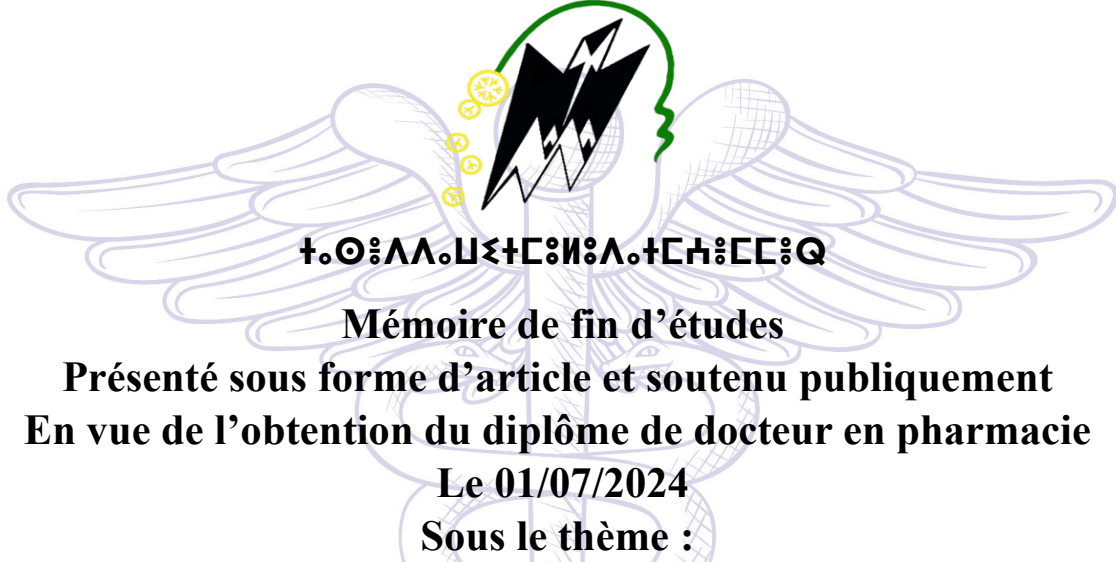


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPULIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté de Médecine
Département de Pharmacie
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي جامعة مولود معمري
كلية الطب بتيزي وزو



**TENEUR RESIDUELLE DES NITRITES ET NITRATES
DANS LES PRODUITS D'ORIGINE ANIMALE**

Réalisé par :

SAIGH Katia
KHOUAS Mélissa
LABDAOUI Mehdi
AMNACHE Hayet

Encadré par :

Dr. IBOUKHOULEF Sabrina

Membres du jury :

Dr. H. BEN SI SAID	MAHU	Faculté de Médecine UMMTO	Président de jury
Dr. O. BELAZOUGUI	MAHU	Faculté de Médecine UMMTO	Examinatrice
Dr. M. AIT AMEZIANE	MAHU	Faculté de Médecine UMMTO	Examinatrice

TENEUR RESIDUELLE DES NITRITES ET NITRATES DANS LES PRODUITS D'ORIGINE ANIMALE COMMERCIALISES

Dr. S. IBOUKHOULEF & K. SAIGH, M. KHOUAS, M. LABDAOUI, H. AMNACHE.

*Maitre assistante en hydro bromatologie, département de pharmacie, faculté de médecine de Tizi-Ouzou UMMTO.
Laboratoire d'hydro bromatologie département de pharmacie, faculté de médecine de Tizi-Ouzou UMMTO.*

RESUME

L'ajout des nitrites et des nitrates en tant qu'additifs alimentaires dans la production de denrées animales, telles que les viandes transformées, s'avère être une pratique courante et indispensable pour les industriels, compte tenu de leur avantageuse polyvalence technologique. Cependant, cette utilisation n'en demeure pas moins préoccupante quant à leur impact sur la santé des fervents adeptes. Notre travail s'est concentré sur l'évaluation des concentrations en nitrites et en nitrates des produits carnés vendus au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou. Pour ce faire, nous avons analysé 30 échantillons en effectuant deux déterminations distinctes par spectrophotométrie UV-visible. Après leur déprotéination, les nitrites ont été mesurés à l'aide de la méthode colorimétrique de référence au N-naphtyléthylènediamine tandis que les nitrates ont été dosés par méthode au salicylate de sodium. Afin d'identifier et de regrouper les différents additifs en fonction de leur rôle et de leur fréquence d'utilisation, une étude descriptive a également été entreprise. Les échantillons testés ont révélé une conformité totale en ce qui concerne la teneur en nitrites, tandis que 70 % d'entre eux dépassaient les niveaux autorisés pour les nitrates. De plus, l'analyse descriptive a révélé la mention d'un nombre considérable d'additifs supplémentaires. Cet article met en lumière les irrégularités constatées ainsi que les risques éventuels liés à la consommation de ce type de produit, tout en offrant de potentielles alternatives afin de préserver la santé des consommateurs.

Mots clés : nitrites, nitrates, produits à base de viande, additifs alimentaires, dosage.

ABSTRACT

The addition of nitrites and nitrates as food additives in the manufacturing of animal products, such as processed meats, is a common and essential practice for industry due to their advantageous technological versatility. However, this use remains concerning regarding its impact on consumers health. Our study focused on evaluating the concentrations of nitrites and nitrates in meat products sold in the wilaya of Tizi-Ouzou. We analysed 30 samples using two distinct determinations via UV-visible spectrophotometry for each sample. After deproteinization, nitrites were measured using the reference colorimetric method with N-naphtylethylenediamine, while nitrates were quantified using the sodium salicylate method. Additionally, a descriptive study was conducted to identify and categorize different additives based on their role and frequency of use. The results revealed that 100 % of the analysed products contained nitrite concentrations below the authorized standard, whereas 70 % exceeded the regulatory limit for nitrates. Furthermore, the descriptive analysis identified a significant number of additional additives. This article highlights observed irregularities and potential risks associated with consuming such products, while also suggesting potential alternatives to preserve consumers health.

Keywords: nitrites, nitrates, meat products, food additives, assay.

INTRODUCTION

Les changements mondiaux perçus dans les habitudes alimentaires émergent comme une préoccupation majeure du 21^{ème} siècle¹. Cette problématique se pose du fait de l'accroissement de la population mondiale dont les tendances convergent vers une alimentation de moins en moins saine². Face au développement de l'industrie agroalimentaire, l'Afrique du Nord n'échappe pas à ces mutations³. Autrefois ancrée dans le régime méditerranéen traditionnel, caractérisé par une abondance de fruits, de légumes, de céréales, de légumineuses et une consommation modérée de viandes⁴, cette dernière est aujourd'hui témoin de changements considérables en termes de comportement alimentaires. Un intérêt croissant se manifeste pour les produits transformés et ultra-transformés⁵, particulièrement ceux à base de viande. Prisés pour leur saveur et leur praticité, ils connaissent une expansion fulgurante sur le marché algérien du fait de leur disponibilité accrue dans les réseaux de distribution et de leur coût abordable comparé à celui des viandes fraîches. Néanmoins, cette transition suscite des préoccupations croissantes en matière de santé publique en raison de leur composition très souvent riche en additifs soulevant ainsi des inquiétudes quant à leur impact à long terme sur la santé.

L'emploi d'additifs alimentaires, en particulier les sels de nitrites et de nitrates, également connus sous le nom d'additifs nitrés, est une pratique industrielle courante particulièrement dans la production de produits carnés. L'utilisation de ces additifs vise principalement à prolonger la conservation des produits tout en assurant leur sécurité microbiologique⁶. En parallèle, ces substances sont également exploitées à

des fins esthétiques dans le but de développer une couleur caractéristique⁷ qui rendra les produits à base de viande visuellement attrayants et appétissants, un attribut largement plébiscité et recherché par les consommateurs.

Bien que répandue, cette pratique n'est pas dénuée de risques. En 2022, l'Anses a établi une corrélation entre l'exposition aux nitrites présents dans les viandes transformées et le risque accru de cancer colorectal⁸, rejoignant ainsi les conclusions du CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer), qui en 2015 avait classé la charcuterie comme cancérigène certain pour l'homme (Groupe 1)⁹. De plus, une consommation immodérée de ce genre de produit peut également exposer au surrisque de développer des maladies cardiovasculaires, de diabète de type 2 ou encore d'obésité¹⁰.

