



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE

LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABBES LAGHROUR – KHENCHELA –

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE MOLECULAIRE ET CELLULAIRE

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de

Master académique

FILIERE : **Sciences Biologiques**

OPTION : **Biochimie Appliquée**

Investigation de la toxicité alimentaire par Green TEST de quelques fruits et légumes consommées dans la région de Khenchela et la relation avec certaines pathologies

Présenté par :

CHAABI Nesrine

HAMI Sara

KEZIZ Nour El Houda

Membres de jury :

Président : Mr. AICHE Mohamed Amine

(M.C.B) Université Abbes Laghrour-Khenchela

Encadreur : Mr. MASSINISSA Yahia

(M.C.A) Université Abbes Laghrour-Khenchela

Co- Encadreur : Mr. MAAMAR Hichem

(M.C.B) Université Abbes Laghrour-Khenchela

Promotrice : Mme. DJEMIL Randa

(M.C.A) Université Abbes Laghrour-Khenchela

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2022- 2023

Remerciements

Tout d'abord, nous devons commencer par exprimer notre gratitude à Allah, qui nous a guidés à atteindre ce haut niveau académique et nous a accordé la santé et la patience.

*Nous tenons à remercier les personnes qui ont contribué à nous de près ou de loin pour préparer ce mémoire, plus particulièrement nos encadreurs **Dr. YAHIA Massinissa** et **Dr. MAAMAR Hichem** pour leur disponibilité et leur patience.*

*Nous remercions également **Dr. AICHE Mohamed Amine** Qui nous a fait l'honneur de présider ce jury et d'avoir eu la gentillesse de lire ce travail. Nous lui exprimons notre gratitude pour sa gentillesse.*

*Nous remercions également sincèrement **Dr. DJEMIL Randa** De son intérêt pour notre étude, car il a gracieusement accepté d'examiner et d'évaluer notre travail, en faisant de précieuses suggestions pour son amélioration.*

Enfin, nous remercions tous nos professeurs de la Faculté des sciences de la nature et de la vie.

Dédicaces

*Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mes parents, **Hassain Fahima et Hami Lazhar**, pour leur patience inébranlable et leur soutien tout au long de mon parcours de thèse. Leur encouragement constant et leur compréhension m'ont été précieux.*

***Un grand merci à mon frère, Abd el Ghani**, pour être toujours à mes côtés, offrant son aide à chaque étape du chemin. Sa présence et ses encouragements ont été pour moi une source constante de motivation.*

*Je tiens également à remercier mes frères et sœurs **Billal et Nour El Houda** pour leur soutien et leur présence.*

*De plus, je suis profondément reconnaissant à mes amis, **Friel, Oumaima, Iman, Massillia, Nour et Nessrin**, pour le soutien émotionnel qu'ils m'ont apporté pendant ma maladie. Leur compréhension, leurs encouragements et leurs paroles réconfortantes ont compté pour moi.*

Sara

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

*Au fruit de mes efforts à celle qui m'a porté, protégé, donné la vie et m'a entouré
de sa tendresse.*

Ma chère mère, qui s'est assurée de m'éduquer avec sa patience et ses sacrifices
pour ma réussite.

À mon cher père, qui m'a soutenu dans mon cheminement scolaire depuis mes
premiers pas à l'école.

A mes jeunes frères

Yacine, Fares, Abd El Rahim et Zaki. Tout mon amour et tout mon respect à
vous.

A toute ma famille.

A toutes mes amies et mes proches

Maissa, Sara, sabrina, Nessrine, Marwa, Rima, Meriem et Amira.

*À toute personne qui a participé de près ou de loin, directement ou indirectement,
à la réalisation de ce travail.*

Nour

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

À mes parents, surtout à mon père, je suis ici grâce à son soutien et son travail acharné pour moi, que Dieu vous protège de tout mal, pièce de mon âme.

À ma mère, je vous dis que sans toi je ne serai personne, merci pour vos

Soutiens et vos sacrifices énormes.

À mes frères, Oussama, Billel, Yazid merci pour votre aide dans toute la période de mes études, vos engagements, que le Dieu vous protégé est vous garde en bonne santé.

À mes amies proches Rahima, Amira, Riham, Kawathar, Rihan,

Chadha et Zineb sources de mes efforts.

*Sans oublier mes trinômes **Nour et Sara** pour leur soutien moral, leur compréhension tout au long de ce projet.*

À toutes mes amies, avec lesquelles j'ai partagé de bons moments de bonheur pendant toute la période des études passée.

À L'ensemble des étudiants de Master 2 biochimie appliquée 2023.

À tous les enseignants du département de biologie moléculaire et cellulaire de l'université Abbes Laghrou.

Nessrine

Résumé

Cette étude examine l'impact du nitrate sur la santé publique et les pathologies associées dans les fruits, les légumes et l'eau. Le nitrate est un composé naturel composé d'azote et d'oxygène. On le trouve couramment dans l'eau, le sol et divers aliments, en particulier les fruits et les légumes. Le nitrate joue un rôle crucial dans la croissance et le développement des plantes, car il sert de nutriment pour les plantes et il a été associé à des effets néfastes sur la santé comme la méthémoglobinémie, l'augmentation du risque de cancer et d'autres pathologies. L'objectif de cette étude est d'étudier les concentrations de nitrate dans les fruits, les légumes et l'eau, en mettant particulièrement l'accent sur leurs répercussions sur la santé publique. En utilisant le dosage par différence des ions nitrate comme technique expérimentale, l'étude vise à évaluer l'étendue de la contamination par le nitrate dans ces sources et à comparer les résultats avec les normes internationales. Au total, 10 échantillons ont été prélevés sur des marchés locaux et des sources d'eau à Khenchela. Ces échantillons comprenaient des fruits, des légumes et de l'eau potable couramment consommés. Les résultats ont révélé des concentrations alarmantes de nitrate dans les échantillons prélevés, dépassant les normes de sécurité internationales. Ces niveaux élevés suggèrent une menace potentielle pour la santé publique.

Mots clés : Nitrate, fruits et légumes, Eau, Khenchela, pathologies.

Abstract

This study examines the impact of nitrate on public health and associated pathologies in fruits, vegetables, and water. Nitrate is a naturally occurring compound composed of nitrogen and oxygen. It is commonly found in water, soil, and various foods, particularly fruits and vegetables. Nitrate plays a crucial role in plant growth and development as it serves as a nutrient for plants and it has been linked to adverse health effects such as methemoglobinemia, increased cancer risk, and other pathologies. The objective of this study is to investigate nitrate levels in fruits, vegetables, and water, specifically focusing on their implications for public health. By employing a back titration as an experimental technique, the study aims to assess the extent of nitrate contamination in these sources and compare the results against international norms. A total of 10 samples were collected from local markets and water sources in Khenchela. These samples consisted of commonly consumed fruits, vegetables, and drinking water. The results revealed alarmingly high nitrate concentrations in the collected samples, surpassing international safety standards. These elevated levels suggest a potential threat to public health.

Key words : Nitrate, fruits and vegetables, water, Khenchela, pathologies.

الملخص

تتناول هذه الدراسة تأثير النترات على الصحة العامة والأمراض المرتبطة بها في الفواكه والخضروات والماء. النترات هي مركب موجود بشكل طبيعي ومكون من النيتروجين والأكسجين. وتوجد عادة في الماء والتربة ومختلف الأطعمة، خاصة الفواكه والخضروات. تلعب النترات دورًا هامًا في نمو النباتات وتطورها حيث تعمل كعنصر غذائي للنباتات، وقد ربطت بتأثيرات صحية سلبية مثل ميتهيموغلوبينية الدم، وزيادة خطر الإصابة بالسرطان، وأمراض أخرى. هدف هذه الدراسة هو التحقيق في مستويات النترات في الفواكه والخضروات والماء، مع التركيز بشكل خاص على آثارها على الصحة العامة. من خلال استخدام تقنية المعايرة العكسية كطريقة تجريبية، تهدف الدراسة إلى تقييم مدى تلوث النترات في هذه المصادر ومقارنة النتائج مع المعايير الدولية. تم جمع ما مجموعه 10 عينات من الأسواق المحلية ومصادر المياه في خنشلة. وتتألف هذه العينات من الفواكه والخضروات المستهلكة بشكل شائع ومياه الشرب. في المختبر، تم إجراء اختبارات باستخدام طريقة تعرف بالترجيع العكسي لقياس محتوى النترات في العينات. أظهرت النتائج ان تركيز النيترات مرتفعة بشكل مقلق في العينات المجمعة، تتجاوز المعايير العالمية للسلامة. تشير هذه المستويات المرتفعة إلى تهديد محتمل للصحة العامة.

الكلمات المفتاحية : النترات, الفواكه والخضروات, الماء, خنشلة, الأمراض.

Table des matières

Résumé	
Abstract	
المخلص	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction	

Etude bibliographique

Chapitre I : Aliments et régime alimentaire

I. Les macronutriments.....	3
I. 1. Les glucides	3
I. 2. Les protéines.....	3
I. 3. Les lipides	4
II. Les micronutriments	4
II. 1. Les vitamines.....	4
II. 2. Les minéraux	7
II.3. L'eau	10
II.4. Les ions de nitrates et nitrites.....	11
II.4.1. La composition chimique.....	11
II. 4.2. La source du nitrate et nitrite.....	11
II. 4.3. Le rôle du nitrate.....	12
II. 5. Cycle du nitrate	13
II. 6. Les bienfaits du nitrate.....	14

Chapitre II : Les pathologies associées au Nitrate

I. Cancer	18
I. 1. Définition de cancer	18
I. 2. Différence entre les cellules cancéreuses et les cellules normales	18
I.3. Régime alimentaire et prévention du cancer	18
I .4. Les substances phytochimiques.....	19
I. 5. La méthémoglobinémie.....	19

I. 6. Les Reins	20
I.6.1. Néphrotoxicité	20
I.7. L'estomac	21
I.7.1. Le cancer de l'estomac	21
I.8. Intestins	22
I.9. Cancer Colorectal	23
I.10. Diabète	23
I.11. L'hypotension orthostatique	23

Etude expérimentale

Chapitre I : Matériel et méthodes

I. Matériel	27
I. 1. Matériel biologique	27
I. 1.1. Matériel végétal	27
I.1.2. Matériel minéral.....	28
I. 1. 3. Réactif chimique et équipement	29
II. Méthodes.....	29
II. 1. Dosage des ions NO_3^-	29
II. 1.1. Préparations d'échantillons.....	29
II. 1. 2. Extraction	29
II. 1. 3. Filtration.....	29
II. 1. 4. Préparation des solutions	30
II. 1. 5. Réalisation de titrage	32
II.2. L'analyse des échantillons par Green Test	34

Chapitre II : Résultats et discussion

I. Résultats	45
II. Discussion	47
III. Limitations de l'étude	49
Conclusion.....	65
Références bibliographiques	65
Annexes	

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Les vitamines hydrosolubles.....	5
Tableau 2 : Les vitamines liposolubles.....	6
Tableau 3 : Les minéraux	7
Tableau 4 : Représente la région d'achat et extrait les échantillons et le nom scientifique des certains légumes et fruits	25
Tableau 5 : les réactifs chimiques et les instrumentations utilisés dans notre étude	26
Tableau 6 : Résultats de la mesure de la teneur en nitrates des fruits en mg/kg	45
Tableau 7 : Résultats de la mesure de la teneur en nitrates des légumes en mg/kg	45
Tableau 8 : Résultats de la mesure de la teneur en nitrates dans l'eau en mg/kg	46

Liste des abréviations

AET : L'apport énergétique total

AJR : L'apport journalier recommandé

Ca(NO₃)₂ : Le nitrate de calcium

CG : Cancer gastrique

KNO₃ : Le nitrate de potassium

NaNO₃ : Le nitrate de sodium

NO : Oxyde nitrique

NO₂ : Le dioxyde d'azote

NO₂⁻ : Le nitrite

NO₃⁻ : Le nitrate

NRB : Les bactéries nitrites par réduction de nitrate

NRB : Les bactéries nitrites par réduction de nitrate

SCF : L'ancien Comité scientifique de l'alimentation humaine

Introduction

Introduction

Un régime alimentaire représente l'ensemble des habitudes alimentaires d'un être vivant. Il correspond aux besoins physiologiques d'un individu, mais il est aussi le produit d'un environnement, d'un mode de vie ou d'une culture (**Pujol, 2010**). Le régime alimentaire habituel, ou régime alimentaire typique, fait référence aux choix alimentaires réguliers d'une personne, comprenant les types d'aliments consommés, les portions et la fréquence des repas (**Hu, 2002**).

L'alimentation en Algérie est influencée par divers facteurs tels que la géographie, la culture et les ressources disponibles. Le régime alimentaire traditionnel en Algérie met l'accent sur les aliments de base tels que les céréales (blé, orge), les légumineuses (pois chiches, lentilles), les légumes (tomates, courgettes, poivrons), les fruits (figues, raisins, grenades) et les produits laitiers (lait, yaourt, fromage). Les viandes, en particulier l'agneau, le poulet et le poisson, sont également consommées, bien que leur consommation puisse varier en fonction de la région et du niveau socio-économique (**Bessaoud & Bensalem, 2020**). Une alimentation saine et équilibrée est associée à une réduction du risque de maladies chroniques telles que les maladies cardiovasculaires, le diabète et certains cancers (**Mozaffarian et al., 2018**). Les régimes riches en fruits, légumes, grains entiers, protéines maigres et graisses saines fournissent des nutriments essentiels, des antioxydants et des composés bioactifs qui soutiennent la santé globale. De plus, une alimentation équilibrée combinée à une activité physique régulière contribue à maintenir un poids santé, prévenant ainsi l'obésité et ses complications associées (**Afshin et al., 2015**). Une consommation adéquate de fibres alimentaires provenant de sources végétales favorise également une bonne santé intestinale en soutenant le fonctionnement optimal du système digestif et en réduisant le risque de maladies intestinales (**Hu, 2003**). D'autre part, une alimentation déséquilibrée caractérisée par une consommation excessive d'aliments transformés riches en gras saturés, en sucres ajoutés et en sel est associée à un risque accru de maladies chroniques, notamment les maladies cardiovasculaires, le diabète et certains cancers (**Malik, 2010**).

