibilité d'effectuer des dosages en raison d'absence de réactif, de matériels et la non disponibilité des étalons ainsi que le grand nombre d'additifs alimentaires utilisés dans les produits alimentaires, sans ceux-ci le travail aurait été plus complet et plus global.

Par ailleurs, cette enquête s'est concentrée sur la présence/absence des AA dangereux dans les produits alimentaires, sans données sur les doses utilisés, ces informations ne sont pas obligatoires sur les étiquettes des aliments dans la réglementation actuelle.

IV.1. Objectifs

L'omniprésence des additifs alimentaires dans l'alimentation impose la recherche concernant leurs utilisations parce qu'ils peuvent être dangereux et avoir des effets néfastes sur la santé, et certains d'entre eux peuvent être des perturbateurs endocriniens, Nous rappelons ici que l'objectif principal de notre travail est :

- Détection de la présence des additifs alimentaires dangereux contenus dans les produits alimentaires conditionnés commercialisés dans la wilaya de Ouargla.
- Donner une estimation concernant la fréquence d'utilisation de ces additifs alimentaires dans les produits à grande consommation (boissons, bonbons, charcuteries, yaourt...), ce qui reflète le danger qu'ils constituent pour la santé.

IV.2. Matériels et méthodes

Nous nous sommes intéressés à la présence des additifs alimentaires dangereux et qui peuvent être des perturbateurs endocriniens, dans les produits alimentaires conditionnés commercialisés dans la région de Ouargla,

Pour réaliser cette étude, nous avons collectionné des photos de différentes catégories de produits alimentaires conditionnés (produit laitiers, charcuteries, confiseries, jus et boissons....), ainsi que les listes des ingrédients mentionnées sur l'emballage, à partir de lesquelles on a prélevé les additifs alimentaires dangereux et qui peuvent être des perturbateurs endocriniens.

On a fait la collection de près de 389 photos de différents produits dont presque 100 sont des produits d'importation, qui appartiennent à différentes marques et catégories, nous avons noté les codes Exxx, SINxxx ou les noms d'additifs alimentaires.

Cette enquête a été faite auprès des grandes superettes comme Acila, Ahmime, Mini marché, Ifri et les magasins d'alimentation générale au niveau de la région de la wilaya de Ouargla, sur une période de 1 mois du 14 Avril au 30 Mai 2021.

Nous avons calculé le pourcentage ou la fréquence de présence des additifs alimentaires dangereux dans chaque catégorie d'aliment, et le pourcentage d'aliments contenant au moins un, deux, trois ou plus de ces additifs.

IV.3. Résultats et discussion

En se basant sur les photos des listes des ingrédients qui ont été prises, les résultats de cette enquête sont schématisés sous forme des tableaux (**tableau VI**), (**tableau VII**), (**tableau VIII**), (**tableau IX**), (**tableau X**), (**tableau XI**), (**tableau XII**), (**tableau XIII**), (**tableau XIV**) et des graphes (**figure 08**), (**figure 09**), (**figure 10**), (**figure 11**), (**figure 12**), ces figures représentent la fréquence d'utilisation des AA dangereux (potentiels perturbateurs endocriniens) dans chaque catégorie de produit alimentaire.

IV.3.1. Les jus et les boissons non alcoolisées

La fréquence d'utilisation des AA dangereux dans les jus et boissons de production locale est 74%, pour les produits d'importation 50% (**tableau VI**), (**tableau VII**) et (**figure 08**).

Certaines boissons peuvent contenir plus de 3AA dangereux (**tableau VII**), les plus utilisés dans les boissons sont :

les colorants E124, E122, E110, E104, E102..., ils provoquent des allergies, hyperactivité chez les enfants, risque de cancer, troubles de reproductions et autres effets (**tableau III**).

- le conservateur benzoate de sodium E211: il est très utilisé dans les boissons, soupçonné d'être un neurotoxine et cancérigène (**tableau IV**).

Les boissons énergisantes : 67% des boissons énergisantes contiennent le conservateur benzoate de sodium E211, et les colorants alimentaires dangereux.

Les boissons light/ sans sucre : 100% des boissons light, contiennent au moins un édulcorants et même plus (**tableau VI**), les édulcorants utilisés sont :

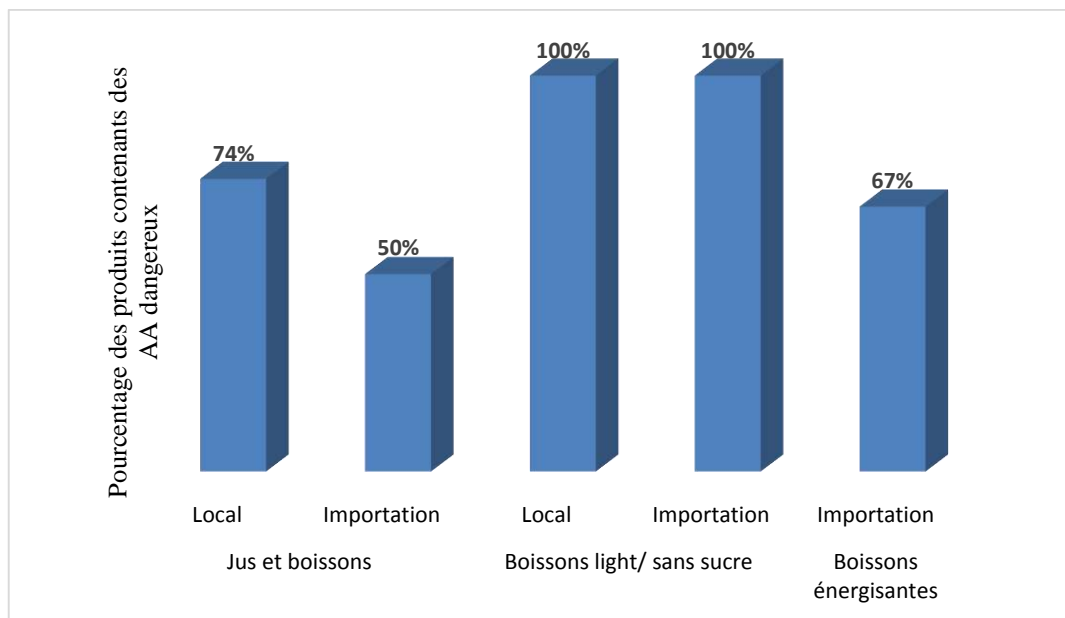
- L'aspartame(E951) : il est impliqué dans plusieurs maladies telles que sclérose en plaques et les lymphomes de Hodgkin. Il peut contribuer à l'obésité (**tableau V**).
- L'acésulfame potassium (E950) : il provoque le cancer, et des altérations neurologiques en particulier chez les enfants (**tableau V**).

Tableau VI: photos de la liste des ingrédients mentionnés sur l’emballage, indiquant la présence des AA dangereux dans les jus et les boissons non alcoolisées

Marque	Photo de produit et la liste des ingrédients	Additifs alimentaires dangereux contenus dans le produit
<p>XXL « Boisson énergisante » Importation</p>	 <p>طروب طاوري و معدل ايس ايس ال ايز جي للكنونات: ماء سكر، غاز CO2، غليكورونولاكتون، نكهات طبيعية و مطابقة للطبيعة، كافيين، اينوزينول، فينيلامينات: (B3, B5, B6, B12)، جنور نبات الجينسينغ، نورين، معدل للحموضة SIN330، مستحلب SIN1001، مواد حافظة (SIN202، SIN211)، ملون: SIN102، مواد للضافة غثائية.</p>	<p>Colorants Tartrazine: E102. Conservateur Acide benzoïque : E211</p>
<p>Eaugazeuze « BITER » Local</p>	 <p>ماء، سكر، ارôme de bitter artificielle، cocktail (d'extraite d'herbes 3%، agent de carbonatation (E170) SIN290 (CO2)، régulateur de l'acidité SIN330، agent de conservation (SIN211، SIN252)، édulcorant (SIN951-SIN950)، agent de diagenon (SIN122-SIN124، N1603) (E170)، additif colorant est alimentaire. Ne pas exposer au soleil. Servir frais</p>	<p>Colorants Carmoisine: E122 Ponceau 4R: E124 Conservateur Acide benzoïque: E211 Edulcorants Acésulfame potassium : E950 Aspartame: E951</p>
<p>COCA COLA « light » Importation</p>		<p>Conservateur Acide benzoïque: E211 Edulcorants Acésulfame potassium : E950 Aspartame: E951</p>

Tableau VII: statistiques sur les additifs alimentaires dangereux (P.E) utilisés dans les jus et les boissons.