Afin d'assurer leur innocuité et de préserver la santé des consommateurs, l'utilisation de ces additifs a été réglementé par le Décret exécutif n° 12-214 daté du 15 mai 2012¹¹, qui définit les conditions et les modalités d'utilisation des additifs alimentaires dans les denrées, notamment dans la production de produits à base de viande, tout en précisant les doses maximales autorisées.

Notre étude vise à évaluer les concentrations de nitrites et de nitrates dans une gamme variée d'échantillons de produits d'origine animale disponibles sur le marché Algérien, et de vérifier leur conformité par rapport aux normes réglementaires nationales en vigueur. Elle inclut également une étude descriptive dans le but d'examiner et d'identifier les autres additifs alimentaires éventuellement utilisés et leurs rôles technologiques.

I. Matériel et méthode :

Dans le cadre de notre travail, nous avons analysé les concentrations de nitrites et de nitrates dans une variété de produits d'origine animale destinés à la consommation, comprenant divers types de produits notamment du cachir, du pâté, du salami, du jambon, des conserves, des produits surgelés, ainsi que d'autres types de denrées carnées fréquemment achetées.

La section suivante décrit en détail le processus d'échantillonnage, les verreries et consommables utilisés, ainsi que les équipements et réactifs employés. Elle inclut également les méthodes de préparation des échantillons et les procédures analytiques appliquées.

1. Echantillonnage des produits d'origine animale :

1.1. Collecte des échantillons :

Pour cette étude, nous avons collecté 30 échantillons auprès de différents magasins d'alimentation générale type épicerie et supermarchés se situant dans la région de Tizi-Ouzou sur une période de 3 mois, allant du 24 février au 14 mai 2024.

Ces échantillons comprenaient une multitude de produits carnés dont 29 sont locaux et 1 importé de Chine, répartis de la manière suivante :

- ✚ 9 pâtés ;
- ✚ 6 cachirs ;
- ✚ 4 produits surgelés à base de viande ;
- ✚ 2 produits surgelés à base de poissons ;
- ✚ 2 corned beef ;
- ✚ 1 jambon de poulet ;
- ✚ 1 luncheon ;
- ✚ 1 mortadelle ;
- ✚ 1 poulet fumé ;
- ✚ 1 salami ;
- ✚ 1 saucisse ;

- ✚ 1 saucisson.

Le Tableau 1 ci-dessous présente une synthèse des échantillons collectés, en spécifiant leur type, leur marque et le numéro qui leur a été attribué.

Tableau 1 : Récapitulatif des 30 échantillons de produits à base de viande, en indiquant leur type, leur marque et le numéro qui leur a été attribué.

Numéro attribué	Types de produit	Marques
01	Pâté	Bellat
02	Pâté	Ammour
03	Pâté	Mitidja
04	Pâté	From
05	Pâté	Wafi Délice
06	Pâté	Mourad
07	Pâté de volaille	Chicken Pie
08	Pâté de foie de Poulet	Mitidja
09	Pâté Salami	Mitidja
10	Cachir	Bellat
11	Cachir	Ammour
12	Cachir	Mitidja
13	Cachir	From
14	Cachir	Mourad
15	Cachir Bœuf	From
16	Corned Beef	Intaj
17	Corned Beef	Royal Beef
18	Poulet Fumé	Bellat
19	Salami	Monta
20	Jambon de Poulet	Monta
21	Mortadelle	Bentoumia
22	Luncheon Mergez	From
23	Saucisse	Bellat
24	Saucisson	Délice du chef

25	Burger Bœuf	Mag Délice
26	Burger Poulet	Mag Délice
27	Cordon Bleu	Mag Délice
28	Kebab de Bœuf	Mag Délice
29	Bâtonnets de Daurade	Las Tapas
30	Pinces de Crabe	Dalian Youlian seafood Co

La collecte a été effectuée en veillant à acheter les produits le jour même de leur manipulation, tout en respectant les conditions de transport et de stockage énoncées dans le Journal Officiel de la République Algérienne n° 27, daté du 26 avril 2006¹², relatif aux méthodes d'échantillonnage et de préparation des échantillons pour l'essai de la viande et des produits de la viande. Une fois achetés les produits ont été entreposés dans un sac isotherme avant d'être expédiés au laboratoire d'hydrobromatologie de la Faculté de Médecine Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou dans les délais les plus brefs.

1.2. Collecte des données :

Dès notre arrivée au laboratoire, nous avons d'abord inspecter l'étiquette de chaque échantillon à la recherche des additifs alimentaires entrant dans leur composition. L'accent principal a été mis sur la détection des additifs nitrés codifiés : SIN 249 et SIN 250 pour les sels de nitrites et SIN 251 et SIN 252 pour les sels de nitrates. Par la suite, la totalité des autres additifs éventuellement mentionnés sur les étiquettes ont également été notés.

Toutes ces informations ont été soigneusement consignées sur une fiche technique produit dédiée à chaque

échantillon, incluant des informations telles que le nom, la marque, la nature du produit, le numéro de lot, la date d'achat, ainsi que la liste de tous les additifs mentionnés classés par catégories fonctionnelles. Afin d'obtenir des informations supplémentaires sur l'utilisation des additifs nitrés, nous avons prélevé les coordonnées (numéros et adresses e-mail) des services clients des marques afin de leur soumettre le questionnaire que nous avons élaboré.

2. Matériel :

2.1. Équipement de laboratoire employé :

Le Tableau 2 ci-dessous présente la verrerie et les consommables utilisés dans le cadre de cette étude. Le Tableau 3 répertorie les appareils employés pour le dosage des nitrites et des nitrates dans les échantillons collectés.

Tableau 2 : Présentation de la verrerie et consommable utilisés.

Verrerie	Consommable
Capsule en porcelaine de 60ml	Baguette magnétique
Entonnoir en verre	Barreaux magnétiques
Eprouvette jaugée en verre	Compte-Goutte
Fiole conique de 300ml	Couteau
Fiole jaugée de 100ml, 200ml, 250ml, 1000ml	Gants propres
Flacons en verres hermétiques	Lunette de protection
Flacons en verre, opaques de différents volumes	Masque FFP2
Pipettes jaugées en verre de 2ml, 5ml, 10ml, 20ml, 25ml	Papier Aluminium
	Papier essuie tout

	Papier-filtre à plis
	Pince de laboratoire en bois
	Pissettes d'eau distillée
	Poires
	Spatules en inox

Tableau 3 : Liste des appareils utilisés avec leurs modèles et descriptions fonctionnelles.

Model de l'appareil	Fonction
Agitateur magnétique/ Plaque chauffante Nahita 690-1	Agitation magnétique et chauffage
Agitateur magnétique/Plaque chauffante Stuart SB 162	Agitation magnétique et chauffage
Bain de sable Harry Gestigkeit	Chauffage pour l'extraction des nitrates
Balance de précision Kern PLT 2000-3DM	Pesée précise
Distillateur GFL 2004	Fournir de l'eau distillée
Hachoirs Sonashi	Homogénéisation des échantillons
Réfrigérateur Samsung	Conservation des réactifs et des solutions
Spectrophotomètre UV-1900i Shimadzu	Mesure des densités optiques à des longueurs d'ondes du spectre UV-Visible
Thermomètre à mercure du laboratoire Khat	Mesurer la température

2.2. Réactifs utilisés :

Les réactifs employés pour réaliser le dosage des nitrites et des nitrates sont les suivants :

- ✚ Acide acétique ;
- ✚ Acétate de zinc dihydraté ;
- ✚ Acide chlorhydrique concentré ;
- ✚ Acide sulfurique concentré ;
- ✚ Chlorure de N-naphtyl-l-éthylène-diamine ;
- ✚ Hexacyanoferrate de potassium trihydraté ;
- ✚ Hydroxyde de sodium ;
- ✚ Nitrite de sodium ;
- ✚ Nitrate de sodium anhydre ;
- ✚ Salicylate de sodium ;
- ✚ Sulfanilamide ;
- ✚ Tartrate double de sodium et de potassium ;
- ✚ Tétraborate disodique décahydraté.

