

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université de Blida 1



Faculté Des Science De La Nature Et De La Vie

Département des Sciences alimentaires

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de master en

Spécialité : **Nutrition et Diététique Humaine**

Filière : **Sciences Alimentaires**

Domaine : **Sciences de la Nature et de la Vie**

Sous le thème

**Prévalence de la carence en fer avec et sans anémie et relation avec
le statut en magnésium (Cas de la région de Tipaza)**

Présenté par : **KEDDARI Zineb**

OUHALIMA Khaoula

Devant le jury composé de :

| | | |
|------------------------|-----------------------|---------------------|
| BOULKOUR Soraya | MCA U. Blida 1 | Présidente |
| KADRI Farida | MCA U. Blida 1 | Examinatrice |
| DJERDJAR Louiza | MAB U. Blida 1 | Promotrice |

Promotion 2022-2023

Remerciements

*En tout premier lieu, Nous devons remercier **ALLAH** le tout puissant pour tout le courage et la volonté qu'il nous a donnés pour dépasser toutes les difficultés et l'achèvement de ce travail.*

*Notre grande gratitude va à notre promotrice, **Dr. DJERDJAR L**, pour son humanité, sa disponibilité et la confiance qu'elle nous a accordée et ces précieux conseils qui nous ont permis de mener à bien ce travail. Nous sommes extrêmement honorés d'avoir eu le privilège d'être encadrés par cette promotrice.*

*Notre sincère gratitude à **Dr. BOULKOUR S**, on vous remercie madame pour l'honneur que vous nous faites en acceptant de présider mon travail et d'apporter votre regard critique à ce travail, je suis ravie que vous ayez accepté d'intégrer ce jury, soyez sûr de notre respectueuse admiration.*

*Nos profonds respectueux remerciements s'adressent à **Dr.KADRI F** , qui a accepté d'examiner notre travail, merci pour le temps que vous nous aviez consacré. Nous sommes très reconnaissantes d'avoir accepté d'évaluer ce mémoire.*

*Nous aimerions également exprimer notre reconnaissance envers notre chef de filière **Dr. RAMDANE S** et à **Dr.OUSSADOU L**, notre chef d'option NDH, , pour leur bienveillance, soutien, leur encouragements constants et leur disponibilité inestimable tout au long de notre parcours universitaire.*

*Nos remerciements s'étendent également aux responsables des laboratoires qui ont généreusement ouvert leurs portes pour notre stage, ainsi qu'à **Mr. Cherif**, le directeur de la clinique **El-RAHMA** à **BOU-ISMAIL**, Tipaza. Un grand merci au **Dr. KHOUDRANE A**, médecin microbiologiste.*

Nos remerciements s'étendent également à tous nos enseignants durant les cinq années d'études

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin la réalisation de ce travail.

Merci à tous et à toutes

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail...

À ma chère maman, mon pilier de soutien inébranlable et ma source d'inspiration infinie.

À mon cher papa, dont la sagesse et le soutien constant ont façonné mon parcours.

À mon cher mari Karim, ma source d'inspiration qui a partagé chaque instant de ce voyage.

À mes chers frères Farid, Nabil et Abdelhak, mon soutien dans la vie, complices de souvenirs et de rires précieux.

À ma fille Layane, lumière de ma vie et motivation constante pour repousser les limites.

À mon neveu Nadhir et sa mère Meriem, je vous aime.

À mes cousins, mes cousines, toute ma famille et ma belle-famille, pour avoir été le socle solide sur lequel je me suis appuyé.

Merci à tous ceux qui m'ont tendu la main en cours de route, votre générosité restera à jamais gravée dans mon cœur. Cette réussite est la nôtre, un témoignage de l'amour et du soutien qui m'entourent.

Merci du fond du cœur.

Zineb

Dédicaces

Je dédie spécifiquement mon travail à mon cher père « Belkacem Ouhalima », ma source de confiance je tiens à te remercier pour tous ce que tu as fait et tu fais pour moi jusqu'à ce jour. Tu es tout ce que j'ai et c'est grâce à toi tout ce que je suis. Tu m'as toujours dit que ce mémoire n'est que le début d'un long chemin de « vœux réussis ». Je suis ta version de vie réussie.

A ma source d'amour. Chère maman « Houria », tu m'as supporté les soins et consenti les efforts pour mon éducation. Aucune dédicace ne saurait exprimer tout le respect et l'amour que je t'apporte.

A mes trois épaules, mes frères « Abdelatif », « Mohamed » et « Soheib » que dieu vous protège pour moi, sans oublier ma sœur « Souad » et le chouchou « Mohamed Baraa ».

A mon Mari « Redha », qui a tant fait pour me rendre heureuse, qui m'a aidé et supporté dans les moments difficiles, merci pour tout ce qu'on a partagé et qu'on partagera encore.

C'est un moment de plaisir de dédier cet œuvre, à ma belle-famille, et surtout ma belle-sœur « Raounak », si Dieu le veut, nous nous réjouirons avec toi de ces bons moments.

Et finalement, à tous ceux qui aiment le bon travail et ne reculent pas devant les obstacles de la vie.

KHAOULA

Résumé :

Pour déterminer la prévalence de la carence en fer (Fe) et étudier sa relation avec le statut en magnésium (Mg), nous avons mené une étude de type observationnelle, descriptive, transversale, prospective et multicentrique auprès de 101 sujets appartenant à la wilaya de Tipaza. Un dosage de la ferritine sérique, d'hémoglobine (Hb) et du volume globulaire moyen (VGM) a été effectué pour l'ensemble de la population, 76 participants seulement ont bénéficié d'un dosage du Mg.

Notre échantillon comportait de 82 femmes et 19 hommes. Une prédominance féminine nette a été constatée ($P=0,000$), la moyenne d'âge de notre population est de $39,41 \pm 15,35$ ans avec un IMC moyen de $23,98 \pm 3,43$ Kg/m², 30 sujets présentaient des pathologies pouvant être associées à une carence martiale. En revanche, 9 participants prenaient des traitements pouvant interférer avec le métabolisme du fer, les principales sources alimentaires du fer et du Mg sont les légumineuses. La carence martiale touche 32,7% des sujets, la prévalence de l'anémie ferriprive est de 22,77%, la prévalence de l'anémie non ferriprive est de 17,82%. La prévalence totale de l'anémie au sein de notre population était de 40,59%. Alors que la carence en Mg touchait 17 sujets (22,37%). Une corrélation positive significative a été retrouvée entre la concentration sérique en ferritine et le statut en magnésium

(R de Spearman = 0,69 ; $P=0,000$). La même constatation est retrouvée entre la magnésémie et les taux sériques d'hémoglobine (R de Spearman = 0,81 ; $P=0,000$) et la magnésémie et les niveaux du VGM

($R=0,30$; $P=0,008$).

Sur la base des résultats obtenus, le diagnostic et la prise en charge des carences martiales doivent prendre en considération le statut en Mg des sujets.

Mots clés : Carence martiale, anémie, prévalence, corrélation, Magnésium, Tipaza

Abstract:

To determine the prevalence of iron (Fe) deficiency and study its relationship with magnesium (Mg) status, we conducted an observational, descriptive, cross-sectional, prospective, multicenter study of 101 subjects from the wilaya of Tipaza. Serum ferritin, hemoglobin (Hb) and mean corpuscular volume (MCV) were measured in the entire population, but only 76 participants had their blood measured for Mg.

Our sample consisted of 82 women and 19 men. A net female predominance was observed ($P = 0.000$), the average age of our population is 39.41 ± 15.35 years with an average BMI of 23.98 ± 3.43 Kg/ m². ,30 subjects had pathologies that could be associated with martial deficiency. In contrast,9 participants were taking treatments that could interfere with iron metabolism, the main dietary sources of iron and Mg are legumes. Martial deficiency affects 32.7% of subjects, the prevalence of iron deficiency anemia is 22.77%, the prevalence of iron deficiency anemia is 17.82%. The total prevalence of anemia in our population was 40.59%. While Mg deficiency affected 17 subjects (22.37%). A significant positive correlation was found between serum ferritin concentration and magnesium status (Spearman $R = 0.69$; $P = 0.000$). The same finding is found between serum hemoglobin levels (Spearman $R = 0.81$; $P = 0.000$) and serum hemoglobin levels and MGV levels ($R = 0.30$; $P = 0.008$).Based on the results obtained, the diagnosis and management of martial deficiencies must take into account the Mg status of the subjects.

Keywords: Iron deficiency, anemia, prevalence, correlation, Magnesium, Tipaza.

الملخص :

لتحديد انتشار نقص الحديد (Fe) ودراسة علاقته بمستويات المغنيسيوم (Mg)، أجرينا دراسة رصدية ووصفية مقطعية واستشرافية ومتعددة المراكز على 101 شخصًا ينتمون إلى ولاية تيبازة. تم إجراء تحاليل عبارة عن مصل من الفيريتين والهيموجلوبين (Hb) ومتوسط الحجم الكروي (MGV) لجميع الحالات المدروسة ، 76 مشاركًا فقط استفادوا من تحليل المغنيزيوم (Mg).

تألفت عيناتنا من 82 امرأة و 19 رجلاً. لوحظ وجود هيمنة واضحة للإناث ($P = 0.000$)، ومتوسط عمر الأشخاص هو 15.35 ± 39.41 عامًا بمتوسط مؤشر كتلة الجسم 3.43 ± 23.98 كجم/متر²، 30 شخصًا لديهم أمراض يمكن أن تكون مرتبطة بنقص الحديد. في المقابل، كان 9 مشاركين يتناولون علاجات يمكن أن تتداخل مع استقلاب الحديد، والمصادر الغذائية الرئيسية للحديد و المغنيزيوم هي البقوليات.نسبة نقص الحديد مست 32.7% من الأشخاص، و نسبة انتشار فقر الدم الناجم عن نقص الحديد 22.77%، و نسبة انتشار فقر الدم الناجم عن نقص الحديد هو 17.82%. بلغ إجمالي انتشار فقر الدم بين العينات المدروسة 40.59%. بينما أثر نقص المغنيزيوم على 17 شخصًا (22.37%). تم العثور على ارتباط إيجابي كبير بين تركيز مصل الفيريتين وحالة المغنيسيوم ($P = 0.000$; Spearman R = 0.69). تم العثور على نفس النتيجة بين مستويات الهيموغلوبين في المصل ($P = 0.000$ ؛ Spearman R = 0.81) ومستويات الهيموغلوبين في المصل ومستويات متوسط الحجم الكروي (MGV) ($P = 0.008$ ؛ R = 0.30).

بناءً على النتائج التي تم الحصول عليها، عند تشخيص نقص الحديد و فعاليتها، يجب أن يأخذ بعين الاعتبار مستويات المغنيزيوم (Mg) للأشخاص .

الكلمات الرئيسية: نقص الحديد، فقر الدم، الانتشار، الارتباط، المغنيسيوم، تيبازة.

Table des matières

| Titre | Page |
|---|------|
| Liste des tableaux | |
| Listes des figures | |
| Liste des abréviations | |
| Glossaire | |
| Introduction..... | 01 |
| I. Etude bibliographique | |
| Chapitre 1 : Généralités sur le fer | |
| 1. Présentation du fer | 03 |
| 2. Fonctions biologiques du fer..... | 03 |
| 3. Sources et origines | 04 |
| 3.1.Sources alimentaires du fer | 04 |
| 3.2. Formes biologiques | 05 |
| 3.3.Facteurs influençant la biodisponibilité du fer..... | 05 |
| 3.4.Apports nutritionnels conseillés | 05 |
| 4.Métabolisme et régulation..... | 06 |
| 5. Toxicité par le fer..... | 07 |
| Chapitre 2 : Carence martiale | |
| 1. Définition et types de carence martiale | 08 |
| 2. Causes | 08 |
| 3. Diagnostic | 09 |
| 4. Conséquences cliniques | 09 |
| 5. Traitement | 10 |
| 6. Epidémiologie | 10 |
| Chapitre 3 : Magnésium : Généralités et aspects physiologiques | |
| 1. Présentation du minéral | 12 |
| 2. Propriétés biochimiques | 12 |
| 3. Sources alimentaires | 13 |
| 4. Répartition dans l'organisme et homéostasie | 13 |
| 5. Statut en magnésium | 14 |
| 6. Magnésium et santé humaine | 14 |
| II – Matériel et méthodes | |
| 1.Type, durée, région de l'étude et la taille de l'échantillon | 16 |
| 2.Considérations éthiques | 16 |
| 3.Population incluse | 16 |

| | |
|--|----|
| 4. Critères d'exclusion | 16 |
| 5. Recueil des données | 17 |
| 6. Prélèvements sanguins et traitements des échantillons | 17 |
| 7. Bilan biologique | 17 |
| 7.a. Ferritine | 17 |
| 7.b. Hémogramme | 17 |
| 7.c. Statut en magnésium..... | 19 |
| 8. Etude statistique | 21 |
| 9. Analyse descriptive | 21 |
| 10. Analyse inférentielle..... | 21 |

III- Résultats et interprétations

| | |
|--|----|
| 1. Analyse des distributions des variables quantitatives | 22 |
| 2. Caractéristiques de la population étudiée | 22 |
| 2.a. Répartition selon le sexe | 22 |
| 2.b. Répartition selon l'âge | 23 |
| 2.c. Répartition selon l'indice de masse corporelle (IMC) | 24 |
| 2.d. Répartition selon l'activité physique | 24 |
| 2.e. Répartition selon les facteurs pathologiques et médicamenteux | 24 |
| 2.f. Statut physiologique chez les femmes et ménorragies | 25 |
| 2.g. Répartition selon le don du sang | 25 |
| 3. Données alimentaires | 26 |
| 4. Bilan biologique | 27 |
| 4.a. Ferritine | 27 |
| 4.b. Prévalence de la carence martiale | 28 |
| 4.c. Hémoglobine et VGM | 29 |
| 4.d. Prévalence des anémies | 30 |
| 4.e. Manifestations cliniques | 31 |
| 5. Statut en magnésium | 31 |
| 6. Relation entre le statut en magnésium et les paramètres du bilan martial | 32 |
| Discussion générale | 35 |
| Conclusion, recommandations et perspective | 40 |

Références bibliographiques

Annexes

Liste des tableaux :

| Tableaux | Pages |
|--|-----------|
| Tableau I :Position du fer dans le tableau périodique . | 03 |
| Tableau II :Sources alimentaires de fer . | 04 |
| Tableau III : Apports nutritionnels conseillés en fer . | 06 |
| Tableau IV : Valeur de références de l'hémogramme (hémoglobine et VGM). | 19 |
| Tableau V :Répartition des sujets en fonction des facteurs pathologiques et médicamenteux . | 25 |
| Tableau VI : Répartition des femmes selon le statut physiologique et les ménorragies . | 25 |
| Tableau VII :Répartition des sujets selon le dong du sang . | 25 |
| Tableau VIII :Répartition des sujets (en effectif) selon la fréquence de consommation des aliments contenant le fer . | 26 |
| Tableau IX :Répartition des sujets (effectif) selon la fréquence de consommation des aliments contenant le magnésium . | 27 |
| Tableau X : Comparaison de la concentration moyenne de la ferritine entre les deux sexes . | 27 |
| Tableau XI : Résultats de l'analyse descriptive de l'hémoglobine et du VGM . | 29 |
| Tableau XII : Types d'anémie représentés en effectif et en pourcentage . | 31 |
| Tableau XIII : Manifestation cliniques selon les déclaration des sujets . | 31 |

Listes des figures :

| Figures | Pages |
|---|-----------|
| Figure 1 : Facteur affectant la biodisponibilité du fer . | 05 |
| Figure 2 : Tissus impliqués dans le maintient de l'homéostasie du fer . | 07 |
| Figure 3 : Prévalence de l'anémie pour 1000000 habitants normalisée par âge en 2019 ,par pays . | 11 |
| Figure 4 : Implication biochimique du magnésium dans de nombreux processus cellulaires . | 12 |
| Figure 5 : Homéostasies du Mg dans le corps humain . | 13 |
| Figure 6 :Diagramme décrivant la conduite de notre étude | 20 |
| Figure 7 : Répartition de l'effectif selon le sexe . | 22 |
| Figure 8 : Répartition de la population selon le groupe d'âge . | 23 |
| Figure 9 : Répartition des sujets l'IMC . | 24 |
| Figure 10 : Relation entre la concentration sérique en ferritine et l'âge des participants . | 28 |
| Figure 11 : Répartition de la population selon statut en fer . | 29 |
| Figure 12 : Statut en fer et anémie . | 30 |
| Figure 13 :Répartition de la population (n=76) selon le statut en Mg . | 32 |
| Figure 14 : Relation entre la magnésémie et la ferritine . | 33 |
| Figure 15 : Relation entre l'hémoglobine sérique et le magnésium . | 34 |
| Figure 16 : Relation entre le magnésium sérique et le VGM . | 34 |

Liste des abréviations :

ANC : Les apports nutritionnels conseillés.

CCMH : Concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine.

CM : La carence martiale.

CST : Coefficient de saturation en fer de la transferrine.

ECR : Essais contrôlés randomisés.

EGTA : Ethylène glycol tetracétique acide.

ELFA : Enzyme Linked Fluorescent .

Fe : Fer .

Hb : Hémoglobine.

IMC : Indice de masse corporelle.

Mg : Magnésium.

OMS : Organisation mondiale de santé.

TCMH : Teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine .

VGM : Volume globulaire moyen.

Glossaire

Glossaire :

Alopécie : Le terme alopécie s'applique à la chute des cheveux ou des poils de n'importe quelle partie du corps quelle qu'en soit l'étiologie (**Zhou et al.,2021**).

Approche holistique : Relatif à la théorie de l'holisme, l'approche holistique peut se définir par la considération de phénomènes individuels comme faisant partie de la totalité dans laquelle ils s'inscrivent (**Wall et Musetti, 2018**).

Chirurgie bariatrique : La chirurgie bariatrique propose des interventions qui modifient l'anatomie du tractus gastro-intestinal, diminuent l'apport calorique, et pour certaines d'entre elles modifient les sécrétions hormonales gastro-intestinales, elle est réservée pour les cas graves de l'obésité (**Brunaud et al.,2018**).

Commissures labiales Jonction entre les lèvres supérieure et inférieure à l'angle de la bouche.

