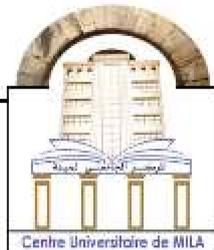


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N°Ref :.....

Centre Universitaire Abdelhafid BOUSSOUF- Mila

Institut des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de

Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie appliquée

Thème :

Les compléments alimentaires à base de magnésium :

Etude exploratoire et officinale

Présenté par :

- Zouraghen Asma
- Boulekhlaef Loubna
- Amimour Hadil

Devant le jury :

Présidente : Dr. HadeF Saoussen

Centre.Univ.A.Boussouf - Mila

Examinatrice : Dr. Bakli Sabrina

Centre.Univ.A.Boussouf - Mila

Promoteur : Dr. Bouhali Imed Eddine

Centre.Univ.A.Boussouf - Mila

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciements

Nous remercions en premier lieu Dieu, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce travail dans les meilleures conditions.

Nous remercions aussi :

***Dr. BOUHALI Imed Eddine** de nous avoir fait l'honneur en acceptant de nous encadrer, de nous avoir soutenu par ses conseils tout au long de la période de travail, pour l'appui qu'il nous a accordées et pour son suivi régulier qui a été indispensable à notre avancement.*

*Nous remercions chaleureusement les membres du jury **Dr. HADEF Saoussen** et **BAKLI Sabrina** pour avoir accepté d'évaluer ce travail.*

Dédicaces

De l'Avent à tous, je remercie Dieu de m'avoir donné la force, la santé, la volonté et le courage d'accomplir ce travail, je dédie ce modeste travail :

A la meilleur mère du monde Bariza chère maman je te remercie d'avoir toujours là prés de moi je veux profiter de ce jour particulier pour te remercier de tout ce que tu as fait pour moi sans toi je ne serai pas la fille que je suis Aujourd'hui.

Pour un meilleur père au monde Rabah رحمة هلالا j'essaye d'accepter ton absence mon cher papa et vivre son toi mais je n'arrive pas. Que dieu t'accueille dans son paradis.

A mon seule frère au monde Yahia_Nafea, le plus beau et mon bras droit je te souhaite le meilleur, que Dieu te protège et te garde pour moi.

A mes belles princesses mes sœurs Khawla & Youssra, merci d'être là prés de moi de me soutenir je vous souhaite la meilleur de votre vie.

A mon cher oncle Ahmed, merci beaucoup pour ta présence.

A mes belles collègues Loubna & Hadil, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès.

A mon encadreur Bouhali Imed Eddine qui est donné la force d'accomplir ce travail dans les meilleures conditions, merci beaucoup à vous.

Asma

Dédicaces

Tout début a une fin, et la plus belle fin est succès et l'excellence

A mon cher père, Achour

,a mon rythme cardiaque et mon soutien dans ma vie .je peux dire, mon frère, mon père, mon ami ,tous les mots ne te décriront pas .merci et mille merci à toi .

A mon chère mère Masika

A ma reine dans la vie, dont la supplication a été le secret de mon succès, ma chère mère , merci, aujourd'hui j'ai réalisé mon rêve pour toi.

A mes sœurs Hadjer, Riham et Salsabil

Mes sœurs, compagnons de route, à ceux dont je suis l'ainé et sur qui je compte, a qui je vois de l'optimisme dans leurs yeux et de la joie dans leurs rires.

A mon fiancé AMIR

A mon deuxième soutient après mon père, je te remercie pour tous ce que tu m'as donné. tu es le plus beau souvenir de ma vie merci, et mille merci à toi.

A mes amis oumaima, Loubna, Asma

Mes amis, à ceux dont le souvenir a rétréci les lignes, alors mon cœur s'est élargie pour eux .un de mes meilleurs souvenirs étair avec eux merci .que dieu vous accorde le succès dans ce qu'il aime et plait .

Docteur, Bouhali imad eddine

Les mots ont été éparpillés, lorsque j'ai essayé de vous écrire des expressions de gratitude pour votre merveilleux effort, qui m'a enseigné le chemin de la science et de connaissance

Hadil

Dédicaces

A cœur vaillant rien d'impossible...A conscience tranquille tout est accessible

Je dédie cette mémoire ... A Allah

Tout puissant qui m'a inspiré et m'a guidée dans le bon chemin Je lui dois ce que je suis devenue Louanges et remerciements Pour sa clémence et sa miséricorde.

A mon père MOUHAMED, mon premier encadrant depuis la naissance, pour son soutien, son affection et la confiance qu'il m'accordé.

A ma mère HASSINA, pour son amour, ses encouragements et ses sacrifiées,

A celle qui n'a cessé de me soutenir et de m'épauler.

A Mes chères sœurs, RAZIKA et son mari MOUHAMED, SARA et son mari NABIL qui ont toujours été à mes côtés.

Aux bougies de mon cœur, KHALIL ARAM, SHAHIN, AESSLAN ABDELMATINE et ma princesse SIDRA que dieu vous protège et éclaire vos chemins.

Mon cher frère IDRIS et sa femme NADA, Chers frères FARES, RADWANE et YASSINE, vous avez toujours été ma source de force pour affronter divers obstacles... Merci de m'avoir permis de faire mes longues années d'études et de m'avoir soutenu dans ma progression.

A tous les membres de ma famille AMEL, WIDAD, AYA, KHAWLA, ABLA et DONIA qui m'ont encouragée tous au long de mes études, aucun mot ne pourra exprimer l'affection et le respect que j'ai pour vous.