Produit alimentaire	Local / importation	Nombre d'échantillons contrôlés	Nombre d'échantillons contenant des AA dangereux	Nombre d'AA dangereux contenus dans le produit			AA non mentionnés / sans AA	Nombre d'échantillons contenant des AA non dangereux
				1	2	3 et plus		
Jus et boissons	Local	35	26	8	11	7	1	8
	Importation	4	2	2	0	0	0	2
Boissons light/ sans sucre	Local	2	2	0	0	2	0	0
	Importation	1	1	1	0	0	0	0
Boissons énergisantes	Importation	6	4	3	1	0	1	1

**Figure 08:** fréquence d'utilisation des AA dangereux (PE) dans les jus et les boissons non alcoolisées

IV.3.2. Les charcuteries et les conserves

Les additifs alimentaires dangereux sont présents dans 100% des produits de l'importation et dans 86% des produits locaux (**figure 09**).

Certaines marques peuvent contenir un cocktail d'AA dangereux (**tableau IV**) ce qui est dangereux pour la santé, les plus utilisés sont :

- Exhausteur de goût glutamates monosodique E621 : il est lié à l'accélération de certaines maladies comme Alzheimer et Parkinson, il provoque le cancer et l'hyperactivité chez les enfants (**tableau IV**).
- Conservateurs : nitrite de sodium E250 qui est cancérigène (**tableau V**).
- Colorant rouge allure AC (E129) : il peut aggraver l'asthme et provoquer l'hyperactivité chez les enfants (**tableau III**).

Dans d'autres conserves il n'a pas d'ajout d'AA comme les conserves de thon à l'huile, conserves de thon à la tomate et les conserves végétales.

Durant notre enquête, on a trouvé des produits de charcuteries dont les additifs alimentaires ne sont même pas mentionnés sur la liste des ingrédients (**tableau VIII**), ce qui constitue un risque pour le consommateur.

En comparant les produits locaux et ceux de l'importation, on remarque que le nombre des AA dangereux utilisés dans les produits locaux est supérieur par rapport aux produits de l'importation (utilisation de pas plus d'un AA).

Tableau IIX: photos de la liste des ingrédients mentionnés sur l’emballage indiquant la présence des AA dangereux dans les charcuteries


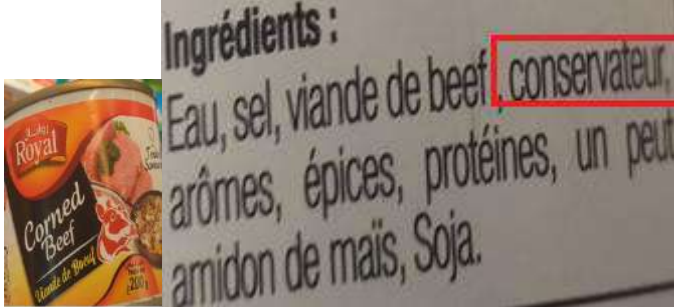

Marque	Photo de produit et la liste des ingrédients	Additifs alimentaires dangereux contenus dans le produit
<p>BELLAT « paté »</p>	 <p>Ingrédients: ... de maïs, olives vertes, betteraves, de piquant, sel nitrite, nitrite de sodium, Additifs alimentaires: stabilisant (polyphosphate de sodium et diacétate de sodium), colorant (rouge allura), exhausteur de goût (glutamate monosodique), (acide citrique), antioxydant (ascorbate de sodium), antiagglomérant (dioxyde de silicium).</p>	<p>Conservateur Nitrite de sodium : E250 Exhausteur de goût Glutamate monosodique : E621 Colorant Rouge allura : E129.</p>
<p>Royal « cornedbeef »</p>	 <p>Ingrédients : Eau, sel, viande de beef, conservateur, arômes, épices, protéines, un peu amidon de maïs, Soja.</p>	<p>Les additifs alimentaires ne sont pas mentionnés.</p>
<p>TARGET « Pâté » Produit d’importation</p>	 <p>Ingrédients: 84 % viande de poulet séparée mécaniquement, eau, sel, protéine de SOJA, piment rouge doux, amidon de pommes de terre, sirop de glucose, poivre, ail, additifs alimentaires: Stabilisateur: diphosphate tétrasodique SIN450iii, Antioxydant: ascorbate de sodium SIN301, conservateur: nitrite de sodium SIN250.</p>	<p>Conservateur : Nitrite de sodium : E250</p>

Tableau IX: statistiques sur les additifs alimentaires dangereux (P.E) utilisés dans les charcuteries et les conserves

Produit alimentaire	Local / importation	Nombre d'échantillons contrôlés	Nombre d'échantillons contenant des AA dangereux	Nombre d'AA dangereux contenus dans le produit			AA non mentionnés / sans AA	Nombre d'échantillons contenant des AA non dangereux
				1	2	3 et plus		
Les charcuteries	Local	14	12	6	3	3	2	0
	Importation	7	7	7	0	0	0	0
Les conserves de thon à l'huile	Local	5	0	0	0	0	0	0
	Importation	1	0	0	0	0	0	0
Les conserves de thon à la tomate	Local	5	0	0	0	0	0	0
Les conserves végétales (maïs, champi-gnons)	Local	10	0	0	0	0	0	0
	Importation	15	0	0	0	0	0	0

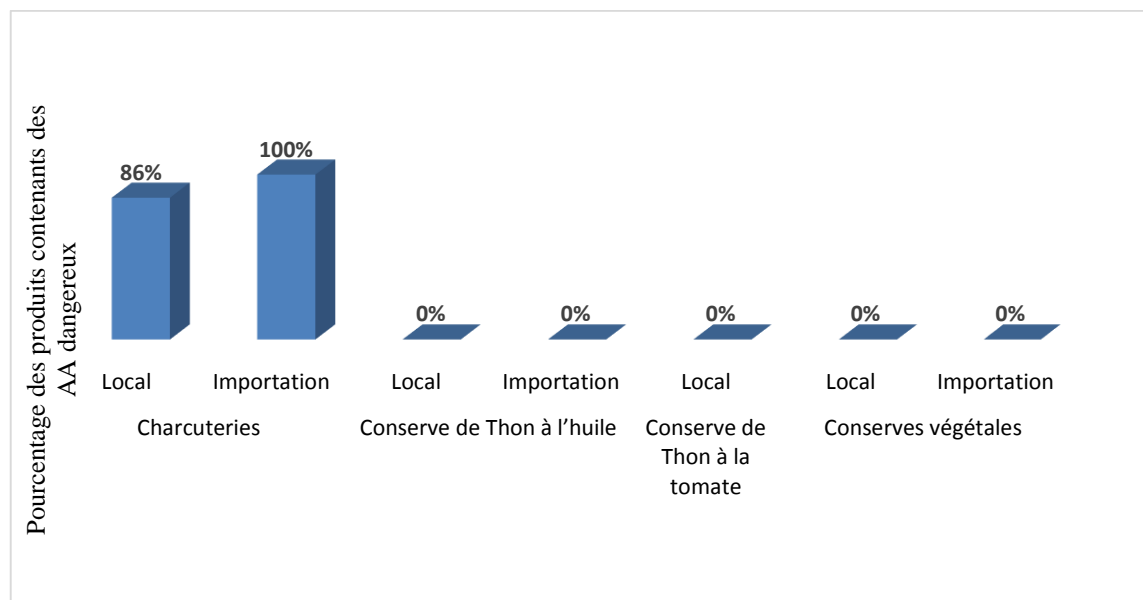


Figure 09: fréquence d'utilisation des AA dangereux dans les charcuteries et les conserves

IV.3.3. Les confiseries

La fréquence d'utilisation des AA dangereux dans les confiseries est comme suit :

- Produits locaux : 62% des bonbons contiennent les AA dangereux, 67% des chewing-gums, toute le marques (100%) de halkouma, et 8% des marques de chocolat contiennent ces additifs ; par contre halwat turk ne contient aucun AA dangereux.
- Produits d'importation : les AA dangereux sont présent dans 78% des bonbon, 88% des chewing-gum , 33% des biscuits et 8% des marques de chocolat contiennent ces AA dangereux (**figure 10**).

Comme on a trouvé des produits locaux dont les AA ne sont même pas mentionnés sur l'emballage (**tableau X**).