Erythème : L'érythème correspond à une rougeur plus ou moins intense due à la dilatation des vaisseaux superficiels de la peau au niveau des papilles dermiques.

Glossite : La glossite désigne une inflammation de la langue se traduisant par un gonflement, parfois un changement de couleur et une sensation douloureuse.

Hepcidine : Hormone peptidique sécrétée par le foie qui régule le métabolisme du fer dans l'organisme (**Alshwaiyat et al.,2021**).

Myoglobine : La myoglobine est une protéine de structure de la cellule musculaire squelettique et myocardique. Elle est impliquée dans le transport et le stockage de l'oxygène (**Vanek, et Kohli,2019**).

Palmaire : Qui appartient ou se rapporte à la paume de la main.

Phanère : Organe de protection caractérisé par une kératinisation intense. Les cheveux, les dents, les ongles et les poils sont des phanères.

Phytates : Ils sont des anti-nutriments qui peuvent bloquer l'absorption de certaines vitamines et minéraux, présents dans les céréales, les légumineuses, les noix et les graines (**López-Moreno et al.,2022**).

Types des études épidémiologiques :

1. **Études descriptives :** Elles décrivent la répartition des maladies dans une population sans évaluer de relation de cause à effet. Ces études aident à générer des hypothèses.

2. **Études analytiques :**

- **Études cas-témoins:** Comparant des individus atteints d'une maladie à un groupe témoin, elles identifient des facteurs de risque potentiels .

- **Études de cohorte:** Suivant un groupe de personnes dans le temps pour établir des liens entre des expositions spécifiques et des résultats de santé .

- **Études transversales:** Collectant des données à un instant précis pour évaluer la prévalence d'une maladie et explorer les relations entre les variables .

3. **Études expérimentales:** Elles impliquent la manipulation délibérée d'une variable pour évaluer son effet sur la santé, généralement à travers des essais contrôlés randomisés .

Chaque type d'étude épidémiologique a des objectifs spécifiques et est utilisé pour répondre à des questions de recherche distincte (Bousquet et al.,2004)

Introduction

Introduction :

Il existe plus de trentaine d'oligo-éléments identifiés, le fer est considéré comme l'oligoélément le plus abondant assurant différentes fonctions dans l'organisme (**Ems et al.,2022**).

La carence en fer est l'une des carences nutritionnelles les plus répandues dans le monde, plus de 3 milliards personnes sont concernés (**Pastricha et al., 2020**). Elle touche une large part de la population, en particulier les femmes en âge de procréer, les enfants et les personnes âgées. Cette condition entraîne une diminution de la production d'hémoglobine, entraînant une anémie, une condition potentiellement grave qui peut altérer la qualité de vie et augmenter le risque de morbidité et de mortalité (**WHO.,2020**).

À l'instar des autres pays du monde, les transitions nutritionnelles et épidémiologiques ont affecté le mode de vie des Algériens, principalement au niveau de leur état nutritionnel, de leur comportement alimentaire et de leur état de santé, ces transitions sont à l'origine de plusieurs carences nutritionnelles (**Bencharif et al.,2020**).

Alors que la prévalence de la carence en fer avec anémie a été largement étudiée et documentée, la prévalence de la carence en fer sans anémie reste encore relativement peu explorée. Les recherches antérieures ont principalement mis l'accent sur les conséquences de l'anémie ferriprive, négligeant ainsi de comprendre pleinement les effets de la carence en fer en l'absence d'anémie (**Insse et al.,2022**).

En parallèle, des études récentes ont suggéré que le magnésium, un minéral essentiel (souvent négligé en pratique clinique), pourrait jouer un rôle crucial dans le métabolisme du fer (**Smith A et al.,2023**). Des preuves émergentes indiquent que le statut en magnésium peut influencer l'absorption, l'utilisation et le stockage du fer dans l'organisme (**Johnson R et al.,2023**). Cela soulève l'intérêt d'explorer une potentielle relation entre la carence en magnésium et la carence en fer, et ses différentes manifestations, y compris avec ou sans anémie.

Le présent mémoire de fin d'études se propose d'examiner la prévalence de la carence en fer avec et sans anémie dans une population spécifique (la wilaya de Tipaza), et d'analyser la relation entre ce déficit en fer et le statut en magnésium. Nous nous appuyerons sur des données récentes issues d'articles scientifiques publiés au cours des dernières années, afin de mettre en lumière les dernières avancées dans ce domaine de recherche.

Cette étude vise à répondre aux questions suivantes :

1. Quelle est la prévalence de la carence en fer avec anémie et sans anémie dans la population étudiée ?
2. Existe-t-il une association entre la carence en fer, anémie et le statut en magnésium ?

En abordant ces questions, nous espérons fournir des informations cruciales pour mieux comprendre la prévalence et les mécanismes sous-jacents de la carence en fer et de son association potentielle avec le statut en magnésium. Ces résultats pourraient avoir des implications importantes pour la santé publique, en mettant en évidence la nécessité d'une approche holistique dans la prise en charge de ces carences nutritionnelles courantes.

I- Etude bibliographique

Chapitre 1 : Généralités sur le fer

1. Présentation du fer :

Le fer est un élément fondamental de l'histoire de l'humanité, depuis l'aube de la civilisation jusqu'à nos jours. Il rentre dans la constitution du noyau interne et externe de la terre et de sa croûte superficielle (**Briguglio et al.,2020**).

Le fer possédant un numéro atomique de 26 et une de masse atomique égale à 55,847. C'est le deuxième métal le plus abondant après l'aluminium et l'oligo-élément essentiel le plus abondant dans le corps humain (**Dietzen et Diab,2021**).

C'est un métal dit de transition car il se distingue en deux formes : le fer ferreux, Fe^{2+} et en cation trivalent : le fer ferrique, Fe^{3+} , ce qui lui confère la capacité de se combiner avec ou de donner un électron (**Briguglio et al.,2020**).

Tableau I : Position du fer dans le tableau périodique (**Baudin, 2021**).

| Groupe/Période | 1 | 2 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | H | | | | | | | | | | | | | | | He |
| 2 | Li | Be | | | | | | | | | B | C | N | O | F | Ne |
| 3 | Na | Mg | | | | | | | | | Al | Si | P | S | Cl | Ar |
| 4 | K | Ca | V | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | Ga | Ge | As | Se | Br | Kr |
| 5 | Rb | Sr | Nb | Mo | Tc | Ru | Rh | Pd | Ag | Cd | In | Sn | Sb | Te | I | Xe |

Éléments les plus représentés sur Terre (violet) ; éléments retrouvés dans les molécules organiques (non métaux) (vert) ; minéraux retrouvés dans le corps humain en abondance (bleu) ; oligoéléments retrouvés chez l'homme de façon mesurable (rouge).

2. Fonctions biologiques du fer :

Le fer est considéré comme un minéral essentiel parce qu'il est nécessaire pour synthétiser les protéines porteuses d'oxygène que sont l'hémoglobine et la myoglobine qui constituent la partie vitale des cellules sanguines (**Seriki et al.,2017**).

Il participe également dans plusieurs processus biologiques, notamment (**Zhang et al.,2022**).

- Le transport de l'oxygène, la production d'ATP ;
- La synthèse de l'ADN et la prolifération cellulaire.
- Il joue un rôle dans le métabolisme énergétique mitochondriale et la production des neurotransmetteurs (Attar,2020).

3.Sources et origines :

3.1. Sources alimentaires du fer :

L'organisme ne peut pas synthétiser le fer, l'apport est exclusivement exogène par l'alimentation qui est la seule source naturelle de cet oligo-élément (Moustarah et Mohiuddin,2019).

Les aliments les plus riches sont les abats, le sang (boudin noir), les viandes et les légumes secs ; les légumes verts (et même les épinards !) sont bien plus pauvres en fer (Baudin, 2021).

Tableau II : Sources alimentaires du fer (Baudin, 2021).

| Aliments | Taux moyen (en mg / 100 g) |
|----------------------------|----------------------------|
| Levure de bière sèche | 18 |
| Boudin noir cuit | 14 |
| Poudre de cacao sans sucre | 12 |
| Foie de mouton | 11 |
| Foie de volaille | 9 |
| Farine de soja | 9 |
| Lentille crue sèche | 8 |
| Foie de veau | 8 |
| Moule cuite | 7,5 |
| Pâté de campagne | 6,5 |
| Jaune d'œuf | 6,5 |
| Persil | 6 |
| Haricot blanc | 6 |
| Pois cassé | 6 |
| Abricot sec | 5,5 |
| Huître | 5,5 |
| Amande | 5 |
| Noisette | 4,5 |
| Bœuf rôti | 4,5 |
| Figue sèche | 4 |
| Sardine | 3,5 |
| Noix | 3 |
| Épinard | 3 |
| Côte de bœuf | 3 |
| Datte | 3 |
| Lait de vache | 0,04 |

3.2. Formes biologiques :

Il existe deux types de fer alimentaire absorbable :

- Fer héminique : dérivé de l'hémoglobine et de la myoglobine des sources alimentaires animales (viande, fruits de mer, volaille) fer bien absorbé (15% à 35%) et contribue à plus de 10 % de la quantité totale du fer absorbée (Ems et al.,2022).
- Fer non héminique : est dérivé de plantes et d'aliments enrichis en fer et est moins bien absorbé (Ems et al.,2022).

3.3. Facteurs influençant la biodisponibilité du fer :

Plusieurs facteurs affectent la biodisponibilité du fer alimentaire comme le phytate, les polyphénols et le calcium qui ont un effet inhibiteur sur le fer. Alors que l'acide ascorbique (vitamine C) stimule l'absorption intestinale de cet oligo-élément (Piskin et al.,2022) ; (Firdose et Firdose,2021)

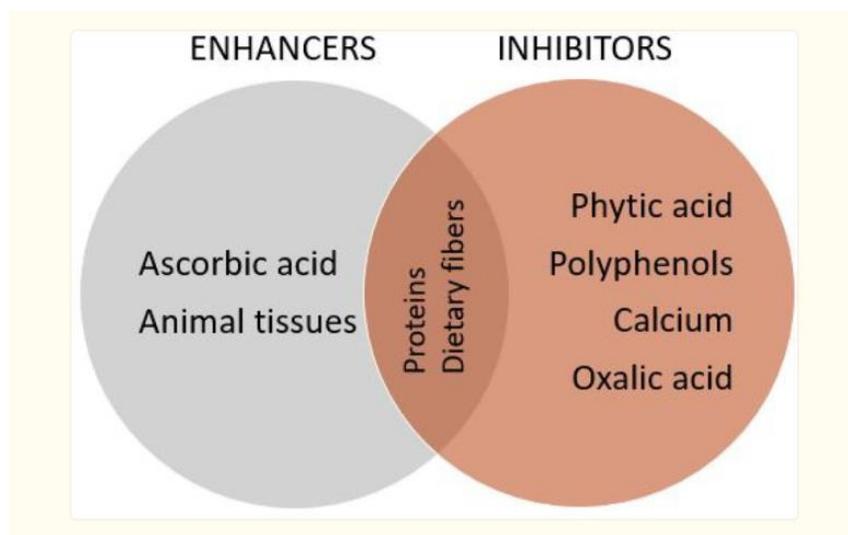


Figure 1 : Facteurs affectant la biodisponibilité du fer (Piskin et al.,2022).

4. Apports nutritionnels conseillés :

Les apports nutritionnels conseillés (ANC) représentent la quantité de macro- et micronutriments nécessaires à la couverture de l'ensemble des besoins physiologiques. Ils correspondent aux besoins nutritionnels moyens. Ils sont estimés à partir de données scientifiques et ils sont calculés de telle sorte qu'ils couvrent les besoins de 97,5 % des individus d'une population (Brewer et Prasad,2020). En France par exemple, des études récentes montrent que les apports en fer sont insuffisants pour une part importante de la population, la teneur en fer de la ration alimentaire étant trop faible (Baudin, 2021).

Tableau III : Apports nutritionnels conseillés en fer (Moustarah et Mohiuddin,2019).

| Age | Male | Femelle | Grossesse | Allaitement |
|--------------------|---------|---------|-----------|-------------|
| Naissance à 6 mois | 0,27 mg | 0,27 mg | | |
| 7 à 12 mois | 11 mg | 11 mg | | |
| 1 à 3 ans | 7mg | 7mg | | |
| 4 à 8 ans | 10 mg | 10 mg | | |
| 9 à 13 ans | 8 mg | 8 mg | | |
| 14 à 18 ans | 11mg | 15 mg | 27 mg | 10mg |
| 19 à 50 ans | 27mg | 9mg | | |
| 50 et plus | 8 mg | 8 mg | | |

5.Métabolisme et régulation :

La quantité totale de fer dans un homme de 70 kg est d'environ 3500-4000 mg, ce qui correspond à une concentration moyenne de 50-60 mg de fer par kg de poids corporel .La grande majorité (2300 mg, 65%) du fer présent dans l'organisme se trouve dans l'hémoglobine des érythrocytes . Environ un dixième du fer total (350 mg) est présent dans la myoglobine des muscles et dans les enzymes et cytochromes des autres tissus (Yiannikourides et Latunde-Dada,2019).

La plupart du fer présent dans l'organisme est en perpétuel échange entre les érythrocytes et les macrophages, l'organisme récupérant en quelque sorte le fer des vieux globules rouges pour faire les nouveaux. L'organisme humain possède des mécanismes de contrôle de son homéostasie en régulant finement à la fois l'absorption, le recyclage et la mobilisation du fer (Vaulont,2017).

L'hepcidine est une hormone jouant un rôle clé dans la régulation du métabolisme du fer (Camaschella et Silvestri,2020) .Cette hormone sécrétée par le foie agit en contrôlant négativement l'absorption intestinale du fer alimentaire. Dans les situations de carence martiale, d'apports alimentaires réduits ou de besoins augmentés en fer, la production d'hepcidine est diminuée afin d'augmenter l'absorption intestinale. Inversement, une surcharge en fer accroît la production d'hepcidine (Tounian et Chouraqui ,2017).

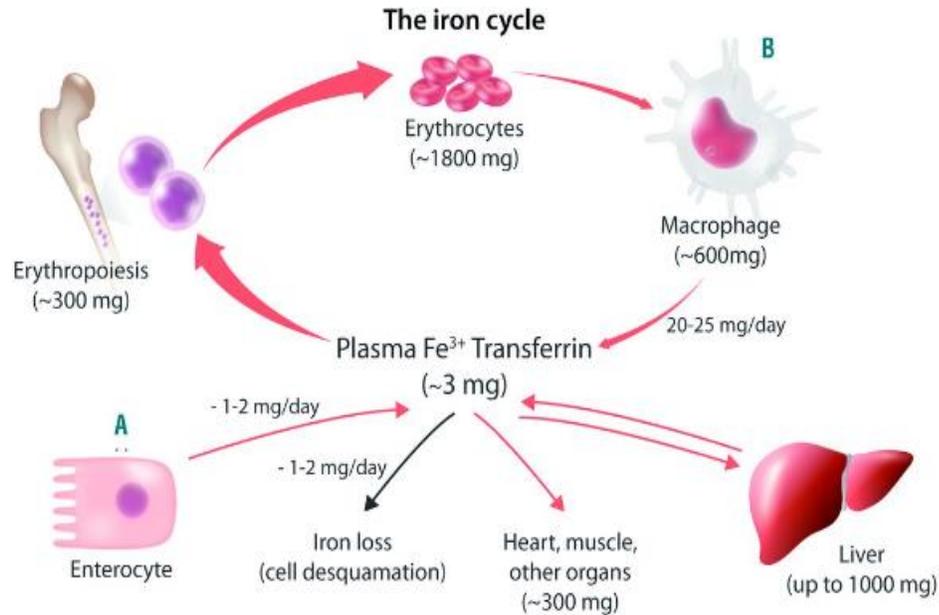


Figure 2 : Tissus impliqués dans le maintien de l'homéostasie du fer (Camaschella et Silvestri,2020)

6.Toxicité par le fer :

Le fer est un oligo-élément indispensable à la vie. Cependant, la capacité du fer à alterner entre formes oxydées et réduites contribue à la formation d'espèces réactives de l'oxygène. L'excès du fer induit la génération des radicaux libres conduisant à un stress oxydatif et à l'initiation des voies de signalisation impliquées dans la survie ou la mort cellulaire (Hamaï et Mehrpour,2017).

Les intoxication aiguës par ingestion médicamenteuse accidentellement sont très fréquentes chez les enfants moins de 6 ans. L'ingestion de 20 mg/kg à 60 mg/kg entraîne des symptômes modérés. L'ingestion d'une dose supérieure à 60 mg/kg peut entraîner une toxicité grave et une morbidité et une mortalité importantes (Yuen et Becker,2022).

L'ingestion de fer peut provoquer des lésions de la muqueuse gastro-intestinale, entraînant des nausées, des vomissements, des douleurs abdominales et des diarrhées. Une atteinte du métabolisme hépatique, cardiaque et une atteinte du système nerveux central peuvent se produire (Yuen et Becker,2022).

Chapitre 2 : Carence martiale

Chapitre 2 : Carence martiale

1. Définition et types de carence martiale :

La carence martiale (CM), est définie comme un manque de fer avec ou sans anémie (**Camus,2018**). La définition biologique de la CM n'est pas consensuelle, les normes inférieures varient d'un laboratoire à l'autre et selon les sociétés savantes, même si la CM est classiquement définie lorsque la ferritinémie est $\leq 30 \mu\text{g/L}$ (**Cabannes et al, 2018**).

En cas de syndrome inflammatoire, la CM est définie par une ferritinémie $\leq 100 \mu\text{g/L}$ avec un coefficient de saturation en fer de la transferrine (CST) $\leq 15 \%$. En cas d'insuffisance rénale chronique et d'insuffisance cardiaque, la CM est définie par une ferritinémie $\leq 100 \mu\text{g/L}$ avec un CST $\leq 20 \%$ (**Cabannes et al, 2018**).

Deux formes de CM sont distinguées :

La carence absolue : la carence absolue en fer se définit par des réserves de fer très réduites ou inexistantes (**Gafter-Gvili et al.,2019**).

La carence fonctionnelle : La carence martiale fonctionnelle est observée lorsque la mobilisation du fer depuis les réserves tissulaires vers le pool circulant est compromise alors que les réserves en fer sont suffisantes (**Gafter-Gvili et al.,2019**).