A toutes mes amies, particulièrement MOUFIDA, ROUKIA, SALMA, LAILA, RAYAN et KHAWLA pour une sincérité si merveilleuse, je leurs souhaitent tout les succès et le bonheur.

A mes camarades avec qui j'ai partagé le travail : ASMA et HADIL. Je vous souhaite tout le meilleur.

Pour tout qui m'aime et qui je les aime

Et à toute la famille...BOULEKHLALEF

Loubna

ملخص

مكملات المغنيسيوم هي فئة مهمة من المواد الغذائية المستخدمة لملء نقص المغنيسيوم ومكافحة الإجهاد. في هذا العمل، تم جرد قائمة مكملات المغنيسيوم من مدينة ميله ومدينة زغاية لدراسة بعض الخصائص الوظيفية. تظهر نتائج هذا المخزون توافراً جيداً في مدينة ميله والتي تنخفض على التوالي خلال ثلاثة أشهر (مارس، أبريل، ماي) من العام الحالي. مقارنة لمدينة ميله، تشهد مدينة زغاية انخفاضاً ملحوظاً تُظهر المنتجات المدرجة في قائمتنا مجموعة متنوعة من أشكال الجالينيك التي تؤثر على جميع الفئات العمرية، وتتكون الغالبية من الفيتامينات والمعادن ويهيمن عليها الجيل الأول من أملاح أكسيد المغنيسيوم الأكثر وفرة. تمثل الإنتاج المحلي علامة على هذه المنتجات وتحمل الغالبية العظمى ملصق "مكمل غذائي". تقل كمية المغنيسيوم في قائمتنا لمقدار 300 مغ عن نصف المنتجات وتظل العلامة التجارية "سولين ماغنسيوم" هي الأكثر مبيعاً. يظهر تقدير معرفة ممارسي صيدليات ميله معرفة جيدة باستثناء نقطة المغنيسيوم الجيد والسيئ حيث كانت المعرفة خاطئة تماماً. ولعلم طلاب المركز الجامعي عبد-الحفيظ بو الصوف، كانت المعرفة جيدة باستثناء الأجيال الثلاثة، المغنيسيوم البحري والمغنيسيوم الجيد والسيئ الذي كانت معرفته شبه معدومة. أخيراً، يمكننا القول أن مكملات المغنيسيوم تحمل الكثير من الخصائص الصيدلانية، ومع ذلك، فإن معرفة ثلاثة أجيال بالإضافة إلى المغنيسيوم الجيد والسيئ يتطلب تقييماً واسعاً وثقافاً غذائياً للمهنيين الصحيين وعامة الناس.

الكلمات المفتاحية: مكمل غذائي، مغنيسيوم، مغنيسيوم جيد وسيئ، معرفة صحية.

Abstract

Magnesium supplements are an important category of foodstuffs used to fill magnesium deficiency and combat stress. In this work, a listing of magnesium supplementation from the city of Mila and the town of Zeghaia was inventoried to study certain officinal characteristics. The results of this inventory shows good availability in the city of Mila which decreases respectively during three months (March, April, May) of the current year. Compared to the city of Mila, the city of Zeghaia shows a marked decrease. The products in our listing show a diversity of galenic forms affecting all age groups, the majority is composed of vitamins and minerals and dominated by first generation salts of which magnesium oxide is the most abundant. Local production marks these products and the overwhelming majority carry the “food supplement” label. The amount of magnesium in our listing is 300mg lower for half of the products and the "solyne magnium" brand remains the best-selling. The estimate of knowledge of the practitioners of the pharmacies of Mila show good knowledge except for the point of good and bad magnesium where the knowledge was totally erroneous. For the knowledge of the students of the university center -Abdelhafidh boussouf, the knowledge was good except for the three generations, the marine magnesium and the good and the bad magnesium whose knowledge was almost non-existent. Finally, we can say that magnesium supplementation carries a lot of pharmaceutical particulates, however, the knowledge of three generations as well as good and bad magnesium requires a wide assessment and nutritional education for health professionals and the general public.

Key words: Food supplement, magnesium, good and bad magnesium, health knowledge.

Résumé

Les compléments à base de magnésium constituent une catégorie importante des denrées alimentaires utilisées pour combler le déficit en magnésium et combattre le stress. Dans ce travail, un listing de supplémentation magnésienne issu de la ville de Mila et de la commune de Zeghaia a été inventorié pour étudier certaines caractéristiques officinales. Les résultats de cet inventaire montre bonne disponibilité dans la ville de Mila qui diminue respectivement au cours de trois mois (Mars, Avril, Mai) de l'année en cours. Comparativement à la ville de Mila, La ville de Zeghaïa, montre une diminution bien marquée. Les produits de notre listing montrent une diversité de formes galéniques en touchant toutes les tranches d'âges, la majorité est composée de vitamines et minéraux et dominée par les sels de première génération dont l'oxyde magnésium est le plus abondant. La production locale marque ces produits et la majorité écrasante porte l'étiquetage « complément alimentaire ». La quantité du magnésium de notre listing est inférieure de 300 mg pour la moitié des produits et la marque « solyne magnésium » reste le plus vendu. L'estimation de connaissance des praticiens des officines de Mila montrent de bonne connaissance sauf pour le point du bon et mauvais magnésium ou la connaissance était totalement erronée. Pour la connaissance des étudiants du centre universitaire –Abdelhafid boussouf, la connaissance était bonne sauf pour les trois générations, le magnésium marin et le bon et le mauvais magnésium dont la connaissance était quasi inexistante. Finalement, nous pouvons dire que la supplémentation magnésienne porte beaucoup de particularités officinales, cependant, la connaissance de trois générations ainsi que le bon et le mauvais magnésium nécessitent une large estimation et éducation nutritionnelle pour les professionnels de santé et le public en général.