Tableau X: photos de la liste des ingrédients mentionnés sur l'emballage indiquant la présence des AA dangereux dans les confiseries

Marque	Photo de produit et la liste des ingrédients	Additifs alimentaires dangereux contenus dans le produit
Chewing-gum « Mentos » Importation		Antioxydant Butylhydroxytoluène BHT: E321 Edulcorants Xilitol : E967 Sucralose : E955
BICHOCO « Sucette » Locale		Colorants : Jaune Orangé : sin110 Ponceau 4R :Sin124 Tartrasine : Sin102 Bleu patenté v : sin131 Dioxyde de titane Sin171
CHERGUI « Chewing-gum » Local		Additifs alimentaires non mentionnés
Jellopy « Bonbons gélifiés » Importation		Colorants Jaune Orangé : E110 rouge allure : E129 Dioxyde de titane : E171 Bleu Brilliant: E133

Tableau XI: statistiques sur les additifs alimentaires dangereux (P.E) utilisés dans les confiseries

Produit alimentaire	Local / importation	Nombre d'échantillons contrôlés	Nombre d'échantillons contenant des AA dangereux	Nombre d'AA dangereux contenus dans le produit			AA non mentionnés / sans AA	Nombre d'échantillons contenant des AA non dangereux
				1	2	3 et plus		
Les bonbons	Local	26	16	4	1	11	1	09
	Importation	9	7	4	0	3	0	2
Les chewing-gums	Local	8	5	5	0	0	1	2
	Importation	9	7	4	1	2	0	2
Le chocolat	Local	12	1	1	0	0	0	11
	Importation	13	1	1	0	0	1	11
Hal Kouma	Local	7	7	1	1	5	0	0
Halwatturk	Local	7	0	0	0	0	1	6
Les biscuits	Local	29	10	6	2	2	2	17
	Importation	9	3	3	0	0	1	5

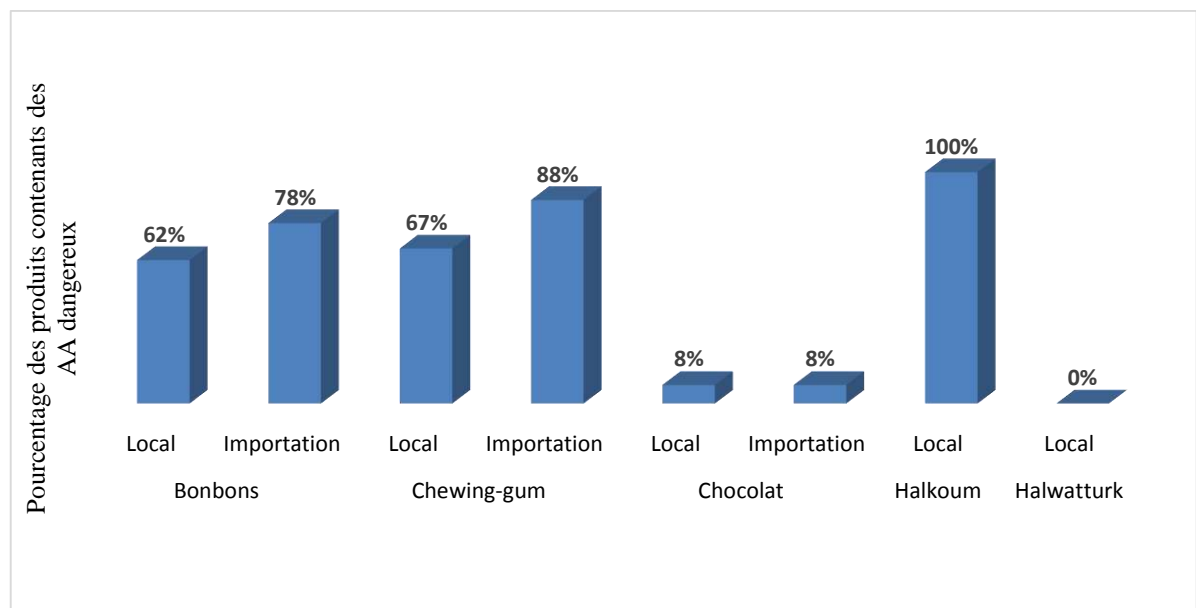


Figure 10: fréquence d'utilisation des AA dangereux dans les confiseries

Durant notre enquête, on a trouvé que les produits contenant le dioxyde de titane E171 (colorant blanc) sont toujours en vente sur le marché algérien, alors que ces produits sont interdits sur le marché en France à compter du 1 Janvier 2020 (**arrêté au Journal officiel du 25 avril 2019**) (Manus, 2020).

Le chewing-gum : certaines marques de chewing-gum d'importation contiennent jusqu'à 5 AA dangereux comme l'antioxydant butylhydroxytoluène BHT E321 et les édulcorants comme E950 acesulfame potassium, aspartame E951 et Xylitol E967 qui peut causer même le décès (**tableau V**).

Les bonbons : jusqu'à cinq AA dangereux sont utilisés dans les bonbons que ce soit de production locale comme les sucettes ou d'importation comme les bonbons gélifiés (**tableau X**), ce qui augmente les risques et les effets de ces additifs sur la santé.

IV.3.4. Le lait et les produits laitiers

Le lait : tous les échantillons évalués ne contiennent pas des AA que ce soit pour les produits locaux ou d'importation (**figure 11**).

Le beurre et le fromage : la fréquence d'utilisation des AA dangereux est 4% pour les fromages, 9% pour le beurre (**figure 11**).

Le yaourt : dans le yaourt, la fréquence d'utilisation des AA dangereux est 29%, par contre dans le yaourt light on a trouvé les édulcorants dans 100% des produits évalués, ces édulcorants sont dans l'ensemble l'aspartame E950, qui sont très dangereux pour la santé (**tableau V**), (**tableau XI**).

Tableau XII: photos de la liste des ingrédients mentionnés sur l'emballage indiquant la présence des AA dangereux dans le yaourt

Marque	Photo de produit et la liste des ingrédients	Additifs alimentaires dangereux contenus dans le produit
HODNA « brassé »		Colorants Bleu Brilliant: E133 Ponceau 4R :Sin124
SOUMMAM « Yaourt light »		Edulcorants Aspartame : E951

Tableau 0XIII: statistiques sur les additifs alimentaires dangereux (P.E) présents dans le lait et les produits laitiers

Produit alimentaire	Local / importation	Nombre d'échantillons contrôlés	Nombre d'échantillons contenant des AA dangereux	Nombre d'AA dangereux contenus dans le produit			AA non mentionnés / sans AA	Nombre d'échantillons contenant des AA non dangereux
				1	2	3 et plus		
Le yaourt	Local	28	8	5	3	0	0	20
Le yaourt light	Local	1	1	1	0	0	0	0
Le fromage	Local	24	1	1	0	0	1	22
	Importation	2	0	0	0	0	0	2
Le beurre	Local	11	1	0	1	0	1	9
Le lait	Local	7	0	0	0	0	0	7
	Importation	2	0	0	0	0	0	2

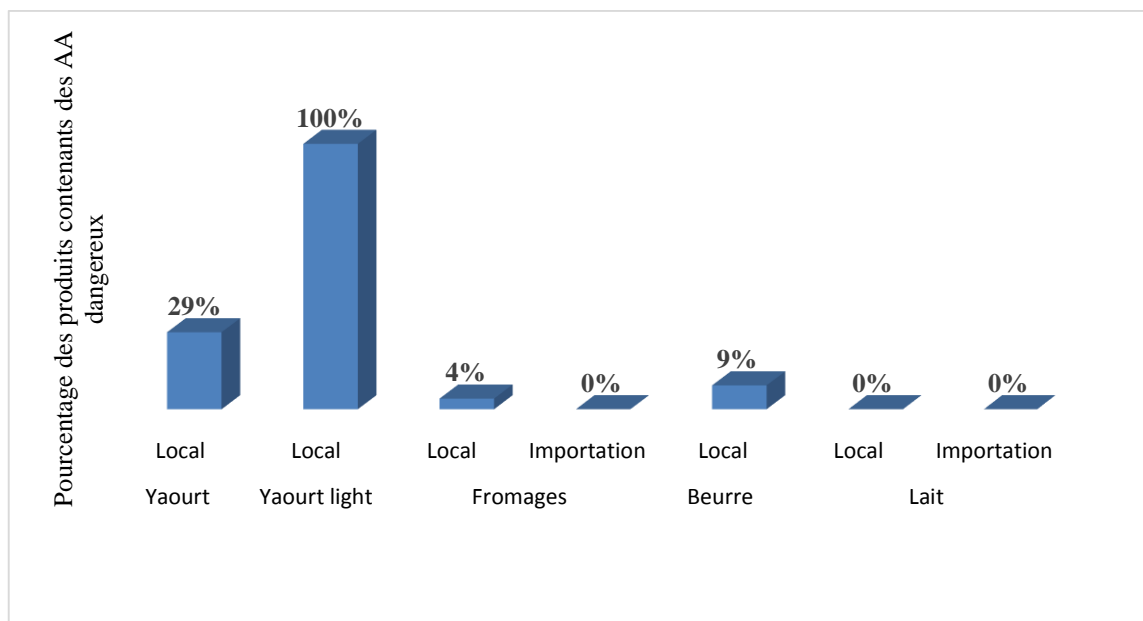


Figure 11: fréquence d'utilisation des AA dangereux dans le lait et les produits laitiers

IV.3.5. Divers produits alimentaires

Les chips : pour les produits de l'importation, 100% des échantillons évalués contiennent dans l'ensemble les deux AA les plus dangereux (**tableau XIII**) qui sont l'exhausteur de goût mono glutamate de sodium E621 qui provoque des malformation fœtales, cancer, hyperactivité et l'antioxydant butylhydroxyanisole BHA E320 (**tableau V**), ces deux additifs sont présents les deux à la fois dans 80% des échantillons évalués.