2. Etiologies de la carence en fer :

Les étiologies de la carence martiale sont nombreuses :

Causes nutritionnelles : la malnutrition, le model alimentaire végétarien et végétalien (**Camus, 2018**).

Situations physiologiques : l'enfance, l'adolescence et la grossesse sont des périodes à risque de carence en fer car elles sont associées à une augmentation de la demande en fer (**Moustarah et Mohiuddin,2019**).

Perte excessive de sang : les pertes postes opératoires (**Kumar et al.,2022**).

Donneurs de sang réguliers :500 ml de sang donnés une seule fois par an se traduisent par une perte supplémentaire de fer d'environ 0,6 mg/jour (**Moustarah et Mohiuddin,2019**).

Menstruations chez les femmes : les femmes ayant un cycle menstruel abondant sont également un groupe à risque (**Moustarah et Mohiuddin,2019**).

Facteurs médicamenteux et chirurgicaux : la prise de certains traitements comme les antiplaquettaire, anticoagulants, anti-inflammatoires et les antidépresseurs) et la chirurgie bariatrique conduisent à une mauvaise absorption du fer (**Kumar et al.,2022**).

Maladies chroniques : les pathologies de malabsorption (maladie cœliaque, maladie de crohn...etc) (**Moustarah et Mohiuddin,2019**) ; les maladies rénales chronique, l'insuffisance cardiaque, les maladies inflammatoires et l'obésité peuvent affecter le statut en fer (**Kumar et al.,2022**).

Facteurs héréditaires de pathologies hémorragiques (**Camus, 2018**).

3.Diagnostic :

Le diagnostic de carence martiale est biologique. Les marqueurs du métabolisme du fer pouvant être dosés dans le sang sont la ferritine sérique, le fer sérique toujours couplé à la transferrine sérique afin de calculer le coefficient de saturation de la Tf, les récepteurs RsTf et plus récemment l'hepcidine dont le dosage n'est pas encore du domaine de la pratique courante (**Thuret,2017**) ; (**Camus,2018**).

En l'absence d'inflammation ou d'atteinte hépatique, la Haute Autorité de Santé (HAS) recommande le seul dosage de la ferritine sérique, qui, abaissée, suffit à affirmer le diagnostic de carence en fer. Ce marqueur validé chez l'adulte est d'interprétation plus délicate chez l'enfant (**Thuret,2017**).

4.Conséquences cliniques de la carence en fer :

Les manifestations cliniques induites par la CM sont polymorphes. On constate une baisse des performances intellectuelles, une asthénie et une fatigabilité à l'effort, une augmentation de la susceptibilité aux infections, une alopecie, plus tardivement des manifestations liées à l'anémie où la présence de troubles des phanères, de fissures des commissures labiales, de glossite ou d'érythème palmaire sont typiques de son origine ferriprive (**Guibergia et al.,2022**) ; (**Tounian et Chouraqui ,2017**).

Il est actuellement démontré que la CM a de nombreuses conséquences négatives sur la qualité de vie, la productivité au travail, la dépression, les fonctions cognitives et certaines fonctions immunologiques. Elle est un facteur prédictif de mortalité au cours de l'insuffisance cardiaque chronique et des maladies rénales chroniques (**Guibergia et al.,2022**).

5.Traitement :

Le traitement d'une carence en fer doit toujours débiter par une forme orale, avec une posologie suffisante (130 à 150 mg de fer – élément par jour) et pour une durée d'au moins trois mois. Les formes intraveineuses sont réservées à l'échec du traitement oral (**Ruivard,2017**).

6. Epidémiologie :

6.1. Dans le monde :

La carence martiale est le trouble nutritionnel le plus commun et le plus répandu. Il s'agit de la seule carence en nutriment dont la prévalence est également élevée dans les pays industrialisés (**Guibergia et al.,2022**).

Les études de prévalence de la carence en fer distinguent la déplétion martiale (diminution isolée de la ferritinémie) et l'anémie par carence martiale (diminution de la ferritinémie associée à une baisse de l'hémoglobininémie) (**Dupont,2017**). L'OMS a reconnu l'anémie ferriprive comme la carence nutritionnelle la plus répandue dans le monde, 30 % de la population serait concernée (**Kumar et al.,2022**).

L'Afrique subsaharienne et l'Asie du Sud affichent la plus forte prévalence d'anémie dans toutes les tranches d'âge (**Sunuwar et al.,2020**).

6.2. Europe :

Les taux d'incidence annuels de la carence en fer se situaient entre 7,2 et 13,96 pour 1000 personnes-années. Les estimations étaient plus élevées en Espagne et en Allemagne (**Levi et al.,2016**).

La prévalence de la carence en fer varie de 7 à 18 % et de 24 à 36 % chez les enfants en bas âge et les adolescents, respectivement (**Dupont,2017**). A noter que la France est l'un des pays qui a enregistré les prévalences les plus faibles de la carence martiale en 2019 (**Safiri et al., 2021**).

6.3. Asie :

Dans les pays d'Asie du Sud-Est, la prévalence de l'anémie était de 21 % chez les femmes non enceintes et de 25 % chez les femmes enceintes (Sunuwar et al.,2020).

6.4. Moyen orient :

Plus d'un tiers des habitants du Moyen-Orient souffrent d'anémie due à une carence en fer ou à une combinaison d'autres facteurs, la majorité d'entre eux étant des femmes (AlFaris et al.,2021).

Selon l'analyse de la prévalence de l'anémie, c'est au Yémen que la prévalence de l'anémie chez les femmes non enceintes est la plus élevée dans le monde (70,2%)(Goodarzi et al.,2020).

6.5. Afrique :

La prévalence globale de l'anémie chez les enfants âgés de 6 à 59 mois en Afrique subsaharienne était de 64,1 % selon les données les plus récentes (Tesema et al.,2021).

Plus de 57,1 % des femmes enceintes en Afrique souffrent d'une anémie ferriprive (Ouzennou et al.,2019).En 2019, les prévalences les plus élevées de l'anémie ferriprive ont été retrouvées dans le continent africain au Burkina Faso, Zambie et au Mali (Safiri et al., 2021).

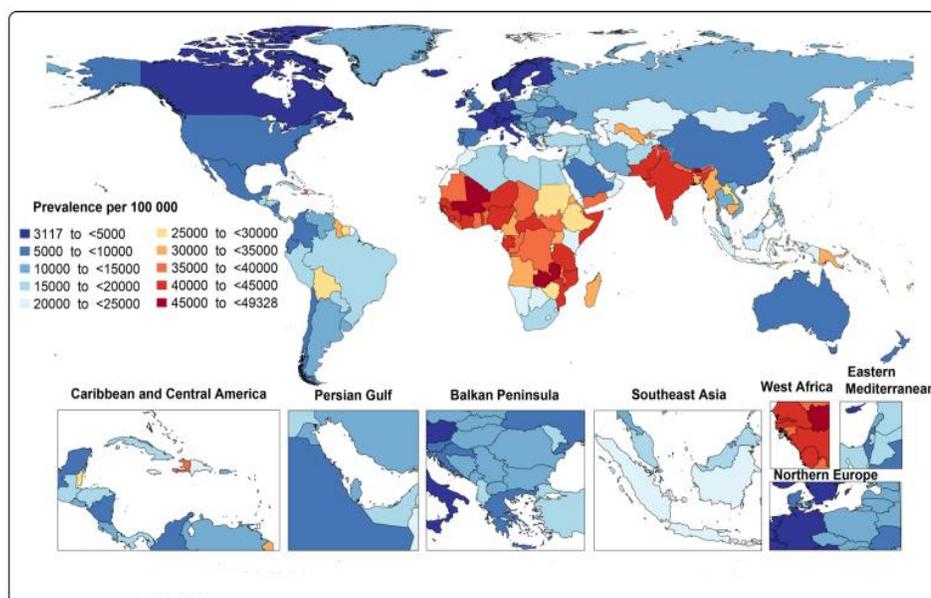


Figure 3: Prévalence de l'anémie pour 100 000 habitants normalisée par âge en 2019, par pays (Safiri et al., 2021).

Chapitre 3 : Magnésium : Généralités et aspects physiologiques

Chapitre 3 : Magnésium : Généralités et aspects physiologiques

1. Présentation du minéral :

Le magnésium est un oligoélément ubiquitaire qui intervient dans le métabolisme de nombreux systèmes (Ousaid et al.,2020). C'est un ion métallique divalent, il s'agit du quatrième cation le plus abondant dans l'organisme après le calcium, le potassium et le sodium (Marriott et al.,2020).

2. Propriétés biochimiques :

Le magnésium assure différentes fonctions physiologiques :

- Il est impliqué dans l'activation de plus de 600 systèmes enzymatiques contribuant à la production d'énergie au niveau cellulaire et à la synthèse protéique (Reddy et al.,2018) ; (Marriott et al.,2020) ;
- Le magnésium est un inhibiteur naturel des canaux calciques, est impliqué dans le maintien de l'équilibre électrolytique (par exemple, la régulation de l'activité ATPase sodium-potassium) et joue un rôle clé dans l'excitabilité membranaire (Costello et al .,2016).
- Il joue également un rôle essentiel au niveau de la contraction musculaire, de la transmission nerveuse et de la régulation cardiaque (Ousaid et al.,2020).

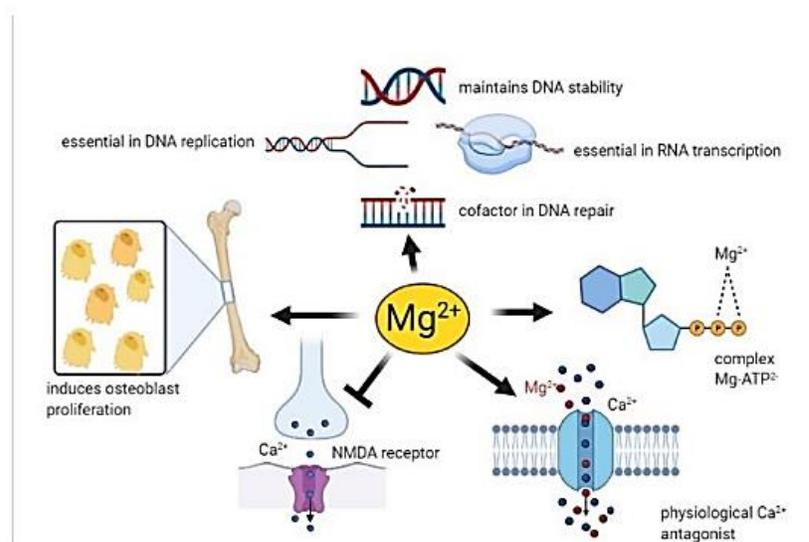


Figure 4 : Implication biochimique du magnésium dans de nombreux processus cellulaires (Fiorentini et al.,2021).

3. Sources alimentaires :

Les noix, les légumineuses, les céréales complètes et les fruits ont la teneur en magnésium la plus élevée de tous les aliments. Les produits à base de café ou de cacao peuvent également contenir des quantités importantes de magnésium, tandis que le poisson, la viande et le lait en contiennent une quantité intermédiaire (Pickering et al.,2020) ; (Fiorentini et al.,2021).

Les eaux minérales constituent également une source non négligeable de magnésium. Une eau minérale naturelle est dite magnésienne si elle apporte plus de 50 mg de magnésium par litre(Fardellone,2015).

4. Répartition dans l'organisme et homéostasie :

Le contenu de l'organisme en magnésium est d'environ 1000 mmol les dont 66 % sont stockés dans l'os, 33 % dans les autres cellules, et seulement 1 % dans le volume extracellulaire (Vargas-Poussou et Hureau.,2020).

Le contenu total de magnésium de l'organisme dépend de l'absorption intestinale et de l'excrétion rénale ; sa distribution dépend des échanges entre l'os et l'espace extracellulaire(Vargas-Poussou et Hureau.,2020).

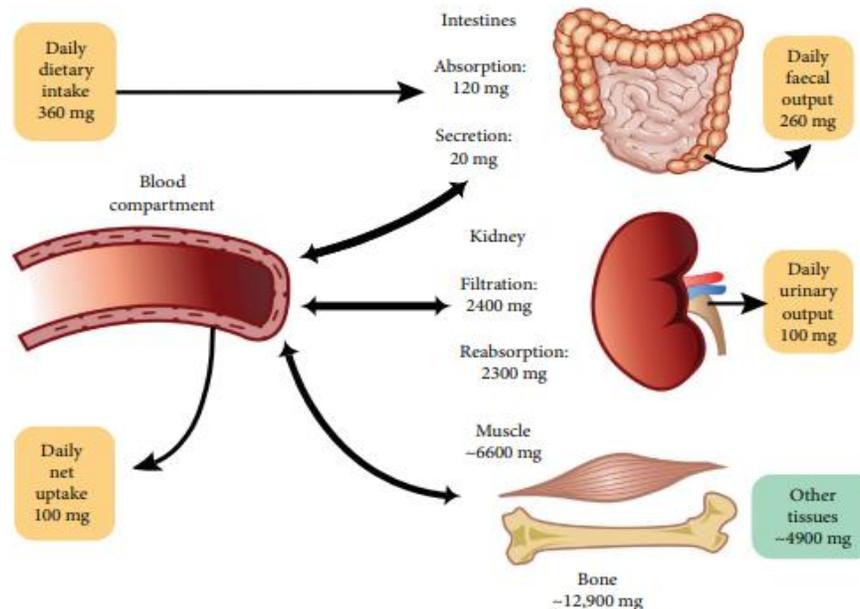


Figure 5 : Homéostasie du Mg dans le corps humain (Al Alawi et al.,2018).

5. Statut en magnésium :

Comme le magnésium est un cation intracellulaire, et qu'une très faible proportion du magnésium corporel (< 1 %) est circulante, la magnésémie n'est pas un bon reflet du statut en magnésium **(DiNicolantonio et al.,2018)**.

Un dosage du magnésium tissulaire (érythrocytaire ou globulaire voire sur les cellules périphériques mononuclées) ou le test de charge en magnésium sont de meilleurs indicateurs d'une éventuelle carence en magnésium. Mais dans la pratique habituelle ces examens ne sont réalisés que pour confirmer une déplétion corporelle probable alors que la magnésémie est normale ou subnormale, dans un contexte clinique favorisant **(Reddy et al.,2018)**.

6. Magnésium et santé humaine :

6.1. Mg et immunité :

Des études expérimentales in vivo et in vitro ont permis des avancées majeures dans la démonstration du lien entre la carence en magnésium et l'inflammation. Le Mg étant impliqué dans la régulation de toutes les voies métaboliques et dans l'équilibre redox, sa carence génère un stress métabolique et énergétique et elle est associée à l'accumulation de radicaux libres induisant une inflammation accrue **(Maier et al.,2021)**.

Des études récentes suggèrent qu'une carence en Mg peut prédisposer au COVID-19, Plus de 30 % des patients COVID-19 présentant un allongement de l'intervalle QT présentent une hypomagnésémie **(Maier et al.,2021)**.

6.2. Obésité et diabète type 2 :

Les résultats de certains travaux réalisés ont démontré qu'un apport alimentaire plus élevé en magnésium était associé à des marqueurs d'adiposité plus faibles et donc à un IMC plus bas **(Castellanos-Gutiérrez et al.,2018)**.

L'action du Mg dans l'amélioration de la sensibilité à l'insuline est confirmée par un certain nombre d'études montrant que le Mg est capable de diminuer le stress oxydatif et les paramètres inflammatoires, deux facteurs impliqués dans la résistance à l'insuline **(Barbagallo et al.,2022)**.

Plusieurs essais contrôlés randomisés (ECR) ont confirmé qu'un apport élevé en mg est associé à une diminution du risque de développer un diabète de type 2 dans différentes populations **(Barbagallo et al.,2022)**.

6.3. Santé cardiovasculaire :

Des données provenant des études observationnelles ont montré une association entre des faibles concentrations sériques de magnésium et l'augmentation de l'athérosclérose, des maladies coronariennes, des arythmies et de l'insuffisance cardiaque (**Tangvoraphonkchai et Davenport,2018**) ; (**Liu et Dudley,2020**).

Cependant, des essais majeurs de supplémentation en magnésium ont rapporté des bénéfices inconsistants et ont également soulevé les effets indésirables potentiels de la surcharge en magnésium (**Tangvoraphonkchai et Davenport,2018**).

6.4. Carence en Mg, santé neurologique et mentale :

Des études récentes ont associé le déficit en Mg à de nombreux troubles neurologiques, tels que le vasospasme cérébral, les accidents vasculaires cérébraux, migraine (**Wenwen et al.,2019**), la sclérose en plaques, les maladies d'Alzheimer et de Parkinson (**Maier et al.,2022**).

6.5. Mg et santé hématologique :

Plusieurs études expérimentales ont démontré que la carence en Mg²⁺ altère le fonctionnement des cellules hématopoïétiques. Ces altérations comprennent l'augmentation du nombre de leucocytes dans le sang périphérique, l'activation de cellules telles que les neutrophiles et les macrophages, la diminution de la production d'anticorps (**Lima et Fock,2020**).

6.6. Santé osseuse :

Le magnésium joue un rôle clé dans la santé des os et peut donc représenter un nutriment intéressant pour la prévention de la perte osseuse et de l'ostéoporose (**Groenendijk et al.,2022**).

6.7. Cancers :

Des études d'observation ont démontré qu'une augmentation du magnésium dans l'eau potable est associée à un risque réduit de cancers du foie et de l'œsophage et à une diminution de la mortalité due aux cancers du sein, de la prostate et de l'ovaire (**Gile et al.,2020**).

II – Matériel et méthodes

II – Matériel et méthodes

II – Matériel et méthodes

1.Type, durée, région de l'étude et la taille de l'échantillon :

Pour évaluer la prévalence de la carence martiale avec et sans anémie et étudier sa relation avec le statut en magnésium nous avons effectué une étude de type observationnelle, descriptive, transversale, prospective et multicentrique au niveau de la clinique El Rahma situé dans la région de Bou Ismail et deux autres laboratoires d'analyses médicales privés dans la région de Tipaza.

L'étude s'est déroulée durant 2 mois du 15 janvier 2023 au 16 mars 2023. Le nombre de sujets faisant l'objet de cette étude est de 101 participants. Nous avons jugé ce nombre suffisant pour une étude épidémiologique descriptive vu le temps limité consacré à notre stage.