Mots clés : Complément alimentaire, magnésium, bon et mauvais magnésium, connaissance de santé.

LISTE DES FIGURES

Figure N°	Titre de figure	Page N°
01	L'étiquetage des compléments alimentaires	11
02	complément alimentaire pour la femme enceinte	14
03	complément alimentaire pour les sportifs	15
04	Complément alimentaire pour les enfants	16
05	Complément alimentaire pour les gens âgées	17
06	Classification du magnésium dans le tableau périodique	22
07	Le magnésium	23
08	Absorption intestinal de magnésium	25
09	Absorption du magnésium dans l'intestin via la voie transcellulaire	26
10	La régulation rénale du magnésium	28
11	Homéostasie du magnésium intracellulaire	30
12	Répartition du magnésium dans l'organisme	31
13	Les transporteurs cellulaires du Mg	33
14	L'activation de récepteur NMDA par le magnésium	35
15	CA à base magnésium sous forme capsule	47
16	CA à base magnésium sous forme comprimé	47
17	CA à base magnésium sous forme sirop	48
18	CA à base magnésium sous forme ampoule	48
19	CA à base magnésium sous forme stick pack	49
20	Communes limitrophes de la ville de Mila	56
21	Communes limitrophes de Zeghaia	57
22	Itinéraires de certaines pharmacies de Mila	58
23	Itinéraires de certaines pharmacies de zeghaïa	58
24	a-La réponse des officines de Mila	67
	b-La réponse des officines de Zeghaia	
25	Les formes galéniques des compléments alimentaires à base de magnésium	68
26	Classification des suppléments de magnésium selon l'âge	69
27	Pourcentage de trois générations	69
28	Les sels de magnésium contenus dans le listing des compléments alimentaires à base de magnésium	70
29	Répartition selon lieu de fabrication des compléments alimentaires à base du magnésium	71
30	Présence de la mention CA sur l'étiquetage des compléments alimentaires à base du magnésium.	71
31	Classification des compléments alimentaires à base du magnésium selon la teneur totale en magnésium	72
32	Le prix des suppléments du magnésium dans les officines	72
33	a-La disponibilité des compléments alimentaires à base de magnésium durant le mois de Mars.	73

	b-.La disponibilité des compléments alimentaires à base de magnésium durant le mois d'Avril	
	c- La disponibilité des compléments alimentaires à base de magnésium durant le mois de Mai.	
	d- La disponibilité des compléments alimentaires à base de magnésium durant le mois de Mars.	
	e- La disponibilité des compléments alimentaires à base de magnésium durant le mois d'Avril.	
	f-. La disponibilité des compléments alimentaires à base de magnésium durant le mois de Mai.	
34	Classification des CAs à base Mg selon leur composition.	76
35	Le complément alimentaire à base de Mg le plus demandée.	76
36	a-Pourcentage de deux sexes répondants	77
	b- Age des répondants	77
	c- Représentation graphique du statut des participants	78
	d- Niveau d'étude des praticiens d'officines	78
37	Les tranches utilisant les suppléments de magnésiums	79
38	Connaissance de magnésium marin	80
39	Importance du magnésium marin	80
40	Connaissance des trois générations des CAs à base Mg	81
41	a-Connaissance des effets indésirables de 1 ^{ère} génération	81
	b- Les effets indésirables de 1 ^{ère} génération.	82
42	Les risques de surdosage en magnésium.	82
43	Les signes de carence en magnésium.	83
44	Connaissance de bon et mauvais magnésium	83
45	a-Répartition de la population selon le sexe	84
	b- Répartition de la population selon l'âge	85
	c- Répartition de la population selon l'institut d'étude	85
46	Connaissance du concept de complément alimentaire par les étudiants.	86
47	Connaissance du concept de complément alimentaire à base magnésium	86
48	Motifs de supplémentation de magnésium en vue des étudiants	87
49	Connaissance des risques de surdosage des compléments alimentaires à base magnésium par les étudiants	88
50	a-Les signes de déficit en magnésium selon les étudiants	88
	b-Les fréquences des signes de déficit en magnésium selon les étudiants	

51	Connaissance des générations des CA à base Mg selon les étudiants	89
52	Connaissance magnésium marin par les étudiants	90
53	Connaissance de bon et de mauvais magnésium par les étudiants	90

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N°	Titre de tableau	Page N°
1	Les doses journalières en minéraux dans la fabrication des compléments alimentaires	07
2	Les doses journalières en vitamine dans la fabrication des compléments alimentaires	09
3	Différences entre un médicament et un complément alimentaire	19
4	Propriétés physiques et chimiques du Mg	23
5	Les nutriments qui influencent sur l'absorption du Mg	26
6	Teneur en magnésium dans 100 g de quelques aliments	41
7	Apports conseillés en magnésium (en mg/j)	42
8	Les signes de l'hypermagnésémie	44
9	Les trois générations des sels du magnésium	50
10	La disponibilité, le teneur et les caractéristiques des sels de magnésium	52
11	Listing de compléments alimentaires à base magnésium	59
12	Classification des suppléments de magnésium en trois générations avec leurs prix	63