Dans les produits locaux il y a 20% des échantillons qui contiennent un seul AA dangereux comme E621, on a trouvé un seul échantillon qui contient les deux additifs à la fois.

Les céréales : les produits locaux ne contiennent pas des AA dangereux. Uniquement 5% des produits (**figure 12**) d'importation contiennent des AA dangereux comme le colorant QuinolineE104 qui provoque l'hyperactivité chez les enfants, et risque de cancer (**tableau III**).

Les bouillons et les veloutés : 86 % des produits locaux contiennent des AA dangereux, comme l'exhausteur de goût mono glutamate de sodium E621.

Les flan et les glaces : pour les flans et les glaces, 50% à 60% des produits contiennent les colorants Jaune Orangé E110, tartrasine E102, carmoisine E122, carmine d'indigo: E132 (**tableau XIII**), dont les risques et les effets sur la santé sont illustrés dans le (**tableau III**). Certains produits contiennent un cocktail de colorants, ce qui augmente le risque sur la santé.

Tableau XIV: photos de la liste des ingrédients mentionnés sur l’emballage de divers Produits alimentaires indiquant la présence des AA dangereux

Marque	Photo de produit et la liste des ingrédients	Additifs alimentaires dangereux contenus dans le produit
ISTER POTATO Chips d’Importation		Exhausteur de goût Glutamate monosodique : E621 Antioxydant butylhydroxyanisol BHA E320
MIAM MIAM Chips local		Exhausteur de goût glutamate monosodique : E621
CASA GLACES Local		Colorants Jaune Orangé : E110 Ponceau 4R :E124 Tartrasine : E102 Bleu Brilliant: E133 Carmoisine: E122
KRIMA « Flan » local		Colorants Erythrosine : E127 Jaune Orangé : E110 Tartrasine : E102 Carmoisine: E122 Carmin d’indigo: E132
JUMBO « bouillon» Local		Exhausteur de goût Glutamate monosodique : E621
SUPERMI « Nouilles instantnées » local		Exhausteur de goût Glutamate monosodique : E621

Tableau 0.1: statistiques sur les additifs alimentaires dangereux (P.E) présents dans divers produits alimentaires

Produit alimentaire	Local / importation	Nombre d'échantillons contrôlés	Nombre d'échantillons contenant des AA dangereux	Nombre d'AA dangereux contenus dans le produit			AA non mentionnés / sans AA	Nombre d'échantillons contenant des AA non dangereux
				1	2	3 et plus		
Les chips	Local	15	4	3	1	0	11	0
	Importation	5	5	1	4	0	0	0
Les céréales	Local	19	1	1	0	0	3	15
	Importation	9	0	0	0	0	0	9
Les bouillons et les veloutés	Local	7	6	6	0	0	1	0
Les nouilles instantanées	Local	2	1	1	0	0	0	1
	Importation	1	1	1	0	0	0	0
Les glaces	Local	6	4	2	1	1	0	2
Mousse, tiramisu	Local	6	0	0	0	0	1	5
Les flans	Local	12	7	4	1	2	1	4

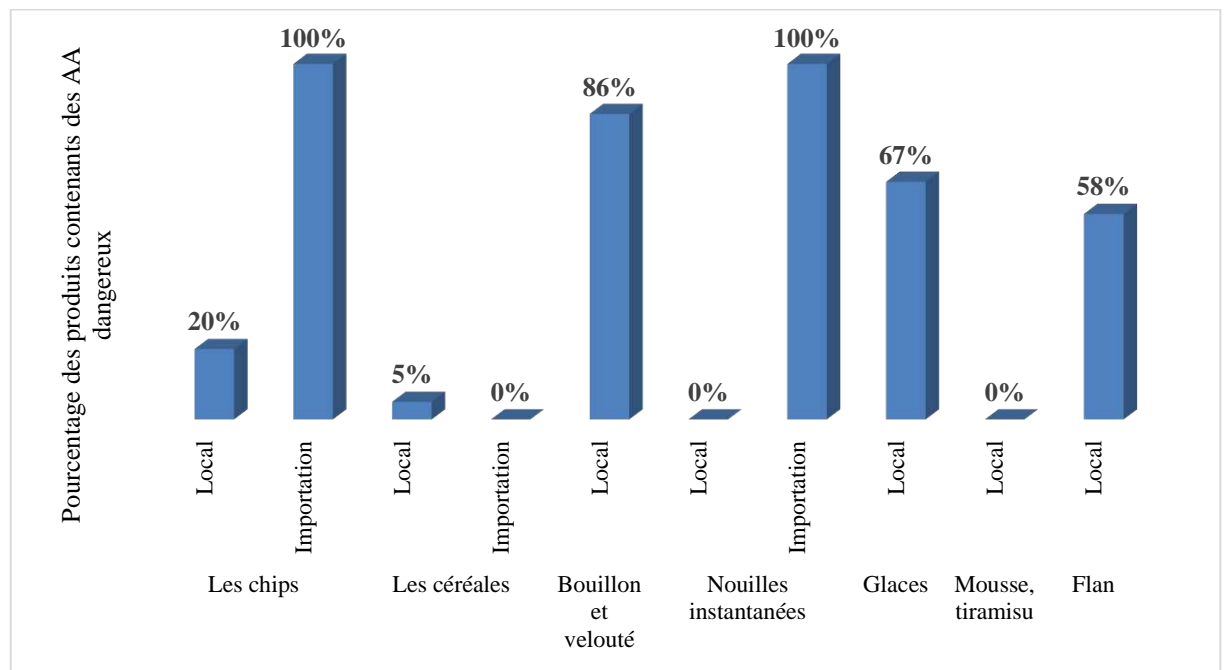


Figure 12: fréquence d'utilisation des AA dangereux dans divers produits alimentaires

Cette enquête fournit un aperçu de la présence et des cooccurrences d'additifs alimentaires dangereux qui peuvent être des perturbateurs endocriniens dans les produits alimentaires emballés et commercialisés au niveau de la wilaya de Ouargla.

Les additifs alimentaires étaient présents dans 67% des produits de production locale et 67% de produits d'importation qui couvraient une grande variété de catégories illustrant leur large utilisation.

Plus de 10 % des produits contenaient plus de 3 additifs alimentaires dangereux, ainsi les consommateurs sont régulièrement exposés à des mélanges d'additifs alimentaires, mais cette exposition multiple a rarement été étudiée.

D'après notre enquête, les additifs alimentaires dangereux, les plus fréquemment utilisés dans les produits alimentaires étaient :

Les colorants: tartrazine: E102, érythrosine E127, jaune Orangé E110, tartrazine E102, carmoisine E122, Ponceau 4R E124, Erythrosine E127, rouge allura E129, bleu patenté v E131, carmine d'indigo E132, Bleu Brilliant: E133, dioxyde de titane E171 ; ils sont largement utilisés dans les bonbons, les boissons, halkouma, certains yaourts, flan et glaces.

Le règlement Européen exige que tout aliment présentant l'utilisation de ces additifs (tartrazine, jaune orangé s, Azorubine, ponceau 4R, jaune de quinoléine, Rouge Allura Red) est en obligation de citation de cette phrase : « peut causer des troubles de l'attention et du comportement chez les enfants » (**Gallen, 2013 ; Corinne, 2013 ; McCann, 2007**).

Une autre étude britannique de McCann à l'Université de Southampton a conclu que ces colorants artificiels et le conservateur le SIN211 benzoate de sodium (ou les deux en association colorant conservateur) dans l'alimentation entraînent une augmentation de l'hyperactivité chez les enfants de 3 ans et de 8/9 ans dans la population générale (**Mc Cann, 2007**).

L'exhausteur de gout: glutamate monosodique E621, trouvé dans les chips, les charcuteries (viande transformée), les bouillons, les nouilles instantanées (indoumi).

Les antioxydants : butylhydroxyanisole BHA E320, Butylhydroxytoluène BHT:E321 ils sont beaucoup utilisés dans les chips, les chewing-gum,

Les édulcorants : xilitol E967, acesulfame potassium E950, aspartame E951, ils sont largement utilisés dans les boissons sucrées, les produits light et les chewing-gum.

Les conservateurs : nitrite de sodium E250, trouvés dans les charcuteries (viande transformée), acide benzoïque E211 largement utilisés dans les boissons.