2.Considérations éthiques :

Les objectifs et les modalités de l'étude ont été clairement expliqués aux sujets qui ont donné leur consentement pour la participation à une recherche biomédicale.

Il est important de souligner que la conduite de la recherche décrite dans le présent travail est en accord avec la déclaration d'Helsinki de l'Association Médicale concernant les expérimentations sur les patients ou sujets, notre travail ne comporte aucune donnée personnelle pouvant identifier le patient ou le sujet.

3.Population incluse :

Ils sont inclus dans notre étude, tous les sujets (les deux sexes) disant réaliser un bilan sanguin comportant au moins les trois paramètres biologiques suivant : (ferritine, VGM et hémoglobine) Suite à la demande de leur médecin, dans le cadre d'un bilan sanguin de routine ou selon leur pathologie et pour certains sujets qui ont manifesté des symptômes révélant une carence en fer.

4.Critères d'exclusion :

- Refus de participation à l'étude
- Le manque de données biologiques (concernant la ferritine, le VGM et l'hémoglobine)
- Les nourrissons et les enfants ont été également exclus afin d'éviter l'apparition d'un biais de sélection (ils étaient faiblement représentés).

Le recrutement initial comportait 114 sujets, après exclusion de 11 enfants et 2 patients avec un bilan incomplet, nous avons retenu pour notre étude un effectif de 101 participants parmi cet

II – Matériel et méthodes

échantillon ,76 sujets ont bénéficié d'un dosage du magnésium pour des raisons dues à la disponibilité des réactifs.

Les détails du déroulement de notre étude sont expliqués dans le diagramme d'inclusion.

5.Recueil des données :

L'étude a été guidée par un questionnaire, ce dernier a été réalisé après une revue de la littérature permettant de mettre en avant les principaux facteurs associés à une carence en fer.

Les principaux aspects du questionnaire sont les suivant :

- Les paramètres anthropométriques ;
- Contexte pathologique et médicamenteux ;
- Statut physiologique chez les femmes (grossesse, allaitement ; cycle menstruel) ;
- Don du sang ;
- Une partie importante du questionnaire a été consacrée pour l'estimation des fréquences de consommation des aliments contenant le fer et le Mg.

6.Prélèvements sanguins et traitements des échantillons :

Les différents prélèvements sanguins ont été effectués le matin dans un état de jeûne alimentaire ou non (en fonction du bilan de chaque patient) par une simple ponction veineuse sur des tubes secs, ils sont immédiatement centrifugés à 40000 tours par minutes. La ferritine, le VGM et l'hémoglobine ont été dosés dans les 24 heures qui suivent la ponction sanguine. Pour le magnésium, les sérums ont été répartis en fractions aliquotes et congelés à une température de - 20° C, à cette température, tous les paramètres dosés restent stables pour une durée de 8 mois au minimum.

7.Bilan biologique :

7.a. Ferritine :

Le dosage de la ferritine est une méthode automatisée réalisée sur les instruments de la famille VIDAS, permettant la détermination immunoenzymatique de la ferritine humaine dans le sérum

II – Matériel et méthodes

ou le plasma humain (héparinate de lithium) par technique ELFA (Enzyme Linked Fluorescent Assay).

❖ Principe :

Le principe du dosage associe la méthode immunoenzymatique sandwich en une étape à une détection finale en fluorescence (ELFA). Le cône à usage unique sert à la fois de phase solide et de système de pipetage. Les autres réactifs de la réaction immunologique sont prêts à l'emploi et répartis dans la cartouche.

Toutes les étapes du test sont réalisées automatiquement par l'instrument. Elles sont constituées d'une succession de cycles d'aspiration/refoulement du milieu réactionnel.

Lors de l'étape finale de révélation, le substrat (4-Méthyl-ombelifery phosphate) est aspiré puis refoulé dans le cône ; l'enzyme du conjugué catalyse la réaction d'hydrolyse de ce substrat en un produit (4-Méthyl-ombeliferone) dont la fluorescence émise est mesurée à 450 nm.

A la fin du test, les résultats sont calculés automatiquement par l'instrument par rapport à une courbe de calibration mémorisée, puis imprimés.

❖ Valeurs de référence :

Homme : 30 – 350 ng/ml

Femme : 20 – 250 ng/ml

7.b. Hémogramme :

L'hémogramme est le premier examen biologique utilisé pour dépister, explorer et suivre la plupart des hémopathies. Ses indications sont très nombreuses et dépassent largement le cadre des pathologies hématologiques. L'hémogramme est un examen automatisé. Il a pour but d'apporter des informations quantitatives sur les cellules sanguines mais également des informations qualitatives.

II – Matériel et méthodes

❖ Principe :

Certains paramètres liés à ces éléments sont mesurés (taux d'hémoglobine, volume globulaire moyen = VGM) et d'autres sont calculés (hématocrite, teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine = TCMH, concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine = CCMH).

❖ Valeurs de référence :

Les valeurs de référence de l'hémoglobine et du VGM sont répertoriées dans le tableau suivant :

Tableau IV: Valeurs de références de l'hémoграмme (hémoglobine et VGM).

| Paramètre étudié | Homme | Femme |
|-------------------------|--------------|--------------|
| Hémoglobine (g/100 ml) | 14,0 – 17,0 | 12,5 – 15,5 |
| VGM (μ 3) | 80 – 95 | 80 – 95 |

7.c. Statut en magnésium :

Le dosage du magnésium est un test colorimétrique selon une méthode standardisée. Le dosage du Mg a été réalisé sur les systèmes (Mindray BA-88A). Le Mg forme un complexe coloré avec la calmagite en milieu alcalin. La présence d'éthylène glycol tétraacétique acide (EGTA) rend la réaction spécifique. L'intensité de la coloration produite est proportionnelle à la concentration en magnésium, la lecture se fait à une longueur d'onde comprise entre 505 et 600 nm.

❖ Valeurs de référence :

Les valeurs normales du magnésium sanguin se situent entre 16 et 25mg /L.

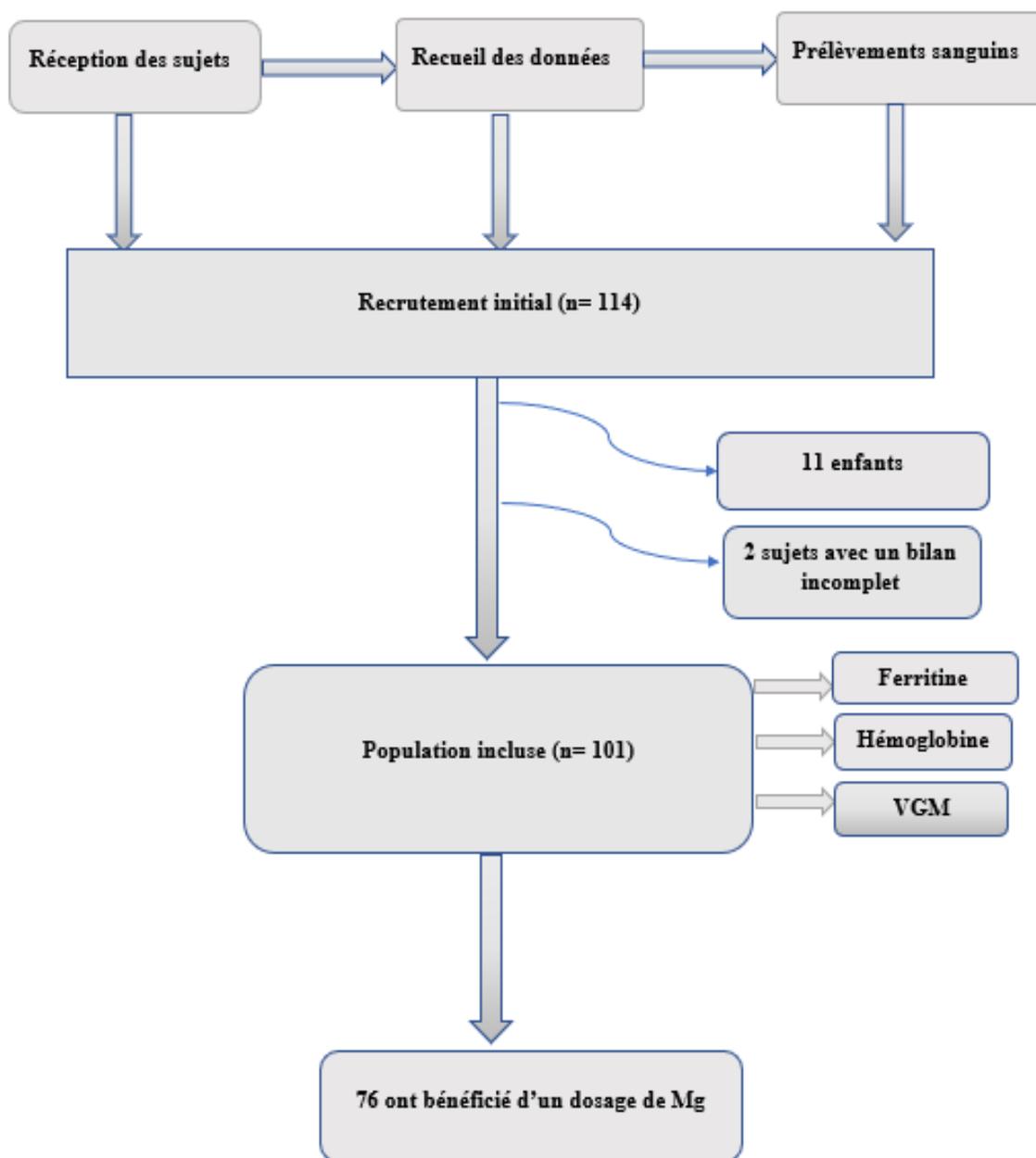


Figure 6 : Diagramme décrivant la conduite de notre étude.

8. Etude statistique :

Toutes les données consignées sur le questionnaire ont été codées et triées pour subir une analyse statistique. Cette dernière a été effectuée en utilisant le logiciel « SPSS 21.0.». Le seuil de significativité a été fixé à 5% pour toutes les analyses effectuées.

9. Analyse descriptive :

Les variables qualitatives sont exprimées à l'aide de leurs fréquences et pourcentages valides alors que les données quantitatives ont été exprimé en moyenne, écart type , valeur minimale et maximale.

10. Analyse inférentielle :

La vérification de la normalité d'une distribution est une étape cruciale qui permet de choisir les tests statistiques adaptées à la distribution étudiée. Dans notre cas l'analyse de la distribution a été réalisé en utilisant l'approche graphique et confirmé par le test statistique de Kolmogorov-Smirnov ($n > 30$). Les résultats de l'analyse de la distribution sont présentés en annexes.

Certaines proportions ont été comparées à l'aide du test de Khi 2. La comparaison des valeurs moyennes des variables quantitatives a été effectuée en utilisant seulement le test de Mann-Whitney car la distribution était significativement différente de la distribution normale ($p < 0,05$). Pour étudier les corrélations entre les différents paramètres biologiques mesurés, nous avons appliqué le test de coefficient de Spearman car la distribution était également significativement différente de la distribution normale ($p < 0,05$).

III – Résultats et interprétations

III – Résultats et interprétations

III – Résultats et interprétations

1. Analyse des distributions des variables quantitatives :

A l'exception de la concentration sérique en magnésium ($P= 0,175$) la distribution de toutes les variables quantitatives étudiées (Age, IMC, ferritine, hémoglobine et VGM) ne permet pas d'utiliser la loi normale, le test de Kolmogorov-Smirnov retrouve une P value $< 0, 05$. Les détails de l'examen de la distribution des différentes variables quantitatives sont illustrés dans le tableau en annexe 3.

2. Caractéristiques de la population étudiée :

2.a. Répartition selon le sexe :

Notre population est constituée de 82 femmes et 19 hommes. Une prédominance féminine nette a été constatée dans notre échantillon ($P= 0,000$ en appliquant le test de Khi -deux).

Le sexe ratio (femmes / hommes) est de 4,31.

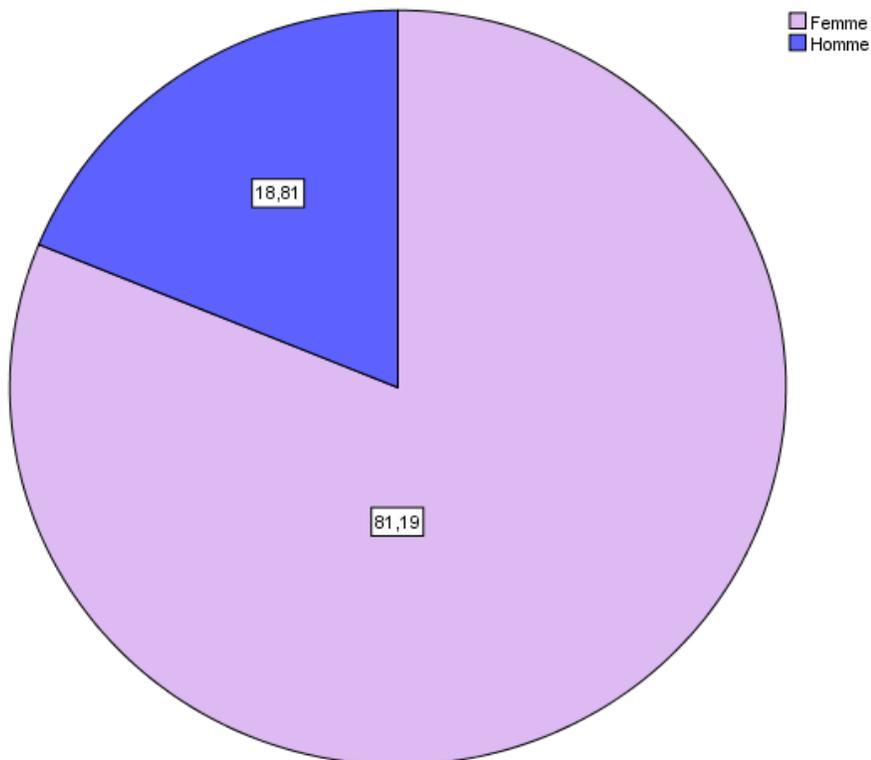


Figure 7: Répartition de l'effectif selon le sexe.

III – Résultats et interprétations

2.b. Répartition selon l'âge :

Quatre groupes d'âge sont distingués dans notre échantillon :

- Premier groupe [18 – 30 ans] ;
- Deuxième groupe] 30 – 40 ans] ;
- Troisième groupe] 40- 50 ans] ;
- Quatrième groupe > 50ans.

La catégorie d'âge la plus représentée est celle entre 18 à 30 ans.

- La moyenne d'âge de notre population $39,41 \pm 15,35$ ans ;
- L'âge minimum est de 18 ans ;
- L'âge maximum est de 89 ans.

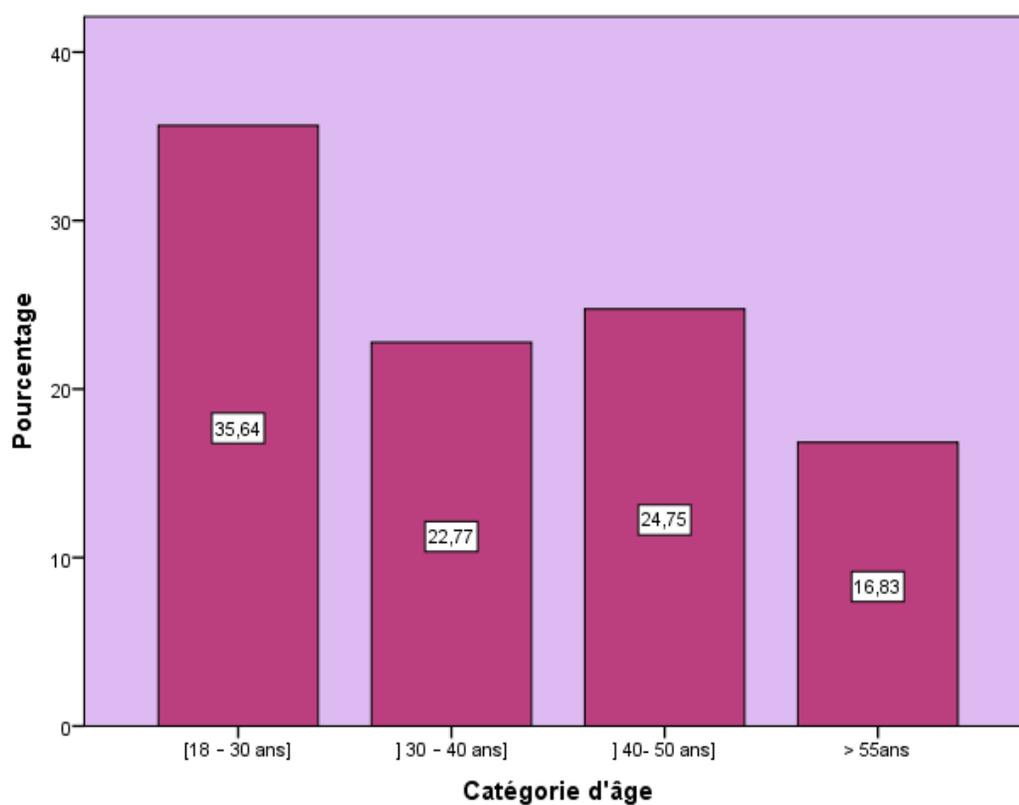


Figure 8 : Répartition de la population selon les groupes d'âge.

III – Résultats et interprétations

2.c. Répartition selon l'indice de masse corporelle (IMC) :

La majorité des participants présentaient une corpulence normale (n=67), le surpoids et l'obésité étant faiblement représentés avec un effectif de 28 sujets et 6 sujets respectivement.