LISTE DES ABREVIATIONS

ADN : Acide désoxyribonucléique

AET: Apports Energétiques Totaux

AMPc : Adénosine monophosphate cyclique

ANC : Apports nutritionnels conseillés

ANSES : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de

ARN : Acide ribonucléique

ATP : L'adénosine triphosphate

ATPc : L'adénosine monophosphate cyclique

Ca : Calcium

CA : complément alimentaire

CaMgR : Récepteur calcium/Magnésium sensible

CAs : compléments alimentaires

CNNM : Cyclin M

Da : Dinard algérien

DGCCRF : direction général de la concurrence de la consommation et de la répression de fraudes

FAP : Fédération algérienne de pharmacie

GABA: Gamma-aminobutyric acid

HDL: High Density Lipoprotein

HgO: Oxyde de mercure

K : Potassium

Km : Kilomètre

LCR : Liquide céphalo-rachidien

LDL: Low density lipoprotéine

M : Mètre

Mg : Magnésium

Mg : Milligramme

MI : Math Informatique

Na: Sodium

NMDA : N-méthyl-D-aspartate

OMS : L'organisation mondiale de la santé

PTH : Parathormone

SE : Science Economique

SNV : Science de Nature et de Vie

ST : Science et Technologie

TRPM: Transient Receptor Potential Melastatin

VLDL: Very low density lipoprotein

VNR : valeur nutritionnelle des références

TABLE DES MATIERES

Résumés

Listes des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction

Chapitre 01 : Généralités sur les compléments alimentaires

1. Définition des compléments alimentaire.....	04
1.1. Définition légale.....	04
1.2. Définition globale.....	04
2. Réglementation des compléments alimentaires	05
2.1. Les réglementations européenne et française.....	05
2.2. Les règlementation algérienne	05
3. La composition des compléments alimentaire	06
3.1. Macronutriments	06
3.2. Micronutriments	07
3.3. Plantes ou extrait des plantes	09
3.4. Les substances à but nutritionnel ou physiologique.....	09
3.5. Les autres ingrédients.....	09
4. Etiquetage des compléments alimentaires.....	10
5. Consommation et marché des compléments alimentaires	11
5.1. Marché mondial.....	11
5.2. Marché Algérien.....	12
6. Utilisation des compléments alimentaires.....	12
6.1. Chez les femmes enceintes.....	12
6.2. Chez les sportifs	14
6.3. Chez les enfants.....	15

6.4. Chez les personnes âgées	16
7. Les bienfaits et les méfaits des compléments alimentaires	17
7.1. Les bienfaits	17
7.2. Les méfaits	18
8. La différence entre les médicaments et les compléments alimentaires.....	18

Chapitre 02 : les compléments alimentaires à base de magnésium

1. Bref historique	21
2. Le magnésium.....	21
2.1. Aspect chimique	21
2.2. Propriétés physicochimiques	23
2.3. Propriétés pharmacocinétique et homéostasie.....	24
A. Absorption	24
B. Elimination	27
C. Homéostasie	29
D. Répartition du magnésium dans l'organisme	30
2.4. Les transporteurs du magnésium	31
3. Le rôle du magnésium dans l'organisme.....	33
3.1. Rôle biochimique.....	33
3.1.1. Activation des enzymes.....	33
3.1.2. Synthèse des composés à groupements phosphatés	34
3.1.3. Le magnésium et les récepteurs	35
3.1.4. Stabilisateur de membrane	36
3.1.5. Stress oxydatif.....	36
3.1.6. Transfert ionique	36
3.1.7. Photosynthèse.....	37
3.2. Le rôle biologique	37
3.2.1. Le magnésium et le système nerveux.....	37
3.2.2. Le magnésium et le système immunitaire	38
3.2.3. Le magnésium et le système endocrinien.....	39
3.2.3. Le magnésium et le système cardiovasculaire.....	39
3.2.4. Le magnésium et le système osseux.....	40

4. Les sources et apports du magnésium	41
4.1. Les sources	41
4.2. Les apports	42
5. Dosage du magnésium	42
6. L'hypomagnésémie	43
6.1. Définition	43
6.2. Manifestations cliniques.....	43
7. L'hypermagnésémie	44
7.1. Définition	44
7.2. Manifestations cliniques.....	44
8. Pathologies liées à la carence de magnésium.....	44
8.1. Migraine	44
8.2. Stress	45
8.3. Ostéoporose.....	45
9. Supplémentation en magnésium.....	46
9.1. Spécialités disponibles en officine	46
A. Législation	46
B. Les formes galéniques	47
10. Les sels du magnésium.....	49
10.1. Les sels inorganiques.....	50
10.2 Les sels organiques.....	51
11. La biodisponibilité des sels de magnésium et leur teneur..	
.....	52
11.1. Substances complémentaires : vitamine B6 et taurine.....	52
11.2. Vitamine B6.....	53
11.3. Taurine	53
12. Le magnésium marin.....	54