3. Méthode de dosage des nitrites et des nitrates dans les produits d'origine animale :

3.1. Préparation des réactifs :

3.1.1. Préparation des solutions utilisées pour la précipitation des protéines :

Réactif I : Faire dissoudre dans une fiole de 1000 ml, 106 g d'hexacyanoferrate de potassium trihydraté ($K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$) dans de l'eau distillée, puis compléter jusqu'au trait de jauge.

Réactif II : Faire dissoudre dans une fiole de 1000ml, 220 g d'acétate de zinc dihydraté ($(CH_3COO)_2Zn \cdot 2H_2O$) et 30 ml d'acide acétique cristallisable (CH_3COOH) dans de l'eau distillée, puis ajuster le volume jusqu'au trait de jauge.

Solution saturée de borax : Faire dissoudre 50 g de tétraborate de sodium décahydraté ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) dans 1000 ml d'eau distillée tiède. Puis laisser refroidir à température ambiante.

3.1.2. Préparation des solutions utilisées pour le dosage des nitrites :

3.1.2.1. Préparation des solutions étalons mère et fille de nitrite de sodium :

Préparation de la solution mère étalon de nitrite de sodium : Dans une fiole jaugée de 100 ml, faire dissoudre 1,000 g de nitrite de sodium (NaNO_2) dans de l'eau distillée puis compléter le volume jusqu'au trait de jauge.

Préparation de la solution fille étalon de nitrite de sodium : Transférer 5 ml de la solution mère étalon à l'aide d'une pipette dans une fiole jaugée de 1000 ml, puis compléter jusqu'au trait de jauge avec l'eau distillée.

Les solutions étalons de nitrite de sodium doivent être préparées le jour même de leur manipulation, leur durée de conservation étant de 24H.

3.1.2.2. Préparation des solutions utilisées pour le développement de la coloration :

Solution I : Faire dissoudre 2 g de sulfanilamide ($\text{NH}_2\text{-C}_6\text{H}_4\text{-SO}_2\text{-NH}_2$) dans 800 ml d'eau en chauffant à l'aide d'un bain-marie. Laisser refroidir et filtrer si nécessaire, puis ajouter 100 ml d'acide chlorhydrique concentré ($\rho = 1,19 \text{ g/ml}$) et agiter. Compléter ensuite à 1000 ml avec de l'eau distillée.

Solution II : Dans une fiole de 250ml, faire dissoudre 0,25 g de chlorure de N-naphtyl-1-éthylène-diamine ($\text{C}_{10}\text{H}_7\text{-NH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH}_2, 2\text{HCl}$) dans de l'eau distillée puis compléter jusqu'au trait de jauge.

Solution III : Ajouter à 555 ml d'eau distillée 445 ml d'acide chlorhydrique ($\rho = 1,19 \text{ g/ml}$) pour obtenir un volume total de 1000 ml.

Préparation des solutions utilisées pour le dosage des nitrates :

3.1.2.3. Préparation des solutions étalons mère et fille d'azote nitrique :

Préparation de la solution mère étalon d'Azote Nitrique à 0,1 g/l : Dans une fiole jaugée de 1000 ml, faire dissoudre 0,722 g de nitrate de sodium (NaNO_3) anhydre dans de l'eau distillée puis compléter le tout jusqu'au trait de jauge.

Préparation de la solution fille étalon d'Azote Nitrique à 0,005 g/l : Prélever 50 ml de la solution mère étalon et ajuster le volume à 1000 ml avec de l'eau distillée.

3.1.2.4. Préparation des solutions pour le développement de la coloration :

Solution de salicylate de sodium à 0.5% : Faire dissoudre 0,5 g de salicylate de sodium ($\text{C}_7\text{H}_5\text{NaO}_3$) dans 100 ml d'eau distillée. Cette solution doit être renouvelée toutes les 24 heures.

Acide sulfurique concentré : Utiliser de l'acide sulfurique concentré ($d = 1.84$).

Solution d'hydroxyde de sodium et de tartrate double de sodium et de potassium : Faire dissoudre 400 g d'hydroxyde de sodium et 60 g de tartrate double de sodium et de potassium ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) dans de l'eau distillée et compléter jusqu'à obtenir un volume total de 1000 ml. Après dissolution la laisser refroidir.

3.2. Préparation de l'échantillon :

Afin de garantir la représentativité et la fiabilité des prélèvements, la préparation des unités à échantillonner a été effectuée selon les lignes directrices standardisées émises par la norme ISO 3100-1:1991¹³ et reprises par le Journal Officiel de la République Algérienne n°43¹⁴, spécifiant

les méthodes à suivre afin de réaliser un prélèvement à partir d'un produit à base de viande.

Il est nécessaire d'opérer sur un échantillon représentatif d'au moins 200g, en commençant par hacher chaque produit au moins deux fois dans le hachoir à viande avant de mélanger pour garantir une préparation bien homogénéisée.

Pour éviter toute contamination les produits sont stockés au réfrigérateur dans des flacons étanches, remplis au maximum. Il est impératif de procéder à l'analyse dans les 24 heures suivant la préparation afin d'obtenir des résultats précis. Pour les produits non cuits, l'analyse doit être effectuée immédiatement après le mélange afin de préserver leur intégrité.

3.3. Déprotéination :

La prise d'essai implique de peser précisément environ 10 g de l'échantillon préalablement haché, avec une tolérance de 0,001 g. Cette quantité est ensuite transférée dans une fiole conique pour débiter le processus de déprotéination. 5 ml de solution saturée de borax et 100 ml d'eau à une température d'au moins 70°C sont ajoutés successivement dans la fiole qui est ensuite chauffée pendant 15 minutes dans un bain d'eau bouillante, en veillant à agiter régulièrement pour garantir une déprotéination efficace.

Après le chauffage, la fiole contenant l'échantillon est laissée à refroidir à température ambiante. Ensuite, on procède à l'addition séquentielle de 2 ml de réactif I et 2 ml de réactif II, tout en veillant à bien mélanger après chaque ajout. Ce dernier est transféré dans une fiole jaugée de 200 ml et complété avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. Après agitation, la solution est laissée à reposer pendant 30 minutes à température du laboratoire.

Enfin, le liquide en surface est décanté et filtré à travers du papier-filtre à plis afin d'obtenir une solution limpide, prête pour l'analyse des concentrations de nitrites et de nitrates.

3.4. Dosage des nitrites :

Les concentrations en nitrites ont été évaluées conformément aux directives de la norme ISO 2918:1975¹⁵, également énoncées dans le Journal Officiel de la République Algérienne n°43, daté du 28 juin 2006¹⁴, décrivant la méthode de détermination de ces derniers dans la viande et les produits à base de viande.

Principe :

Le dosage colorimétrique des nitrites consiste à faire réagir des derniers avec du sulfanilamide en milieu acide pour former un composé diazonium, lequel réagit ensuite avec le N-naphtyl-1-éthylène-diamine en milieu chlorhydrique, produisant un complexe coloré en rose¹⁶¹⁷. L'intensité de la couleur de ce complexe est mesurée à une longueur d'onde de 538 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible. L'absorbance obtenue est directement proportionnelle à la concentration de nitrites dans l'échantillon¹⁴.

Méthode :

Pour commencer, à l'aide d'une pipette 5 à 25 ml du filtrat sont extraits, sans excéder les 25 ml, puis versés dans une fiole jaugée de 100 ml. De l'eau distillée y est ajoutée jusqu'à obtenir un volume total d'environ 60 ml.

Successivement, 10 ml de la solution I et 6 ml de la solution III sont ajoutés dans la fiole jaugée, en prenant soin de bien agiter. La solution est laissée à reposer à température ambiante et à l'abri de la lumière pendant 5 minutes.

Au bout des 5 minutes, 2 ml de la solution II sont ajoutés en mélangeant à nouveau. La solution est laissée à reposer pendant 3 à 10 minutes toujours dans les mêmes conditions précédentes. Pour finir, le volume est complété jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée.