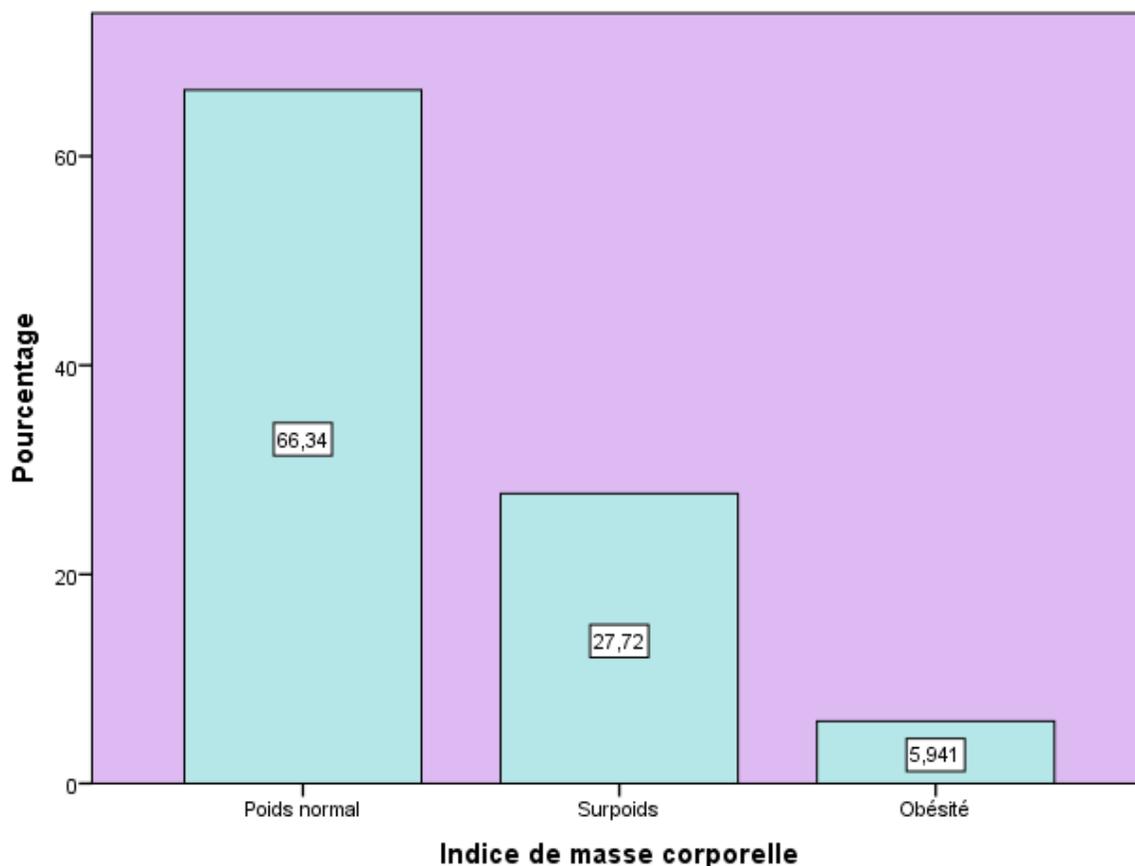


Figure 9 : Répartition des sujets selon l'IMC.

Les valeurs de l'IMC oscillent autour d'une valeur moyenne de

- La valeur minimale est de 18,90 Kg/ m².
- La valeur maximale atteint 36,26 Kg/ m².

2.d. Répartition selon l'activité physique :

La majorité des sujets étaient sédentaires (n= 91 ; soit 90,09%) , 10 sujets (9 ,90%) ont rapporté la pratique d'une activité physique moyenne estimée à 30 minutes de marche par jour.

2.e. Répartition selon les facteurs pathologiques et médicamenteux :

Parmi l'ensemble de la population étudiée ,30 sujets présentaient des pathologies pouvant être

III – Résultats et interprétations

associées à une carence martiale. En revanche, 9 participants prenaient des traitements pouvant interférer avec le métabolisme du fer.

Tableau V : Répartition des sujets en fonction des facteurs pathologiques et médicamenteux.

| Facteur pathologique (ou médicamenteux) | Nombre (n) | Pourcentage (%) |
|--|-------------------|------------------------|
| Pathologie de malabsorption | 3 | 2,9 |
| Gastrites | 8 | 7,9 |
| Pathologies rénales | 4 | 3,9 |
| Pathologies inflammatoires | 4 | 3,9 |
| Diabète | 11 | 10,89 |
| Autre pathologie | 0 | 0 |
| Prise de traitement anti-inflammatoire | 5 | 4,9 |
| Prise des Immunosuppresseurs | 1 | 0,9 |
| Anticoagulants | 3 | 2,9 |

2.f. Statut physiologique chez les femmes et ménorragies :

Parmi les 82 femmes ayant participé à l'étude, 5 patientes étaient enceintes, 12 femmes ont rapporté d'avoir un cycle menstruel abondant soit 14,63 % de l'ensemble des participantes.

Tableau VI : Répartition des femmes selon le statut physiologique et les ménorragies.

| | Effectif (n) | Pourcentage (%) |
|-------------------|---------------------|------------------------|
| Femmes enceintes | 5 | 6,09 |
| Femmes allaitante | 1 | 1,2 |
| Cycle abondant | 12 | 14,63 |

2.g. Répartition selon le don du sang :

Le tableau représente la répartition des sujets selon la fréquence du don du sang, 1 seul participant seulement était un donneur fréquent du sang.

Tableau VII : Répartition des sujets selon le don du sang.

| Don du sang | Nombre (n) | Pourcentage (%) |
|--------------------|-------------------|------------------------|
| Fréquent | 1 | 0,9 |
| Occasionnellement | 13 | 12,8 |
| Jamais | 87 | 86,1 |

III – Résultats et interprétations

3. Données alimentaires :

3.a. Fréquence de consommation des aliments contenant le fer :

La plupart des répondants ont déclaré avoir une consommation occasionnelle de la majorité des sources alimentaires contenant des teneurs élevées en fer comme l'agneau, les produits marins, les oléagineux, le cacao sans sucre ..etc

Tableau VIII : Répartition des sujets (en effectif) selon la fréquence de consommation des aliments contenant le fer.

| Aliment | Souvent | Occasionnellement | Jamais |
|---|----------------|--------------------------|---------------|
| L'agneau le foie d'agneau | 1 | 92 | 8 |
| Le foie de volaille | 27 | 62 | 12 |
| Le rognon cuit | 0 | 18 | 83 |
| Légumineuses | 89 | 11 | 1 |
| Produits marins | 2 | 88 | 11 |
| Oléagineux (noix , noix de cajou..etc) | 5 | 91 | 5 |
| Cacao sans sucre | 2 | 90 | 9 |
| Persil ou la menthe fraîche | 56 | 43 | 2 |
| Abricot sec | 0 | 88 | 20 |
| Farine de soja | 0 | 4 | 97 |
| Chocolat noir | 6 | 73 | 22 |
| Les épinards | 34 | 60 | 7 |
| Les raisins secs | 16 | 80 | 5 |
| Les petits pois | 24 | 76 | 1 |
| Les dattes | 26 | 72 | 3 |

3.b. Fréquence de consommation des aliments contenant le magnésium :

Comme pour le cas pour les aliments riches en fer, la plupart des participants ont également rapporté une consommation occasionnelle des aliments riches en magnésium comme les flocons d'avoine, le cacao et les oléagineux, les aliments contenant des teneur moyenne en Mg comme les bananes sont également consommés de façon occasionnelle.

III – Résultats et interprétations

Tableau IX : Répartition des sujets (effectif) selon la fréquence de consommation des aliments contenant le magnésium.

| | Souvent | Occasionnellement | Jamais |
|--------------------------|----------------|--------------------------|---------------|
| La banane | 10 | 90 | 1 |
| Flocons d'avoine | 2 | 26 | 73 |
| Céréales complètes | 15 | 22 | 64 |
| Le riz complet | 18 | 19 | 64 |
| Les pois chiches | 80 | 17 | 4 |
| Certaines eaux minérales | 18 | 83 | 0 |

4. Bilan biologique :

4.a. Ferritine :

❖ Statut en fer :

La concentration moyenne de la ferritine était de 56,52 ng/ml avec une valeur minimale de 1,71 ng/ml et une concentration maximale de 396,73ng/ml. La comparaison des concentrations moyennes de la ferritine en utilisant le test de Mann-Whitney entre les deux sexes ne montre aucune différence significative (Tableau).

Tableau X: Comparaison de la concentration moyenne de la ferritine entre les deux sexes.

| | Moy. ± E.T (ng/ml) | Max | Min | P value |
|---------------|---------------------------|------------|------------|-----------------|
| Femmes (n=82) | 51,73± 61,06 | 396,73 | 1,71 | 0,005* (DNS) |
| Hommes (n=19) | 78,51 ± 46,70 | 170,4 | 7,44 | |

DNS : différence non significative

* : Test de Mann-Whitney.

Aucune corrélation significative n'a été observée entre les concentrations sériques de ferritine et l'âge des participants (R de Spearman = 0,034 ; P =0,73). De même pour la ferritine et l'IMC des sujets (R= -0,141 ; P= 159).

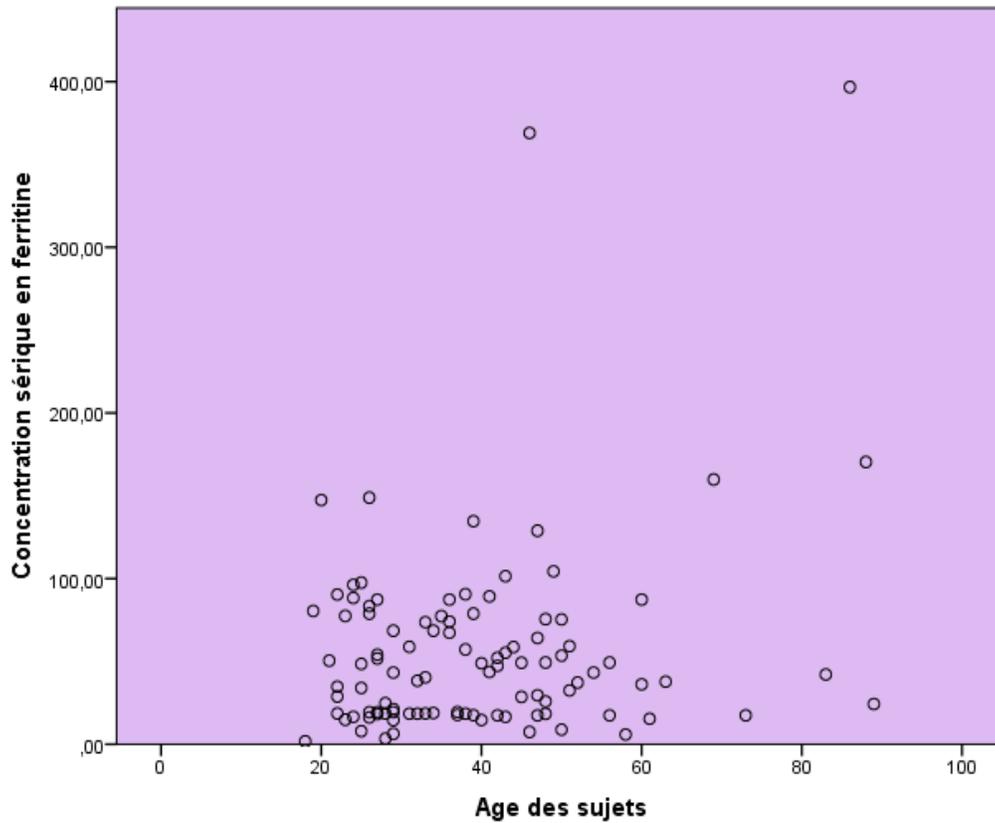


Figure 10 : Relation entre la concentration sérique en ferritine et l'âge des participants.

4.b. Prévalence de la carence martiale :

Parmi l'ensemble de la population incluse, 68 sujets avaient une concentration sérique normale de la ferritine. Cependant, 33 participants ont présenté une carence en fer. La prévalence de la carence martiale dans notre population est donc de 32,7%.

La majorité des sujets ayant présenté une carence en fer étaient des femmes (n=31), les hommes étant faiblement représentés (n=3).

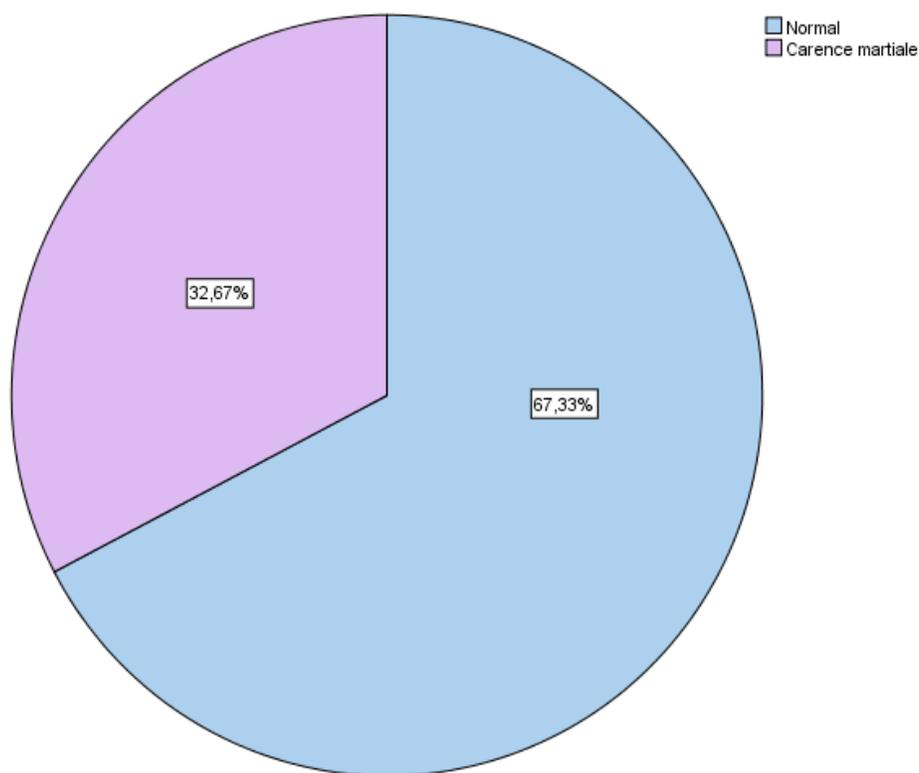


Figure 11 : Répartition de la population selon le statut en fer.

4.c. Hémoglobine et VGM:

Les valeurs moyennes d'hémoglobine et du VGM sont de $12,86 \pm 1,42$ (g/100 ml) et de $84,20 \pm 6,59$ respectivement. Aucune différence significative n'a été observée entre les deux sexes en ce qui concerne ces deux paramètres biologiques ($p = 0,005$).

Tableau XI : Résultats de l'analyse descriptive de l'hémoglobine et du VGM.

| | Moy. \pm E.T | Minimum | Maximum |
|------------------------|----------------------------------|----------------|----------------|
| Hémoglobine (g/100 ml) | $12,86 \pm 1,42$ | 9 | 18 |
| VGM ($\mu 3$) | $84,20 \pm 6,59$ | 61 | 106,50 |

III – Résultats et interprétations

4.d. Prévalence des anémies :

Parmi les 33 sujets ayant présenté une carence en fer ,23 participants ont présenté une anémie alors que 10 sujets avaient une carence en fer sans anémie. La prévalence de l’anémie ferriprive est de 22,77% ,la prévalence de l’anémie non ferriprive est de 17,82%. La prévalence totale de l’anémie au sein de notre population était de 40,59%

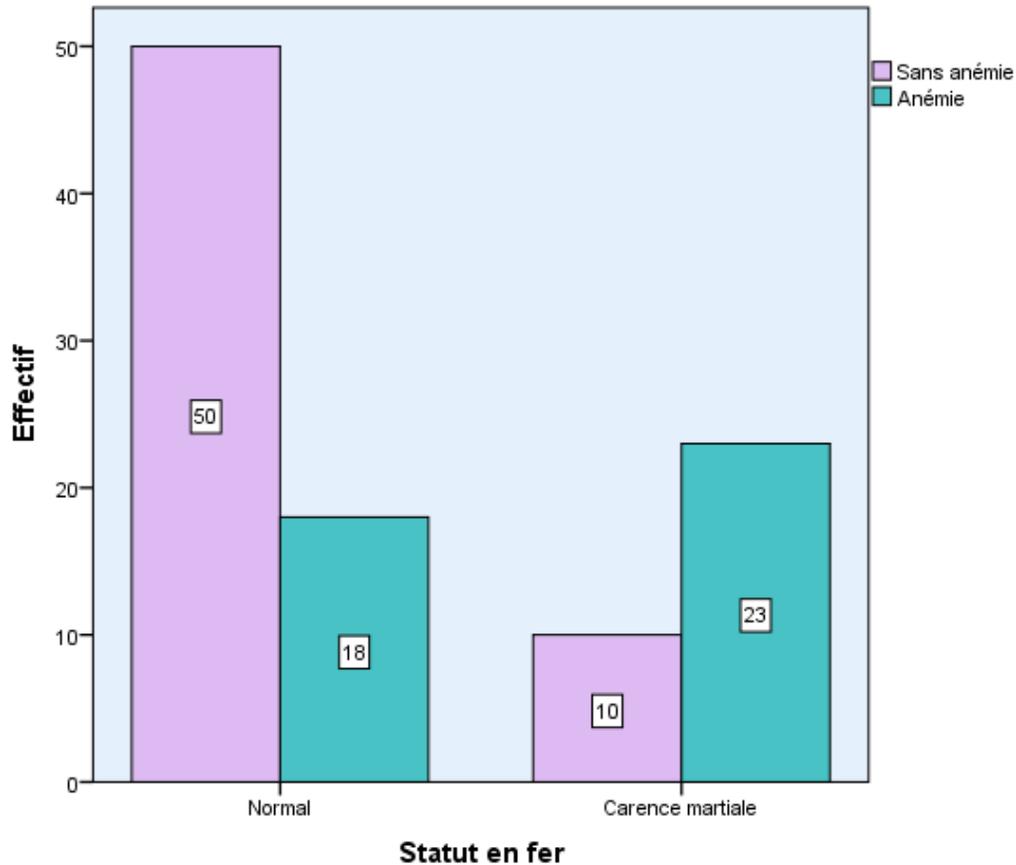


Figure 12 : Statut en fer et anémie.

Parmi l’ensemble des sujets ayant fait l’objet de notre étude, 18 ont présenté un taux de VGM supérieur à la normale ($80 - 95 \mu 3$) qui est le signe d’une anémie de type macrocytaire (signifiant à grandes cellules) qui est due principalement à une carence en vitamine B12 ou B9.

Cependant, 23 sujets avaient une anémie microcytaire (signifiant à petites cellules) avec un VGM inférieure à sa valeur normale.