Chapitre 03 : Matériel et Méthodes

1. Zones d'étude	56
1.1. La ville de Mila	56
1.2. La commune de Zeghaïa	57
2. Méthodes	57

2.1. Enquête primaire	58
2.2. Inventaire.....	64
2.3. Traitement des donnés	65

Chapitre 04 : Résultats

1. Inventaire.....	67
1. Profil descriptif.....	67
1.1.1. Réponse des officines.....	67
1.1.2. Les formes galéniques des compléments alimentaires à base de magnésium	68
1.1.3. Classification selon l'âge	68
1.1.4. Classification des compléments alimentaires à base de magnésium selon les générations	69
1.1.5. Classification des compléments alimentaires à base du magnésium selon les sels de magnésium	70
1.1.6. Classification selon le lieu de fabrication.....	70
1.1.7. L'étiquetage des compléments alimentaires à base de magnésium	71
1.1.8. Classification selon la teneur totale en magnésium.....	71
1.1.9. Classification selon le prix	72
1.1.10. Classification selon le taux de disponibilité.....	73
1.1.10. A. La disponibilité des compléments alimentaires à base de magnésium pendant les mois Mars, Avril, Mai dans la ville de Mila.....	73
1.1.10. B. La disponibilité des compléments alimentaires à base de magnésium pendant les mois Mars, Avril, Mai dans la commune de Zeghaia.....	74
1.1.11. Classification selon la composition.....	76
1.1.12. Le complément le plus demandée	76
2. Estimation de la connaissance des officines et des étudiants	77

2.1. Estimation de la connaissance des officines de la ville de Mila	77
2.1.1. Les caractéristiques de la population des officines	77
2.1.2. Les réponses aux questions	78
2.2. La réponse des étudiant du centre universitaire de Mila	84
2.2.1. Caractéristiques de la population des étudiants.....	84
2.2.2. Les réponses aux questions	86

Chapitre 05 : Discussion

Discussion	92
Conclusion et perspectives.....	97
Références bibliographiques	
Annexes	

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Le monde d'alimentation actuel ne couvre pas les apports en nutriment essentiels donc, une nouvelle tendance est apparu dans les pays du monde durant cette dernière décennie, les compléments alimentaires faisaient leur apparition sur le marché ; ces suppléments de l'alimentation ont un grand succès, hommes et femmes de tout âge y sont adeptes.

L'utilisation des compléments alimentaires est un phénomène de société qui se repose sur un triptyque Nutrition-santé-longévité pour que l'apparence soit être parfaite. Pour ces raisons, la majorité des compléments alimentaires se réclament « d'origine naturelle » et sont labellisés « biologiques ». Selon les laboratoires qui les produisent, ce sont de véritables « suppléments de qualité de vie, source de bien-être, d'augmentation de la capitale beauté et de diminution des facteurs de risque de certaines maladies » (**Delavier et Michael, 2007**).

Les compléments alimentaires sont des denrées ayant pour but de compléter un régime alimentaire normal. Ils sont composés de macronutriments (protéines, lipides et glucides) et de micronutriments (minéraux, oligoéléments et vitamines). Ces produits sont disponibles en formes pré-mesurées comme les capsules, comprimés, ampoules, etc. (**Epicentro, 2022**).

En effet, les nouvelles conduites de vie comme la tendance du bien-être physique, la sédentarité et le manque d'activité physique, les maladies chroniques associées et la diminution de la valeur nutritionnelle des aliments, ont poussé les individus à consommer les compléments alimentaires (**Valette, 2015**). Ces facteurs ont augmenté le nombre des consommateurs des suppléments, en plus, les personnes âgées sont considérées comme un élément important dans cette croissance (**ISS, 2020**). Le marché mondial est devenu encore plus grand en raison de la pandémie de COVID-19.

Il existe plusieurs types des compléments alimentaires (Cas) telle que, les vitamines, les minéraux, les acides aminés, les acides gras essentiels, les plantes, les enzymes, les probiotiques ... etc. Parmi ces derniers on trouve notamment les CAs à base magnésium. (**Castelli, 2020**).

Ce minéral occupe une place essentielle à l'officine. En effet, de nombreux médicaments ou compléments alimentaires sont disponibles. Le magnésium peut être prescrit par un

médecin, être une demande spontanée d'un patient ou encore être conseillé par le pharmacien. La mauvaise utilisation des CAs et l'ignorance de leurs propriétés peut conduire à des conséquences dangereuses sur la santé humaine (**Kroll, 2004**). Des effets dangereux ont été rapportés avec un risque d'hépatotoxicité, complications neurologiques, mauvaise interaction entre médicament et nutriments (**Or et al., 2019**). Les cas de l'hypermagnésie causaient des paralysies et des arrêts cardiaques, des effets sont plus graves dans le cas de l'association avec une hypercalcémie (**Blanchard, 2010**).

La bonne connaissance des caractéristiques des CAs ne permet pas seulement d'éviter les effets néfastes mais aussi d'éviter les effets secondaires non supportés, qui pourraient être une cause principale dans l'apparition de certaines maladies à long terme ou aggraver la santé des patients. L'utilisation du chlorure de magnésium, suppléments de première génération causent un inconfort intestinal, irritations, et des fortes doses peuvent aggraver la santé des personnes âgées, les patients souffrants des maladies inflammatoires intestinales (**Azouagh, 2020**).

Dans le cadre de ces constatations, Nous avons élaborés un travail de recherche qui permet d'une part, d'explorer les caractéristiques officinales de la supplémentation magnésienne dans la région de Mila par la méthode d'inventaire et d'une part, d'estimer la connaissance des praticiens d'officines et des étudiants vis-à-vis cette supplémentation.

Chapitre 01

Généralités sur les compléments alimentaires

1. Définition des compléments alimentaires

1.1 Définition globale

Les compléments alimentaires, comme leur nom l'indique, sont utilisés pour compléter votre alimentation habituelle. Son but est d'aider notre corps à maintenir ou à améliorer sa santé. Il est destiné aux personnes qui souhaitent compléter leur apport en nutriments spécifiques en fonction de leur mode de vie spécifique ou peut être utilisé pour corriger des carences nutritionnelles ou maintenir un apport adéquat en nutriments spécifiques (**Jean, 2006**).