En Algérie, certaines pathologies peuvent être liées à la consommation excessive de nitrates dans l'alimentation. Les nitrates sont des composés chimiques présents naturellement dans le sol et sont souvent utilisés comme engrais dans l'agriculture. (**Kechrid, 2017**).

La présente étude vise à étudier de la toxicité alimentaire de certains légumes et fruits à travers le dosage du nitrate par deux méthodes différentes.

Cette étude est structurée en deux parties :

- La première partie est une étude bibliographique qui se divise en deux chapitres. Dans le premier nous devons parler des aliment, macro ou micro-aliments, les nitrates et le régime alimentaire. Le second chapitre présente les cancers liés au nitrate.
- La deuxième partie est consacrée pour l'étude expérimentale qui contient deux chapitres. Le premier chapitre comportera la réalisation du dosage des ions du nitrate par titrage et par Green test. Le deuxième chapitre contiendra les principaux résultats obtenus ainsi que leur discussion.

Etude bibliographique



Chapitre I

Aliments et régime alimentaire

Nous mangeons et buvons tous les jours, cela équivaut à répondre aux besoins quotidiens d'approvisionnement en énergie et en matière. Cet approvisionnement prend la forme d'aliments solides et liquides et est différencié. Macronutriments au sens large : Protéines, lipides, glucides (dont l'apport est essentiel en grande quantité de l'ordre de dizaines de grammes par jour) et micronutriments (la plupart des minéraux et vitamines, dont l'apport est de l'ordre du microgramme ou milligramme par jour) (**Dupin, 1992**). Les aliments sont généralement associés à des nutriments tels que les protéines, les lipides et les glucides, ainsi qu'à quelques composants mineurs (sel, quelques vitamines, sodium, calcium et fer, additifs...etc.) (**McClements 2007 ; Aguilera 2013**).

I. Les macronutriments

I. 1. Les glucides

Les glucides sont une partie importante d'un régime alimentaire nutritif. Les sources les plus saines comprennent les glucides complexes en raison de leurs effets atténués sur la glycémie. Ces options comprennent les céréales complètes non transformées, les légumes, les fruits et les légumineuses. Bien que les glucides simples soient acceptables en petites quantités, le pain blanc, les sodas, les pâtisseries et d'autres aliments hautement transformés sont moins nutritifs et provoquent une augmentation rapide de la glycémie (**Holesh et al., 2022**). Les directives alimentaires pour les américains recommandent que les glucides représentent de 45% à 65% des calories totales quotidiennes (**Phillips, 2021**).

I. 2. Les protéines

Les protéines sont des molécules hautement complexes qui sont activement impliquées dans certains aspects les plus fondamentaux et les plus importants de la vie, tels que le métabolisme, la locomotion, la défense, la communication cellulaire et la reconnaissance moléculaire (**Kessel et Ben-Tal, 2010**). Certains aliments, comme la viande, le poisson, le fromage, les légumineuses et les céréales, sont relativement riches en protéines, avec 10 à 25 % de protéines, tandis que d'autres ont une teneur en eau très élevée et sont donc moins riches en protéines (lait, légumes, fruit par exemple) (**Dupin, 1992**).

L'apport journalier recommandé (AJR) pour les protéines, publié par le « Food and Nutrition Board » de l'Académie nationale des sciences, est de 0,8 g de protéines par kg de poids corporel par jour pour les adultes de tous âges. Cette valeur représente la quantité minimale

de protéines nécessaire pour prévenir la perte progressive de masse corporelle maigre chez la plupart des gens (**Wolfe et al., 2008**).

I. 3. Les lipides

Dans l'alimentation, les lipides contribuent au goût, à la texture et à la teneur en énergie des aliments. Dans le corps, les lipides ont de nombreux rôles, notamment en tant que source d'énergie facilement disponible et stockée, en tant que composant structurel et fonctionnel de toutes les membranes cellulaires et en tant que précurseurs des eicosanoïdes et des molécules de signalisation cellulaire. Ils aident également à l'absorption des vitamines liposolubles et d'autres composants alimentaires (**Field & Robinson, 2019**). Les lipides alimentaires sont des produits naturels largement répandus dans les règnes animal et végétal et sont principalement composés d'acides gras divers classés dans une large gamme d'acides gras (saturés, mono insaturés, polyinsaturés...etc.) (**Attia-Skhiri et al., 2009**).

Le beurre, la margarine, les huiles végétales, la viande et la volaille, le lait et les produits laitiers, le jaune d'œuf et les noix sont les principales sources de matières grasses alimentaires. (**EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA), 2010**). Les recommandations quantitatives pour l'apport quotidien en matières grasses totales comprennent une fourchette allant de 20 à 35 % de l'apport énergétique total (AET) (**Schwingshackl et al., 2021**).

II. Les micronutriments

II. 1. Les vitamines

Les vitamines sont définies comme des substances organiques nécessaires en petite quantité pour le maintien et la croissance des organismes vivants (**Ravisankar et al., 2015**). Les vitamines jouent un rôle essentiel dans de nombreuses fonctions biochimiques du corps humain et sont des éléments indispensables au maintien d'une santé optimale. Il existe deux groupes principaux de vitamines : les vitamines liposolubles et les vitamines hydrosolubles. Les vitamines liposolubles comprennent les vitamines A, D, E et K, tandis que les vitamines hydrosolubles comprennent la vitamine C et le complexe de vitamines B (thiamine, riboflavine, niacine, acide pantothénique, pyridoxine, biotine, folate et cobalamine) (**Reddy et Jialal, 2022 ; Lykstad et Sharma, 2023**). Les tableaux (1) et (2) représentent les rôles et les sources des différentes vitamines.

Tableau 4 : Les vitamines hydrosolubles (Avenue et al., 2012 ; Healthwise Staff, 2023).

Vitamine	Rôle	Source	Apport quotidien
La thiamine (vitamine B1)	Partie d'une enzyme nécessaire au métabolisme énergétique ; importante pour la fonction nerveuse.	Se trouve dans tous les aliments nutritifs en quantités modérées : porc, pains à grains entiers ou enrichis et Céréales, légumineuses, noix et graines.	1,1-1,2 microgrammes
La riboflavine (Vitamine B2)	Partie d'une enzyme nécessaire au métabolisme énergétique ; importante pour la vision normale et la santé de la peau.	Lait et produits laitiers ; légumes verts à feuilles ; pains et céréales à grains entiers ou enrichis.	1,1-1,3 microgrammes
La niacine (Vitamine B3)	Partie d'une enzyme nécessaire au métabolisme énergétique ; importante pour le système nerveux, le système digestif et la santé de la peau.	Viandes, volailles, poissons, pains et céréales à grains entiers ou enrichis, légumes (Sur tout champignons, asperges et légumes verts à feuilles), beurre d'arachide.	14-16 microgrammes
Acide pantothénique (Vitamine B5)	Partie d'une enzyme nécessaire au métabolisme énergétique.	Répandu dans les aliments.	5 microgrammes
La biotine (Vitamine B7)	Partie d'une enzyme nécessaire au métabolisme énergétique.	Répandu dans les aliments ; également produit dans le tractus intestinal par des bactéries.	30 microgrammes
La pyridoxine (Vitamine B6)	Partie d'une enzyme nécessaire au métabolisme des protéines ; aide à produire des globules rouges.	Viande, poisson, volaille, légumes, fruits.	1,3-1,6 microgrammes
Folate (folique acide, vitamine B9)	Partie d'une enzyme nécessaire à la fabrication de l'ADN et de nouvelles cellules, en particulier les globules rouges.	Légumes et légumineuses à feuilles vertes, graines, jus d'orange et foie ; maintenant	400 microgrammes

		ajouté à la plupart des grains raffinés.	
Cobalamine (vitamine B12)	Partie d'une enzyme nécessaire à la fabrication de nouvelles cellules ; important pour la fonction nerveuse.	Viande, volaille, poisson, fruits de mer, œufs, lait et produits laitiers ; ne se trouve pas dans les aliments végétaux.	2.4 microgrammes
Acide ascorbique (Vitamine C)	Antioxydant ; partie d'une enzyme nécessaire au métabolisme des protéines ; important pour la santé du système immunitaire ; aide à l'absorption du fer.	On ne trouve que dans les fruits et légumes, surtout les agrumes, les légumes de la famille des choux, cantaloup, fraises, poivrons, tomates, pommes de terre, laitue, papaye, mangues, kiwis.	75 microgrammes

Tableau 5 : Les vitamines liposolubles (Avenue *et al.*, 2012 ; Healthwise Staff, 2023).

Vitamine	Rôle	Source	Apport quotidien
Vitamine A	Nécessaire pour la vision, une peau et des muqueuses saines, la croissance des os et des dents, la santé du système immunitaire.	Vitamine A provenant de sources animales : lait enrichi, fromage, crème, beurre, margarine enrichie, œufs, foie.	700-900 microgrammes
Vitamine D	Nécessaire pour une bonne absorption du calcium ; stocké dans les os.	Jaunes d'œufs, foie, poisson gras, lait enrichi, margarine enrichie. Lorsqu'elle est exposée au soleil, la peau peut produire de la vitamine D.	15 microgrammes

Vitamine E	Antioxydant ; protège les parois cellulaires.	Huiles végétales polyinsaturées (soja, maïs, graines de coton, carthame) ; légumes verts à feuilles ; germe de blé ; produits à grains entiers ; foie ; jaunes d'œufs ; noix et graines.	15 microgrammes
Vitamine K	Nécessaire pour une bonne coagulation sanguine.	Légumes verts à feuilles (chou frisé, chou vert et épinards) ; légumes verts (brocoli, choux de Bruxelles et asperges) ; également produit dans le tractus intestinal par des bactéries.	90-120 microgrammes

II. 2. Les minéraux

Les minéraux jouent un rôle clé dans la régulation des voies métaboliques et physiologiques. Un apport adéquat est nécessaire pour maintenir l'homéostasie, la protection cellulaire, la fonctionnalité et la santé (Stathopoulou, 2012) (Tableau 3). Ces minéraux sont divisés en macro minéraux et oligominéraux selon les besoins de l'organisme. (Kim et Choi, 2013).

Tableau 3 : Les minéraux (FAO, 1945 ; Le Mone, 1999 ; Avenue *et al.*, 2012 ; Solan, 2016).

Minérales	Rôle	Source	Dose journalière
Calcium	Composant essentiel de l'os et la coagulation normale du sang activateur de plusieurs enzymes clés stimule la contraction musculaire et régule la transmission des influx nerveux	Lait et produits laitiers, légumes verts à feuilles, jaune d'œufs, crustacés	1000 milligrammes

Fer	Composant essentiel des pigments respiratoires hémoglobine et myoglobine et composant de divers systèmes enzymatiques, y compris les cytochromes, catalases, peroxydase, et les enzymes xanthine et aldéhyde oxydase, et la déshydrogénase succinique.	Viande rouge, volaille, œufs, fruits, légumes verts, pain fortifié	8-18 milligrammes
Magnésium	Composant essentiel de l'os et activateur de plusieurs enzymes clés (kinases, mutases, ATPases musculaires)	Épinards, brocolis, légumineuses, graines, pain de blé entier	310-400 milligrammes
Potassium	Cation majeure de fluide intracellulaire, et régule la pression osmotique intracellulaire et l'équilibre acide-base, il est nécessaire pour la synthèse du glycogène et des protéines, et la dégradation métabolique du glucose.	Avocats, abricots séchés, viande, poisson, volaille, céréales, oranges, bananes, café	2300-3000 milligrammes
Sodium	La régulation de la pression osmotique et le maintien de l'équilibre acide-base, joue un rôle spécifique dans l'absorption des glucides.	Sel de table, charcuterie, fromage	1500 milligrammes

Phosphore	Composant essentiel des os et des phospholipides, acides nucléiques, phosphoprotéines (caséine), esters de phosphate à haute énergie (ATP), phosphates d'hexose, phosphate de créatine et plusieurs enzymes clés	Farine d'os, farine de viande, farine de poisson blanc, farine de crevettes, farine de sous-produits de volaille, fumier de volaille séché, son de riz, polissage de riz, son de blé, blé de moulin, levure de bière séchée, farine de graines de tournesol	700 milligrammes
Zinc	Composant essentiel de plus de 80 métallo-enzymes sert de cofacteur dans de nombreux systèmes enzymatiques joue un rôle vital dans le métabolisme des lipides, des protéines et des glucides	Viande, volaille, œufs, fruits de mer, céréales, légumineuses	8-11 milligrammes
Cuivre	Composant essentiel de nombreux systèmes enzymatiques de réduction de l'oxydation intimement liés au métabolisme du fer, donc à la synthèse de l'hémoglobine et à la production et au maintien des globules rouges.	Fruits de mer, noix, graines, produits à grains entiers, haricots, pruneaux	900 microgrammes
Manganèse	Essentiel à la formation osseuse fonctions dans l'organisme comme activateur d'enzymes pour les enzymes qui assurent le	Viande rouge, volaille, œufs, fruits, légumes verts, pain fortifié	1.8-2.3 milligrammes

	transfert du groupe phosphaté composant essentiel de l'enzyme pyruvate carboxylase la régénération des globules rouges, le métabolisme des glucides et le cycle reproducteur.		
Sélénium	Protéger les tissus et les membranes cellulaires contre les dommages oxydatifs, la biosynthèse de l'ubiquinone. Influence l'absorption et la rétention de la vitamine E	Viande d'orgue, fruits de mer, noix	55 microgrammes
Iode	Essentiel pour réguler le taux métabolique de tous les processus du corps	Tous les aliments d'origine marine, les farines d'algues	1100 microgrammes
Chlorure	Essentiel pour la régulation de l'équilibre osmotique pressue et acide-base joue un rôle spécifique dans le transport de l'oxygène et du dioxyde de carbone dans le sang, et le maintien du pH du jus digestif	Sel de table	2.3 grammes

II. 3. L'eau

L'eau est essentielle à la vie et le maintien de niveaux optimaux d'hydratation est important pour que les humains fonctionnent bien. L'eau représente une grande proportion de notre poids corporel (60% en moyenne), (**Benelam & Wyness, 2010**). L'eau est essentielle à la vie et le maintien de niveaux optimaux d'hydratation est important pour que les humains

fonctionnent bien. L'eau représente une grande proportion de notre poids corporel (60% en moyenne) (**National Academies of Sciences, 2005**) est d'environ 3000 ml pour les hommes et de 2200 ml pour les femmes est plus qu'adéquate. (**Meinders et Meinders, 2010**).