La mesure de l'absorbance est effectuée par le spectrophotomètre à 538 nm.

Courbe d'étalonnage :

Une série de solutions étalon est préparée en transférant 5 ml, 10 ml, 15 ml et 20 ml de la solution fille de nitrite de sodium dans des fioles jaugées de 100 ml et compléter au trait de jauge avec de l'eau distillée. Ces solutions étalon contiennent respectivement 2,5 µg, 5,0 µg, 7,5 µg et 10,0 µg de nitrite de sodium par millilitre.

A l'aide d'une pipette, 10 ml d'eau et 10 ml de chacune des quatre solutions étalons de nitrite de sodium sont prélevés et transférés dans quatre fioles jaugées de 100 ml. De l'eau distillée est ajoutée dans chaque fiole jusqu'à obtenir un volume d'environ 60 ml. Puis continuer le procéder selon le protocole décrit pour le dosage des nitrites.

La courbe d'étalonnage est tracée en reportant les absorbances mesurées par le spectrophotomètre UV-visible en fonction des concentrations, en microgrammes par millilitre, des solutions étalons.

Expression des Résultats :

Les concentrations en nitrites retrouvées dans chaque échantillon sont calculées en milligrammes de nitrites de sodium par kilogramme à l'aide de la formule suivante :

$$NaNO_2 = c \times \frac{20000}{m \times v}$$

Où :

- *m* : masse de la prise d'échantillon en grammes.

- *v* : volume total de l'extrait de l'échantillon utilisé, en millilitres.
- *c* : concentration de nitrites en microgrammes par millilitre, lue à partir de la courbe d'étalonnage.

3.5. Dosage des nitrates :

Principe :

Le dosage colorimétrique des nitrates est basé sur la formation d'un complexe coloré en jaune entre les ions nitrates et le salicylate de sodium, produisant du paranitro-salicylate de sodium. L'intensité de cette couleur est mesurée à une longueur d'onde de 420 nm par spectrophotométrie UV-visible, ainsi l'absorbance obtenue est proportionnelle à la concentration de nitrates dans l'échantillon¹⁸.

Méthode :

Dans une capsule de 60 ml, 10 ml de l'échantillon déprotéinisé suivi de 1 ml de la solution de salicylate de sodium sont introduit. L'échantillon est évaporé dans une étuve maintenue entre 75°C et 80°C, puis refroidi. Par la suite, 2 ml d'acide sulfurique concentré sont ajoutés avant de laisser refroidir la capsule pendant 10 minutes. Successivement 15 ml d'eau distillée et 15 ml de la solution d'hydroxyde de sodium et de tartrate double y sont incorporés. Après un délai de 10 minutes, la lecture est effectuée par le spectromètre UV-visible à une longueur d'onde de 420 nm.

Courbe d'étalonnage :

Dans une démarche subséquente à la préparation de la solution fille d'azote nitrique, une série de cinq étalons est préparée en transférant dans des capsules de 60 ml des volumes respectifs de 0 ml, 1 ml, 2 ml, 5 ml et 10 ml de la solution étalon fille. Ces volumes sont ensuite complétés respectivement avec des quantités

appropriées d'eau distillée, soit : 10ml, 9 ml, 8ml, 5 ml, et 0 ml. Le procéder est poursuivi selon le protocole décrit pour le dosage des nitrates.

La courbe d'étalonnage est tracée en reportant les absorbances mesurées par le spectrophotomètre en fonction des concentrations, en microgrammes par millilitre, des solutions étalons.

Expression des Résultats :

Pour obtenir la concentration en nitrate (NO_3^-) en milligrammes par litre à partir de la concentration d'azote nitrique (N), il faut multiplier la concentration d'azote nitrique par le facteur de conversion 4,43. La formule de conversion est la suivante :

$$[NO_3^-]mg.l^{-1} = \frac{M(NO_3^-)}{M(N)} \times [N]$$

Où :

- $M(NO_3^-)$ est la masse molaire du nitrate, qui est de 62 g/mol.
- $M(N)$ est la masse molaire de l'azote, qui est de 14 g/mol.
- Unité de mesure de l'azote nitrique est en « $mg.l^{-1}$ »

Ainsi :

$$[NO_3^-]mg.l^{-1} = 4.43 \times [N]$$

4. Nombre de détermination et répétabilité :

Deux déterminations distinctes ont été effectuées, de la pesée pour l'extraction à chaud (déprotéination) jusqu'aux dosages des nitrites et des nitrates. Le résultat final est la moyenne arithmétique des deux concentrations obtenues après analyse avec le spectrophotomètre UV-visible.

La différence entre les résultats de deux déterminations effectuées par le même analyste au même moment ou sur un court

laps de temps ne doit pas être supérieure à 10 % de la moyenne.

5. Analyse des données :

Les données quantitatives (nitrites et nitrates) sont exprimées en termes de valeur minimale, maximale, moyenne et d'écart-type. Les caractéristiques qualitatives sont quant à elles présentées en pourcentages. Les représentations graphiques ont été réalisées à l'aide du logiciel Microsoft Excel 2016 et l'analyse statistique a été effectuée avec le logiciel IBM SPSS V22.

Une association entre les caractères quantitatifs a été établie à l'aide du test de corrélation de Pearson.

II. Résultats :

1. Résultats de la collecte :

Les différentes variétés de pâté (de volaille, de fromage, de foie de poulet, de bœuf, de merguez, et d'autres saveurs) que nous avons collecter, dominant les échantillons achetés, en totalisant 30 %, suivies de près par les Cachirs, qui comptent pour 20 %. Selon les commerçants, ces produits sont les plus populaires et les plus appréciés par la clientèle.

Les produits surgelés, quant à eux, représentent également 20 % des échantillons, avec 13,33 % de viande surgelée locale et 6,67 % de poisson surgelé local et importé.

Les sept autres échantillons uniques, comprenant du jambon, du luncheon, de la mortadelle, du poulet fumé, du salami, des saucisses et du saucisson, contribuent chacun de 3,33 % à l'ensemble de la collecte.

La répartition de la totalité des échantillons que nous avons collectés est illustrée et regroupée par catégorie de nature de produits dans la figure 1.

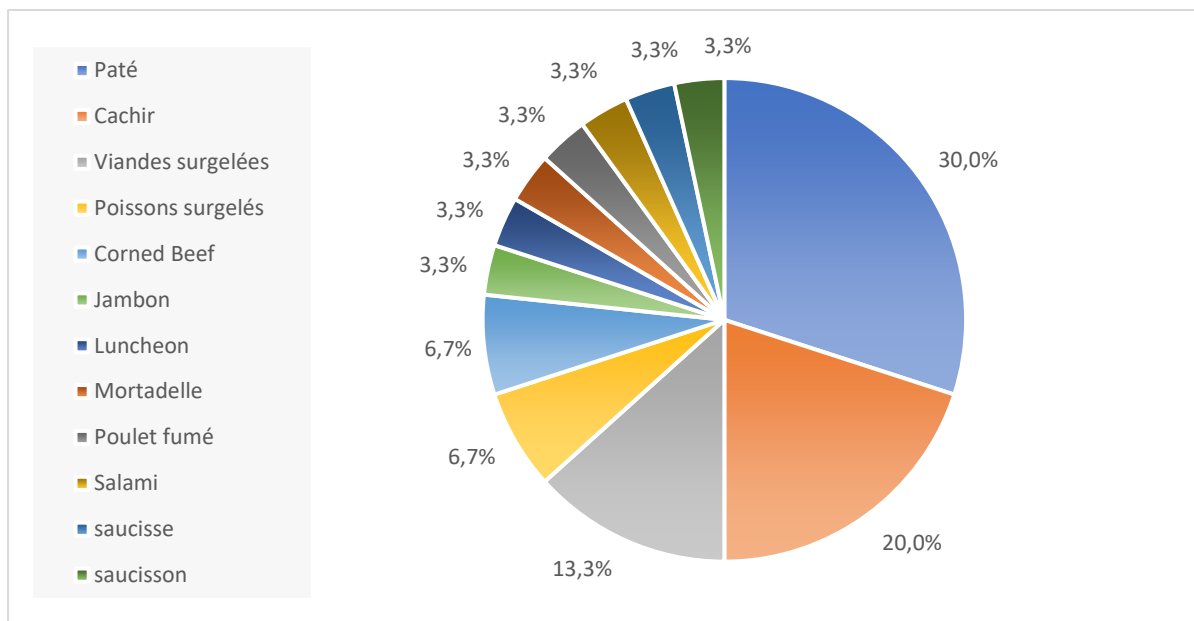


Figure 1 : Représentation graphique des 30 échantillons locaux et importés collectés et catégorisés selon la nature des produits.