Jusqu'à présent, les informations détaillées sur les effets potentiels des cocktails font défaut, mais plusieurs études ont commencé à suggérer des interactions et des synergies entre les

additifs, par exemple, des mélanges de colorants avec du benzoate de sodium (E211) ont été associée à une hyperactivité accrue chez les enfants de 3 ans et de 8/9 ans (**Mc Cann et al., 2007**). Des effets neurotoxiques ont également été observé entre les combinaisons de bleu brillant (e133) avec l'acide L-glutamique (E620) et le jaune de quinoléine (E104) avec l'aspartame (E951) *in vitro* (**Lau et al., 2006**) et un mélange d'additifs colorants alimentaires ont augmenté le stress oxydatif chez le rat (**Başak et al., 2017**).

Les futures études prospectives et recherches expérimentales devraient étudier les effets des expositions chroniques à ces cocktails d'additifs alimentaires, tels qu'ils sont consommés dans la réalité. Malgré que la présence même d'un seul additif peut présenter un danger pour la santé, par exemple, le nitrite de sodium E250a été associés dans cohortes prospectives avec toutes causes de mortalité (**Etemadi et al., 2017**) et cancers du pancréas (**Song, 2015; Quist, 2018**). Glutamate monosodique E621, pourrait avoir des effets physiopathologiques et toxicologiques sur la santé humaine (**Chakraborty, 2019 ; Ataseven et al., 2016**) et était associée à une surcharge pondérale dans une cohorte prospective (**He et al., 2011**).

Les édulcorants non nutritifs tels que l'acésulfame K E950, le sucralose E955 et l'aspartame E951 ont encore des effets controversés sur la santé cardiométabolique humaine et l'adiposité (**Azad et al., 2017**) et ont été lié à la néoplasie hématopoïétique et à l'altération du microbiote intestinal dans des études expérimentales sur des rongeurs (**Bandyopadhyay et al. ; Abou-Donia, 2008**). Le caramel à l'ammoniaque (e150d), présent dans presque tous les colas, pourrait contenir du 4-méthylimidazole (4-MEI) défini comme potentiellement cancérigène pour l'homme par le Centre international de recherche sur le cancer, (**IARC, 2013 ; Smith et al., 2015**).

Durant notre enquête, on a remarqué qu'il n'y a pas de précision de la quantité maximale des additifs utilisés.. Ceci ne s'accorde pas avec la réglementation algérienne qui indique selon l'article du JORA n°30 page 16 du décret exécutif 214-12 (Annexe n°2) : « Outre les prescriptions prévues par la réglementation en vigueur relative à l'information du consommateur, les additifs alimentaires incorporés dans les denrées alimentaires et ceux destinés à la vente au consommateur doivent comporter de manière lisible et visible sur leur emballage les mentions d'étiquetage suivantes :

La quantité maximale de chaque additif alimentaire ou groupe d'additifs alimentaires exprimée soit par :

- Mesures de poids pour les additifs alimentaires solides ;
- Mesures de poids ou de volume pour les additifs alimentaires liquides

- Mesures de poids ou de volume pour les additifs alimentaires pâteux ou visqueux ;
- Selon le principe de bonne pratique de fabrication (BPF). »

Mais ce règlement n'est pas applicable en routine, car ceci pourrait conduire à divulguer la recette qu'utilise l'industriel pour la fabrication de son produit, les doses d'additifs alimentaires utilisés sont fournies donc aux autorités compétentes non aux consommateurs.

IV.4. conclusion de l'enquête

Cette enquête va permettre d'une part d'introduire des axes de recherche plus large d'identification des additifs alimentaires contenu dans les aliments à grande consommation, d'autre part d'enrichir les données relatives à l'utilisation des additifs alimentaires dangereux (potentiels perturbateurs endocriniens) et la nécessité de sensibiliser la population dans ce domaine.

La conclusion de notre enquête se résume dans la figure 13, qui représente la fréquence d'utilisation des additifs alimentaires dangereux (potentiels perturbateurs endocriniens) dans les produits alimentaires emballés commercialisés dans la ville de Ouargla.

Certains produits alimentaires sont à éviter parce qu'ils sont dangereux pour la santé (**figure 13**), il s'agit de :

Les charcuteries

Produits locaux : 100% des produits contiennent des AA dangereux qui sont : le conservateur nitrites E250, et l'exhausteur de goût E621, nous avons trouvé ces deux additifs ensembles dans toutes les marques disponibles sur le marché, ce qui constitue un réel danger pour le consommateur.

Produits d'importation : comme pour les produits locaux, nous avons trouvé les AA dangereux dans toutes les marques de charcuteries, nous avons remarqué la présence d'un seul AA dangereux, le conservateur nitrites E250, ou l'exhausteur de goût E621, mais pas les deux à la fois.

Les chips : toutes les marques (100%) d'importation contiennent des AA dangereux comme, l'exhausteur de goût E621 et butylhydroxyanisole BHA E320, et même les deux ensembles, par contre les locaux uniquement 20% qui contiennent ces AA.

Il y a aussi un risque de présence d'autres perturbateurs endocriniens comme l'acrylamide, les pesticides et les résidus migrants de l'emballage comme le bisphénol A.

Les boissons : les boissons constituent un danger pour la santé à cause de l'utilisation exagérée des AA dangereux dans ces produits, il s'agit de conservateur acide benzoïque E211 et différents colorants qui sont très nocifs.

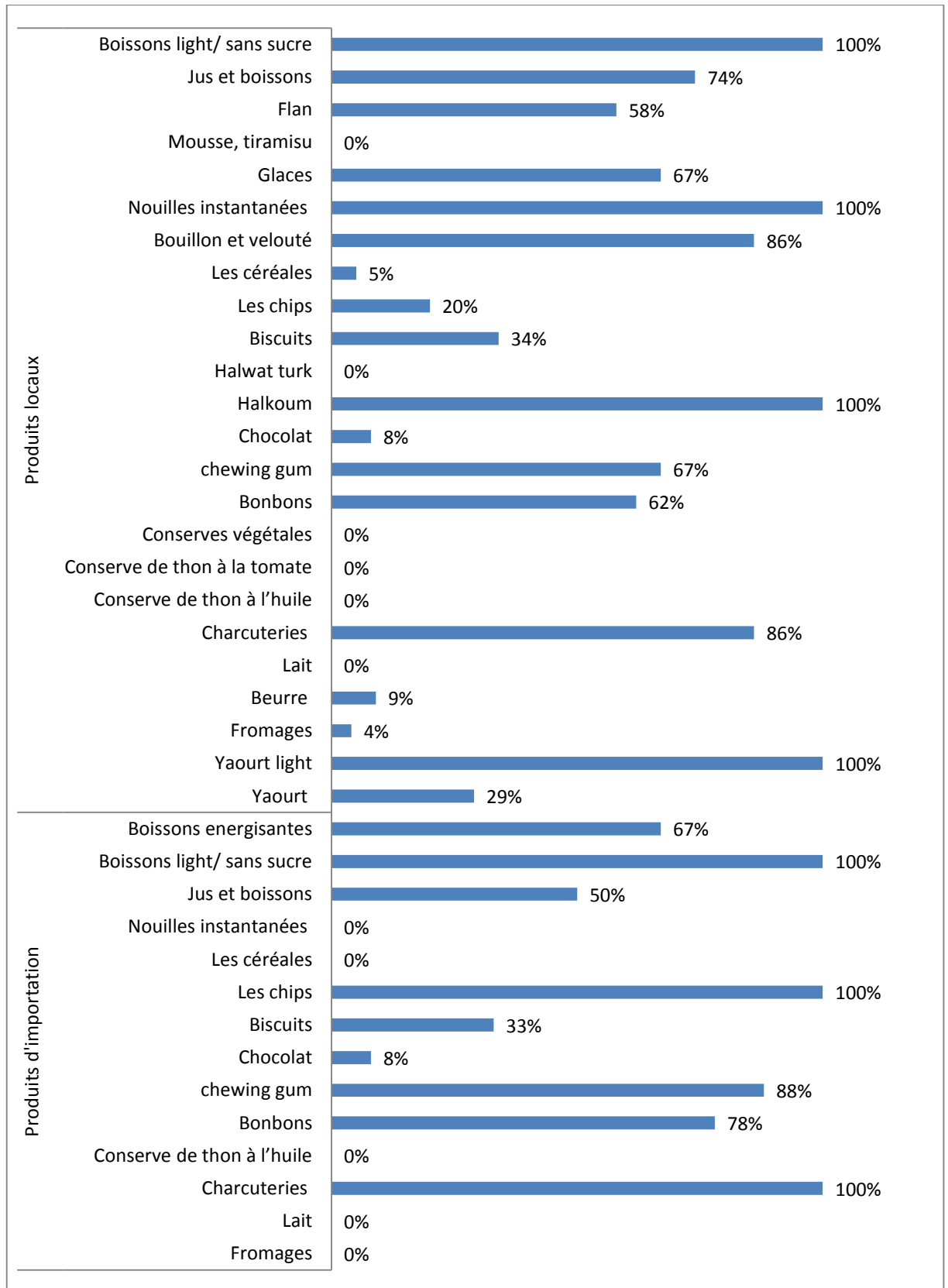


Figure 13: fréquence d'utilisation des AA dangereux contenus dans les produits alimentaires emballés disponibles sur le marché de la ville de Ouargla

Les confiseries (bonbons, chewing-gum, halkouma...): à cause de la présence différents colorants et de l'antioxydant E320.