II. 4. Les ions de nitrates et nitrites

Les nitrates (NO_3^-) et les nitrites (NO_2^-) sont des ions présents de façon naturelle dans l'environnement. Ils sont le résultat d'une nitrification de l'ion ammonium (NH_4^+), présent dans l'eau et le sol, qui est oxydé en nitrites par les bactéries du genre *Nitrosomonas*, puis en nitrates par les bactéries du genre *Nitrobacter* (Santé Canada, 1992). L'apport quotidien acceptable de nitrate de 3,7 mg/kg de poids corporel par jour, soit 222 mg de nitrate par jour pour un adulte de 60 kg, a été établi par l'ancien Comité scientifique de l'alimentation humaine (SCF).

II. 4.1. La composition chimique

La composition chimique générale du nitrate est représentée par la formule NO_3^- . Elle comprend un atome d'azote (N) et trois atomes d'oxygène (O) liés ensemble. L'ion nitrate à une charge négative de -1, ce qui signifie qu'il contient un électron supplémentaire par rapport à l'azote neutre.

L'ion nitrate est souvent associé à un cation positif pour former des sels de nitrate. Par exemple, le nitrate de sodium (NaNO_3) est composé d'un ion nitrate associé à un ion sodium (Na^+), tandis que le nitrate de potassium (KNO_3) est composé d'un ion nitrate associé à un ion potassium (K^+). Il existe également d'autres sels de nitrate tels que le nitrate de calcium ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) ou le nitrate d'ammonium (NH_4NO_3), qui ont des compositions chimiques spécifiques en fonction des cations associés (**Wiberg, 2001**).

II. 4.2. La source du nitrate et nitrite

Les nitrates circulant dans le système proviennent principalement de deux sources, l'alimentation et l'oxydation du NO endogène, qui correspondent respectivement aux nitrates exogènes et endogènes (**Lundberg, 2013**). Les sources exogènes de nitrates pour l'alimentation humaine sont principalement les aliments, qui représentent environ 60 à 80 % de l'apport total en nitrates (**Archer, 2002**). Conformément à des rapports récents, les légumes, en particulier les légumes à feuilles vertes, tels que les épinards et les betteraves, contiennent une grande quantité de nitrates, qui représentent près de 80 à 90 % de l'apport alimentaire total en nitrates (**Song, 2015**). Les autres sources de nitrates sont l'eau de boisson

(15 à 20 %) et d'autres aliments, y compris les produits d'origine animale (10 à 15 %) (Skibsted, 2011).

En ce qui concerne les nitrites, environ 80 à 85 % des nitrites systémiques totaux sont obtenus par conversion endogène à partir des nitrates (Mensinga, 2003 ; Lundberg, 2013 ; Butler, 2015). Près de 93 % des nitrites sont convertis à partir des nitrates (Sindelar, 2012). Un individu consomme environ 1,2 à 3,0 mg de nitrites par jour (Sobsey, 2003). Les autres sources de nitrites sont l'oxydation du NO endogène et les sources nutritionnelles exogènes (la charcuterie représente 4,8 % et les légumes 2,2 %) (Archer, 2002). Les nitrites exogènes sont presque entièrement absorbés dans le duodénum et le jéjunum (Hunault, 2009). La plupart des nitrites circulant dans le système sont convertis en NO et constituent un réservoir relativement stable de NO.

La source de nitrate alimentaire (NO_3) est principalement des légumes-feuilles verts, partiellement absorbés dans le sang par la muqueuse intestinale. (Ma *et al.*, 2018).

Les nitrates et les nitrites sont présents partout dans l'environnement, dans l'eau, le sol, l'air, les plantes et les aliments. Ils sont utilisés comme engrais, comme explosifs et aussi comme agents conservateurs dans les aliments, ils sont des substances chimiques naturelles qui sont obtenues à partir de l'oxydation de l'azote par les micro-organismes (Gassara *et al.*, 2016).

II. 4.3. Le rôle du nitrate

Les nitrates jouent plusieurs rôles importants dans différents domaines, notamment :

a. Agriculture : Les nitrates sont utilisés comme source d'azote dans les engrais pour favoriser la croissance des plantes. L'azote est un élément essentiel pour la formation des protéines et la croissance végétale.

b. Environnement : Les nitrates sont un composant naturel du cycle de l'azote dans l'environnement. Ils sont produits par la décomposition des matières organiques et peuvent être utilisés comme source d'azote par les micro-organismes dans le sol.

c. Nutrition humaine : Les nitrates présents naturellement dans certains aliments, tels que les légumes-feuilles, les betteraves et les carottes, font partie d'une alimentation équilibrée et contribuent à notre apport en nitrate. Les nitrates alimentaires peuvent être convertis en oxyde nitrique dans le corps, ce qui joue un rôle important dans la régulation de la pression artérielle et de la fonction vasculaire.

d. Industrie chimique : Les nitrates sont utilisés dans diverses industries chimiques pour la production de produits tels que les explosifs, les fertilisants, les colorants, les agents de conservation des aliments et les médicaments (Holtan-Hartwig, 2014).

II. 5. Cycle du nitrate

Le recyclage du nitrate alimentaire se fait principalement dans les glandes salivaires, où la salive joue un rôle clé dans le transport actif et la concentration du nitrate. Une partie du nitrate est convertie en Les bactéries nitrites par réduction de nitrate (NRB) sont définies par leur capacité à réduire le nitrate en nitrite ou en d'autres composés azotés. Cette réduction est facilitée par l'enzyme nitrate réductase produite par ces bactéries et ensuite absorbé dans l'estomac et l'intestin comme représenté dans la figure (1). Près de 25% du nitrate circulant est réabsorbé par les glandes salivaires, alors que la majorité est excrétée par les reins. Le nitrate exerce des fonctions physiologiques par la voie exogène $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}$. NO , oxydenitrique ; NO_2^- , nitrite ; NO_3^- , nitrate (Ma *et al.*, 2018 ; Bhusal & Muriana, 2021) (Figure 1).

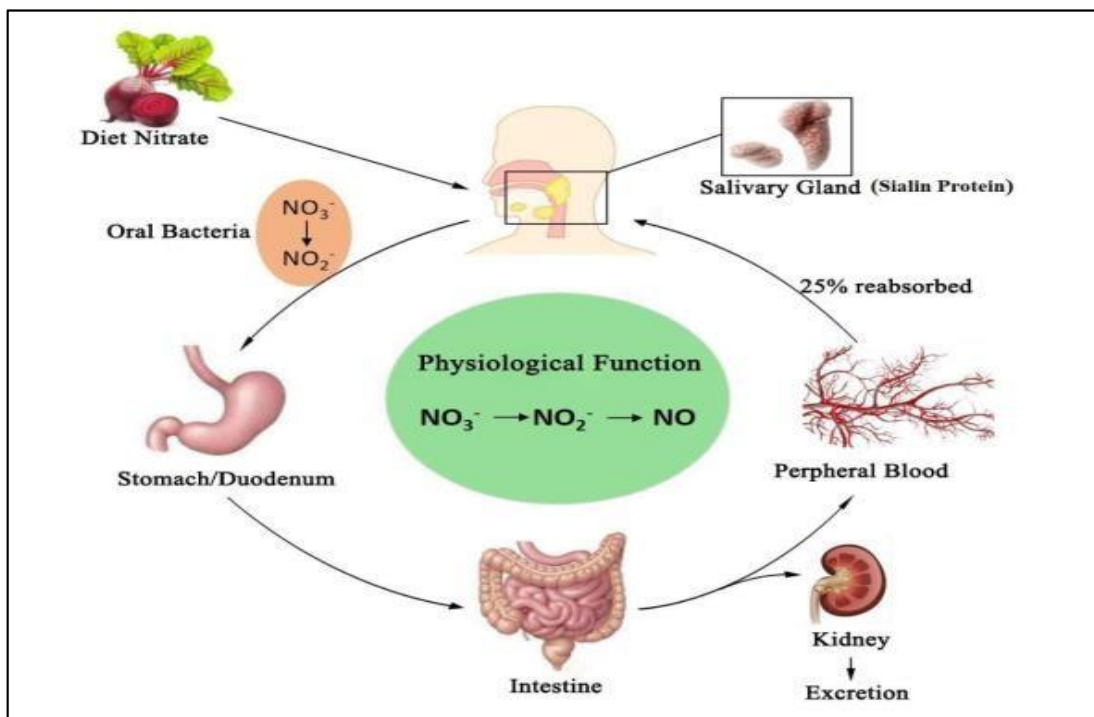


Figure 1: Circulation des nitrates dans le corps (Ma *et al.*, 2018).

II. 6. Les bienfaits du nitrate

Contrairement à la toxicité, les nitrates, sous certaines formes, peuvent avoir des bienfaits pour la santé. Voici quelques effets positifs associés à la consommation de nitrates :

Le NO_3^- peut améliorer les performances sportives principalement grâce à ses effets sur les muscles squelettiques, les vaisseaux sanguins et le cerveau (**Campos et al., 2018**). Une disponibilité accrue de NO peut affecter la respiration et la biogenèse mitochondriales, augmenter le flux sanguin dans les muscles actifs pendant l'activité physique et, par conséquent, réduire la consommation d'adénosine triphosphate (ATP) pendant la contraction musculaire et réduire la consommation d'oxygène pendant l'exercice aérobique (**Van De Walle et al., 2018**). L'effet du NO_3^- sur les vaisseaux sanguins se manifeste par une réduction de la pression artérielle, une observation également observée chez des populations par ailleurs en bonne santé et dont les valeurs de pression artérielle se situent dans les fourchettes de référence. Le NO_3^- peut également augmenter la perte de chaleur par la peau pendant l'activité physique (**Campos et al., 2018**). La recherche sur les effets du NO_3^- sur le cerveau n'en est qu'à ses débuts et n'est pas aussi bien comprise que les effets sur les muscles squelettiques et les vaisseaux sanguins. Ainsi, il n'existe actuellement aucune preuve directe que l'ajout de NO_3^- pourrait, en fait, augmenter la disponibilité de NO dans le cerveau. Néanmoins, des recherches menées sur des modèles animaux indiquent que le NO dans le cerveau réduit la consommation d'oxygène pendant l'exercice (**Lacerda et al., 2005**), accélère la perte de chaleur à travers la peau pendant l'activité physique (**Wanner et al., 2015**) et présente potentiellement des effets protecteurs contre l'hyperthermie induite par l'exercice. (**Lacerda et al., 2005 ; Wanner et al., 2015**).

Il est important de noter que les nitrates eux-mêmes ne sont pas considérés comme toxiques pour la plupart des individus en quantités normales. Cependant, ils peuvent être convertis en nitrites par des bactéries présentes dans la bouche et le tractus gastro-intestinal. Les nitrites peuvent ensuite réagir avec certaines substances pour former des composés potentiellement nocifs, tels que les nitrosamines, qui sont associées à un risque accru de cancer. (**Ward, 2005**).

Chapitre II
Les pathologies
associées au Nitrate

Les quarante dernières années ont montré l'incrimination de la nutrition dans la survenue de certains cancers (**WCRF/AICR, 2007 in INC, 2009**). En effet, plusieurs études admettent que l'alimentation joue un rôle majeur dans la cancérogenèse. La part de l'alimentation dans la genèse des cancers est estimée à 30 % mais avec une large marge d'incertitude (10 à 60 %) (**Collège des enseignants de nutrition, 2001**).

I. Cancer

I. 1. Définition de cancer

Le cancer est une maladie dans laquelle certaines cellules du corps se développent de manière incontrôlée et se propagent à d'autres parties du corps. (**NCI, 2007**). Le cancer n'est pas une seule maladie. C'est un groupe de plus de 100 maladies différentes et distinctes. Bien qu'il existe de nombreux types de cancer, tous les cancers commencent lorsque des cellules anormales se développent de manière incontrôlée. Le cancer peut également être appelé malignité ou tumeur maligne. (**Hanahan et Weinberg, 2000**).

I. 2. Différence entre les cellules cancéreuses et les cellules normales

La croissance des cellules cancéreuses est différente de la croissance des cellules normales. Les cellules normales se développent et se divisent de manière contrôlée afin de produire davantage de cellules en fonction des besoins pour maintenir le corps en bonne santé. Lorsque les cellules vieillissent ou sont endommagées, elles meurent et sont remplacées par de nouvelles cellules. Au lieu de mourir, les cellules cancéreuses continuent à se développer et à former de nouvelles cellules anormales. Les cellules cancéreuses peuvent également envahir (se développer dans) d'autres tissus, ce que les cellules normales ne peuvent pas faire. La croissance incontrôlée et l'invasion d'autres tissus font d'une cellule une cellule cancéreuse. Les cellules supplémentaires peuvent former une masse de tissus appelée tumeur. Toutes les tumeurs ne sont pas cancéreuses ; les tumeurs peuvent être bénignes ou malignes (**Weinberg, 2013**). Dépendent de différents types de nutriments que les cellules normales. En outre, certaines cellules cancéreuses produisent de l'énergie à partir de nutriments d'une manière différente de la plupart des cellules normales. Cela permet aux cellules cancéreuses de se développer plus rapidement (**NCI, 2007**).

I. 3. Régime alimentaire et prévention du cancer

La recherche a montré qu'une alimentation saine peut réduire le risque de certains cancers. Un des avantages d'une bonne alimentation est qu'elle aide à maintenir un poids sain. Les

personnes en surpoids ou obèses sont exposées à un plus grand nombre de problèmes de santé (Staff, 2011).