Une fois l'inventaire terminé, nous avons constaté la mention d'une grande variété d'additifs alimentaires. Cela nous a permis de les répertorier et de les classer selon leur fonction technologique et leur pourcentage.

Le tableau ci-dessous présente de manière exhaustive tous les additifs identifiés sur les étiquettes, offrant une vue complète et détaillée de ces derniers, y compris leurs pourcentages respectifs.

Tableau 4 : Répartition des catégories d'additifs employés selon leurs pourcentages respectifs.

SIN	Additif	Pourcentage	Numéro d'échantillon
Conservateurs			
250	Nitrite de sodium	70%	(1), (2), (3), (4), (6), (7), (9), (10), (11), (12), (13), (15), (16), (17), (18), (19), (20), (21), (22), (23), (24)
270	Acide lactique	23.33%	(4), (13), (15), (19), (20), (21), (22)
260	Acide acétique	16.66%	(4), (13), (15), (21), (22)
262i	Acétate de sodium	10%	(18), (21), (23)
262ii	Diacétate de sodium	6.66%	(18), (23)
262	Acétates de sodium	3.33%	(5)
451	Triphosphates	3.33%	(5)
Stabilisants et émulsifiants			
452	Polyphosphates	33.33%	(1), (3), (10), (13), (15), (18), (19), (20), (24), (30)

450	Diphosphates	20%	(1), (3), (5), (7), (10), (18)
451i	Triphosphates pentasodique	16.66%	(3), (9), (19), (20), (21)
450i	Diphosphate disodique	16.66%	(3), (8), (9), (12), (21)
452i	Polyphosphate de sodium	16.66%	(4), (9), (11), (14), (22)
450ii	Diphosphate trisodique	6.66%	(8), (21)
450iii	Diphosphate tétrasodique	6.66%	(8), (21)
460i	Cellulose microcristalline	3.33%	(9)
414	Gomme d'acacia, Gomme arabique	3.33%	(28)
433	Polysorbate 80	3.33%	(18)
407a	Algue eucheuma transformé	3.33%	(21)
451ii	Triphosphate pentapotasique	3.33%	(12)
316	Erythrobate de sodium	3.33%	(21)
Régulateurs d'acidité			
330	L'acide citrique	20%	(5), (7), (8), (9), (10), (12)
327	Lactate de calcium	13.33%	(8), (9), (19), (20)
331	Citrate de sodium	6.66%	(18), (23)
451	Triphosphates	6.66%	(5), (23)
262i	Acétate de sodium	6.66%	(8), (9)
270	Acide lactique	6.66%	(6), (14)
260	Acide acétique	6.66%	(6), (14)
325	Lactate de sodium	6.66%	(3), (12)
262	Acétates de sodium	3.33%	(25)
575	Glucono-delta-lactone	3.33%	(5)
450	Diphosphates	3.33%	(5)
Colorants			
129	Rouge Allura AC	46.66%	(1), (4), (6), (9), (10), (11), (13), (14), (18), (22), (23), (24), (25), (28)

150c	Caramel III - procédé à l'ammoniaque	6.66%	(19), (20)
162	Rouge de betterave	6.66%	(3), (25)
160c	Oléorésine de paprika	6.66%	(25), (30)
150d	Caramel IV - procédé au sulfite	3.33%	(9)
120	Acide carminique	3.33%	(12)
Exhausteur de goût			
621	L-glutamate monosodique	50%	(1), (5), (7), (8), (9), (10), (11), (18), (19), (20), (21), (23), (25), (26), (30)
627	Guanylate disodique	10%	(7), (10), (21)
631	L'inosinate disodique	6.66%	(7), (21)
635	5'- ribonucléotides disodiques	3.33%	(9)
Antioxydants			
301	Ascorbate de sodium	16.66%	(5), (8), (23), (25), (28)
300	Acide ascorbique	13.33%	(7), (10), (25), (26)
316	Erythrobate de sodium	10%	(9), (27), (28)
325	Lactate de sodium	6.66%	(18), (23)
330	Acide citrique	3.33%	(28)
331iii	Citrate trisodique	3.33%	(21)
Epaississants			
407	Carraghénane	10%	(18), (19), (20), (23)
415	Gomme xanthane	6.66%	(18), (23)
1420	Amidon acétylé	6.66%	(19), (20)
425	Gomme de konjac	3.33%	(9)
635	5'- ribonucléotide disodique	3.33%	(9)
Antiagglomérants			
551	Dioxyde de silice	26.66%	(7), (8), (9), (10), (21), (23), (28)
535	Ferrocyanure de sodium	6.66%	(8), (9)
504	Carbonates de magnésium	6.66%	(27), (28)

En examinant les étiquettes de chaque produit, nous avons remarqué que parmi les conservateurs mentionnés, le E250, codé pour le nitrite de sodium, était l'additif le plus couramment utilisé. De plus, dans la catégorie des conservateurs nitrés, ce dernier a été identifié dans 70 % des produits, ce qui correspond à 21 échantillons sur 30. Les 30 % restants ne contiennent aucune mention de sels de nitrites. De plus, aucun des échantillons n'indique l'utilisation de sels de nitrates.

2. Résultats des courbes d'étalonnages :

2.1. Résultats de la courbe d'étalonnage des nitrites :

La figure 2 présente la courbe d'étalonnage des solutions étalons de nitrites de sodium.

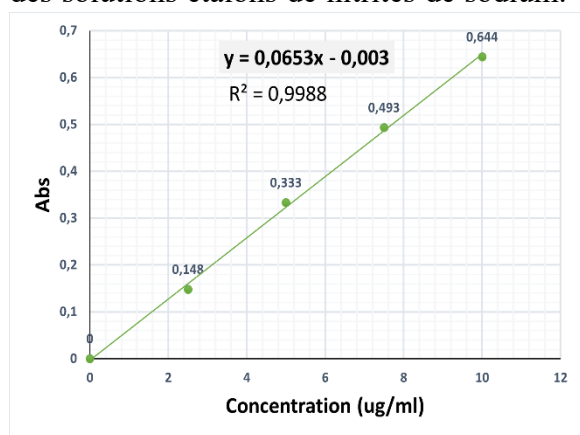


Figure 2 : Courbe d'étalonnage des nitrites : $Abs = f(C)$.

2.2. Résultats de la courbe d'étalonnage des nitrates :

La figure 3 présente la courbe d'étalonnage des solutions étalons d'azote nitrique.

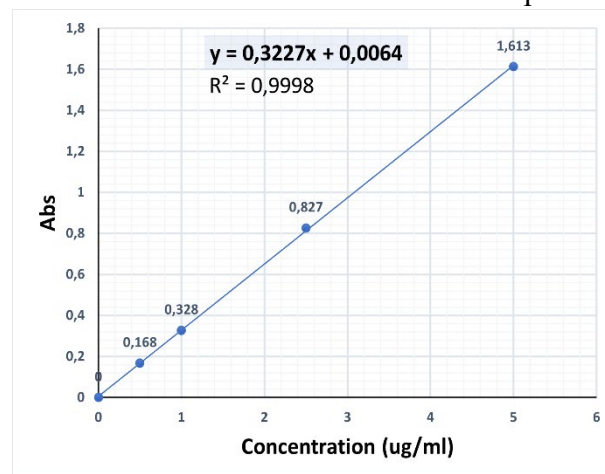


Figure 3 : Courbe d'étalonnage des nitrates : $Abs = f(C)$.