III – Résultats et interprétations

Tableau XII : Types d’anémie représentés en effectif et en pourcentage.

| | Effectif (n) | Pourcentage(%) |
|---------------------|---------------------|-----------------------|
| Anémie macrocytaire | 18 | 17,82 |
| Anémie microcytaire | 23 | 22,77 |
| Anémie totale | 41 | 40,59 |

4.e. Manifestations cliniques :

Le principal symptôme manifesté par nos sujets est l’asthénie (n=92 soit 92,07 % de l’ensemble de la population) suivi par la chute de cheveux (n= 32 ; soit 31,68 de la population totale).

Tableau XIII : Manifestations cliniques selon les déclarations des sujets.

| Symptôme | Effectif (n) | Pourcentage (%) |
|-------------------------------------|---------------------|------------------------|
| Fatigue (asthénie) | 93 | 92,07 |
| Chute de cheveux | 32 | 31,68 |
| Essoufflement | 24 | 23,76 |
| Modification de l’aspect des ongles | 12 | 11,88 |
| Palpitation | 22 | 21,7 |
| Vertiges | 24 | 23,76 |
| Pâleur de la peau | 25 | 24,75 |
| Maux de tête | 27 | 26,73 |

5. Statut en magnésium :

Il faut rappeler que parmi l’ensemble de la population étudiée, seuls 76 sujets ont bénéficié d’un dosage du magnésium.

La plupart des sujets avaient une magnésie normale (n=59). La carence en Mg touchait 17 sujets soit 22,37% de l’échantillon.

III – Résultats et interprétations

La concentration moyenne du magnésium était de 17,34 mg/L avec une valeur minimale de 13,34 et une valeur maximale de 23,45 mg/L.

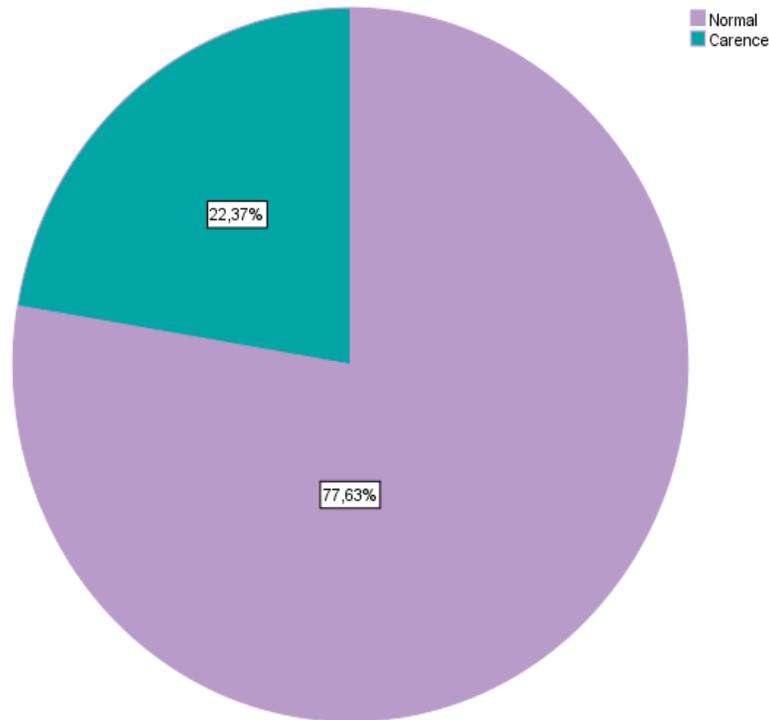


Figure 13 : Répartition de la population (n=76) selon le statut en Mg.

6.Relation entre le statut en magnésium et les paramètres du bilan martial :

6.1. Relation entre le magnésémie et la ferritine sérique :

Une corrélation positive significative a été retrouvée entre la concentration sérique en ferritine et le statut en magnésium (R de Spearman = 0,69 ; P= 0,000).

III – Résultats et interprétations

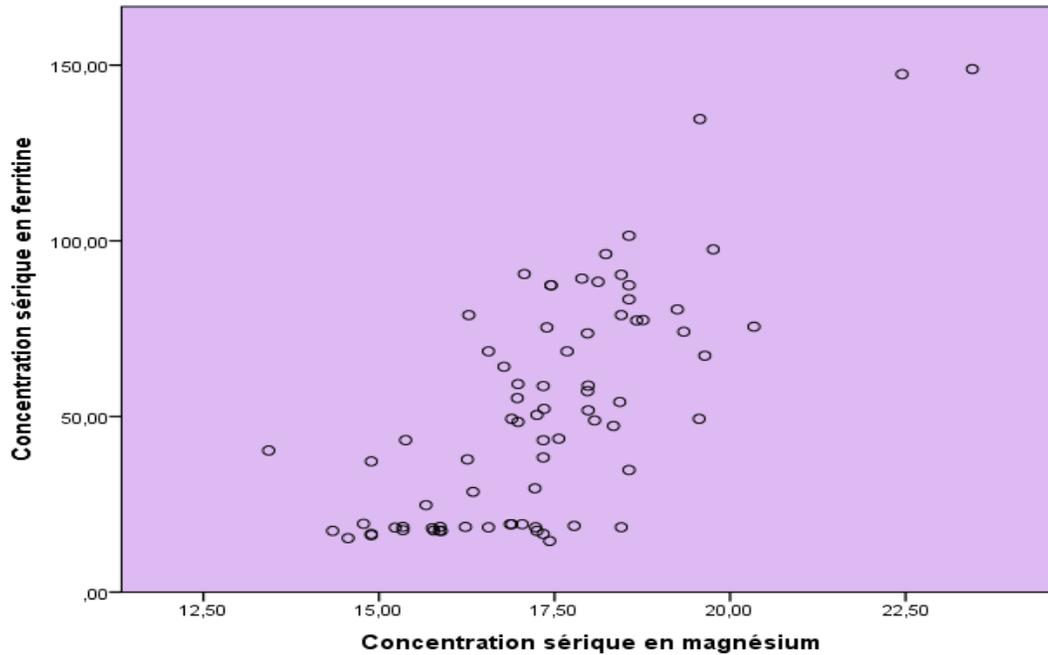


Figure 14 : Relation entre la magnésémie et la ferritine.

6.2. Relation entre le magnésium et les taux sériques d'hémoglobine :

Une forte relation positive hautement significative a été observée entre la magnésémie et les taux sériques d'hémoglobine (R de Spearman = 0,81 ; P = 0,000).

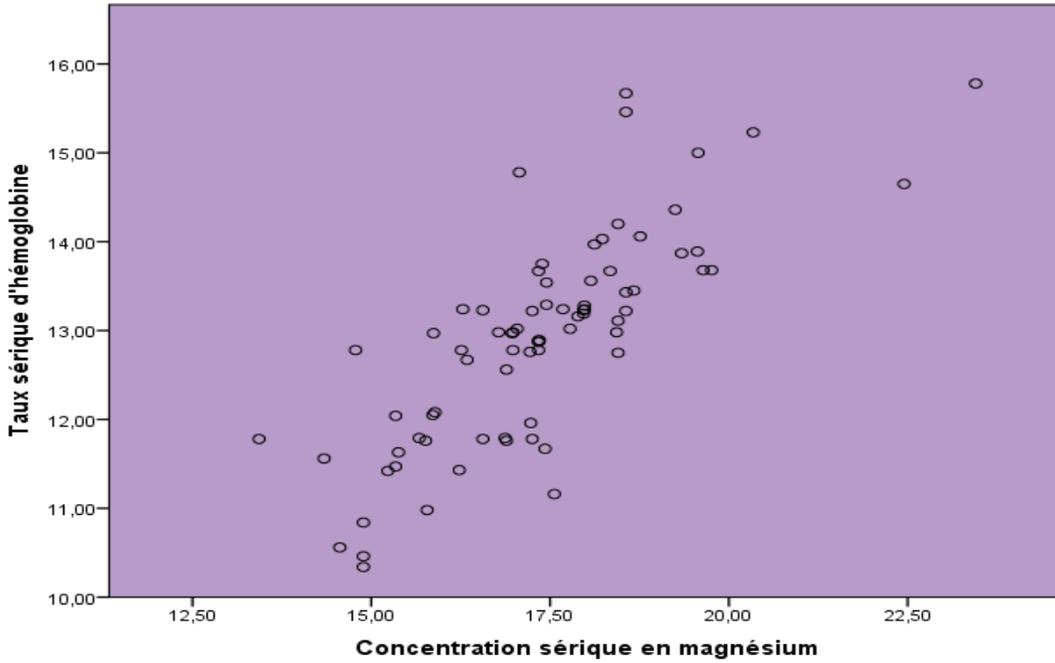


Figure 15 : Relation entre l’hémoglobine sérique et le magnésium.

6.3. Relation entre le VGM et magnésium sérique :

Une corrélation positive statistiquement significative a été constatée entre le VGM et les concentrations sériques en Mg ($R= 0,30$; $P= 0,008$).

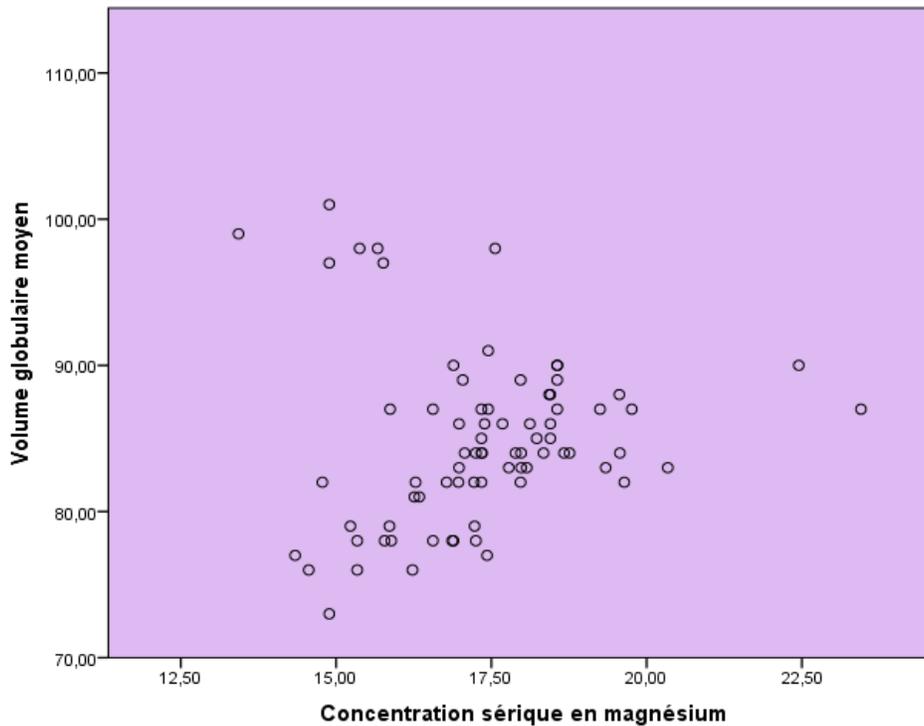


Figure 16 : Relation entre le magnésium sérique et le VGM.

IV- Discussion générale

IV- Discussion générale

IV- Discussion générale :

Les études observationnelles peuvent comporter des sources d'erreurs, aléatoires ou systématiques, susceptibles de biaiser les résultats obtenus ou de limiter la validité de l'enquête conduite. Ces biais sont de différentes natures et peuvent intervenir lors de la sélection des sujets de l'étude, au moment de leur classement pour l'exposition ou la maladie, ou être liés au phénomène de confusion par un tiers facteur dans l'évaluation de la relation entre l'exposition et la maladie (**Merriner,2022**). Comme toute étude épidémiologique, la nôtre comportait des limites qu'on peut résumer dans les points suivants :

- Bilan martial incomplet :un bilan martial complet doit contenir d'autres paramètres comme le fer sérique, la transferrine ce qui n'est pas le cas dans notre étude ;
- En raison du manque de moyens ,76 sujets seulement parmi les 101 inclus ont bénéficié d'un dosage du magnésium sérique ;
- Biais lié aux fausses déclarations des sujets qui affectent la qualité de l'enquête autrement l'enquête dépend des répondants.

Notre étude réalisée sur un échantillon de la population de Tipaza a mis en évidence une prévalence de carence martiale de 32,67% , une prévalence qui est relativement inférieure à celle retrouvée par **Adda et al., en 2019** au cours d'une étude transversale à visée analytique concernant 91 donneurs de sang total dans la wilaya de Tlemcen qui rapporte un taux de carence en fer de 35,2% par contre la même étude a enregistré une prévalence des anémies de 22% (**Adda et al.2019**), un taux qui est inférieure à le nôtre (40,59%).

Dans une autre étude menée auprès de 140 femmes en âge de procréer, âgées de 20 à 26 ans en bonne santé qui ont été recrutées pendant une période d'un mois à l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie d'El Harrach (Alger, Algérie)46,15% des participantes souffraient d'anémie ferriprive (**Chiheb et al.,2017**), cette prévalence est supérieure à celle retrouvée dans notre travail, où 22,77% des sujets présentaient une anémie qui est due à une carence en fer

Dans le cadre d'une enquête transversale réalisée en Algérie en 2016 auprès de médecins de différentes spécialités pour évaluer la perception de la carence martiale et de l'anémie ferriprive, les résultats de l'analyse de 349 questionnaires de différentes spécialités, ont montré que 73% (254/349) des médecins estimaient que l'anémie ferriprive concernait au moins 30% de leur

IV- Discussion générale

patientèle; 65% (226/349) estimaient que la carence martiale concernait au moins 30% de leur patientèle (**Belkaid et al., 2019**).

Nous avons également comparé nos résultats avec quelques études réalisées au Maroc et en Tunisie, deux pays ayant un indice sociodémographique et des habitudes alimentaires pratiquement similaires à l'Algérie, les résultats de ces études sont rapportés en dessous :

Une étude transversale a été menée au Centre Hospitalier Régional Hassan II (Maroc) d'avril à août 2021 auprès de toutes les femmes enceintes venant consulter dans le service de maternité où 500 femmes enceintes ont été recrutées au hasard pour l'étude, la prévalence de l'anémie ferriprive retrouvée chez ce groupe à risque était inférieure à la nôtre avec un taux de 20% (**El Farouqi et al.,2022**). Selon des données nationales très récentes, l'anémie ferriprive touche plus d'un tiers de la population marocaine avec une prédominance des femmes enceintes (37,2%), des femmes en âge de procréer (33%), des enfants de 6 mois à 5 ans (31,6%), et enfin des hommes (**Bakrim et al.,2023**).

Dans une étude de l'évaluation de la malnutrition chez les femmes urbaines marocaines et tunisiennes, deux enquêtes transversales ont été menées simultanément dans les 2 pays, sur 811 et 1689 femmes non enceintes âgées de 20 à 49 ans au Maroc et en Tunisie, respectivement. Les résultats ont montré que la concentration moyenne de ferritine sérique était de $28,5 \pm 1,2 \mu\text{g/L}$ au Maroc et de $50,2 \pm 2,4 \mu\text{g/L}$ en Tunisie, et 16,7 % des femmes au Maroc et 38,1 % en Tunisie présentaient une anémie et 45,2 % au Maroc et 27,0 % en Tunisie ont présenté une carence martiale (**Traissac et al.,2020**).

Dans notre travail, l'anémie microcytaire est la forme la plus répandue des anémies ces résultats coïncident avec ceux retrouvés par Bakrim et al., en 2018 au Maroc dans une étude prospective effectuée auprès de 15797 volontaires âgés de 18 à 60 ans où la prévalence de l'anémie microcytaire était présente chez 58,66 % des sujets (**Bakrim et al.,2018**). En revanche, dans une autre étude menée Par **Ouzennou et al.**, en 2018 sur 3806 femmes enceinte basée sur le recueil des données des registres et des dossiers obstétricaux de la maternité du centre hospitalier provincial au Maroc et selon le VGM, les anémies normocytaires étaient les plus fréquentes, suivie des anémies microcytaires. Les anémies macrocytaires étaient très rares (**Ouzennou et al .,2018**).

Une prédominance féminine a été noté dans notre étude, aucune différence significative n'a été retrouvée entre les deux sexes en ce qui concerne la concentration moyenne de la ferritine. La

IV- Discussion générale

majorité des sujets ayant présenté une carence en fer étaient des femmes, les hommes étant faiblement représentés. Dans la littérature, il est bien admis que le sexe féminin est un facteur de risque de carence martiale et de l'anémie (**Wiafe et al.,2023 ; Levi et al.,2019**). En effet, les femmes âgées de 15 à 49 ans présentent un risque plus élevé de carence en fer que les hommes de la même tranche d'âge (**Qadir et al.,2022**).

Les femmes sont particulièrement vulnérables si elles présentent des cycles menstruels abondants. Les risques sont également plus élevés pendant la grossesse, après l'accouchement et pendant l'allaitement (**Qadir et al.,2022**). La ménopause constitue également une période à risque de carence en fer cela est dû à la diminution des œstrogènes qui contrôlent et régulent le métabolisme de cet oligo-élément (**Adenhorst et al.,2022**).

La majorité de nos sujets étaient sédentaires, cependant, aucune corrélation significative n'a été notée entre l'IMC et la ferritine. La même constatation a été retrouvée dans une étude réalisée sur 237 enfants et adolescents dont 180 enfants étaient obèses et 57 avaient une corpulence normale et étaient en bonne santé (**Sal et al.,2018**). En revanche, plusieurs études ont rapporté une association entre l'obésité et un risque important de carence martiale et d'anémie (**Khemphet et Yupensuk,2022 ; Jeong et al.,2022 ; Nassar et al.,2021**).

Parmi les explications rapportées sur les mécanismes par lequel la surcharge pondérale peut induire une diminution des niveaux du fer est que l'obésité peut perturber l'homéostasie du fer et entraîner une anémie ferriprive (**Alshwaiyat et al.,2021**).

L'association entre l'obésité et la carence en fer peut être due à l'augmentation des niveaux d'hépcidine sous l'effet d'une inflammation chronique. A titre de rappel l'hépcidine est une petite hormone peptidique qui régule négativement l'absorption intestinale du fer (**Alshwaiyat et al.,2021**).

D'un autre côté, il a été rapporté que la prévalence de l'anémie ferriprive et la carence martiale est susceptible d'être plus élevée dans les populations et les groupes sportifs, en particulier chez les jeunes athlètes féminines, que chez les individus sédentaires en bonne santé (**Damian et al.,2021**).