I .4. Les substances phytochimiques

Les composés phytochimiques sont des substances présentes dans les aliments d'origine végétale. Certains experts pensent qu'ils peuvent réduire le risque de cancer. Ils peuvent également contribuer à la santé des os, du cœur et du cerveau. La vitamine C et l'acide folique sont des types courants de substances phytochimiques. Les isoflavones, les flavonoïdes, les phytostérols et d'autres sont moins courants. Parmi les bonnes sources de composés phytochimiques, citons : (le brocoli, les tomates, le chou-fleur, noix, les carottes...etc.) (staff, 2011). Le nitrate en soi est relativement non toxique, mais ses métabolites et ses produits de réaction (p. ex., nitrite, oxyde nitrique et composés N-nitroso) soulèvent des préoccupations en raison des répercussions sur la santé, comme la méthémoglobinémie et la cancérogenèse (EFSA, 2008).

I. 5. La méthémoglobinémie

La méthémoglobinémie est une pathologie rare touchant préférentiellement les enfants. Son issue peut être fatale si elle n'est pas identifiée, alors qu'elle peut être reconnue précocement par des moyens diagnostiques simples. Nous rapportons le cas d'un enfant de 14 mois ayant présenté un tableau de cyanose brutale résultant d'une méthémoglobinémie aiguë. L'enquête étiologique minutieuse menée par la suite a permis d'objectiver une intoxication par un excès de nitrates contenus dans l'eau de source qui avait été utilisée pour la préparation des repas au domicile familial (Piazza *et al.*, 2014).

Le risque de méthémoglobinémie chez les nourrissons dépend de nombreux facteurs autres que l'ingestion de nitrates dans l'eau de boisson. Certains aliments et médicaments contiennent des niveaux élevés de nitrate (Sanchez-Echaniz *et al.*, 2001).

D'une manière générale, les niveaux de nitrate dans les légumes ne sont pas toxiques pour la plupart des gens, mais ils sont particulièrement préoccupants pour les nouveau-nés. La toxicité des nitrates est principalement due à leur réduction en nitrites après ingestion. Le nitrite, en induisant la méthémoglobine qui interfère avec la capacité de transport de l'oxygène de l'hémoglobine, provoque une méthémoglobinémie à laquelle les nourrissons de moins de 3 mois sont particulièrement sensibles (Kross *et al.*, 1992 ; Chan, 2011).

Les nitrates sont fréquemment présents dans les légumes et les eaux souterraines. Les niveaux de nitrates dans les eaux souterraines ont augmenté au cours des deux dernières

décennies en raison de l'utilisation accrue d'engrais azotés. Après ingestion, les nitrates sont transformés en nitrites par les organismes fécaux. Les nitrites sont absorbés et forment de la méthémoglobine, qui interfère avec la capacité de transport d'oxygène de l'hémoglobine. Les nourrissons sont particulièrement sensibles à l'intoxication par les nitrates car l'hémoglobine fœtale est plus facilement oxydée en méthémoglobine. Chez les nourrissons, la source la plus courante d'exposition aux nitrates est l'eau de puits, qui est mélangée au lait maternisé. Les nourrissons affectés peuvent présenter une cyanose asymptomatique, qui peut évoluer vers la dyspnée et la léthargie ou le coma. Les concentrations sanguines de méthémoglobine sont élevées. Le traitement consiste en l'administration d'oxygène et de bleu de méthylène par voie intraveineuse ou orale (**Kross et al., 1992**).

L'Académie américaine de pédiatrie suggère d'éviter les aliments pour nourrissons préparés à la maison à partir de légumes jusqu'à ce que les enfants soient plus âgés (**Greer et Shannon (2005)**).

I. 6. Les Reins

Selon la Société Internationale de Néphrologie, les reins sont des organes appariés du système urinaire situés dans la région lombaire de l'abdomen. Ils sont responsables de plusieurs fonctions essentielles, notamment la filtration du sang, l'élimination des déchets métaboliques et des toxines, la régulation de l'équilibre hydrique et électrolytique, et la production d'hormones importantes pour le maintien de l'homéostasie (**Société Internationale de Néphrologie**).

I.6.1. Néphrotoxicité

Une exposition prolongée ou excessive aux nitrates peut avoir des effets néfastes sur les reins. Cela peut entraîner une diminution de la fonction rénale, une altération de la filtration glomérulaire et une augmentation de la protéinurie (**Abarikwu et al., 2013**). Cela peut se manifester par les effets suivants :

a. Diminution de la fonction rénale : L'exposition excessive aux nitrates peut entraîner une altération de la fonction rénale, réduisant ainsi la capacité des reins à filtrer efficacement les déchets et les toxines du sang.

b. Altération de la filtration glomérulaire : Les nitrates peuvent affecter la filtration glomérulaire, qui est le processus par lequel les déchets sont éliminés du sang et excrétés sous forme d'urine. Cela peut entraîner une accumulation de substances indésirables dans le corps.

c. Augmentation de la protéinurie : La néphrotoxicité des nitrates peut également se manifester par une augmentation de la protéinurie, c'est-à-dire la présence normale de protéines dans l'urine. Cela peut être un signe de dommages rénaux. Il convient de noter que la néphrotoxicité des nitrates peut varier en fonction de la dose, de la durée de l'exposition et de la sensibilité individuelle. Des études spécifiques examinant directement la néphrotoxicité des nitrates sont limitées, mais certaines recherches ont établi une corrélation entre l'exposition à des niveaux élevés de nitrates et des effets néfastes sur la fonction rénale (Sánchez-pérez, 2017).

I.7. L'estomac

L'estomac est un organe en forme de sac muqueux, dans un sac musculaire extensible (Tuffier, 1907). Chez l'adulte, il a une contenance moyenne de 1,5 litre. Il est approximativement en forme de « J ». C'est la partie la plus large du tube digestif. En continuité proximale avec l'œsophage abdominal et distalement avec le duodénum. L'estomac se situe en grande partie dans la région hypochondriale gauche sous le couvert de la partie inférieure de la cage thoracique. Cependant, les parties inférieure et distale de l'estomac se situent dans les régions épigastriques et ombilicale supérieure de l'abdomen (Mahadevan, 2017).

I.7.1. Le cancer de l'estomac

Parmi les différents types cancéreux, le cancer digestif est très répandu dans divers pays du monde. Les cancers digestifs à un stade précoce représentent 10 à 50 % de tous les cancers selon les dernières études. Ils se caractérisent par une grande variabilité selon les zones géographiques mondiales (Ouedraogo, 2018). En Afrique du Nord et au Maghreb, l'Algérie a la plus forte incidence de cancers gastriques (Behar *et al.*, 2020).

Le cancer gastrique est une maladie multifactorielle, où de nombreux facteurs peuvent influencer son développement ; à la fois environnementaux et génétiques. Les statistiques actuelles le présentent comme la quatrième cause de décès par cancer dans le monde (Machlowska *et al.*, 2020).

Le cancer de l'estomac (adénome ectoplasmique) est un type de cancer qui se développe aux tissus de L'estomac. Il se développe à partir d'ulcères dans les cellules de la muqueuse gastrique et peut se développer à la surface de la muqueuse épithéliale ou dans la profondeur et la perforation de la paroi de l'estomac (Setiz, 2018).

Les variations de la fréquence du cancer de l'estomac constatées d'un pays à les variations de la fréquence du cancer de l'estomac constatées d'un pays à l'autre peuvent s'expliquer par l'existence de facteurs carcinogènes dans l'environnement. Au premier rang de ces facteurs se trouve l'alimentation (**Hillon et al., 1985**). L'alimentation joue un rôle causal dans la genèse du cancer gastrique. Il existe très peu d'études en Afrique dans lesquelles la contribution de l'alimentation à la carcinogenèse dans l'estomac. Les nutriments peuvent agir soit comme cancérigènes directs, comme les nitrosamines qui semblent être responsables du risque accru de CG conféré par les régimes riches en aliments fumés, soit comme cancérigènes indirects qui peuvent conférer un risque en altérant la dynamique cellulaire de la muqueuse gastrique (**Asombang et Kelly, 2012**).

Les régimes riches en aliments frits, les viandes transformées, sont associés à un risque accru de cancer de l'estomac dans plusieurs études épidémiologiques (**Robaszkiewicz, 2012**). Les carences nutritionnelles (carences en vitamine A et en manganèse) peuvent contribuer au développement du CG. Une forte consommation d'aliments salés et une faible consommation de fruits et légumes améliorent la progression du CG (**Asombang et Kelly, 2012**).

Les nitrosamines peuvent, chez L'homme, être apportées par l'alimentation ou résulter de la transformation de nitrates en nitrites sous l'action des bactéries dont la pullulation est elle-même favorisée par l'hypo acidité de la gastrite chronique atrophique. Cela a été retenu Par plusieurs auteurs comme facteurs favorisant du cancer gastrique. Le sel a un effet caustique sur la muqueuse gastrique et serait responsable de la gastrite atrophique ; il ralentit la vidange gastrique et prolonge le temps de contact entre les nitrosamines et la muqueuse gastrique. La fréquence du cancer de l'estomac est plus élevée dans les régions où les aliments sont conservés à la température ambiante car une quantité importante de nitrates sont convertie en nitrites par les Bactéries, ce qui ne se produit pas à la température de 2°C (**Hillon et al., 1985**).

I.8. Intestins

L'intestin représente le plus grand compartiment du système immunitaire. Il est continuellement exposé aux antigènes et aux agents immunomodulateurs provenant de l'alimentation et du microbiote commensal, et il est la porte d'entrée de nombreux pathogènes importants (**Mowat et Agace, 2014**).

I.9. Cancer Colorectal

Le cancer colorectal est actuellement le troisième cancer le plus meurtrier aux États-Unis et on estime qu'il fera 49 190 victimes aux États-Unis en 2016. (Marley et Nan, 2016).

Le terme de cancer colorectal fait référence à un cancer à développement lent qui commence par une tumeur ou une croissance tissulaire sur la paroi interne du rectum ou du colon. Si cette croissance anormale, appelée polype, devient cancéreuse, elle peut former une tumeur sur la paroi du rectum ou du côlon, puis se développer dans les vaisseaux sanguins ou lymphatiques, augmentant ainsi le risque de métastases vers d'autres sites anatomiques (Valastyan et Weinberg, 2011). Parmi les cancers qui se développent dans la région colorectale, la grande majorité (plus de 95 %) est classée dans la catégorie des adénocarcinomes.

I.10. Diabète

Le diabète sucré se caractérise par une hyperglycémie chronique et une altération du métabolisme des hydrates de carbone, des lipides et des protéines, causée par une insuffisance totale ou partielle de la sécrétion d'insuline et/ou de l'action de l'insuline. Il existe deux formes principales de diabète : le diabète insulino-dépendant (diabète de type 1) et le diabète non insulino-dépendant (diabète de type 2) (Tripathi et Srivastava, 2006).

Une étude écologique récente a montré que la teneur en nitrates de l'eau de boisson était positivement associée au risque de diabète de type 1 (Kostraba *et al.*, 1992).

La présente étude a mis en évidence une corrélation inverse entre la consommation de nitrates par la mère et le risque de diabète de type 1 chez l'enfant. Les légumes, qui sont des sources importantes de nitrates, contiennent également des antioxydants tels que la vitamine C, l'alpha-tocophérol et les carotènes, qui peuvent réduire la formation de nitrosamines à partir des nitrites.

La présente étude montre que la consommation élevée de nitrites par les enfants augmente leur risque de diabète de type 1 (Dahlquist *et al.*, 1990).

I.11. L'hypotension orthostatique

L'hypotension orthostatique est une condition médicale dans laquelle la pression artérielle chute de manière significative lorsque quelqu'un se lève de la position couchée ou assise à la position debout. Normalement, le corps s'adapte rapidement à ce changement de position en resserrant les vaisseaux sanguins et en augmentant la fréquence cardiaque pour maintenir une pression artérielle stable. Cependant, chez les personnes atteintes d'hypotension

orthostatique, cette adaptation ne se produit pas efficacement, ce qui entraîne une chute de la pression artérielle (**Freeman, 2011**).

Les nitrates peuvent provoquer une chute de la pression artérielle, en particulier lors du passage de la position couchée à la position debout. Cela peut entraîner des symptômes tels que des étourdissements, des vertiges et une vision floue (**Reynolds et al., 2016**).



Etude expérimentale

Chapitre I : Matériel et Méthodes



Pendant la période du 26 au 30 Avril 2023, le laboratoire de biologie de l'Université Abbès Laghrour - Khenchela a servi de lieu de réalisation de l'étude expérimentale.

Les expériences décrites dans cette étude sont les suivantes :

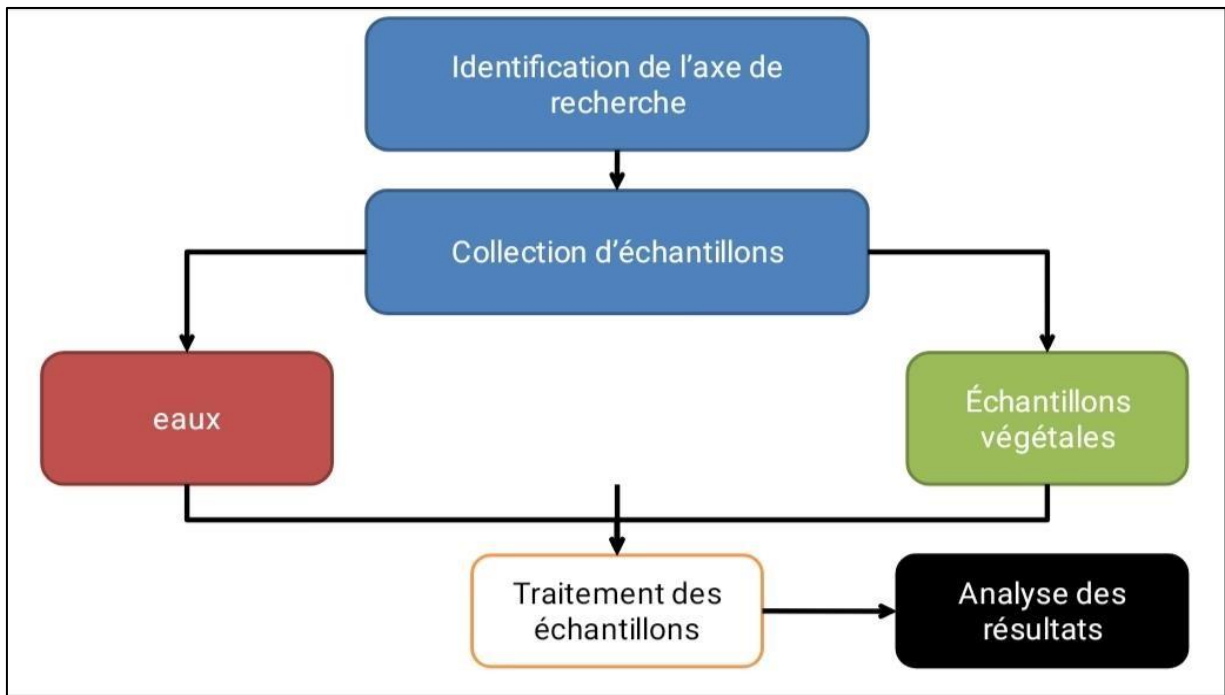


Figure 2 : Protocole expérimentale.