2.3. Résultats des dosages :

Le tableau ci-dessous présente les concentrations mesurées de nitrites et de nitrates, indiquant les valeurs qui répondent aux exigences et celles qui dépassent les limites autorisées. La figure 4 représente graphiquement les concentrations mesurées et les seuils maximaux autorisés, soulignant ainsi les divergences avec les exigences officielles.

Tableau 5 : Résultats du dosage des nitrites et des nitrates.

Numéro attribué	Concentration Nitrite (mg/kg)	Interprétation	Concentration Nitrate (mg/kg)	Interprétation
01	367,5345	Non Conforme	125,74775	Conforme
02	110,26034	Non Conforme	65,344905	Conforme
03	107,19755	Non Conforme	223,216	Non Conforme
04	85,75804	Conforme	95,54633	Conforme
05	480,8576	Non Conforme	140,1621	Conforme

06	505,35985	Non Conforme	72,89526	Conforme
07	30,627875	Conforme	57,10815	Conforme
08	42,87902	Conforme	570,5324	Non Conforme
09	73,506895	Conforme	106,52868	Conforme
10	202,14395	Non Conforme	221,1568	Non Conforme
11	284,8392	Non Conforme	152,5172	Non Conforme
12	159,2649	Non Conforme	368,7319	Non Conforme
13	364,4717	Non Conforme	156,6356	Non Conforme
14	597,2435	Non Conforme	146,3396	Conforme
15	300,1531	Non Conforme	644,66315	Non Conforme
16	73,506895	Conforme	170,3635	Non Conforme
17	33,69066	Conforme	379,7143	Non Conforme
18	64,31853	Conforme	219,784	Non Conforme
19	82,695255	Conforme	405,11095	Non Conforme
20	119,4487	Non Conforme	292,542	Non Conforme
21	168,4533	Non Conforme	408,5429	Non Conforme
22	281,7764	Non Conforme	504,63835	Non Conforme
23	39,81623	Conforme	57,794545	Conforme
24	214,3951	Non Conforme	861,5643	Non Conforme
25	171,5161	Non Conforme	434,626	Non Conforme
26	36,753445	Conforme	442,8627	Non Conforme
27	618,683	Non Conforme	271,9501	Non Conforme
28	18,683	Conforme	915,1032	Non Conforme
29	21,43951	Conforme	1263,792	Non Conforme
30	27,565085	Conforme	1206,8215	Non Conforme

*Selon la réglementation citée ci-dessous, les valeurs conformes sont $\leq 100\text{mg/kg}$ pour les nitrites et $\leq 150\text{mg/kg}$ pour les nitrates.

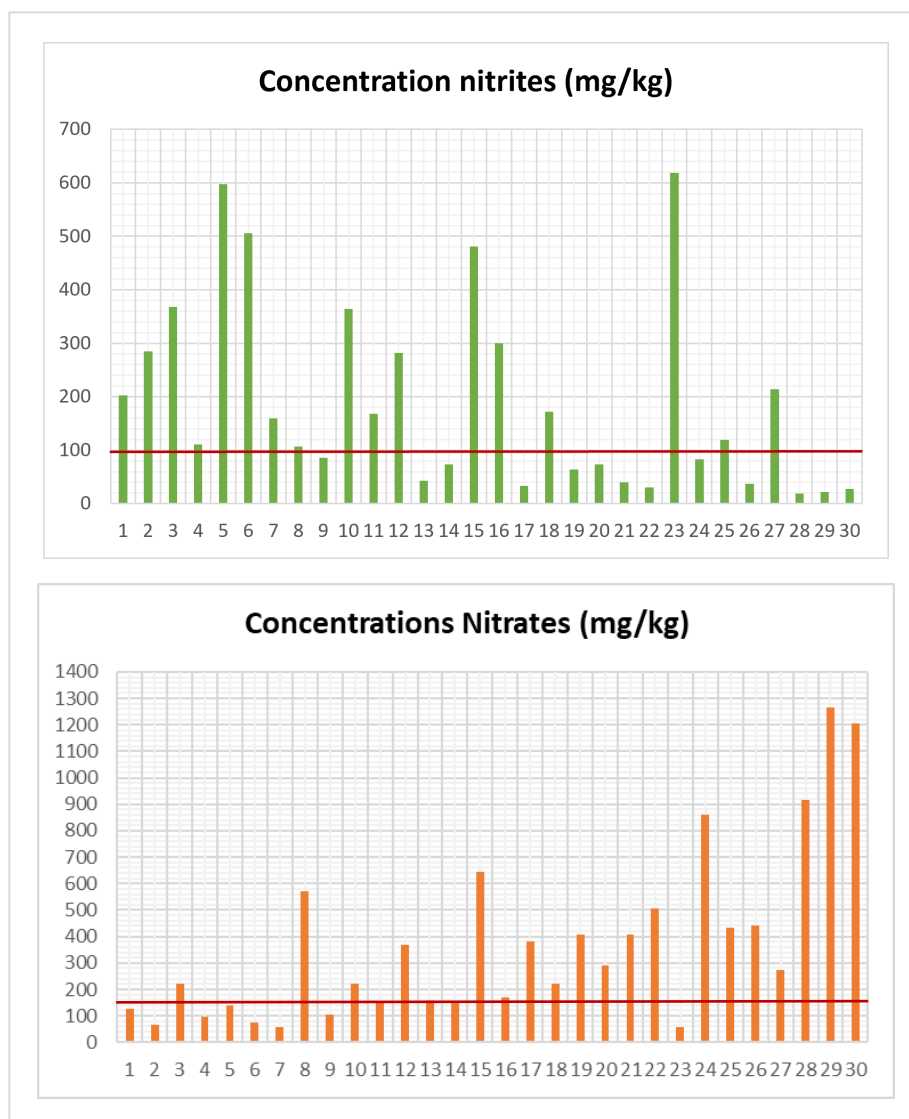


Figure 4 : Représentation graphique des concentrations nitrites et de nitrates obtenues.

2.4. Résultats de l'analyse statistique des données :

Les données descriptives relatives aux concentrations de nitrites et de nitrates sont illustrées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6 : Statistiques descriptives des concentrations de nitrites et de nitrates.

	Nitrites	Nitrates
N	30	30
Minimum	18,68	57,108
Maximum	618,68	1263,792
Moyenne	189,4946	366,07787
Ecart-type	177,41782	325,988806
Variance	31477,082	106268,702

III. Discussion :

Les directives régissant l'utilisation des additifs et leur incorporation dans les denrées alimentaires sont établies par le Ministère Algérien du Commerce, dans le décret exécutif n° 12-214 daté du 15 mai 2012¹¹, qui stipule les clauses d'utilisation des additifs alimentaires dans les denrées destinées à la consommation humaine. Ce décret est accompagné de plusieurs annexes : annexe I¹⁹, qui contient la liste des additifs autorisés dans les denrées alimentaires ; annexe II²⁰, qui détaille les catégories d'aliments et annexe III²¹, qui spécifie les

additifs pouvant être incorporés dans les denrées ainsi que les limites maximales autorisées.

1. Analyse descriptive :

L'analyse descriptive a révélé l'utilisation d'un nombre non-négligeable d'additifs dans les denrées que nous avons répertoriées. Néanmoins, tous les additifs utilisés figurent dans la liste des additifs approuvés par l'annexe I¹⁹. De plus, parmi les catégories, le nitrite de sodium s'est avéré être le plus couramment retrouvé, présent dans 70% des produits, suivi par l'exhausteur de goût le L-glutamate monosodique et le colorant rouge Allura AC, présents respectivement dans 50% et 46.66% des produits. Les stabilisants polyphosphates sont quant à eux mentionnés à hauteur de 33.33%.

D'autres catégories d'additifs, utilisés en moindre proportion, ont également été identifiées : les anti-agglomérants, avec le dioxyde de silice représentant le plus important à 26,66 %, les régulateurs d'acidité avec l'acide citrique à 20 %, les antioxydants avec de l'ascorbate de sodium à 16,66 % et les épaississants avec le carraghénane à 10 %.