Dans notre échantillon, 22,37% des sujets présentaient une carence en magnésium, cette prévalence est inférieure à celle retrouvée dans une étude transversale portant sur 112 sujets jeunes en bonne

IV- Discussion générale

santé apparente étudiant la relation entre le statut en vitamine D et la magnésémie dans la wilaya de Blida (Algérie) qui rapporte une prévalence de 43,75% (**Djerdjar et al.,2020**).

Les études portant sur l'épidémiologie de la carence en Mg sont peu nombreuses, malgré ses différentes fonctions dans l'organisme, le Mg est considéré comme le cation oublié en médecine et en pratique clinique (**Módolo et Barros, 2021**). En effet, la carence en magnésium est probablement le déséquilibre électrolytique le plus sous-estimé et sous-diagnostiqué dans le monde même dans les pays occidentaux (**Barbagallo et al.,2022**).

Il est important de noter que le magnésium sérique est un faible indicateur du magnésium intracellulaire. Les patients présentant des valeurs normales peuvent très bien avoir une carence en magnésium, de même qu'une hypomagnésémie peut s'accompagner d'une quantité normale de magnésium dans l'organisme (**Peter, 2021**).

Selon les déclarations des participants les principales sources alimentaires du fer et du Mg sont les légumineuses. Les céréales et leurs dérivés constituent la principale source alimentaire contribuant à maintenir un taux normal en fer chez les adolescentes en Angleterre (**Thomas et al.,2023**). De même pour une population adulte en Slovénie où les céréales et les viandes contribuent en grande partie dans l'apport alimentaire en fer (**Lavriša et al.,2022**). Dans un échantillon d'adultes polonais, les besoins alimentaires en magnésium étaient principalement maintenus par la consommation de produits céréaliers (11,8 à 15,3 %) (**Winiarska-Mieczan et al.,2020**) et le lait et ses dérivés (10,9 %) (**Górska-Warsewicz et al.,2019**). Alors que, les adultes français en 2016 tiraient plus de 21 % de leur magnésium des boissons chaudes dont le café, 9 % du pain et 6 % des légumes (**ANSES,2017**).

Une corrélation positive significative a été retrouvée entre la concentration sérique en ferritine l'hémoglobine et le statut en magnésium. Ces résultats rejoignent ceux de l'étude menée par **Ding et al.**, chez des sujets souffrant d'hyperparathyroïdie primaire qui retrouve une association positive entre le magnésium sérique et les niveaux d'hémoglobine dans la population générale (**Ding et al.,2021**). Aux Etats-Unis, une carence en magnésium est étroitement liée à un taux plus élevé d'anémie, en particulier chez les femmes et les Américains âgés (**Huang, J et al., 2023**).

Shankar et al., ont rapporté un niveau de magnésium significativement plus bas chez les femmes enceintes anémiques que chez les femmes non anémiques (**Shankar et al.,2017**). L'association

IV- Discussion générale

entre le magnésium et l'anémie pourrait expliquer comment la carence en Mg durant la grossesse entraîne une altération du développement du placenta et diminue la croissance du fœtus (**Eltayeb et al.,2019**).

Un taux de magnésium sérique plus faible a été associé à l'anémie dans de grandes études chinoises (**Xu et al.,2017**).

Une étude rétrospective transversale de Zeynep et al. a identifié une relation positive entre la carence en magnésium et l'anémie chez les personnes atteintes d'insuffisance rénale chronique (**Biyik, Z etb al., 2020**).

Les raisons de l'association entre le magnésium sérique et l'anémie ne sont pas encore totalement comprises, certaines explications plausibles peuvent être fournis (**Eltayeb et al.,2019**) :

Le magnésium est le cofacteur de plusieurs enzymes impliquées dans la synthèse des protéines et des acides nucléiques. Le métabolisme énergétique des érythrocytes et la synthèse de l'hémoglobine peuvent diminuer en cas de carence en magnésium, ce qui entraîne une anémie (**Ding et al.,2021**).

Enfin, il a été rapporté que la carence en magnésium serait associée à un processus inflammatoire, ce qui pourrait conduire à l'anémie (**Eltayeb et al.,2019**).

V- Conclusion, recommandations et perspectives

V- Conclusion, recommandations et perspectives

V- Conclusion, recommandations et perspectives :

L'anémie et la carence en fer demeurent des problèmes de santé publique majeurs à l'échelle mondiale, comme le confirme plusieurs études épidémiologiques qui classent l'anémie parmi les dix problèmes les plus sérieux identifiés par l'OMS.

Notre étude réalisée sur 101 sujets appartenant à la région de Tipaza a révélé une prévalence de carence martiale de 32,67%, la prévalence de l'anémie ferriprive est de 22,77%, la prévalence de l'anémie sans carence en fer est de 17,82%. La prévalence totale de l'anémie au sein de notre population était de 40,59%.

Les résultats obtenus montrent une corrélation positive significative entre la concentration sérique en ferritine et le statut en magnésium. Nous avons également observé une relation hautement significative entre le magnésium et le taux sérique d'hémoglobine, ainsi qu'une corrélation statistiquement significative entre le VGM (volume globulaire moyen) et la concentration sérique en magnésium.

Pour aller plus loin, nous souhaitons formuler des recommandations et perspectives basées sur nos résultats :

1. Sensibilisation et éducation : Il est essentiel de sensibiliser la population, en particulier les groupes à risque tels que les femmes enceintes, les enfants et les personnes âgées, sur l'importance d'une alimentation équilibrée et riche en fer et en magnésium. Des campagnes d'éducation sur les sources alimentaires de ces nutriments et leurs bienfaits pour la santé peuvent être mises en place.
2. Supplémentation : Dans les cas où la carence en fer est avérée, des programmes de supplémentation en fer et en magnésium pourraient être envisagés, sous surveillance médicale appropriée.
3. Enrichissement des aliments : Les autorités sanitaires pourraient envisager d'enrichir certains aliments de base avec du fer et du magnésium pour améliorer leur disponibilité dans l'alimentation quotidienne.
4. Suivi médical régulier : Les individus à risque de carence en fer devraient bénéficier d'un suivi médical régulier pour évaluer leur statut en fer et en magnésium, afin de détecter toute carence

V- Conclusion, recommandations et perspectives

éventuelle et d'agir rapidement. Le diagnostic et la prise en charge des carences martiales doivent prendre en considération le statut en Mg des sujets.

5. Recherche continue : Poursuivre les recherches dans ce domaine est crucial pour mieux comprendre les mécanismes sous-jacents de la corrélation entre la carence en fer et le magnésium, ainsi que pour développer des approches préventives et curatives plus efficaces.

En mettant en œuvre ces recommandations, nous espérons contribuer à la lutte mondiale contre l'anémie et la carence en fer, améliorant ainsi la santé publique et le bien-être des populations touchées.

Références bibliographiques

Références bibliographiques :

1. Adda, F., Allal, K. M., Benbachir, H., Naas, H., & Bougherara, N. (2019). Étude de la carence en fer chez une population des donneurs de sang à Tlemcen-Algérie. *Transfusion Clinique et Biologique*, 26(3), S38.
2. Adenhorst, C. E., Forsyth, A. K., & Govus, A. D. (2022). A contemporary understanding of iron metabolism in active premenopausal females. *Frontiers in Sports and Active Living*, 4, 903937.
3. Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de L'alimentation de L'environnement et du Travail (ANSES). 2017.TANSES-CIQUAL French Food Composition Table, Version 2017; ANSES: Maisons-Alfort, France, 2017
4. Al Alawi, A. M., Majoni, S. W., & Falhammar, H. (2018). Magnesium and human health: perspectives and research directions. *International journal of endocrinology*, 2018.
5. AlFaris, N., ALTamimi, J., AlKehayez, N., AlMushawah, F., AlNaeem, A., AlAmri, N., ... & Alotibi, H. (2021). Prevalence of anemia and associated risk factors among non-pregnant women in Riyadh, Saudi Arabia: a cross-sectional study. *International journal of general medicine*, 765-777.
6. Alshwaiyat, N. M., Ahmad, A., Wan Hassan, W. M. R., & Al-Jamal, H. A. N. (2021). Association between obesity and iron deficiency. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 22(5), 1-7.
7. Attar, T. (2020). A mini-review on importance and role of trace elements in the human organism. *Chemical Review and Letters*, 3(3), 117-130.
8. Bakrim, S., El Hichou, N., Aboulaghras, S., Balahbib, A., Bouyahya, A., & Masrar, A. (2023). Prevalence of anemia and associated factors in a Moroccan population from the Northwestern region of Morocco (M'diq-Fnideq-Martil Prefecture). *The Pan African Medical Journal*, 44.
9. Bakrim, S., Ouarour, A., Jaidann, K., Benajiba, M., & Masrar, A. (2018). Profil de l'hémogramme et intérêt de la mesure de l'hémoglobine pré-don chez des donneurs de sang de la région Nord-Ouest du Maroc. *Transfusion Clinique et Biologique*, 25(1), 35-43.
10. Barbagallo, M., Veronese, N., & Dominguez, L. J. (2022). Magnesium in type 2 diabetes mellitus, obesity, and metabolic syndrome. *Nutrients*, 14(3), 714.

Références bibliographiques

11. Baudin, B. (2021). Déficits nutritionnels en oligoéléments. *Revue Francophone des Laboratoires*, 2021(533), 25-32.
12. Belkaid, R., Benakli, M., Hammoudi-Bendib, N., Ramdani-Bouguessa, N., & Mahi, L. (2019). Perception de la carence martiale et de l'anémie ferriprive par les médecins de différentes spécialités en Algérie en 2016: enquête SUPFER DZ. *The Pan African Medical Journal*, 33.
13. Bencharif, M., Sersar, I., Touati-Mecheri, D., Agli, A., & Oulamara, H. (2020). An update of the nutritional situation in eastern Algeria. *The North African Journal of Food and Nutrition Research*, 4(9), S54-S62.
14. Biyik, Z., Yavuz, Y. C., & Altintepe, L. (2020). Association between serum magnesium and anemia in patients with chronic kidney disease. *International Urology and Nephrology*, 52, 1935-1941.
15. Brewer, G. J., & Prasad, A. S. (Eds.). (2020). *Essential and toxic trace elements and vitamins in human health*. Academic Press.
16. Briguglio, M., Hrelia, S., Malaguti, M., Lombardi, G., Riso, P., Porrini, M., ... & Banfi, G. (2020). The central role of iron in human nutrition: from folk to contemporary medicine. *Nutrients*, 12(6), 1761.
17. Bousquet, P. J., Bousquet, J., Daures, J. P., & Demoly, P. (2004). Les principales études épidémiologiques d'observation. *Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique*, 44(6), 509-515.
18. Brunaud, L., Nomine-Criqui, C., Fouquet, T., Sirveaux, M. A., Reibel, N., & Quilliot, D. (2018). Les techniques chirurgicales bariatriques. *La Presse Médicale*, 47(5), 447-452.
19. Cabannes, A., Biard, L., & Cacoub, P. (2018). Dépistage de la carence martiale. *Médecine*, 14(10), 463-470.
20. Camaschella, C., Nai, A., & Silvestri, L. (2020). Iron metabolism and iron disorders revisited in the hepcidin era. *Haematologica*, 105(2), 260.
21. Camus, M. (2018). Comment explorer une carence martiale?—Les stratégies d'exploration en 2018. *Hépto-Gastro & Oncologie Digestive*, 25(4), 391-398.
22. Castellanos-Gutiérrez, A., Sánchez-Pimienta, T. G., Carriquiry, A., da Costa, T. H., & Ariza, A. C. (2018). Higher dietary magnesium intake is associated with lower body mass index, waist circumference and serum glucose in Mexican adults. *Nutrition journal*, 17(1), 1-8.

Références bibliographiques

23. Chiheb,H., Assami,M.K., Bouchene ,Z., Aissiou,M.Y.E.A El., & Bitam,A. (2017). Iron deficiency anemia and nutritional status among women of childbearing age. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 10(3), 235-242.
24. Costello, R., Wallace, T. C., & Rosanoff, A. (2016). Magnesium. *Adv. Nutr.* 7: 199–201.
25. Damian, M. T., Vulturar, R., Login, C. C., Damian, L., Chis, A., & Bojan, A. (2021). Anemia in sports: a narrative review. *Life*, 11(9), 987.
26. DiNicolantonio, J. J., O’Keefe, J. H., & Wilson, W. (2018). Subclinical magnesium deficiency: a principal driver of cardiovascular disease and a public health crisis. *Open heart*, 5(1), e000668.
27. Ding, N., Guo, T., Liu, S. Y., Wang, Q. Y., Qu, X. L., Li, Y. F., ... & Sheng, Z. F. (2021). Association between Serum Magnesium and Hemoglobin in Patients with Primary Hyperparathyroidism. *International Journal of Endocrinology*, 2021.
28. DJERDJAR, L., RAMDANE, S., DJERMOUN, A., & OUSSADOU, L. (2020). Relationships between vitamin D status and plasma levels of magnesium and parathormone in healthy young adults in Blida region (Algeria).[Relations entre le statut en vitamine D et les niveaux plasmatiques du magnésium et de la parathormone chez de jeunes adultes en bonne santé de la région de Blida (Algérie)].
29. Dupont, C. (2017). Prévalence de la carence en fer. *Archives de Pédiatrie*, 24(5), 5S45-5S48
30. El Farouqi, A., Rabbani, M., Moukal, A., Aghrouch, M., & Ajdi, F. (2022). Prevalence of Iron Deficiency Anemia among Moroccan Pregnant Women. *Open Journal of Obstetrics and Gynecology*, 12(12), 1258-1266.
31. Eltayeb, R., Rayis, D. A., Sharif, M. E., Ahmed, A. B. A., Elhardello, O., & Adam, I. (2019). The prevalence of serum magnesium and iron deficiency anaemia among Sudanese women in early pregnancy: a cross-sectional study. *Transactions of the royal society of tropical medicine and hygiene*, 113(1), 31-35.
32. Ems, T., St Lucia, K., & Huecker, M. R. (2022). Biochemistry, iron absorption. In *StatPearls [internet]*. StatPearls Publishing.
33. Fardellone, P. (2015). Calcium, magnésium et eaux minérales naturelles. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 50, S22-S29.

Références bibliographiques

34. Fiorentini, D., Cappadone, C., Farruggia, G., & Prata, C. (2021). Magnesium: biochemistry, nutrition, detection, and social impact of diseases linked to its deficiency. *Nutrients*, *13*(4), 1136.
35. Firdose, K., & Firdose, N. (2021). Dietary Iron. In *Iron Metabolism-A Double-Edged Sword*. IntechOpen.
36. Gafter-Gvili, A., Schechter, A., & Rozen-Zvi, B. (2019). Iron deficiency anemia in chronic kidney disease. *Acta haematologica*, *142*(1), 44-50.
37. Gile, J., Heimgartner, J., Ruan, G., McMahon, M. M., & Witzig, T. (2020). Hypomagnesemia and Outcomes in Hematologic Malignancies. *Journal of Cellular Immunology*, *2*(5), 245-249.
38. Goodarzi, E., Beiranvand, R., Naemi, H., Darvishi, I., & Khazaei, Z. (2020). Prevalence of iron deficiency anemia in Asian female population and human development index (HDI): an ecological study. *Obstetrics & gynecology science*, *63*(4), 497-505.
39. **Górska-Warsewicz, H., Rejman, K., Laskowski, W., & Czeczotko, M. (2019).** Milk and dairy products and their nutritional contribution to the average polish diet. *Nutrients*, *11*(8), 1771.
40. Groenendijk, I., van Delft, M., Versloot, P., van Loon, L. J., & de Groot, L. C. (2022). Impact of magnesium on bone health in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Bone*, *154*, 116233.
41. Guibergia, C., Brazier, F., & Choukroun, G. (2022). Prise en charge de la carence martiale au cours de la maladie rénale chronique: mise au point et proposition d'un algorithme. *Néphrologie & Thérapeutique*, *18*(7), 658-665.
42. Hamai, A., & Mehrpour, M. (2017). Homéostasie du fer et autophagie. *médecine/sciences*, *33*(3), 260-267.
43. Huang, J., Xu, J., Ye, P., & Xin, X. (2023). Association between magnesium intake and the risk of anemia among adults in the United States. *Frontiers in Nutrition*, *10*, 267.)
44. Insse et al. Prévalence de la carence en fer en France : résultats de l'enquête nationale de santé. *Bull Epidemiol Hebd.* 2022;17-18:353-361.
45. Jeong, J., Cho, Y., Cho, I. Y., & Ahn, J. (2022, June). Association between Obesity and Anemia in a Nationally Representative Sample of South Korean Adolescents: A Cross-Sectional Study. In *Healthcare* (Vol. 10, No. 6, p. 1055). MDPI.

Références bibliographiques

46. Johnson R et al. Iron deficiency without anemia is associated with suboptimal magnesium levels in young women. *Nutrients*. 2023;15(8):E1924.
47. Khemphet, R., & Yupensuk, N. (2022). Prevalence and Association between Obesity and Iron Deficiency in Children. *Journal of the Medical Association of Thailand*, 105(3).
48. Kumar, A., Sharma, E., Marley, A., Samaan, M. A., & Brookes, M. J. (2022). Iron deficiency anaemia: pathophysiology, assessment, practical management. *BMJ open gastroenterology*, 9(1), e000759.
49. Lavriša, Ž., Hristov, H., Hribar, M., Koroušić Seljak, B., Gregorič, M., Blaznik, U., ... & Pravst, I. (2022). Dietary Iron Intake and Biomarkers of Iron Status in Slovenian Population: Results of SI. Menu/Nutrihealth Study. *Nutrients*, 14(23), 5144.
50. Levi, M., Simonetti, M., Marconi, E., Brignoli, O., Cancian, M., Masotti, A., ... & Lapi, F. (2019). Gender differences in determinants of iron-deficiency anemia: a population-based study conducted in four European countries. *Annals of hematology*, 98(7), 1573-1582.
51. Liu, M., & Dudley Jr, S. C. (2020). Magnesium, oxidative stress, inflammation, and cardiovascular disease. *Antioxidants*, 9(10), 907.
52. López-Moreno, M., Garcés-Rimón, M., & Miguel, M. (2022). Antinutrients: Lectins, goitrogens, phytates and oxalates, friends or foe?. *Journal of Functional Foods*, 89, 104938.
53. Maier, J. A., Castiglioni, S., Locatelli, L., Zocchi, M., & Mazur, A. (2021, July). Magnesium and inflammation: Advances and perspectives. In *Seminars in Cell & Developmental Biology* (Vol. 115, pp. 37-44). Academic Press.
54. Maier, J. A., Locatelli, L., Fedele, G., Cazzaniga, A., & Mazur, A. (2022). Magnesium and the Brain: A Focus on Neuroinflammation and Neurodegeneration. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(1), 223.
55. **Marriott, B. P., Birt, D. F., Stalling, V. A., & Yates, A. A. (Eds.). (2020). *Present Knowledge in Nutrition: Basic Nutrition and Metabolism*. Academic Press.**
56. **Merrer, J. (2022). Les sources d'erreurs et de variabilité dans les études épidémiologiques. *Sages-Femmes*.**
57. **Módolo, N. S. P., & Barros, G. A. M. D. (2021). Magnesium: the underestimated ion. *Brazilian Journal of Anesthesiology*, 71, 477-479.**
58. Moustarah, F., & Mohiuddin, S. S. (2019). Dietary iron.