I. Matériel

I. 1. Matériel biologique

I. 1.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans ce travail, comporte certains légumes et fruits consommés en Algérie.

➤ Récolte et préparation

Un total de 10 fruits et légumes a été obtenu pour l'étude à partir des magasins locaux et du désert de la municipalité de Babar, wilaya de Khenchela, Algérie (Tableau 9). Certains échantillons ont été prélevés dans des magasins locaux de confiance, ce qui a permis d'inclure des produits couramment disponibles dans la région. Les articles les plus frais et les plus typiques ont été choisis dans le magasin. De plus, un autre ensemble de fruits et légumes a été récolté directement dans les fermes de Khenchela. Ces spécimens ont été soigneusement sélectionnés à la main pour assurer une maturité parfaite, une bonne texture. Après la collecte, les fruits et légumes ont été soigneusement placés dans des sacs en plastique pour assurer leur protection et prévenir tout dommage physique. Pour assurer un contrôle approprié de la température pendant le transport, les échantillons ont été placés dans

une glacière. À leur arrivée au laboratoire, les échantillons ont été entreposés rapidement dans un réfrigérateur à une température de -19 °C, assurant une conservation optimale avant leur utilisation dans l'étude. Cet environnement d'entreposage contrôlé a contribué à prévenir toute détérioration ou perte de valeur nutritionnelle des échantillons. En les maintenant constamment à basse température jusqu'à ce qu'ils soient prêts à être analysés.

Tableau 4 : Représente la région d'achat et extrait les échantillons et le nom scientifique des certains légumes et fruits.

Nom de virgule	Région d'achat et extrait	Nom scientifique
Fraises	Jijel	Fragaria x ananassa
Pastèques	Biskra	Citrulluslanatus
Cantaloup	Khenchela	Cucumismelo
Tomates	Khenchela	Solanumlycopersicum
Citrouille	Khenchela	Cucurbita
Oignon	Biskra	Allium cepa
Pomme de terre	Biskra	Solanumtuberosum
Piments rouge	Khenchela	Capsicum annum
Piments vert	Khenchela	Capsicum annum
Piments	Khenchela	Capsicum annum
L'eau de Falk	Khenchela El mahmal	/
L'eau de Khelifi	Khenchela_zoui	/
L'eau de Ain silen	khenchela _khenchela	/
L'eau de Rue de l'Aizar	khenchela _khenchela	/

I.1.2. Matériel minéral

Pour les échantillons d'eau, ont été extraits des puits propices à la consommation dans plusieurs régions de Khenchela. Après, ils ont été placés dans des flacons.

I. 1. 3. Réactif chimique et équipement

Tableau 5 : les réactifs chimiques et les instrumentations utilisés dans notre étude.

Réactifs chimiques et solvants	Matériel	Appareillage utilisé
Eau distillée	Bécher	Balance
Sel de Mohr (NH ₄) ₂ Fe(SO ₄) ₂ (H ₂ O) ₆	Eprouvette graduée	Agitateur magnétique (SCIOLOGEX)
Permanganate de Potassium (KMnO ₄)	Pissette d'eau	Réfrigérateurs
Acide sulfurique (H ₂ SO ₄)	Spatule	Plaque chauffante (LabTech)
	Barreau magnétique	Green test
	Erlenmeyer	Digesteur kjeldahl
	Entonnoir	
	Papier filtre	
	Montier et pilon	
	Pipette graduée	
	Burette graduée	
	Verre de montre	
	Aspirateur manuel	

II. Méthodes

Dans cette expérience, nous avons utilisé deux méthodes de dosage du nitrate, une méthode colorimétrique décrite par **André (1997)**, et l'analyse des échantillons par Green Test.

II. 1. Dosage des ions NO₃⁻

II. 1.1. Préparations d'échantillons

L'échantillon de fruits et légumes sont sélectionnés, lavé, pelé et coupé ou écrasé pour augmenter la surface d'analyse.

II. 1. 2. Extraction

Les ions nitrate sont extraits de l'échantillon de fruits et légumes par mélange ou macération.

II. 1. 3. Filtration

La solution extraite de chaque légume et fruit est prise et filtrée pour éliminer les particules solides restantes. La solution filtrée est utilisée pour le titrage arrière.

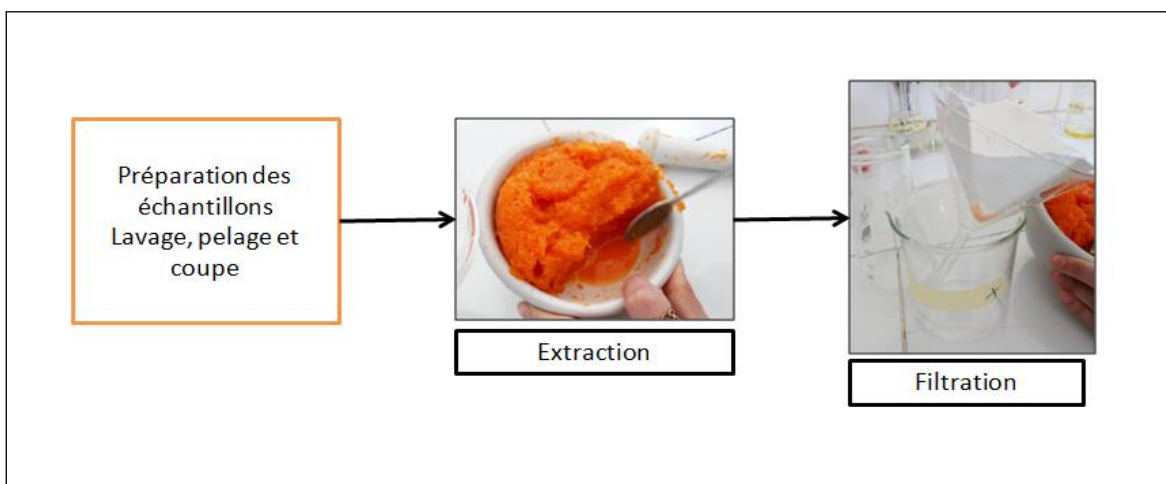


Figure 3 : Les étapes de préparation de l'extrait (Photo personnelle).

II. 1. 4. Préparation des solutions

a. Préparation du sel de Mohr

Pour préparer une solution du sel de Mohr à $2.10^{-1} \text{ mol.l}^{-1}$, nous avons dissous 3,92 g de sel de Mohr ($\text{FeSO}_4, (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4, 6\text{H}_2\text{O}$) dans 500 ml d'eau distillée.

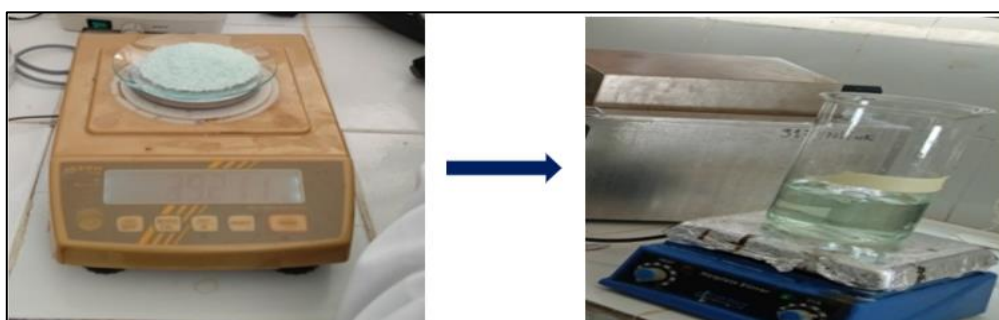


Figure 4 : Préparation du sel de Mohr (Photo personnelle).

✓ Préparation de permanganate de potassium

La solution de permanganate de potassium à $2,00.10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$ a été préparée en faisant dissoudre 1,58 g de permanganate de potassium dans 500 ml.



Figure 5 : Préparation de permanganate de potassium (Photo personnelle).

✓ Préparation de la solution titrée

Pour Préparer la solution titrée, Une masse a été pesée précisément (au centigramme près) voisine de 3,8 g de l'extrait de fruits, légumes, Ensuite, le volume prélevé a été noté. Après, Le volume prélevé a été transvasé dans une fiole jaugée de 250 ml et compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée. On obtient alors la solution S_0 . Dans un bécher de 100 ml, introduire:

- 20 ml de solution S_0 .
- 10 ml de solution de sel de Mohr.
- 10 ml d'acide sulfurique.

En raison de l'indisponibilité du réfrigérant à air, tel qu'indiqué dans le protocole, il n'était pas accessible dans le laboratoire ou d'autres ressources disponibles. La principale préoccupation en l'absence de cet équipement était le risque potentiel d'accumulation de gaz, en particulier le rejet d'oxyde nitrique (NO) pendant le processus expérimental, une autre approche devait être mise en œuvre.

Par conséquent, une solution a été adoptée en utilisant un digesteur kjeldahl à la place. Pour assurer la sécurité et prévenir les risques potentiels, le processus de chauffage a été effectué sous une hotte lorsque le digesteur de chaleur n'était pas disponible.

Après le processus de chauffage, il était nécessaire de laisser refroidir le bécher contenant l'échantillon, pour s'assurer que l'échantillon atteint une température appropriée pour une analyse ultérieure.



Figure 6 : Digesteur kjeldahl (Photo personnelle).

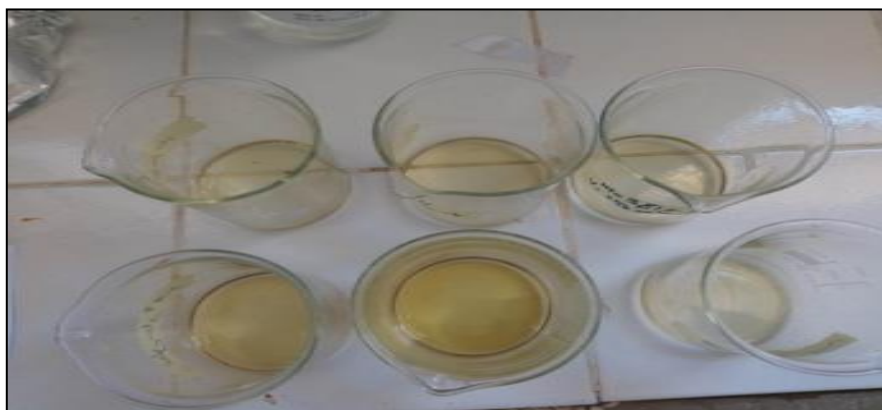


Figure 7 : Les échantillons avant le titrage (Photo personnelle).

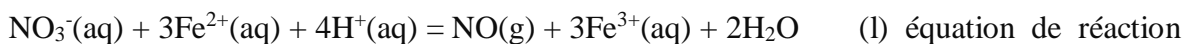
II. 1. 5. Réalisation de titrage

Nous avons procédé à la préparation de la burette, la rincer avec un peu de solution titrée puis ajuster au zéro avec la solution de permanganate de potassium. Procéder à un premier dosage rapide et noter l'encadrement à 2 ml près du volume équivalent. Procéder à un deuxième dosage de manière à déterminer précisément (au dixième de ml près) la valeur du volume équivalent notée V_E . Le processus de titrage doit être poursuivi jusqu'à ce qu'un changement de couleur distinct se produise, généralement en tournant la solution en rose. Ce changement de couleur signifie le point final du titrage, indiquant que la réaction est terminée.



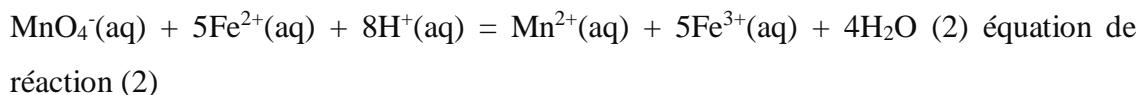
Figure 8 : Equipment du titrage (Photo personnelle).

Les demi-equations électrolytiques



(1)

✓ Même raisonnement que ci-dessus:



✓ Tableau d'avancement

Equation de réaction	$\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 5\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) = \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 5\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$					
A l'équivalence, $x = x_E$	$C_{\text{titrante}} V_E - x_E = 0$	$n_{\text{excès}}(\text{Fe}^{2+}) - 5x_E = 0$	Excès	x_E	$n_i(\text{Fe}^{3+}) + 5x_E$	Excès

✓ A l'équivalence, toutes les espèces titrées (ici les ions $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$) ont réagi avec toutes les espèces titrantes ($\text{MnO}_4^-(\text{aq})$) qui ont été introduites. Ces deux réactifs ont alors une quantité de matière nulle.