1.2. Définition légal

En France les compléments alimentaires (CA) ont une définition dans le cadre de la directive européenne 2002 et de la législation française 2006 (décret n° 2006-352 transposant la directive européenne 2002-46) (**Crenn, 2020**) comme suit :

« Denrées alimentaires dont le but est de compléter le régime alimentaire normal et qui constituent une source concentrée de nutriments ou d'autres substances ayant un effet nutritionnel ou physiologique seuls ou combinés, commercialisés sous forme de doses, à savoir les formes de présentation telles que les gélules, les pastilles, les comprimés, les pilules et autres formes similaires, ainsi que les sachets de poudre, les ampoules de liquide, les flacons munis d'un compte-gouttes et les autres formes analogues de préparations liquides ou en poudre destinées à être prises en unités mesurées de faible quantité » (**Décret n°2006-352, 2006**).

En Algérie selon le décret exécutif n° 12-214 du 23 Jomada Ethania 1433 correspondant au 15 mai 2012, on trouve la définition suivante : « Compléments alimentaires en vitamines et sels minéraux : sont des sources concentrées de ces éléments nutritifs, seuls ou en combinaison, commercialisées sous forme de gélules, comprimés, poudre ou solution.

Ils ne sont pas ingérés sous forme de produits alimentaires habituels mais sont ingérés en petite quantité dont l'objectif est de suppléer la carence du régime alimentaire habituel en vitamines et/ou sels minéraux » Décret 2012.

2. Réglementation des compléments alimentaires

2.1. Les réglementations européennes et françaises

Les premiers CAs sont apparus aux États-Unis dans les années 1960 et étaient considérés comme des biens de consommation courante. Lorsqu'ils arrivent en France quelques années plus tard, aucun texte spécifique ne couvre ces produits : certains revendiquent le statut de drogue, d'autres revendiquent qu'il s'agit de biens de consommation. Alors que le nombre des CAs sur le marché augmentait, il était nécessaire de définir un cadre réglementaire qui limiterait la surexploitation des fabricants. Une nouvelle réglementation européenne est entrée en vigueur aujourd'hui dans le but d'atteindre un haut niveau de sécurité pour la santé des consommateurs. De la conception à la commercialisation, les fabricants, importateurs et distributeurs sont aujourd'hui soumis à un cadre légal complet. Quand ils arrivent en France quelques années plus tard, aucun texte spécifique ne couvre ces produits. Alors que le nombre d'CA sur le marché augmentait, il était nécessaire de définir un cadre réglementaire qui limiterait la surexploitation des fabricants. Une nouvelle réglementation européenne est entrée en vigueur aujourd'hui dans le but d'atteindre un haut niveau de sécurité pour la santé des consommateurs. De la conception à la commercialisation, les fabricants, importateurs et distributeurs (Vallete, 2015).

2.2. Les réglementations algériennes

l'Algérie définit le complément alimentaire à l'article 3 du décret exécutif n° 12-214 du 23 Joumada Ethania 1433 correspondant au 15 mai 2012 publié au journal officiel de la république Algérienne N° 30 du 24 Joumada Ethania 1433 correspondant au 16 mai 2012, fixant les conditions et les modalités d'utilisation des additifs alimentaires dans les denrées alimentaires destinées à la consommation humaine par « Des sources concentrées en vitamines et en sels minéraux éléments nutritifs, seuls ou en combinaison, commercialisées sous forme de gélules, comprimés, poudres ou solutions. Ils ne sont pas ingérés sous forme de produits alimentaires habituels mais sont ingérés en petite quantité et dont l'objectif est de suppléer la carence du régime alimentaire habituel en vitamines et/ou en sels minéraux » (journal officiel de la république Algérienne N° 30 du 24, 2012).

. Dans notre pays, compte tenu de l'ampleur de la consommation des CAs et de leur impact sur la santé, notamment après l'incident des "RHB" (Rahmat Rabi), le gouvernement a décidé de créer un cadre légal et réglementaire pour contrôler la vente de ces produits dérivés. Le premier ministre a mis en place un comité interministériel composé de représentants des ministères du commerce, de la santé, de l'agriculture et de l'enseignement supérieur. Ils ont recommandé :

- Seuls les pharmaciens sont formés en continu pour assurer la commercialisation des CAs en officine et bien guider les consommateurs.
- Les professionnels de ce domaine doivent être familiarisés avec les données qualitatives et quantitatives sur la composition des ventes vendues.
- La condition du certificat d'analyse de CA est obligatoire pour la commercialisation.
- Pour le CA importé, il doit être pré-commercialisé dans le pays d'origine et l'étiquette doit être conforme à la réglementation (Kheris, 2017).

3. La composition des compléments alimentaire

Le CA est un aliment destiné à compléter le régime alimentaire généralement. Ils sont constitués de macronutriments (protéines, lipides, glucides), Micronutriments (minéraux, oligo-éléments, vitamines) (Castelli , 2020).

3. 1. Macronutriments : C'est la partie essentielle de notre alimentation, ils sont classés en trois classes différentes :

✓ **Les protéines :** représentant 10 à 20 % des Apports Energétiques Totaux (AET), Les protéines possédant une haute qualité nutritionnelle (teneur en acide amine et digestibilité ils se retrouvent principalement dans les aliments d'origine animale. Ils se renouvellent en permanence.