2. Dosage des nitrites et nitrates :

Compte tenu des résultats figurant dans le tableau 5, nous avons constaté que sur la globalité des échantillons analysés, seuls 13 % respectent les normes en matière de teneur en nitrites et en nitrates, ce qui

correspond à 4 produits sur 30, dont 3, sont des produits de type pâtés.

La présence de sel de nitrite a été détectée dans tous les échantillons, y compris les 30 % qui n'en mentionnaient pas la présence sur leur étiquette. Les teneurs étaient conformes dans 43,33 % des cas, avec des valeurs inférieures à 100 mg/kg. Cependant, les échantillons non conformes présentaient des teneurs supérieures à cette limite, atteignant les 618,68 mg/kg pour le cordon bleu de la marque Mag Délice.

Pour ce qui est des nitrates, bien que leur utilisation n'ait pas été spécifiée sur les étiquettes, nous avons noté leur présence dans l'ensemble des produits dosés. Seulement 30 % des échantillons étaient conformes. Les 70 % de non-conformités restantes révélaient des concentrations de nitrates dépassant largement la limite maximale autorisée (150 mg/kg), avec des niveaux allant de modérément élevés : 152,5172 mg/kg pour le cachir Ammour, jusqu'à des valeurs atteignant 1206,8215 mg/kg pour les batonnets de daurade de la marque locale Las Tapas et 1263.792 mg/kg pour les pinces de crabes importées de Chine. Mettant en évidence, d'une part, les écarts considérables qui ont été observés, et d'autre part, que la non-mention d'un additif n'exclut pas sa présence lors des dosages.

Les concentrations maximales autorisées de nitrites et de nitrates, telles que définies par le décret précédent, sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 7 : Concentrations maximales de nitrites et de nitrates autorisées par la réglementation.

SIN	Additif	Catégorie(s) d'aliment(s)	Dose maximale (mg/kg)
249	Nitrite de potassium	Produits à base viande.	150
250	Nitrite de sodium	Produits à base de viande stérilisés à 121°C pendant 3 min.	100
		Produits à base de viande traditionnels, immergés dans une saumure.	175
251	Nitrate de sodium	Produits à base de viande non traités thermiquement	150
252	Nitrate de potassium	Fromage à pâte dure, semi-dure et semi-molle.	150

De surcroît, le test de Pearson a révélé un coefficient R négatif de -0,316, ce qui signifie qu'il existe une corrélation intermédiaire négative entre les concentrations de nitrite et de nitrate, la valeur étant comprise entre -0,3 et -0,5. Autrement dit, l'accroissement de l'une des deux variables entraîne une baisse présumée de la valeur de l'autre variable.

La disparité des résultats, en particulier ceux concernant les nitrates, peut être attribuée à l'utilisation d'une méthode de dosage différente de la méthode de référence, qui consiste en la réduction de ces derniers en nitrites à l'aide d'une colonne de cadmium²², méthode qui n'a pas été réalisée en raison de la préparation fastidieuse et chronophage des colonnes et des risques liés à une exposition prolongée au sulfate de cadmium²³. Il est possible que ces résultats soient également dus à une contamination éventuelle de la matière première. Afin de confirmer ou d'infirmer cette supposition, un échantillon de blanc de poulet frais a été examiné. Les résultats se sont révélés négatifs, réfutant ainsi l'hypothèse.

3. Résultats du questionnaire :

Sur 15 marques, 20 % ont répondu à notre questionnaire, les 80 % des non-réponses sont dues à des numéros gelés ainsi qu'à des services client non coopérant. Toutefois, les réponses fournies convergent vers un consensus : l'utilisation des nitrites est cruciale dans la fabrication des produits d'origine animale afin d'uniquement prolonger leur durée de conservation. En revanche, l'utilisation des nitrates fût contestée. De plus, la vérification de la conformité des doses utilisées est effectuée conformément aux directives réglementaires, soit par des laboratoires étatiques pour certains, ou par des laboratoires privés spécialisés en contrôle qualité pour d'autres. Aucune mention

particulière n'est faite quant aux alternatives envisagées.

4. Utilisation des additifs nitrés dans la fabrication des produits carnés :

Les conservateurs nitrés, notamment les sels de nitrite, sont largement utilisés en raison de leurs nombreux avantages technologiques. Leur propriété bactériostatique²⁴, largement reconnue, s'avère particulièrement efficace contre diverses bactéries pathogènes, inhibant de manière significative leur croissance. Parmi ces bactéries on cite le *Clostridium botulinum*²⁵ et *perfringens*, le *Listeria monocytogenes*, le *Micrococcus spp*, certaines souches d'*Escherichia* et de *Salmonelles*^{26,27}. Garantissant une durée de conservation plus longue et une sécurité sanitaire microbiologique. Ils contribuent également au développement de la couleur et de la saveur^{28,29}. Selon une étude une concentration de 40 à 80 ppm est exigée pour empêcher la croissance de *Clostridium botulinum*, 20 à 50 ppm pour retarder le rancissement. De plus, une concentration de 10 à 15 ppm suffit pour obtenir une teinte rosée, tandis que 50 ppm sont nécessaires pour développer l'arôme caractéristique²⁴.

5. Impact sur la santé :

Bien que leurs avantages technologiques soient indéniables, la consommation de sels nitrés n'est pas exempte de risque. L'exposition aux nitrites est majoritairement issue de la consommation de viandes transformées³⁰. Les nitrates quant à eux utilisés, en moindre proportion sont considérés comme étant relativement non-toxiques. Cependant, leur réduction accroît leur potentiel nocif³¹. En effet, dès leur ingestion, les nitrates sont réduits en nitrites par les bactéries de la cavité buccale³². Une fois dans l'estomac, le pH acide favorise la réaction des nitrites avec des amines II air de faible poids

moléculaire³³, produisant des métabolites azotés appelés N-nitrosamines³⁴, de puissants agents alkylants³⁵, classés comme cancérogènes probables pour l'homme (Groupe A2)³⁶. Selon l'étude d'EPIC Norfolk, la consommation de ces substances entraîne une hausse de 13 % du risque de cancers gastro-intestinaux, dont le cancer colorectal est augmenté de 46 %³⁷. De plus, une autre étude conclut à un lien entre les tumeurs cérébrales néonatales et la consommation excessive de charcuterie par les femmes enceintes³⁸. En outre, les nitrosamines contribueraient également au développement de la résistance à l'insuline, au diabète de type 2, aux maladies cardiovasculaires, aux maladies neurodégénératives tel que l'Alzheimer¹⁰ ainsi qu'aux troubles neuropsychiatriques tels que les troubles maniacodépressifs³⁹.

CONCLUSION

Notre travail consistait principalement à déterminer les concentrations de nitrites et de nitrates dans les denrées d'origine animale collectées. En complément, une analyse descriptive a également été entreprise afin d'examiner et de catégoriser tous les additifs mentionnés sur les étiquettes.

Nos résultats ont montré une conformité de 43,33 % pour les nitrites et de 30 % pour les nitrates. En définitive, seulement 13 % des échantillons affichaient des concentrations conformes aux réglementations en vigueur pour les deux sels nitrés.

Remplacer un tel agent polyvalent doté d'un spectre d'activité antibactérien aussi large par un seul substituant s'avère être une tâche ardue. Cependant, dans l'optique de réduire l'utilisation des sels nitrés et d'optimiser la gestion de leurs effets nocifs, des pistes d'alternatives potentielles sont envisagées, telle qu'une substitution partielle en combinant les nitrites à d'autres

agent antimicrobien, extraits de plantes. En effet, l'utilisation de certaines huiles essentielles en synergie avec les nitrites a montré une activité antibactérienne concluante, tel que l'huile d'origan contre différentes souches de *C. botulinum*⁴⁰, ou encore l'huile de clou de girofle, de cannelle, de piment ou de thym sur le *L. monocytogenes*⁴¹. De plus, les végétaux constituent la première source de nitrate, dont certains extraits de légumes tel que le céleri, l'épinard, la laitue ou encore le radis, ces derniers sont également utilisés compte tenu de leur teneur en nitrates dépassant les 2500 mg/kg⁴².