Les desserts : flan et les glaces à cause de la présence des colorants.

Les nouilles instantanées : toutes les marques de nouilles contiennent l'exhausteur de goût E621. Elles sont à éviter.

Yaourt light : les édulcorants sont présents dans tous les produits light.

Les AA dangereux sont absents ou utilisés en petites quantité dans les céréales, chocolat, fromage, beurre, conserves de thon, conserves végétales, mais cela n'éliminera pas le risque de la présence d'autres perturbateurs endocrinien comme le bisphénol A, palatales, les pesticides...

Ces résultats ouvrent la voie à de futures études étiologiques fusionnant la composition données sur la consommation alimentaire pour étudier leur association avec le risque de maladies chronique, en particulier.

Conclusion générale

Conclusion générale

La chimie a apporté de très importants bénéfices à notre vie quotidienne notamment sur le plan du confort, la lutte contre les maladies, l'espérance de vie mais l'environnement a été largement mis en péril du fait que de nombreuses substances persistent dans la nature alors qu'elles ne sont plus actives sous leur forme ou dans leur destination initiale. Ce sont des reliquats polluants persistant à très longue période d'élimination totale et pouvant se concentrer dans les organismes au fil des ingestions tout au long de la chaîne alimentaire notamment les humains, un de ses derniers chaînons.

Les perturbateurs endocriniens actuellement sous le feu de l'actualité sont un des facteurs de la pollution remarquables par leur action retardée et pouvant être dramatique, de connaissance récente et actuellement incomplète. De nombreux autres produits chimiques de synthèse du quotidien ont une action délétère : allergènes, cancérigènes, métaboliquement actifs.

Les années à venir devraient permettre de mieux les connaître et de favoriser leur utilisation de façon raisonnée et sécurisée.

Une réelle prise de conscience est en cours s'inscrivant dans notre recherche de conservation de notre santé et de l'environnement.

Des mesures et des précautions sont nécessaires à prendre pour limiter les effets de ces perturbateurs endocriniens en particulier ceux qui se trouvent dans notre alimentation.

- Privilégier les aliments bios pour notamment limiter les pesticides et les conservateurs
- privilégier le « fait maison » en utilisant des produits frais ou des aliments surgelés non préparés comme des légumes nature ou des filets de poisson nature.
- D'après notre étude, il faut éviter les charcuteries, les Bonbons, les chewing-gum, les flans, les glaces, les nouilles instantanés, les bouillons et veloutés, à cause de l'utilisation excessive des additifs alimentaires dangereux dans ces produits.
- Eviter les plats préparés, les conserves et les autres produits ultra-transformés comme les chips, les boissons sucrés ou édulcoré, charcuteries, en plus d'être gras, sucrés ou salés, ces produits contiennent de nombreux additifs.
- privilégier les aliments sans additifs ou avec la liste la plus courte d'additifs ;
- Eviter de chauffer des aliments ou de mettre des aliments chauds dans des contenants en plastique.
- Favoriser les contenants et les bouteilles en verre au lieu du plastique

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Abou-Donia M. B., El-Masry E. M., Abdel-Rahman A. A., McLendon R. E. Schiffman S. S. (2008).** Splenda alters gut microflora and increases intestinal p-glycoprotein and cytochrome p-450 in male rats. *J. Toxicol. Environ. Health Part. A* 71, 1415–1429.42
2. **AFSSAPS (2011).** Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé
3. **Allam AA., El-Ghareeb AW., Abdul-Hamid M, Bakery AE., Gad M, Sabri M. (2010).** Effect of prenatal and perinatal acrylamide on the biochemical and morphological changes in liver of developing albino rat. *Arch toxicol* 2010;84:129 - 41, <http://dx.doi.org/10.1007/s00204-009-0475-2>.
4. **Alston CL., Davison JE., Meloni F., van der Westhuizen FH., He L., Hornig-Do H-T. (2012).** Recessive germline SDHA and SDHB mutations causing leukodystrophy and isolated mito-chondrial complex II deficiency. *Med Genet*; 49:569—77. J, <http://dx.doi.org/10.1136/jmedgenet-101146>.
5. **ANSES (2019).** Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation. Les perturbateurs endocriniens comprendre où en est la recherche, les Recherche santé et environnement au travail, Edition scientifique.
6. **ANSES (2017).** Etude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires 3 (INCA 3).
7. **Apfelbaum M., Romon M. (2009).** Diététique et nutrition. Elsevier Health Sciences.
8. **Ataseven N., Yüzbaşıoğlu, D., Keskin A. Ç., Ünal, F. (2016).** Genotoxicity of monosodium glutamate. *Food Chem. Toxicol.* 91, 8–18.
9. **Awad W., Ghareeb K., Böhm J., Zentek J. (2013).** The toxicological impacts of the Fusarium mycotoxin, deoxynivalenol, in poultry flocks with special reference to immuno toxicity. *Toxins*2013;5;912-25.
10. **Azad M. B. (2017).** Nonnutritive sweeteners and cardio metabolic health: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials and prospective cohort studies. *CMAJ.* 189, E929–E939.
11. **Bagel S., Décaudin B., Neuville S., Chopineau J., Odou P., Sautou V. (2011).** Les phtalates dans les dispositifs médicaux destinés à la nutrition artificielle. *Nutrition clinique et métabolisme*, 25(1), 15-23.42

12. **Bandyopadhyay A., Ghoshal S., Mukherjee A. (2008).** Genotoxicity Testing of Low-Calorie Sweeteners: Aspartame, Acesulfame-K, and Saccharin. *Drug. Chem. Toxicol.* 31, 447–457.
13. **Başak K. (2017).** Does maternal exposure to artificial food coloring additives increase oxidative stress in the skin of rats? *Hum. Exp. Toxicol.* 36, 1023–1030.
14. **Baudry J., Assmann KE., Touvier M., Alles B., Seconda L., Latino-Martel P., (2018).** Association of Frequency of Organic Food Consumption With Cancer Risk: Findings From the NutriNet-Sante Prospective Cohort Study. *JAMA Intern Med*;178(12): 1597-606.
15. **Benit P., Bortoli S., Huc L., Schiff M., Gimenez-Roqueplo A.P., Rak M. (2018).** A new threat identified in the use of SDHIs pesticides targeting the mitochondrial succinate dehydrogenase enzyme. *Ecology*, <http://dx.doi.org/10.1101/289058>. <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/289058v2>.
16. **Boutillier S., Fourmentin, S., &Laperche, B. (2020).** Food additives and the future of health: An analysis of the ongoingcontroversy on titaniumdioxide. *Futures*, 122, 102598.
17. **Bouvier G., Seta N., Vigouroux-Villard A., Blanchard O., Momas I. (2005).** Insecticide urinary metabolites in nonoccupationally exposed populations. *J Toxicol Environ Health BCrit Rev*;8:485—512, <http://dx.doi.org/10.1080/10937400591007284>.
18. **Camard J.F., Colombier C., &Grémy I. (2019).** Perturbateurs endocriniens. *Focus santé en île de France*. P2.
19. **Chakraborty S. P. (2019).** Patho-physiological and toxicological aspects of monosodium glutamate. *Toxicol. Mech. Methods* 29, 389–396.
20. **Chaussinand L., (2015).** Les perturbateurs endocriniens. Thèse en vue d’obtention d’un DESS de cosmétologie UQAC Université de Québec à Chicoutimi.
21. **Chazelas E., Deschasaux, M., Srour, B., Kesse-Guyot, E., Julia, C., Alles, B., ... & Touvier, M. (2020).** Food additives: Distribution and co-occurrencein 126,000 food products of the French market. *Scientific reports*, 10(1), 1-15. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60948-w>.
22. **Chou, K. (2019).** *Endocrine System and Endocrine Disruptors*. Elsevier p2. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801238-3.11343-1>.
23. **orinne G. (2013).** *Additifs Alimentaires, le Guide Indispensable pour ne plus vous Empoisonner*. Ed. Chariot d'Or: Paris, France; 2013.