La relation suivante est alors déduite:

$$n_{\text{excès}}(\text{Fe}^{2+}) = 5C_{\text{titrante}} V_E \quad \mathbf{3.3.}$$

Les ions $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ initialement introduits ont en partie réagi avec les ions nitrate selon l'équation suivante:

$$n_i(\text{Fe}^{2+}) = n_{\text{réagi}}(\text{Fe}^{2+}) + n_{\text{excès}}(\text{Fe}^{2+})$$

✓ En reprenant l'équation de réaction (1), on trouve que :

$$n_i(\text{NO}_3^-) = n_{\text{réagi}}(\text{Fe}^{2+})/3$$

Prenons un échantillon de tomates, dont on a constaté qu'il fallait 18,7 ml de solution titrante pour atteindre le point d'équivalence.

• Exemple de calcul de (NH_3^-) dans l'échantillons d'oignon : $V_E=17,1 \text{ ml}$

$$n_{(\text{MnO}_4^-)} = C_{(\text{MnO}_4^-)} \cdot V_E \qquad n_{(\text{MnO}_4^-)} = 0,02 \cdot 0,0171 = 0,000342 \text{ mol}$$

$$n_{(\text{MnO}_4^-)} / 1 = n_{(\text{Fe}^{2+})} / 5 \qquad n_{(\text{Fe}^{2+})} = 5 \cdot 0,000342 = 0,00171 \text{ mol}$$

De l'équation 02:

$$n_{(\text{Fe}^{2+})} = C \cdot V = C_{(\text{sel de mohr})} \cdot V_{(\text{sel de mohr})} = 0,02 \cdot 0,01 = 0,002 \text{ mol}$$

$$n_{(\text{Fe}^{2+})} = n_{(\text{Fe}^{2+})} + n_{(\text{Fe}^{2+})} \qquad n_{(\text{Fe}^{2+})} = n_{(\text{Fe}^{2+})} - n_{(\text{Fe}^{2+})} = 0,002 - 0,00171 = 0,00029 \text{ mol}$$

De l'équation 01 :

$$n_{(\text{NO}_3^-)} / 1 = n_{(\text{Fe}^{2+})} / 3 \qquad n_{(\text{NO}_3^-)} = n_{(\text{Fe}^{2+})} / 3 = 0,00029 / 3 = 0,000096 \text{ mol}$$

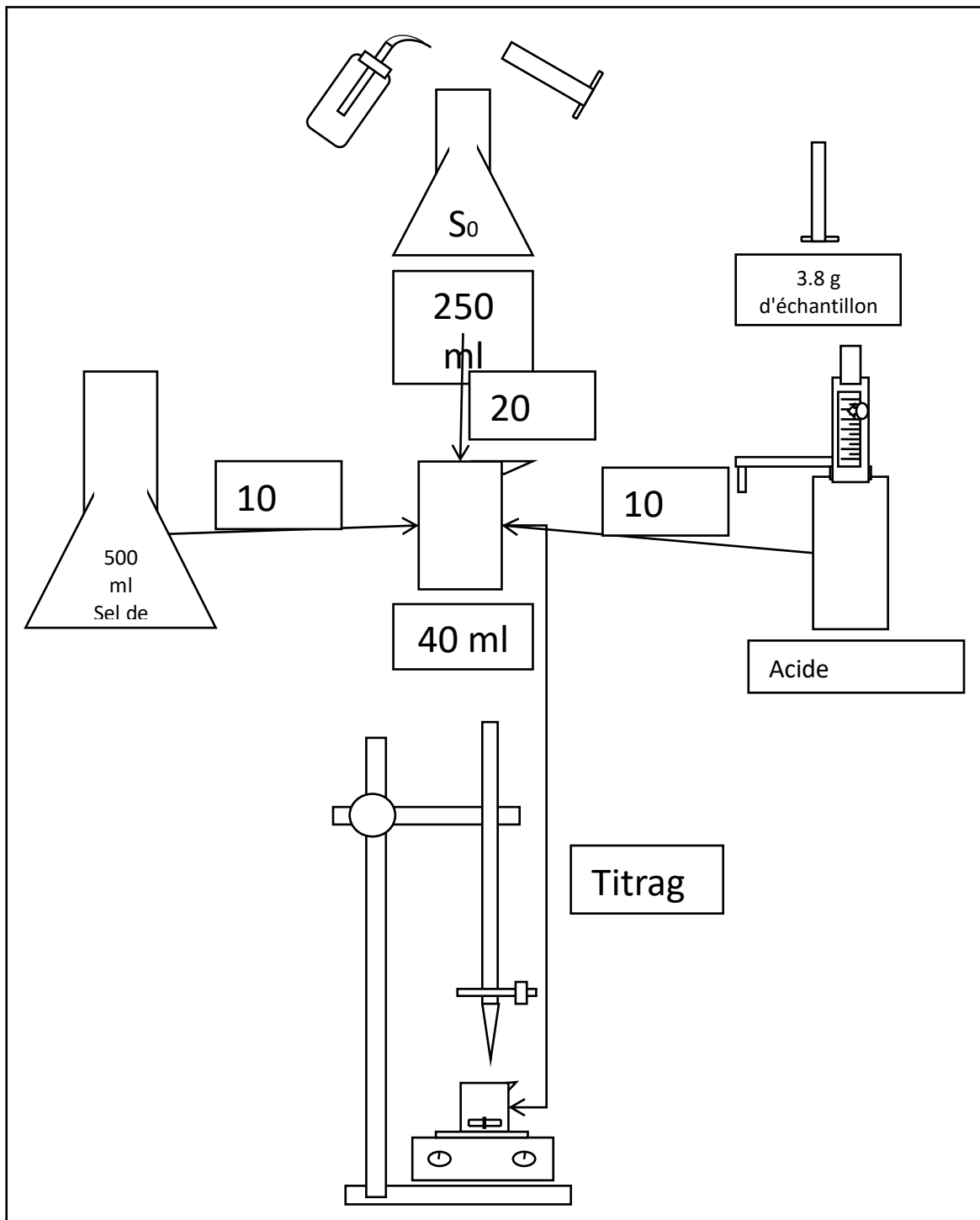


Figure 9 : Représentation schématique de la préparation et du processus de titrage.

II.2. L'analyse des échantillons par Green Test

Dans cette étude, nous avons utilisé un appareil de test de nitrate nommé **Green test** mini pour tester l'eau et 10 échantillons (des fruits et légumes) extraits et achetés des marchés locaux.



Figure 10 : L'appareil de Green test (Photo personnelle).

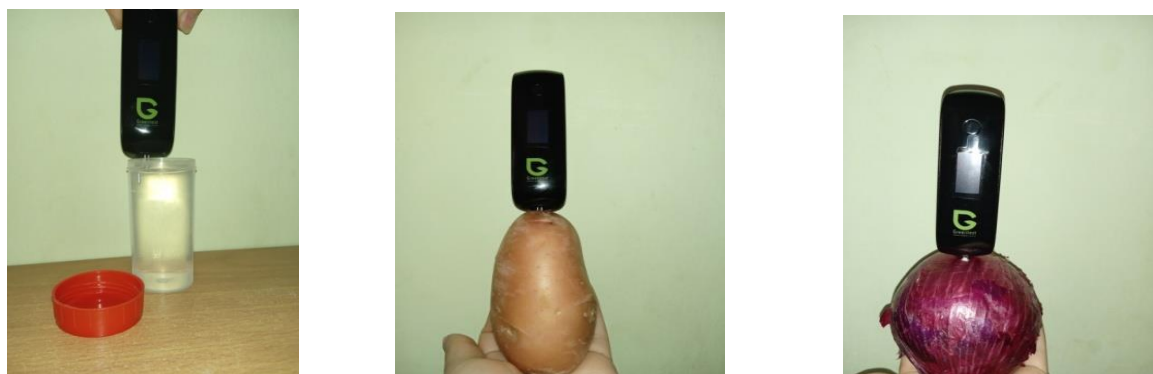


Figure 11 : mesure des nitrates par l'appareil du Green Test (Photo personnelle).

Chapitre II : Résultats et discussion



I. Résultats

Les mesures obtenues par Green test et dosage de la teneur en nitrates de certains légumes, fruits et eaux sont présentées dans les tableaux 1 et 2.

Tableau 6 : Résultats de la mesure de la teneur en nitrates des fruits en mg/kg.

Numéro de l'échantillon	Type des fruit	Nitrate valeur par Green test (mg/kg)	Nitrate calculé (mg/kg)
1	Fraise	280	5747
2	Pastèque	43,75	807
3	Cantaloup	30	252

Tableau 7 : Résultats de la mesure de la teneur en nitrates des légumes en mg/kg.

Numéro de l'échantillon	Type de légume	Nitrate valeur par Green test (mg/kg)	Nitrate calculé (mg/kg)
1	Tomate	124	655
2	Citrouille	190	403
3	Oignon	30	1462
4	Pomme de terre	333	50
5	Piment rouge	30	302
6	Piment vert	30	302
7	Piment	30	7763

Tableau 8 : Résultats de la mesure de la teneur en nitrates dans l'eau en mg/kg.

Nombre	Source d'eau	Nitrate valeur (mg/kg)	Nitrate calculé (mg/kg)
1	L'eau de Falk	255	151
2	L'eau de Khelifi	80	202
3	L'eau d'Ain silèn	70	504
4	L'eau de la rue de l'Aizar	101	555

Les échantillons analysés dans cette étude ont été classés et présentés avec la teneur en nitrates de chaque échantillon dans la figure 9.

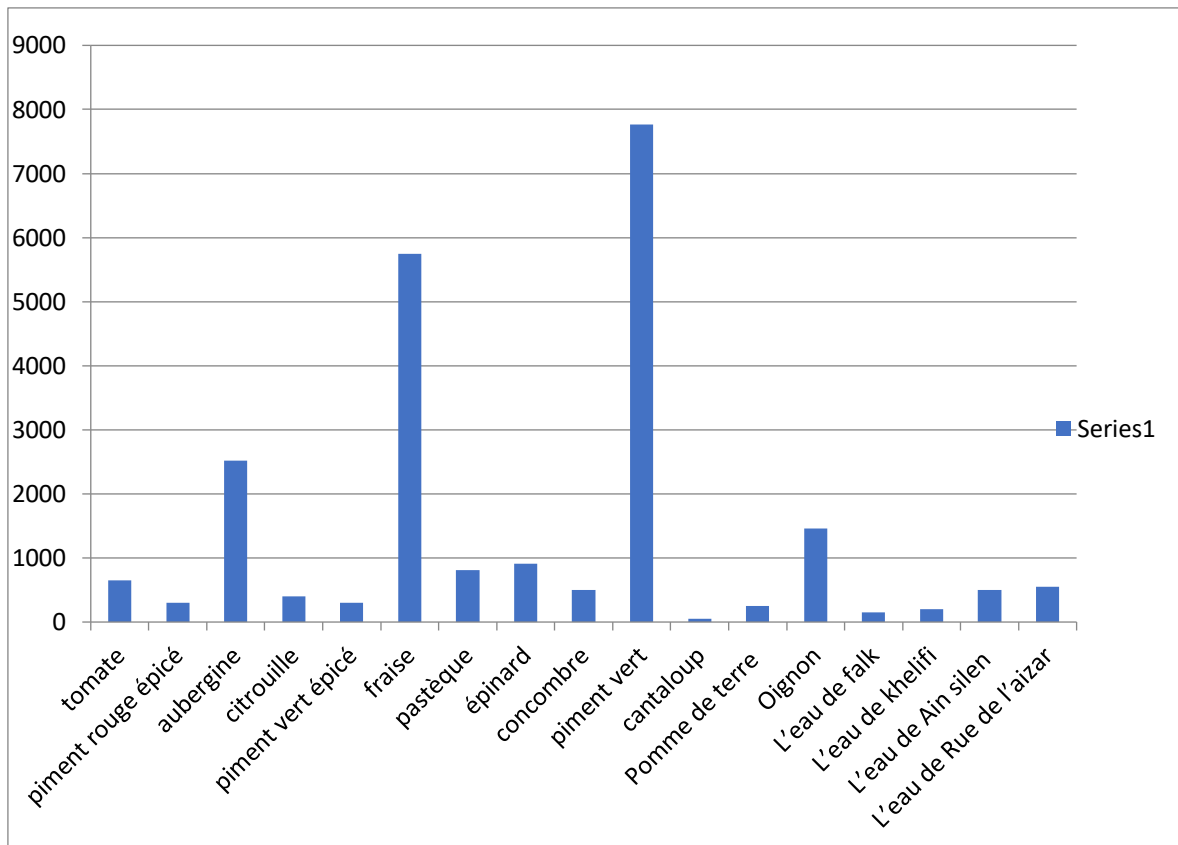


Figure 12 : Graphique montrant la concentration de nitrate dans les échantillons.

II. Discussion

Ces résultats indiquent une différence significative dans les niveaux de nitrate entre les deux méthodes. La teneur en nitrate mesurée par la première méthode semble nettement supérieure à celle obtenue par la deuxième méthode.

Les fruits et légumes sont connus pour fournir une part importante des nitrates dans l'alimentation. Les échantillons analysés dans cette étude ont été classés et présentés avec la teneur en nitrates de chaque échantillon mentionné précédemment. Des nitrates ont été détectés dans tous les fruits et légumes testés, et les résultats ont montré qu'il y avait une différence significative dans la concentration de nitrates entre les légumes et les fruits (Tableaux 5 et 6).

- D'après les résultats présentés dans le tableau, en ce qui concerne les légumes, on note que la concentration en nitrates dans les pommes de terre est estimée de 50 mg/kg, ce qui est raisonnable et pas élevé par rapport à la valeur trouvée par **Kyriacou et al., (2009)**, qui est estimée de (33-117) mg/kg.

La concentration de nitrates dans la citrouille est de 403 mg/kg approche par rapport à la concentration de (145–790) mg /kg qui trouvée par **Lyons et al., (1994)**. Cette valeur est considérée comme raisonnable et non élevée.

Nous avons trouvé la concentration de nitrate en tomate estimées à 655 mg /kg, ce qui est une valeur très élevée par rapport à la valeur trouvée par **Zhou et al., (2000)**, qui est estimée de (190–347) mg/kg, cette valeur est dangereuse.