Références bibliographiques

59. Nassar, A. S., Allam, M. F., Samy, M. A., & Gadallah, M. A. (2021). OBESITY IS A RISK FACTOR FOR IRON DEFICIENCY AND ANEMIA: A CASE CONTROL STUDY. *Ain Shams Medical Journal*, 72(4), 891-898.
60. Ousaid, A., Akrim, J., Sbai, I., & Khayati, Y. (2020). Magnésium: entre physiologie, désordres et thérapeutique. *Médecine thérapeutique*, 26(5), 314-322.
61. Ouzennou, N., Amor, H., & Baali, A. (2019). Socio-economic, cultural and demographic profile of a group of Moroccan anaemic pregnant women. *African health sciences*, 19(3), 2654-2659.
62. Ouzennou, N., Tikert, K., Belkedim, G., Jarhmouti, F. E., & Baali, A. (2018). Prévalence et déterminants sociaux de l'anémie chez les femmes enceintes dans la Province d'Essaouira, Maroc. *Sante Publique*, 30(5), 737-745.
63. Pasricha, S. R., Tye-Din, J., Muckenthaler, M. U., & Swinkels, D. W. (2021). Iron deficiency. *The Lancet*, 397(10270), 233-248.
64. Peter, B. (2021). Hypocalcémie, hypomagnésémie et hypophosphatémie. *FORUM MÉDICAL SUISSE* 2021;21(3-4):55-59
65. Pickering, G., Mazur, A., Trousselard, M., Bienkowski, P., Yaltsewa, N., Amessou, M., ... & Pouteau, E. (2020). Magnesium status and stress: the vicious circle concept revisited. *Nutrients*, 12(12), 3672
66. Piskin, E., Cianciosi, D., Gulec, S., Tomas, M., & Capanoglu, E. (2022). Iron absorption: factors, limitations, and improvement methods. *ACS omega*, 7(24), 20441-20456.
67. Qadir, M. A., Rashid, N., Mengal, M. A., Hasni, M. S., Khan, G. M., Shawani, N. A., ... & Khan, N. (2022). Iron-Deficiency Anemia in Women of Reproductive Age in Urban Areas of Quetta District, Pakistan. *BioMed Research International*, 2022.
68. Reddy, S. T., Soman, S. S., & Yee, J. (2018). Magnesium balance and measurement. *Advances in chronic kidney disease*, 25(3), 224-229.
69. Ruivard, M. (2017). Anémie ferriprive chez l'adulte: diagnostic et traitement. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 31(2), 104-106.
70. Sal, E., Yenicesu, I., Celik, N., Pasaoglu, H., Celik, B., Pasaoglu, O. T., ... & Cinaz, P. (2018). Relationship between obesity and iron deficiency anemia: is there a role of hepcidin?. *Hematology*, 23(8), 542-548.

Références bibliographiques

71. Safiri, S., Kolahi, A. A., Noori, M., Nejadghaderi, S. A., Karamzad, N., Bragazzi, N. L., ... & Grieger, J. A. (2021). Burden of anemia and its underlying causes in 204 countries and territories, 1990–2019: results from the Global Burden of Disease Study 2019. *Journal of hematology & oncology*, *14*(1), 1-16.
72. Seriki, S. A., Adebayo, O. F., & Odetola, A. O. (2017). Iron: From dietary sources to utilization in the body. *Glob J Nanomed*, *3*(3), 1-7.
73. Shankar, H., Kumar, N., Sandhir, R., Mittal, S., Adhikari, T., Kumar, A., & Rao, D. N. (2017). Micronutrients drift during daily and weekly iron supplementation in non-anaemic and anaemic pregnancy. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, *32*, 473-479.
74. Smith A et al. Magnesium status and its association with iron status in a population-based sample. *Eur J Nutr*. 2023;42(7):3201-3209.
75. Sunuwar, D. R., Singh, D. R., Chaudhary, N. K., Pradhan, P. M. S., Rai, P., & Tiwari, K. (2020). Prevalence and factors associated with anemia among women of reproductive age in seven South and Southeast Asian countries: Evidence from nationally representative surveys. *PloS one*, *15*(8), e0236449.
76. Tangvoraphonkchai, K., & Davenport, A. (2018). Magnesium and cardiovascular disease. *Advances in chronic kidney disease*, *25*(3), 251-260.
77. Tesema, G. A., Worku, M. G., Tessema, Z. T., Teshale, A. B., Alem, A. Z., Yeshaw, Y., ... & Liyew, A. M. (2021). Prevalence and determinants of severity levels of anemia among children aged 6–59 months in sub-Saharan Africa: A multilevel ordinal logistic regression analysis. *PloS one*, *16*(4), e0249978.
78. Thomas, M., Coneyworth, L., & Welham, S. (2023). Influence of income on diet quality and daily iron and zinc intake: analysis of the National Diet and Nutrition Survey of British females aged 11–14 and 15–18 years. *European Journal of Nutrition*, *62*(1), 499-510.
79. Thuret, I. (2017). Diagnostic biologique de la carence martiale chez l'enfant. *Archives de Pédiatrie*, *24*(5), 5S6-5S13.
80. Tounian, P., & Chouraqui, J. P. (2017). Fer et nutrition. *Archives de Pédiatrie*, *24*(5), 5S23-5S31.
81. Traissac, P., Montenegro, R., Ati, J. E., Gartner, A., Gharbia, H. B., Bour, A., & Delpuech, F. (2020). In a Nutrition Transition Context in North Africa, Is the Co-Occurrence of

Références bibliographiques

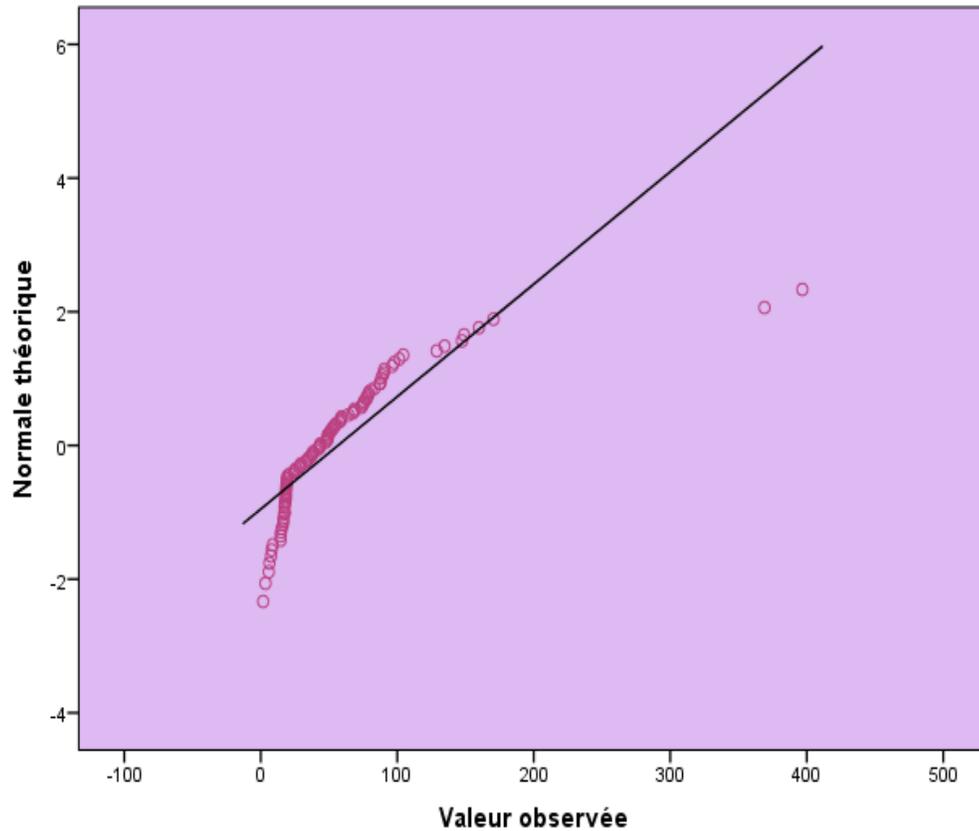
- Excess Adiposity and Iron Deficiency or Anemia Independent, Aggravating or Protective?. *Current Developments in Nutrition*, 4(Supplement_2), 287-287.
82. Vanek, T., & Kohli, A. (2019). Biochemistry, Myoglobin.
83. Vargas-Poussou, R., & Hureauux, M. (2020). Physiologie du magnésium.
84. Vulont, S. (2017). Métabolisme du fer. *Archives de Pédiatrie*, 24(5), 5S32-5S39.
85. Wall, C. G., & Musetti, B. (2018). Beyond Teaching English: Embracing a Holistic Approach to Supporting English Learner Students and Their Families. *CATESOL Journal*, 30(2), 1-18.
86. Wenwen, X. U. E., Jing, Y. O. U., Yingchao, S. U., & Qinglu, W. A. N. G. (2019). The effect of magnesium deficiency on neurological disorders: a narrative review article. *Iranian journal of public health*, 48(3), 379.
87. Wiafe, M. A., Ayenu, J., & Eli-Cophie, D. (2023). A review of the risk factors for iron deficiency anaemia among adolescents in developing countries. *Anemia*, 2023.
88. Winiarska-Mieczan, A., Zaricka, E., Kwiecień, M., Kwiatkowska, K., Baranowska-Wójcik, E., & Danek-Majewska, A. (2020). Can cereal products be an essential source of Ca, Mg and K in the deficient diets of poles?. *Biological trace element research*, 195, 317-322.
89. Xu, X., Hall, J., Byles, J., & Shi, Z. (2017). Dietary pattern, serum magnesium, ferritin, C-reactive protein and anaemia among older people. *Clinical Nutrition*, 36(2), 444-451.
90. Yuen, H. W., & Becker, W. (2022). Iron toxicity. In *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing.
91. Yiannikourides, A., & Latunde-Dada, G. O. (2019). A short review of iron metabolism and pathophysiology of iron disorders. *Medicines*, 6(3), 85.
92. Zhang, Y., Lu, Y., & Jin, L. (2022). Iron metabolism and ferroptosis in physiological and pathological pregnancy. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(16), 9395.

ANNEXES

Annexes

ANNEXES

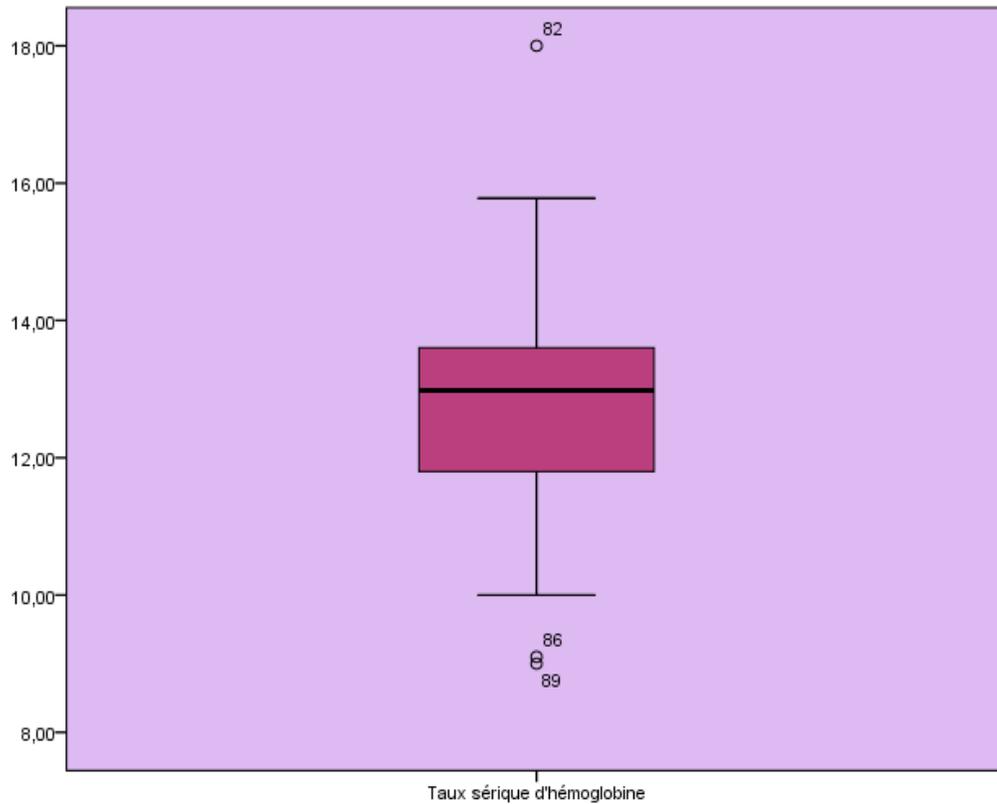
Annexe 1 : Normogramme Q-Q des résidus de concentration sérique en ferritine.



L'annexe 1 représente le diagramme Quantile-Quantile pour les résidus de concentration sérique de la ferritine des sujets. On remarque que les données de cette distribution (points) ne s'approchent pas complètement de la droite. Selon l'observation théorique cette distribution ne suit pas la loi normale.

Annexes

Annexe 2 : Boite à moustaches des résidus des taux sériques d'hémoglobine.



Annexe 3 : Résultats des tests de normalités pour les différentes variables quantitatives.

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|------------------------------------|---------------------------------|-----|---------------|--------------|-----|---------------|
| | Statistique | ddl | Signification | Statistique | ddl | Signification |
| Concentration sérique en ferritine | ,157 | 76 | ,000 | ,898 | 76 | ,000 |
| Taux sérique d'hémoglobine | ,116 | 76 | ,013 | ,976 | 76 | ,169 |
| Volume globulaire moyen | ,118 | 76 | ,011 | ,941 | 76 | ,002 |
| Concentration sérique en magnésium | ,092 | 76 | ,175 | ,959 | 76 | ,016 |
| Age des sujets | ,112 | 76 | ,020 | ,949 | 76 | ,004 |
| Indice de masse corporelle | ,114 | 76 | ,016 | ,930 | 76 | ,000 |

Annexes

Habitudes alimentaires (Consommation des aliments contenant le fer) :

| L'aliment | Souvent | Occasionnellement | Jamais |
|--|---------|-------------------|--------|
| L'agneau le foie d'agneau | | | |
| Le foie de volaille | | | |
| Le rognon cuit | | | |
| Les haricots de soja Les haricots blancs Les haricots rouges | | | |
| Les huitres, les moules, la palourde cuite à l'eau... | | | |
| Les poissons | | | |
| le sésame | | | |
| Les lentilles sèches | | | |
| Petits pois | | | |
| Les germes de blé | | | |
| pistaches | | | |
| La noix de cajou | | | |
| La noix de coco | | | |
| Les noisettes | | | |
| cacao | | | |
| La farine de soja | | | |
| Le cumin | | | |
| Le thym | | | |
| La menthe fraîche | | | |
| persil | | | |
| Les épinards | | | |
| Chocolat noir | | | |
| L'abricot sèche | | | |
| Les raisins secs | | | |
| Les dattes | | | |

Annexes

Les aliments contenant le magnésium :

| L'aliment | Souvent | Occasionnellement | Jamais |
|--|---------|-------------------|--------|
| La banane | | | |
| Flocons d'avoine | | | |
| Céréales complètes | | | |
| Le riz complet | | | |
| Les pois chiches | | | |
| Les haricots | | | |
| Les fruits à coque et graines (les oléagineux) | | | |
| Fruits secs | | | |
| Noix de cajou | | | |
| Les amandes | | | |
| cacahuètes | | | |
| Fruits de mer, escargots... | | | |
| Certaines eaux minérales | | | |

Carence en fer

- Avec anémie Sans anémie

Symptômes

- Fatigue
 Essoufflement
 Chute de cheveux
 Modification de l'aspect des ongles
 Palpitation
 Vertiges
 Pâleur de la peau
 Maux de tête

Résultats des paramètres biologiques:

| Ferritine | Hémoglobine | VGM | Mg |
|-----------|-------------|-----|----|
| | | | |

Annexes

Annexe 5 : Formulaire de consentement pour la participation à une recherche biomédicale.

Intitulé de la recherche: Prévalence de la carence en fer avec et sans anémie et relation avec le statut en magnésium (Cas de la région de Tipaza)

Je soussigné(e)

Accepte de participer à l'étude portant sur la Prévalence de la carence en fer avec et sans anémie et relation avec le statut en magnésium (Cas de la région de Tipaza)

Les objectifs et modalités de l'étude m'ont été clairement expliqués par les responsables de l'étude. J'accepte que les documents de mon dossier médical qui se rapportent à l'étude puissent être accessibles aux responsables de l'étude. A l'exception de ces personnes, qui traiteront les informations dans le plus strict respect du secret médical, mon anonymat sera préservé.

J'ai bien compris que ma participation à l'étude est volontaire.

Je suis libre d'accepter ou de refuser de participer, et je suis libre d'arrêter à tout moment ma participation en cours d'étude.

Mon consentement ne décharge pas les organisateurs de cette étude de leurs responsabilités. Je conserve tous mes droits garantis par la loi. Après en avoir discuté et avoir obtenu la réponse à toutes mes questions, j'accepte librement et volontairement de participer à la recherche qui m'est proposée.

Fait à

Le

Signature du sujet