✓ **Les lipides :** représentant 35 à 40 % des AET,

Les lipides ont deux rôles principaux dans l'organisme

Un rôle de stockage de l'énergie sous forme de triglycérides, notamment dans les tissus adipeux, Un rôle structural sous forme de phospholipides constituant des membranes cellulaires. Les triglycérides et les phospholipides sont constitués essentiellement d'acide gras apportés par l'alimentation qui peuvent être des précurseurs pour l'organisme. Le cholestérol fait aussi partie des lipides. C'est le

précurseur des hormones stéroïdiennes. Il provient exclusivement de l'alimentation de produit animal.

✓ **Les glucides** : représentant 50 à 55 % des AET

Les glucides sont des macronutriments très hétérogènes. Ils existent sous deux formes :

Les glucides simples (ex : sucre blanc, lait) et **les glucides complexes** (ex : pommes de terre, pain, pâtes et céréales). (Castelli, 2020).

3.2. Micronutriments

Ce sont des nutriments ont un rôle essentiel de cofacteurs pour le métabolisme et sont de l'ordre du milligramme (mg) ou du microgramme (μg), ne peuvent pas être synthétisés par l'organisme (pour la plupart) il faut donc les apporter par la nutrition, ces derniers se regroupent en trois groupes (Castelli, 2020) :

- ✓ Les minéraux.
- ✓ Les oligoéléments.
- ✓ Les vitamines.

• Les minéraux

Les minéraux représentent 4 et 5 % du poids de notre organisme. Ces substances sont des sels minéraux ils sont très importants et nécessaires pour tous les organes.

Les minéraux utilisés dans la fabrication des compléments alimentaires sont le Calcium, le Magnésium, le Fer, le Cuivre, l'Iode, le Zinc, le Manganèse, le Sodium, le Potassium, le Sélénium, le Chrome, le Molybdène, le Fluorure, le Chlorure, le Phosphore. (Caro et al., 2010).

Tableau 01. Les doses journalières en minéraux dans la fabrication des compléments alimentaires (Valette, 2015).

Les doses journalières des minéraux												
Ca	Mg	Fe	Cu	I	Zn	Mn	K	Se	F	Mb	Cr	P
800	300	14	2000	150	15	3,5	80	50	0	150	25	450
mg	mg	mg	μg	μg	mg	mg	mg	μg	mg	μg	μg	mg

- **Les vitamines**

Les vitamines ne sont pas synthétisées par l'organisme (sauf la vitamine **D** et vitamine **K**) et proviennent de l'alimentation (**Cynober, 2008**). Elles sont présentes dans de nombreux aliments en faible quantité Il existe 13 vitamines, qui jouent toutes un rôle important sur notre organisme Il existe 13 vitamines : vitamine A, vitamine C, vitamine D, vitamine E, vitamine K, vitamine B1, vitamine B2, vitamine B3, vitamine B5, vitamine B6, vitamine B8, vitamine B9, vitamine B12. Car elles interviennent dans de nombreuses fonctions de notre organisme. Les vitamines se subdivisent en deux classes : les vitamines **hydrosolubles**.

(vitamine **C** et les vitamines du **groupe B**) et les vitamines **liposolubles (A, D, E et K)**.

Tableau 02. Les doses journalières en vitamine dans la fabrication des compléments alimentaires (**Valette, 2015**).

Les doses journalières des vitamines												
A	D	E	K	B1	B2	B3	B5	B6	B8	B9	B12	C
800 µg	5 µg	30 mg	25µg	4.2 mg	4.8 mg	Nicotinamide 54 mg Acid nicotinique 8 mg	18 mg	2 mg	450 µg	200 µg	3µg	180 mg

La Directive 2002/46/CE autorise un certain nombre de vitamines et de minéraux qui peuvent être prisent pour la fabrication des compléments alimentaires Il s'agit de treize vitamines et de treize minéraux

- **Oligoéléments**

Les oligo-éléments (oligo-éléments) sont essentiels à de nombreuses fonctions biologiques et physiologiques de l'organisme. Ils sont fournis par la nutrition artificielle. Le maintien ou la restauration de l'état optimal des oligo-éléments est un objectif qui y contribue. Prévention nutritionnelle dans les maladies chroniques (**Berger& Roussel, 2017**)

Les éléments traces sont définis comme étant présents dans le corps humain à un taux inférieur à **1 mg/kg** de poids corporel, d'où le nom de l'élément détection. Chrome,

civre, fer, fluor, L'iode, le molybdène, le sélénium et le zinc sont On dit qu'il est essentiel en raison de l'absence de ces éléments C'est possible (**Gusmini, 2014**).

3.3. Plantes ou extrait de plant

Les plantes ont des propriétés pharmacologiques et sont destinés à des fins thérapeutiques uniquement ; peuvent être extraites d'un grand nombre de familles d'éléments. Carotènes, flavonoïdes, phytoœstrogènes, quinones, mucus, Glycosides, phytostérols, saponines. Tous sont des phytonutriments. Extraits de ginseng, de chrysantellum et de millepertuis. Ils sont purifiés et au mieux standardisé, c'est-à-dire retrouver toujours le même tarif Ingrédients actifs dans le produit fini, points clés pour assurer l'efficacité (**Bazire & Ponroy, 2008**) Parmi les plantes les plus utilisées sur le marché des compléments alimentaires :

Ginseng, guarana, gingembre, valériane, verveine.... (**Caro et al., 2010**).