La concentration de nitrate d'oignon, qui est estimée à 1455 mg/kg, est très élevée par rapport à ce que **EFSA (2008)** a trouvé (1–638) mg/kg. Cette valeur de nitrate est très toxique et dangereuse.

Pour les piments, nous avons deux types : piments verts et rouge

La concentration de nitrates dans les piments vert est 302 mg/ kg approche des résultats qu'il a trouvés par **Chung et al., (2003)** qui est entre (2–559) mg/kg.

La concentration de nitrates dans les piments rouge est 302 mg/ kg approche des résultats de **Zhou et al., (2000)** de (135–382) mg/kg.

On remarque que la concentration de nitrates dans chacun des piments verts et rouges n'est pas considérée comme dangereuse et toxique par rapport à la quantité consommée quotidiennement.

En ce qui concerne les fruits, on note que la concentration de nitrates dans les fraises est estimée à 5747 mg/kg, ce qui est considéré comme une valeur très élevée et dangereuse par rapport à ce que **Susin et al., (2006)** a trouvé, estimé à (9–360) mg/kg.

La concentration de nitrates dans les pastèques est égale de 807 mg/kg, très élevée par rapport à 95 mg/kg qu'il a trouvés par **Tamme et al., (2006)**, grâce à des recherches et des expériences qu'il les a effectuées.

Chez les Cantaloups, la concentration de nitrate est 252 mg/kg, très élevée par rapport de (23–103) mg/kg qu'il a trouvés par **Rezaei et al., (2014)**.

Nous avons constaté que la concentration de nitrates dans tous les fruits est très élevé, toxique et dangereuse.

Dans cette étude, Il a été constaté que la valeur maximale est de 5747 mg/kg et que la valeur minimale est 50 mg/kg chez l'oignon et pomme de terre respectivement.

Le niveau de danger potentiel de nos constatations a été déterminé en utilisant l'apport quotidien comme référence.

Pour la deuxième méthode utilisée pour déterminer la concentration de nitrates dans les échantillons précédents par Green test montre que la concentration de nitrates dans tous les échantillons est pas élevée, comme nous l'avons constaté dans la première méthode, où nous avons enregistré la concentration le plus élevé de nitrates dans les pommes de terres de 333 mg/kg, et la concentration le plus faible est dans les piments et l'oignon de 30 mg/kg, en d'autres termes, la concentration de nitrate dans les échantillons n'est pas élevée et n'est pas nocive et n'est pas considérée comme dangereuse.

En ce qui concerne les échantillons d'eau testés, Il est constaté que la concentration de nitrates dans l'eau est différente., où l'on constate que la concentration de nitrates dans l'eau des puits de Falek et Khelifi est 151 et 202 mg/kg successivement, et La concentration la plus élevée de nitrate a été enregistrée dans les deux échantillons, d'Ain silèn et rue d'Aizar qui est égale de 504 et 555 mg/kg, Par conséquent, tous les échantillons d'eau sont hautement toxiques et dangereux comparé aux États-Unis (É.-U.), la concentration maximale de nitrates dans l'eau potable publique est de 10 mg/L sous forme de nitrate-azote (NO₃⁻N). Cette concentration est à peu près équivalente à la recommandation de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) de 50 mg/L.

III. Limitations de l'étude

Nous avons examiné la teneur en nitrates de quelques échantillons couramment utilisés (fruits et légumes) qui étaient disponibles pendant la période de notre étude. Cette analyse à petite échelle ne représente pas le scénario complet de la teneur en nitrates des fruits et légumes en Algérie. Par conséquent, des études à plus grande échelle avec un échantillon plus important sont nécessaires pour obtenir une idée générale des niveaux de nitrates disponibles dans les fruits et légumes dans notre pays.

Conclusion

Conclusion

La principale préoccupation d'un régime riche en nitrates est la formation endogène de nitrosamines cancérigènes. Les légumes et les fruits sont des contributeurs majeurs au nitrate alimentaire. Cette étude montre clairement que la concentration moyenne de nitrate dans presque tous les échantillons était élevée par rapport au niveau standard. Par conséquent, nous devons garder à l'esprit qu'un stockage prolongé et inefficace, ainsi qu'une utilisation excessive d'engrais chimiques et d'eau contaminée par les nitrates, contribuent à des niveaux élevés de nitrates dans les fruits et légumes. Par conséquent, l'apport de nitrates provenant des fruits et légumes peut être considéré comme dangereux pour les consommateurs. Il s'agit de la première étude réalisée pour déterminer les niveaux de nitrate et évaluer les risques pour la santé. La nutrition concerne les rôles des nutriments dans le corps humain et leurs interactions ainsi que les besoins nutritionnels des individus et des populations.

Références bibliographiques



Références bibliographiques

A

Abarikwu SO, Pant AB, Farombi EO. Dietary antioxidants and female reproductive health: an etiological or protective role against toxicological insults? *Pol J Food Nutr sci.* 2013;63(2):67-78.

Africa in 2010 : a comparative risk assessment analysis. *BMJ Open.* 2015 ;5(5) : e006385. Hu FB. Plant-based foods and prevention of cardiovascular disease: an overview. *Am J Clin Nutr.* 2003 ;78(3 Suppl) : 544S-551S.

Afshin A, Micha R, Khatibzadeh S, et al. The impact of dietary habits and metabolic risk factors on cardiovascular and diabetes mortality in countries of the Middle East and North

Aguilera, J. M. 2013. *Edible structures : The basic science of what we eat.* New York, NY : CRC Press.

Alexander, J., Benford, D., Cockburn, A., Cravedi, J., Dogliotti, E., Di Domenico, A., ... & Verger, P. (2008). Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food chain on a request from the European Commission to perform a scientific risk assessment on nitrate in vegetables. *EFSA J*, 689(1), 79.

Archer DL (2002). Evidence that ingested nitrate and nitrite are beneficial to health. *FoodProt*, 65 :872-875.

Asombang, A. W., & Kelly, P. (2012). Gastric cancer in Africa: what do we know about incidence and risk factors?. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 106(2), 69–74.

Attia-Skhiri, N., Fournier, N., Pourci, M. L., & Paul, J. L. (2009, September). Acides gras trans : effets sur le métabolisme des lipoprotéines et le risque cardiovasculaire. In *Annales de Biologie Clinique* (Vol. 67, No. 5, pp. 517-523).

Avenue, 677 Huntington, Boston, & Ma 02115. (2012, septembre 18). *Vitamins and Minerals.* The Nutrition Source.

B

B. C. Kross, A. D. Ayebo, and L. J. Fuortes, "Methemoglobinemia: nitrate toxicity in rural America," *American Family Physician*, vol. 46, no. 1, pp. 183–188, 1992.

Bartholomew, B. et Hill, M. J. (1984), The pharmacology of dietary nitrate and the origin of urinary nitrate, *Food Chem Toxicol*, 22(10), 789-795.

Behar, D., Boublenza, L., Chabni, N., Hassaine, H., Dahmani, B., Masdoua, N., ... & Meguenni, K. (2020). Retrospective epidemiological study on stomach cancer in a region of western Algeria : about 394 cases between 2011 and 2015. *Journal of Gastrointestinal Cancer*, 52(2), 706-710.

Benbrahim W, Mahjoub A, Kassah-Laouar A, Boughattas S, Ghannem H. Nitrate and nitrite levels in vegetables consumed in Tunisia: incidence of high levels in some vegetables and factors influencing their concentrations. *Food Addit Contam Part B Surveill*. 2016;9(1):22-28.

Benelam, B., & Wyness, L. (2010). Hydration and health : a review. *Nutrition Bulletin*, 35(1), 3-25.

Bessaoud F, Bensalem A. Food consumption in Algeria : Patterns and determinants. *Br Food J*. 2020 ;122(9) : 2995-3011.

Bhusal, A., & Muriana, P. M. (2021). Isolation and characterization of nitrate reducing bacteria for conversion of vegetable-derived nitrate to 'natural nitrite'. *Applied Microbiology*, 1(1), 11-23.

Butler A (2015). Nitrites and nitrates in the human diet : Carcinogens or beneficial

C

Campos H.O., Drummond L.R., Rodrigues Q.T., Machado F.S.M., Pires W., Wanner S.P., Coimbra C.C. Nitrate supplementation improves physical performance specifically in non-athletes during prolonged open-ended tests : A systematic review and meta-analysis. *Br. J. Nutr.* 2018 ; 119:636–657.

Chaplin, Martin F. "Water : its importance to life." *Biochemistry and Molecular Biology Education* 29.2 (2001) : 54-59.

Chung, S. Y., Kim, J. S., Kim, M., Hong, M. K., Lee, J. O., Kim, C. M., & Song, I. S. (2003). Survey of nitrate and nitrite contents of vegetables grown in Korea. *Food Additives & Contaminants*, 20(7), 621-628.

Collège des enseignants de nutrition, 2001.- www. Fascicules. fr. Mise à jour : 01/02/2011 - 2010-2011 Université Médicale Virtuelle Francophone.

Commission of the European Communities. Scientific Committee for Food. (2002). *Reports of the Scientific Committee for Food* (No. 38). Office for Official Publications of the European Communities.

D

Dahlquist G, Blom L, Persson L-A, Sandstrom AI, Walls GI. Dietary factors and the risk of developing insulin dependent diabetes in childhood. *Br Med* 1990 ; 300: 1302-1 306).

Dupin, H. (1992). *Alimentation et nutrition humaines*. EsfEditeur.

E

EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). (2010). Scientific opinion on dietary reference values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. *EFSA Journal*, 8(3), 1461.

Eisenbrand, G., Spiegelhalder, B. et Preussmann, R. (1980), Nitrate and nitrite in saliva, *Oncology*, 37(4), 227-231.

Environmental nitrogenous compounds. *Toxicol Rev*, 22 :41-51.

F

F. R. Greer, M. Shannon, Committee on Nutrition, and Committee on Environmental Health, "Infant methemoglobinemia: the role of dietary nitrate in food and water," *Pediatrics*, vol. 116, no. 3, pp. 784–786, 2005.

F. Seitz J.2018 ,[article cancer de l'estomac].

Field, C. J., & Robinson, L. (2019). Dietary fats. *Advances in Nutrition*, 10(4), 722-724.

Freeman R, Wieling W, Axelrod FB, et al. Consensus statement on the definition of orthostatic hypotension, neurally mediated syncope and the postural tachycardia syndrome. *Clin Auton Res*. 2011 ; 21(2) : 69-72.

G

G. André,1997 *Ecolochimie, chimie appliquée à l'environnement*; éditions Cultures et techniques siteweb.

Gangolli, S. D., van den Brandt, P. A., Feron, V. J., Janzowsky, C., Koeman, J. H., speijers, G. J., Spiegelhalder, B., Walker, R. et Wisnok, J. S. (1994), Nitrate, nitrite and N-nitroso compounds, *Eur J Pharmacol*, 292(1), 1-38.

Gassara, F., Kouassi, A. P., Brar, S. K., &Belkacemi, K. (2016). Green Alternatives to Nitrates and Nitrites in Meat-based Products–A Review. *Critical Reviews in Food*

Green, L. C., Ruiz de Luzuriaga, K., Wagner, D. A., Rand, W., Istfan, N., Young, V. r. et Tannenbaum, S. R. (1981), Nitrate biosynthesis in man, *Proc Natl Acad Sci U S A*, 78(12), 7764-7768.

Green, L. C., Tannenbaum, S. R. et Fox, J. G. (1982), Nitrate in human and canine milk, *N Engl J Med*, 306(22), 1367-1368.

Guidelines on Dietary Fat and Fat Quality. *Annals of nutrition & metabolism*, 77(2), 65–82.

H

H., Koletzko, B., Meerpohl, J. J., & International Union of Nutritional Sciences (IUNS) Task force on Dietary Fat Quality (2021). A Scoping Review of Current

Hanahan D, Weinberg RA. The hallmarks of cancer. *Cell* 2000;100(1):57–70)

Hartman, P. E. (1983), Review: putative mutagens and carcinogens in foods. II: sorbate and sorbate-nitrite interactions, *Environ Mutagen*, 5(2), 217-222.

Healthwise Staff. (2023, mars 1). Vitamins : Their Functions and Sources – Health Information Library | PeaceHealth.

Holesh, J. E., Aslam, S., & Martin, A. (2022). Physiology, Carbohydrates. In StatPearls. StatPearls Publishing.

Holtan-Hartwig L, Heggelund G. Nitrogen and nitrate in soil and groundwater. In: *Treatise on Geochemistry (Second Edition)*. Elsevier;2014.

Hu, F. B. (2002). Dietary pattern analysis: a new direction in nutritionale pidemiology. *current Opinion in Lipidology*, 13(1), 3-9.

Hunault CC, van Velzen AG, Sips AJ, Schothorst RC, Meulenbelt J (2009). Bioavailability of sodium nitrite from an aqueous solution in healthy adults. *Toxicol Lett*, 190 :48-53.

hypotensive agents ? *J Ethnopharmacol*, 167 :105-107.

I

INCa / NACRe, 2007- . Alcool et risqué de cancers PRÉVENTION www.e-cancer.fr.
Rapports & syntheses. ÉTAT DES LIEUX DES DONNÉES SCIENTIFIQUES ET
RECOMMANDATIONS DE SANTÉ PUBLIQUE.

K

Kechrid Z, Boughattas S, Mahjoub A, Najjar MF, Ghannem H. Nitrates inVegetables and
Estimated Daily Intake for a Tunisian Population. J EnvironPublic Health.
2017;2017:6030157.

Kessel, A., & Ben-Tal, N. (2010). *Introduction to Proteins : Structure, Function, and
Motion*. CRC Press.

Kim, M. H., & Choi, M. K. (2013). Seven dietary minerals (Ca, P, Mg, Fe, Zn, Cu, and Mn)
and their relationship with blood pressure and blood lipids in healthy adults with self-
selected diet. *Biological trace element research*, 153(1-3), 69–75.