24. **Coumoul X. (2015).** Toxicologie et alimentation : nouveaux concepts. Cahiers de Nutrition et de Diététique, 50(6), 6S36-6S41.)
25. **Demeneix B., Slama R. (2019).** Endocrine Disruptors: from Scientific Evidence to Human Health Protection. [www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/608866/IPOL_STU\(2019\)608866_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/608866/IPOL_STU(2019)608866_EN.pdf).
26. **Dessì A., Ottonello G., Fanos V. (2012).** Physiopathology of intrauterine growth retardation: from classic data to meta-bolomics. *J Matern Fetal Neonatal Med*;25:13—8, [http://dx. doi.org/10.3109/14767058.2012.714639](http://dx.doi.org/10.3109/14767058.2012.714639).
27. **Duarte-Salles T., vonStedingk H., Granum B., Gützkow K.B., Rydberg P., Törnqvist M. (2012).** Dietary acrylamide intake during pregnancy and fetal growth—results from the Norwegian mother and child cohort study (MoBa). *Environ Health Perspect*;121:374—9, [idhttp://dx.doi.org/10.1289/ehp.1205396](http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1205396).
28. **EFSA (2016).** The European Union report on pesticide residues in food. *EFSA Journal*;16(7):5348.
29. **El-Sayyad H.I., Abou-Egla M.H., El-Sayyad F.I., El-Ghawet H.A., Gaur R.L., Fernando A. (2011).** Effects of fried potato chips supplementation on mouse pregnancy and fetal development. *Nutr Burbank Los Angel Cty Calif* ;27:343 – 50. [http://dx.doi.org/10.1016/ j.nut.2010.11.005](http://dx.doi.org/10.1016/j.nut.2010.11.005).
30. **Etemadi A. et al. (2017).** Mortality from different causes associated with meat, heme iron, nitrates, and nitrites in the NIH-AARP Diet and Health Study: population based cohort study. *BMJ* **357**, j1957
31. **Fenichel P. (2015).** Perturbateurs endocriniens—Reproduction et cancers hormono-dépendants. *La Presse Médicale*, 45(1), 63-72.[http://dx.doi.org/10.1016/ j.lpm. 2015. 10. 017](http://dx.doi.org/10.1016/j.lpm.2015.10.017).
32. **Gallen C., Pla J. (2013).** Allergie et intolérance aux additifs alimentaires. *Revue Française d'Allergologie.*;53(Supplement 1):9-18
33. **Gill AJ. (2018).** Succinate déshydrogénase (SDH)-déficient néoplasia. *Histopathology*; 72:106 — 16, <http://dx.doi.org/10.1111/his.13277>.
34. **Girard L., Reix, N., & Mathelin, C. (2020).** Impact des pesticides perturbateurs endocriniens sur le cancer du sein, 48(2), 187-195.
35. **Gordon CJ., Padnos BK. (2000).** Prolonged elevation in blood pressure in the unrestrained rat exposed to chlorpyrifos. *Toxicology*;146:1—13. hormones. Vol. 2. [http://dx.doi.org/10.1016/ j.actpha.2020.01.010](http://dx.doi.org/10.1016/j.actpha.2020.01.010)

36. **He K. (2011).** Consumption of monosodium glutamate in relation to incidence of overweight in Chinese adults: China Health and Nutrition Survey (CHNS). *Am. J. Clin. Nutr.* 93, 1328–1336
37. **Huc L., Bortoli, S., & Coumoul, X. (2019).** Xenobiotics and their impact on metabolic diseases. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 54(5), 286-293.
38. **INC (2018).** Institut national du cancer. Parabènes. www.cancer-environnement.fr/420-Parabenes.ce.aspx.
39. **International Agency for Research on Cancer. (2013).** 4-Methylimidazole. In *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. vol. 101: Some Chemicals Present in Industrial and Consumer Products, Food and Drinking-water*, pp. 447–459.
40. **Kim S., Lee J., Park J., Kim H.J., Cho G., Kim G.H., Eun S.H., Lee J.J., Choi G., Suh E., Choi S., Kim Y.D., Kim S.K., Kim S.Y., Eom S., Moon H.B., Choi K. (2015).** Concentrations of phthalate metabolites in breast milk in Korea: estimating exposure to phthalates and potential risks among breast-fed infants, *Sci. Total Environ.* 508 13–19.
41. **Lau K., McLean, W. G., Williams, D. P. & Howard, C. V. (2006).** Synergistic interactions between commonly used food additives in a developmental neurotoxicity test. *Toxicol. Sci.* 90, 178–187
42. **Levitas A., Muhammad E., Harel G., Saada A., Caspi VC., Manor E. (2010).** Familial neonatal isolated cardiomyopathy caused by a mutation in the flavoprotein subunit of succinate dehydrogenase. *Eur J Hum Genet* ; 18:1160—5.
43. **Manus J. M. (2020).** Brèves: Additif alimentaire supprimé. *Revue Francophone des Laboratoires*, 2020(519), 6.
44. **Marin S., Ramos AJ., Cano-Sancho G., SanchisV. (2013).** Mycotoxins: occurrence, toxicology, and exposure as sessment. *FoodChemToxicol*2013;60:218-37.
45. **Mc Cann D. (2007).** Food additives and hyperactive behaviour in 3-year-old and 8/9-year-old children in the community: arandomised, double-blinded, placebo-controlled trial. *Lancet* 370, 1560–1567.
46. **McCann D., Barrett A., Cooper A., Crumpler D., Dalen L., Grimshaw K. (2007).** Food additives and hyperactive behaviour in 3-year-old and 8/9-year-old children in the community: a randomised, double-blinded, placebo-controlled trial. *The ancet.*; 370(9598): 1560-7.

47. **Médicaments et parabène.** www.ansm.sante.fr/var/ansm_site/storage/original/application/bbe128dd6e809ec3223878e126184f71.pdf.
48. **Medina-Reyes E. I., Rodríguez-Ibarra C., Déciga-Alcaraz A., Díaz-Urbina D., Chirino Y. I., Pedraza-Chaverri J. (2020).** Food additives containing nanoparticles induce gastrotoxicity, hepatotoxicity and alterations in animal behavior: the unknown role of oxidative stress. *Food and Chemical Toxicology*.
49. **Meggs WJ., Brewer KL. (2007).** Weight gain associated with chronic exposure to chlorpyrifos in rats. *J Med Toxicol*; 3:89—93.
50. **Mendonca R. D. (2016).** Ultraprocessed food consumption and risk of overweight and obesity: the University of Navarra Follow-Up (SUN) cohort study. *Am. J. Clin. Nutr.* 104, 1433–1440.
51. **Michalowicz J. (2014).** Bisphenol A-sources, toxicity and biotransformation. *Environ Toxicol Pharmacol* 2014; 37:738-58.
52. **Monteiro C. A., Cannon G., Lawrence M., Costa Louzada M. L., Pereira Machado P. (2019).** Ultra-processed foods, diet quality, and health using the NOVA classification system. Rome, FAO.
53. **Moon MK., Kim MJ., Jung IK., Koo YD., Ann HY., Lee KJ. (2012).** Bisphenol A impairs mitochondrial function in the liver at doses below the no observed adverse effect level. *J Korean Med Sci*; 27 :644-52.
54. **Mottram DS., Wedzicha BL., Dodson AT. (2002).** Acrylamide is formed in the Maillard reaction. *Nature*; 419:448–9.
55. **Narbonne J.F. (2017).** Contamination des aliments et surveillance des expositions. EMC - Endocrinologie-Nutrition. Elsevier Masson SAS Doi :10.1016/S1155-1941(17) 4461-8.
56. **Narbonne J. F. (2018).** Nutrition Clinique Pratique. Environnement, alimentation et santé : le point des connaissances. Elsevier Masson (pp. 47-53).
57. **Norman A.W., Litwack G., Pandey, R. M., Upadhyay S. K. (2012).** Hormones Chapter 1 - General considerations of Food Additive Division of Genetics. Plant breeding & Agro technology, National Botanical Research Institute, Lucknow, India. Doi, 10, 34455.
58. **Petit JM., Guilleux A. (2010).** L'applicateur de produits phytosanitaires. Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles, Edition INRS ED 867. <http://dx.doi.org/10.1038/ejhg.2010.83>.