En dépit de la conformité des quelques produits que nous avons doser, nous ne pouvons que déconseiller leur consommation, compte tenu de la présence de nombreux additifs supplémentaires, dont le potentiel toxique reste à discuter.

Nous recommandons vivement aux industries de respecter les bonnes pratiques de fabrications, de renforcer le contrôle qualité de leurs produits, et d'envisager d'étudier des alternatives plus saines, sans controverses. Nous invitons également les instituts décisionnels à revoir les doses maximales ainsi que les additifs alimentaires actuellement autorisés en Algérie.

BIBLIOGRAPHIE

1. Gouel C, Guimbard H. La demande alimentaire mondiale en 2050. La Lettre du CEPII. 2017;377:1-4.
2. Bricas N, Conaré D, Walser M, Zirari H. Une écologie de l'alimentation. In: Bricas N, Conaré D, Walser M, editors. Préface de Claude Fischler. Versailles: Editions Quae; 2021.
3. Chikhi K, Padilla M. L'alimentation en Algérie. Quelles formes de modernité ? New Medit. 2014;13(3):50-58.

4. Friedrich-Ebert-Stiftung. Le modèle alimentaire en Algérie : état des lieux et perspectives d'évolutions.
5. Boumaza M, Kerbache Kh, Karoune R. Aliments ultra transformés en Algérie : Consommation et qualité nutritionnelle. *Algerian Journal of Nutrition and Food Sciences*. 2021;1(3):31-37.
6. Parthasarathy DK, Bryan NS. Sodium nitrite: The "cure" for nitric oxide insufficiency. *Meat Sci*. 2012;92(3):274-279.
7. Haldane J. The Red Colour of Salted Meat. (One Figure in the Text.). *J Hyg (Lond)*. 1901;1(1):115-122.
8. Feron G. Évaluation des risques liés à la consommation de nitrates et nitrites : l'avis révisé de l'ANSES. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*. 2022;57:293-294.
9. Communiqué de presse CIRC/OMS. Le programme des Monographies du CIRC évalue la consommation de la viande rouge et des produits carnés transformés. N° 240 daté du 26 octobre 2015.
10. Tong M, Neusner A, Longato L, Lawton M, Wands JR, de la Monte SM. Nitrosamine exposure causes insulin resistance diseases: relevance to type 2 diabetes mellitus, non-alcoholic steatohepatitis, and Alzheimer's disease. *J Alzheimers Dis*. 2009;17(4):827-844.
11. Ministère du Commerce (Algérie). Décret exécutif n° 12-214 du 23 Joumada Ethania 1433 correspondant au 16 mai 2012.
12. *Journal Officiel de la République Algérienne*. N° 27, daté du 26 avril 2006.
13. Organisation internationale de normalisation (ISO). ISO 3100-1:1991, Viandes et produits à base de viande - Échantillonnage et préparation des échantillons pour essai - Partie 1 : Échantillonnage. 1991.
14. *Journal Officiel de la République Algérienne*. N° 43, daté du 28 juin 2006.
15. International Organization for Standardization (ISO). Viandes et produits à base de viande. Détermination de la teneur en nitrites. Méthode de référence, ISO 2919. Geneva, Switzerland: ISO; 1975.
16. P. Griess, Ber. Dtsch. Chem. Ges. 12 (1879) 426.
17. J.P. Griess, Philos. Trans. R. Soc. Lond. 154 (1864) 679.
18. Pr Hadjoudj, Dr Saoud, Dr Iboukhouléf S, Dr benchekroun A. Traitement des eaux potables. Mémoire de fin d'étude. 2010.
19. Commerce Md. Liste des additifs autorisés dans les denrées alimentaires. *J Officiel*. 2012 May 15;30.
20. Commerce Md. Liste des catégories d'aliments. *J Officiel*. 2012;30:15 mai.
21. Commerce Md. Liste des additifs pouvant être incorporés dans les denrées alimentaires ainsi que leurs limites maximales autorisées. *Journal Officiel*. 2012;30:64.
22. International Organization for Standardization (ISO). Viandes et produits à base de viande. Détermination de la teneur en nitrates. Méthode de référence, ISO 3091. Geneva, Switzerland: ISO; 1975.
23. PubChem. Cadmium sulfate [Internet].
24. Rivera N, Bunning M, Martin J. Uncured-labeled meat products produced using plant-derived nitrates and nitrites: chemistry, safety, and regulatory considerations. *J Agric Food Chem*. 2019;67(29):8074-8084.
25. Hustad GO, Cervený JG, Trenk H, Deibel RH, Kautter DA, Fazio T, Johnston RW, Kolari OE. Effect of Sodium Nitrite and Sodium Nitrate on Botulinal Toxin Production and Nitrosamine Formation in Wieners. *Appl Microbiol*. 1973;26:22-26.

26. Duncan CL, Foster EM. Effect of sodium nitrite, sodium chloride, and sodium nitrate on germination and outgrowth of anaerobic spores. *Appl Microbiol.* 1968 Feb;16(2):406-11. doi: 10.1128/am.16.2.406-411.1968. PMID: 5645423; PMCID: PMC547418.
27. Krause BL, Sebranek JG, Rust RE, Mendonca A. Incubation of curing brines for the production of ready-to-eat, uncured, no-nitrite-or-nitrate-added, ground, cooked and sliced ham. *Meat Sci.* 2011;89(4):507-513.
28. Honikel KO. The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Sci.* 2008;78(1-2):68-76.
29. Sebranek JG, Bacus JN. Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite: what are the issues? *Meat Sci.* 2007;77:136-147.
30. Hsu J, Arcot J, Lee NA. Nitrate and nitrite quantification from cured meat and vegetables and their estimated dietary intake in Australians. *Food Chem.* 2009;115(1):334-339.
31. Bruning-Fann CS, Kaneene JB. The effects of nitrate, nitrite, and N-nitroso compounds on animal health. *Vet Hum Toxicol.* 1993 Jun;35(3):237-53. PMID: 8351799.
32. Sindelar JJ, Milkowski AL. Human safety controversies surrounding nitrate and nitrite in the diet. *Nitric Oxide.* 2012;26(4):259-266.
33. Kobayashi J. Effect of diet and gut environment on the gastrointestinal formation of N-nitroso compounds: A review. *Nitric Oxide.* 2017.
34. Gray JI, Randall CJ. The Nitrite/N-Nitrosamine Problem in Meats: An Update. *J Food Prot.* 1979 Feb;42(2):168-179. ISSN 0362-028X.
35. Meiliana A, Mustika N, Wijaya A. Red Meats and Processed Meat as the Carcinogenic Foods and Phytochemical-chemoprevention. *Indones Biomed J.* 2019;11(3):225-239.
36. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Ingested nitrate and nitrite, and cyanobacterial peptide toxins. *IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum.* 2010;94, 1-412. PMID: 21141240; PMCID: PMC4781178.
37. Loh YH, Jakszyn P, Luben RN, Mulligan AA, Mitrou PN, Khaw K-T. N-Nitroso compounds and cancer incidence: the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC)-Norfolk Study. *Am J Clin Nutr.* 2011 May;93(5):1053-61.
38. Pogoda JM, Preston-Martin S. Maternal cured meat consumption during pregnancy and risk of paediatric brain tumour in offspring: potentially harmful levels of intake. *Public Health Nutr.* 2001;4(2):183-189.
39. Khambadkone SG, Corder ZA, Dickerson F, Severance EG, Prandovszky E, Pletnikov M, et al. Nitrated meat products are associated with mania in humans and altered behavior and brain gene expression in rats. *Molecular Psychiatry [Internet].* 18 juill 2018 ; 25(3) : 560-71
40. Ismaiel AA, Pierson MD. Effect of Sodium Nitrite and Origanum Oil on Growth and Toxin Production of *Clostridium botulinum* in TYG Broth and Ground Pork. *J Food Prot.* 1990 Nov;53(11):958-960. ISSN 0362-028X.
41. Aureli P, Costantini A, Zolea S. Antimicrobial Activity of Some Plant Essential Oils Against *Listeria monocytogenes*. *J Food Prot.* 1992;55(5):344-348.
42. Santamaria P. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC

regulation. J Sci Food Agric.
2006;86(1):10-17.