Knight TM, Forman D, Al-Dabbagh SA, Doll R (1987). Estimation of dietary intake
of nitrate and nitrite in Great Britain. *Food Chem Toxicol*, 25 :277-285.

Kostraba JN, Gay EC, Rewers M, Hamman RF. Nitrate levels in community drinking
waters and risk of IDDM. *Diabetes Care* 1992 ; 15: 1505-1 508).

Kyriacou, M. C., Siomos, A. S., Ioannides, I. M., & Gerasopoulos, D. (2009). Cold storage,
reconditioning potential and chip processing quality of spring potato (*Solanum tuberosum*
L. cv. Hermes) tubers in response to differential nitrogen fertilisation. *Journal of the Science
of Food and Agriculture*, 89(11), 1955-1962.

L

Lacerda A.C.R., Marubayashi U., Balthazar C.H., Coimbra C.C. Evidence that brain nitric
oxide inhibition increases metabolic cost of exercise, reducing running performance in
rats. *Neurosci. Lett.* 2006;393:260–263.

Lacerda A.C.R., Marubayashi U., Coimbra C.C. Nitric oxide pathway is an important
modulator of heat loss in rats during exercise. *Brain Res. Bull.* 2005;67:110–116.

LeMone P. (1999). Vitamins and minerals. *Journal of obstetric, gynecologic, and neonatal
nursing : JOGNN*, 28(5), 520–533.

Lidder S, Webb AJ. Vascular effects of dietary nitrate (as found in greenleafy vegetables and beetroot) via the nitrate-nitrite-nitric oxide pathway. *Br J Clin pharmacol.* 2013;75(3):677-696. doi:10.1111/j.1365-2125.2012.04420.

Lundberg JO, Weitzberg E (2013). Biology of nitrogen oxides in the gastrointestinal tract. *Gut*, 62 :616-629.

Lykstad, J., & Sharma, S. (2023). Biochemistry, Water Soluble Vitamins. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.

Lyons, D.J., Rayment, G.E., Nobbs, P.E., McCallum, L.E., 1994. Nitrate and nitrite in fresh vegetables from queensland. *J. Sci. Food Agric.* 64, 279–281.

M

Ma, L., Hu, L., Feng, X., & Wang, S. (2018). Nitrate and Nitrite in Health and Disease. *Aging and disease*, 9(5), 938–945.

Machlowska, J., Baj, J., Sitarz, M., Maciejewski, R., & Sitarz, R. (2020). Gastric cancer: epidemiology, risk factors, classification, genomic characteristics and treatment strategies. *International journal of molecular sciences*, 21(11), 4012.

Mahadevan, V. (2017). Anatomy of the stomach. *Surgery (Oxford)*, 35(11), 608-611.

Malik VS, Popkin BM, Bray GA, Després JP, Hu FB. Sugar-sweetened beverages, obesity, type 2 diabetes mellitus, and cardiovascular disease risk. *Circulation.* 2010;121(11):1356-1364.

Marley, A. R., & Nan, H. (2016). Epidemiology of colorectal cancer. *International journal of molecular epidemiology and genetics*, 7(3), 105–114).

McClements, D. J. 2007. Understanding and controlling the microstructure of complex foods. Boca Raton, FL: Woodhead Publishing.

Meinders, A. J., & Meinders, A. E. (2010). How much water do we really need to drink?. *Nederlandsche tijdschrift voor geneeskunde*, 154, A1757-A1757.

Mensinga TT, Speijers GJ, Meulenbelt J (2003). Health implications of exposure to

Micha R, Wallace SK, Mozaffarian D. Red and processed meat consumption and risk of incident coronary heart disease, stroke, and diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Circulation.* 2010;121(21):2271-2283.

Mowat, A. M., & Agace, W. W. (2014). Regional specialization within the intestinal immune system. *Nature reviews. Immunology*, 14(10), 667–685.

Mozaffarian D, Rosenberg I, Uauy R. History of modern nutrition science—implications for current research, dietary guidelines, and food policy. *BMJ*. 2018;361:k2392.

N

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2005. Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate. Washington, DC: The National Academies Press.

Nitrate in vegetables—Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain. (s. d.). *EFSA Journal*, *EFSA Journal*.

Nourreddine S, Boucherba N, Gouaref L, Gouaref I, Berkane M. Dietary habit of a middle-aged and elderly population residing in Constantine, Algeria. *J Nutr Health Aging*. 2012;16(4):336-341.

O

Ouedraogo, S., Ouedraogo, S., Kambire, J. L., Zoungrana, S. L., Ouattara, D. Z., Bambara, B., & Traore, M. T. (2018). Profil épidémiologique, clinique, histologique et thérapeutique des cancers digestifs primitifs dans les régions nord et est du Burkina faso. *Bulletin du cancer*, 105(12), 1119-1125.

P

P. Hillon, J. Faivre, L. Bedenne, C. Klepping. Alimentation et Cancérogène digestive en France et dans le monde. *Encycl. Méd. Chir. (Paris, France)*, Estomac Intestin, 91 18 A, 12-1985, 8p.

Phillips, J. A. (2021). Dietary guidelines for Americans, 2020–2025. *Workplace health & safety*, 69(8), 395-395.

Piazza, J., Douin, C., Bodson, L., Ghuysen, A., & D'Orio, V. (2014). Le cas clinique du mois. Syndrome du bébé bleu: la vérité cachée au fond du puits [Blue baby syndrome: the source of the truth]. *Revue médicale de Liege*, 69(4), 175–179.

Pujol F., 2010, Les 100 mots de la diététique et de la nutrition, Que sais-je ?, PUF, Paris.

Ravisankar, P., Reddy, A. A., Nagalakshmi, B., Koushik, O. S., Kumar, B. V., & Anvith, P. S. (2015). The comprehensive review on fat soluble vitamins. *IOSR Journal of Pharmacy*, 5(11), 12-28.

R

Reddy P, Jialal I. Biochemistry, Fat Soluble Vitamins. [Updated 2022 Sep 19]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-.

Reynolds J, Lockwood C, Wray J, McGrath A. Orthostatic hypotension: a systematic review of management. *J Nurs Manag.* 2016;24(7):903-912.

Robaszkiewicz, M. (2012). Risk factors and prevention of gastric carcinoma. *ACTA ENDOSCOPICA*, 42(5), 232-236.

Rezaei, M., Fani, A., Moini, A. L., Mirzajani, P., Malekirad, A. A., & Rafiei, M. (2014). Determining Nitrate and Nitrite Content in Beverages, Fruits, Vegetables, and Stews Marketed in Arak, Iran. *International scholarly research notices*, 2014.

S

Sanchez-Echaniz J, Benito-Fernandez J, Mintegui-Raso S. 2001. Methemoglobinemia and the consumption of vegetables in infants. *Pediatrics* 107 : 1024–1028.

Sánchez-Pérez Y, Valdés-Ramos R, Morales-González JA, et al. Nitrates as Environmental Cardiovascular Stressors. *Environmental Science and Pollution Research*. 2017 ;24(14) :12595-12607.

Santé Canada (1992), Le nitrate et le nitrite. Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada - Documentation à l'appui, Consulté le 11 juin 2015.

Schwingshackl, L., Zähringer, J., Beyersbach, J., Werner, S. S., Nagavci, B., Hesseker, Science and Nutrition, 56(13), 2133-2148.

Sindelar JJ, Milkowski AL (2012). Human safety controversies surrounding nitrate and nitrite in the diet. *Nitric Oxide*, 26 :259-266.

Skibsted LH (2011). Nitric oxide and quality and safety of muscle based foods. *Nitric Oxide*, 24 :176-183.

Sobsey MD, Bartram S (2003). Water quality and health in the new millennium : the role of the World Health Organization Guidelines for Drinking-Water Quality. *Forum Nutr*, 56 :396-405.

Solan, matthew. (2016, septembre 19). The best foods for vitamins and minerals. *Harvard Health*.

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.

Spiegelhalder, B., Eisenbrand, G. et Preussmann, R. (1976), Influence of dietary nitrate on nitrite content of human saliva : possible relevance to in vivo formation of N-nitroso compounds, *Food Cosmet Toxicol*, 14(6), 545-548.

Staff, familydoctor.org editorial (2011) *Diet Choices to Prevent Cancer*, *familydoctor.org*.

Stathopoulou, M. G., Kanoni, S., Papanikolaou, G., Antonopoulou, S., Nomikos, T., & Dedoussis, G. (2012). Mineral intake. *Progress in molecular biology and translational science*, 108, 201–236.

Sušin, J., Kmecl, V., & Gregorčič, A. (2006). A survey of nitrate and nitrite content of fruit and vegetables grown in Slovenia during 1996–2002. *Food additives and contaminants*, 23(4), 385-390.

T

Tamme, T., Reinik, M., Roasto, M., Juhkam, K., Tenno, T., Kiis, A., 2006. Nitrates and nitrites in vegetables and vegetable-based products and their intakes by the Estonian population. *Food Addit. Contam.* 23, 355–361.

T. Y. K. Chan, “Vegetable-borne nitrate and nitrite and the risk of methaemoglobinaemia,” *Toxicology Letters*, vol. 200, no. 1-2, pp. 107-108, 2011.

THE NUTRITION AND FEEDING OF FARMED FISH AND SHRIMP - A TRAINING MANUAL 1. THE ESSENTIAL NUTRIENTS. (1945, octobre).

Tripathi BK, Srivastava AK. Diabetes mellitus: complications and therapeutics. *Med Sci Monit.* 2006; 12(7): RA130–147.

Tuffier TH. (1907). *Chirurgie de l'estomac*.

Turek, B., Hlavsova, D., Tucek, J., Waldman, J. et Cerna, J. (1980), The fate of nitrates and nitrites in the organism, IARC Sci Publ, (31), 625-632.

V

Valastyan S, Weinberg RA. Tumor metastasis: molecular insights and evolving paradigms. *Cell*. 2011 ;147 : 275–92.

Van De Walle G.P., Vukovich M.D. The Effect of Nitrate Supplementation on exercise Tolerance and Performance : A Systematic Review and Meta-Analysis. *J. Strength Cond. Res*. 2018 ; 32 :1796–1808.

W

Wanner S.P., Leite L.H.R., Guimarães J.B., Coimbra C.C. Increased brain L-arginine availability facilitates cutaneous heat loss induced by running exercise. *Clin. Exp. pharmacol. Physiol*. 2015 ; 42:609–616.

Ward MH, deKok TM, Levallois P, et al. Workgroup report : Drinking-water nitrate and health - Recent findings and research needs. *EnvironHealth perspect*.2005;113(11):1607-1614.

WCRF-AICR panel of experts, 2007.- Food, Nutrition and the Prevention of Cancer: a global perspective. American Institute for Cancer Research, Washington, DC.

Weinberg RA. The biology of cancer. Garlandscience, Taylor and Francis; 2013. p. 960.

What Is Cancer? - NCI (2007). Available at: [cancer/understanding/what-is-cancer](https://www.cancer.gov/understanding/what-is-cancer) (Accessed: 24 March 2023).

What is colorectal cancer? [Internet] Cancer.org; 2016 [17 May 2016].

Wiberg E, Holleman AF. Inorganic Chemistry. Elsevier; 2001.

Wiseman, G. (2002). *Nutrition and Health*. CRC Press.

Wolfe, R. R., Miller, S. L., & Miller, K. B. (2008). Optimal protein intake in the elderly. *Clinical Nutrition*, 27(5), 675-684.

World Health Organization. Diet, nutrition, and the prevention of chronic diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. World Health Organ Tech Rep Ser. 2003;916:i-viii, 1-149, backcover.

Z

Zhou, Z. Y., Wang, M. J., & Wang, J. S. (2000). Nitrate and nitrite contamination in vegetables in China. *Food Reviews International*, 16(1), 61-76.

Annexes



Balance (KERNPCB).



Agitateur magnétique (SCILOGEX).



Digesteur kjeldahl.



Green test.

Présenté par : CHAABI Nesrine ; HAMI Sara KEZIZ Nour El Houda	Encadré par : Mr. MASSINISSA Yahia
Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Biochimie Appliquée	
Thème : Investigation de la toxicité alimentaire par Green TEST de quelques fruits et légumes consommés dans la région de Khenchela et la relation avec certaines pathologies	
<p>Cette étude examine l'impact du nitrate sur la santé publique et les pathologies associées dans les fruits, les légumes et l'eau. Le nitrate est un composé naturel composé d'azote et d'oxygène. On le trouve couramment dans l'eau, le sol et divers aliments, en particulier les fruits et les légumes. Le nitrate joue un rôle crucial dans la croissance et le développement des plantes, car il sert de nutriment pour les plantes et il a été associé à des effets néfastes sur la santé comme la méthémoglobinémie, l'augmentation du risque de cancer et d'autres pathologies. L'objectif de cette étude est d'étudier les concentrations de nitrate dans les fruits, les légumes et l'eau, en mettant particulièrement l'accent sur leurs répercussions sur la santé publique. En utilisant le dosage par différence des ions nitrate comme technique expérimentale, l'étude vise à évaluer l'étendue de la contamination par le nitrate dans ces sources et à comparer les résultats avec les normes internationales. Au total, 10 échantillons ont été prélevés sur des marchés locaux et des sources d'eau à Khenchela. Ces échantillons comprenaient des fruits, des légumes et de l'eau potable couramment consommés. Les résultats ont révélé des concentrations alarmantes de nitrate dans les échantillons prélevés, dépassant les normes de sécurité internationales. Ces niveaux élevés suggèrent une menace potentielle pour la santé publique.</p>	
Mots-clés : Nitrate, fruits et légumes, Eau, Khenchela, pathologies.	
Jury de soutenance : Président : Mr. AICHE Mohamed Amine (M.C.B) Université Abbes Laghrour-Khenchela Encadreur : Mr. MASSINISSA Yahia (M.C.A) Université Abbes Laghrour-Khenchela Co- Encadreur : Mr. MAAMAR Hichem (M.C.B) Université Abbes Laghrour-Khenchela Promotrice : Mme. DJEMIL Randa (M.C.A) Université Abbes Laghrour-Khenchela	