59. **Planchon P. (2014).** Les perturbateurs endocriniens dans les produits de santé.
60. **Quist A. J. L. (2018).** Ingested nitrate and nitrite, disinfection by-products, and pancreatic cancer risk in postmenopausal women. *Int. J. Cancer* 142, 251–261.
61. **Hauser R., Sokol R. (2008).** Science linking environmental contaminant exposures with fertility and reproductive health impacts in the adult male, *Fertil. Steril.* 89 59–65.
62. **Raiola A., Tenore G., Manyes L., Meca G., Ritieni A. (2015).** Risk analysis of main mycotoxins occurring in food for children: An overview. *Food Chem Toxicol.* 84:169-80. doi: 10.1016/j.fct.2015.08.023.
63. **Rauh V.A., Perera FP., Horton MK., Whyatt RM., Bansa L., Hao X. (2012).** Brain anomalies in children exposed pre-natally to a common organophosphate pesticide. *Proc Natl Acad Sci U.S.A.*;109:7871—6, <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1203396109>.
64. **Règlement (CE) n° 1333/2008** du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 sur les additifs alimentaires (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE) OJ L 354, 31.12.2008, p. 16–33.
65. **Saltmarsh M. (2020).** Food Additives and Why They Are Used , in *Saltmarsh's Essential Guide to Food Additives* ,chapter1, pp. 1-9 DOI: 10.1039/9781839161063-00001eISBN: 978-1-83916-106-3
66. **Savary C. (2020).** Perturbateurs endocriniens, mieux comprendre pour bien conseiller en officine. *Actualités Pharmaceutiques*, 59(594), 33-37. <http://dx.doi.org/10.1016/j.actpha.01.010>
67. **Sayed M., Rawi. (2012).** Hazardous effects of acrylamide on immature male and female rats. *AfrJ Pharm Pharmacol*;6:1367—86,<http://dx.doi.org/10.5897/AJPP12.148>.
68. **Shankar A., Teppala S., Sabanayagam C., (2012).** Bisphenol A and peripheral arterial disease: results from the NHANES. *Environ Health Perspect* 2012;120:1297-300.
69. **Skakkebaek N.E., Holm M., Hoei-Hansen C., Jørgensen N., Rajpert-De Meyts E. (2003).** Association between testicular dysgenesis syndrome (TDS) and testicular neoplasia:evidence from 20 adult patients with signs of maldevelopment of the testis, *ActaPathol. Microbiol. Immunol. Scand.* 111, 1–9.
70. **Skinner M.K. (2016),** Endocrine disruptors in 2015: Epigenetic Trans generational inheritance, *Nat. Rev. Endocrinol.* 12, 68–70.

71. **Slotkin TA., Brown KK., Seidler FJ. (2005).** Developmental exposure of rats to chlorpyrifos elicits sex-selective hyperlipidemia and hyperinsulinemia in adulthood. *Environ Health Perspect*;113:1291—4, <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.8133>.
72. **Smith T. J. S. (2015).** Caramel Color in Soft Drinks and Exposure to 4-Methylimidazole : A Quantitative Risk Assessment. *PLoS One* 10.
73. **Zhong Y., Wu L., Chen X., Huang Z., & Hu W. (2018).** Effects of food-additive-information on consumers' willingness to accept food with additives. *International journal of environmental research and public health*, 15(11), 2394.
74. **Song P., Wu L., Guan W. (2015).** Dietary Nitrates, Nitrites, and Nitrosamines Intake and the Risk of Gastric Cancer: A Meta-Analysis. *Nutrients* 7, 9872–9895.
75. **Steinbach T. J., Patrick D. J., Cosenza M. E. (2019).** *Toxicologic Pathology for Non-Pathologists*. Springer Nature.
76. **Styne D. M. (2016).** *Pediatric endocrinology: A clinical handbook*. P2. Springer.
77. **SyndiGate Media Inc, (2014).** L'Algérie se dote d'une loi sur les additifs alimentaires. AllAfrica.com, French ed.; Washington. AllAfrica. Com Retrieved from <https://www-proquest-com.sndl1.arn.dz/newspapers/lalgerie-se-dote-dune-loi-sur-les-additifs/doc-view/1543518524/se-2?accountid=202267>
78. **Teppala S., Madhavan S., Shankar A. (2012).** Bisphenol A and Metabolic Syndrome: Results from NHANES. *Int J Endocrinol*:598180. doi: 10.1155/2012/598180.
79. **Vesper HW., Slimani N., Hallmans G., Tjønneland A., Agudo A., Benetou V. (2008).** Cross-sectional study on acrylamide hemoglobin adducts in subpopulations from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) Study. *J Agric Food Chem* 2008;56:6046-53. PMID: 18624432.
80. **VIGAN M. (2017).** Les perturbateurs endocriniens et leur implication en cosmétologie. *Thérapeutiques en Dermato -Vénérologie – n° 266. Cahier 2*. P1.
81. **Von Reeberg H., Hannman T., Subotic U., Brade J., Scaible T., Waag KL., (2009).** Use of di (2-ethylhexyl) phthalate containing infusion systems in creases the risk for cholestasis. *Pediatrics* ; 124:710–6.
82. **WWF (2011).** Perturbateurs endocriniens et biodiversité, la diversité biologique face au risque chimique : nécessité d'un changement de paradigme. www.legifrance.gouv.fr/eli/arrrete/2019/4/17/ECOC1911549A/jo/texte.

Perturbateurs endocriniens d'origine alimentaire

Résumé

La toxicologie alimentaire a pris son essor avec l'avènement de l'industrie agro-alimentaire qui utilise, de nombreuses substances chimiques susceptibles de contaminer les aliments, certaines de ces substances sont des perturbateurs endocriniens

Les perturbateurs endocriniens sont des substances qui engendrent des effets délétères sur le système endocrinien, en provoquant des effets néfastes immédiats comme des allergies, des diarrhées ou à long terme comme le cancer, troubles de reproduction, troubles de comportement...

L'objectif de ce travail était de donner un aperçu sur les risques et les effets néfastes des perturbateurs endocriniens susceptible de contaminer notre alimentation soit indirectement au cours de processus de fabrication, de transformation et de conditionnement, ou bien ajoutés intentionnellement aux d'énrées alimentaires comme les additifs alimentaires.

Une enquête a été effectuée sur les additifs alimentaires dangereux (potentiels perturbateurs endocriniens) contenus dans les produits alimentaires conditionnés commercialisés dans la ville de Ouargla sur une période d'un mois en vue d'obtenir la fréquence d'utilisation des additifs alimentaires dangereux dans les produits à grande consommation comme les boissons, les confiseries, les charcuteries, etc.

Mots clés : perturbateurs endocriniens, additifs alimentaires dangereux, enquête, effets néfastes.

Food endocrine disruptors

Abstract

Food toxicology took off with the advent of the food industry, which uses many chemicals that can contaminate food; some of these substances are endocrine disruptors.

Endocrine disruptors are substances that cause deleterious effects on the endocrine system. by causing immediate harmful effects such as allergies, diarrhea or long term such as cancer, reproductive disorders, behavioral disorders ...

The objective of this work was to provide an overview of the risks and harmful effects of endocrine disruptors likely to contaminate our food either indirectly during the manufacturing, processing and packaging processes, or else intentionally added to food. Like food additives.

A survey was carried out on dangerous food additives (potential endocrine disruptors) contained in packaged food products marketed in the city of Ouargla over a period of one month in order to obtain the frequency of use of dangerous food additives in consumer products such as drinks, confectionery, cold meats, and so on.

Key words: endocrine disruptors, dangerous food additives, a survey, harmful effects.

المواد المسببة لاضطرابات الغدد الصماء التي تنقلها الأغذية

المخلص

نطلق علم السموم الغذائية مع ظهور صناعة الأغذية التي تستخدم العديد من المواد الكيميائية التي يمكن أن تلوث الطعام، وبعض هذه المواد تؤدي إلى اختلال الغدد الصماء.

المواد المسببة لاضطرابات الغدد الصماء هي مواد تسبب تأثيرات ضارة على نظام الغدد الصماء. عن طريق التسبب في آثار ضارة فورية مثل الحساسية أو الإسهال أو طويلة المدى مثل السرطان والاضطرابات الإنجابية والاضطرابات السلوكية. كان الهدف من هذا العمل هو تقديم لمحة عامة عن المخاطر والآثار الضارة لمسببات اضطرابات الغدد الصماء التي من المحتمل أن تلوث طعامنا إما بشكل غير مباشر أثناء عمليات التصنيع والمعالجة والتعبئة، أو إضافتها عن قصد إلى الطعام، مثل المضافات الغذائية

تم إجراء مسح على المضافات الغذائية الخطرة (العوامل المسببة لاضطرابات الغدد الصماء) الموجودة في المنتجات الغذائية المعبأة التي يتم تسويقها في مدينة ورقلة على مدى شهر واحد من أجل الحصول على تكرار استخدام المضافات الغذائية الخطرة في المنتجات الاستهلاكية مثل المشروبات، الحلويات واللحوم الباردة

الكلمات المفتاحية: عوامل اختلال الغدد الصماء، المضافات الغذائية الخطرة، التحقيق، الآثار الضارة