3.4. Les substances à but nutritionnelle et physiologique

D'après Arrêté interministériel du 28 Moharrem 1439 correspondant au 19 octobre 2017 fixant les modalités applicables en matière d'étiquetage nutritionnel des denrées alimentaires ils sont des substances chimiques, possédant des propriétés nutritionnelles ou physiologiques, à l'exception des vitamines et minéraux et des substances possédant des propriétés exclusivement pharmacologiques; il s'agit par exemple de la caféine, de la glucosamine, du lycopène, de lysine, de maltase, de mannitol, du mannose, de la méthionine, de l'amylase, de l'arginine, de l'asparagine, Bêta-alanine, etc. (**Valette , 2015**).

3.5. Les autres ingrédients

Conformément au Règlement du 27 janvier 1997, autorise les ingrédients dont l'utilisation humaine traditionnelle ou reconnue comme telle, ainsi que les additifs, les arômes et les auxiliaires technologiques dont l'emploi est autorisé en alimentation humaine (**Parlement Européen, 1997**). Il s'agit principalement d'ingrédients d'origine animale non purifiés : la gelée royale ou le cartilage de requin en sont un exemple (**valette, 2015**).

Les additifs, arômes et auxiliaires technologiques sont ajoutés en faible quantité lors de la fabrication ou au produit final pour des raisons techniques. Il améliore la conservation, réduit les phénomènes d'oxydation, colore les aliments, améliore le

goût, etc. Notez que les opérateurs ne savent pas toujours qu'ils sont autorisés à créer des AC, ce qui peut être une source de problèmes de sécurité (vallete, 2015).

4. Etiquetage des compléments alimentaires

L'Article 6 de la Directive Européenne 2002/46/CE impose un code en matière le CA doit inclure, la dénomination légale de vente « complément alimentaire » cette dénomination de vente doit également être accompagnée de mentions suivantes :

- ✓ Le nom des catégories de nutriments ou substances caractérisant le produit ou une indication relative à la nature de ces nutriments ou substances ;
- ✓ L'état physique (effervescente, comprimé, en poudre) ;
- ✓ Le lieu d'origine ou la provenance ;
- ✓ Le lot : L'indication du lot permet de regrouper un ensemble de denrées selon un système établi par l'industriel, facilitant ainsi l'identification des produits en cas de défaut, de recherche ou de réclamation ;

- ✓ La quantité nette ;

La portion journalière de produit recommandée et un avertissement sur les risques pour la santé en cas de dépassement de celle-ci ;

- ✓ Le mode d'emploi, chaque fois que sa mention est nécessaire à un usage approprié de la denrée alimentaire ;

- ✓ Une déclaration indiquant que le complément ne se substitue pas à un régime alimentaire varié ;

- ✓ Un avertissement indiquant que les produits ces compléments doivent être tenus hors de portée des jeunes enfants.

D'autre part, l'étiquetage des compléments alimentaires ne doit pas contenir :

- ✓ De mentions attribuant au produit des propriétés de prévention, de traitement ou de guérison d'une maladie humaine ;

- ✓ De mentions affirmant ou suggérant qu'un régime alimentaire équilibré et varié ne constitue pas une source suffisante de nutriments en général.

Ainsi, les indications ou références à des maladies ou pathologies humaines ne peuvent être employées que dans un cadre médical ou pharmaceutique.

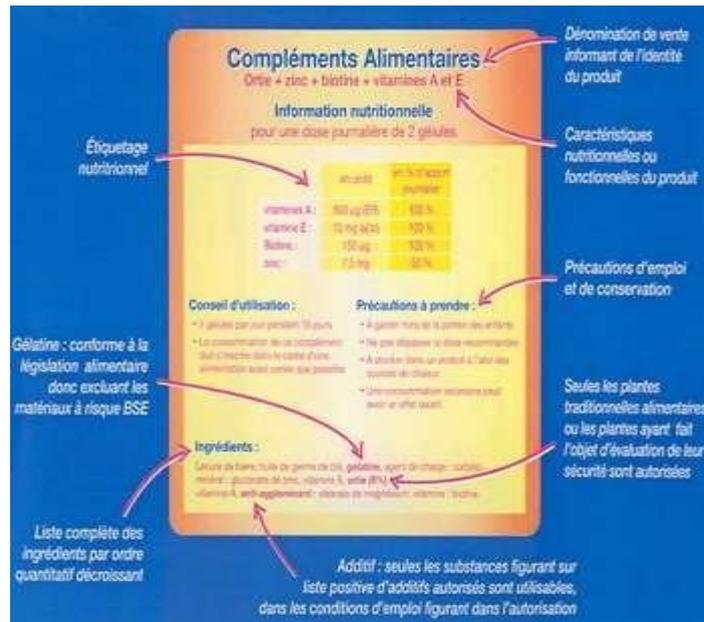


Figure 01. L'étiquetage des compléments alimentaires (Doctissimo, 2015).

I.5. Consommation et marché des compléments alimentaires

Le secteur des compléments alimentaires se développe actuellement bien et les perspectives de croissance pour les prochaines années demeurent très prometteuses. Bien que les ventes aient diminué en 2020, les chiffres ont augmenté depuis 2021, montrant une tendance à la hausse sur le marché des compléments alimentaires.

5.1. Marché mondiale

La santé nutritionnelle face aux grands défis sanitaires le public est une préoccupation majeure des consommateurs. Le marché d'une nutrition particulièrement saine (ou des aliments sains) évolue Grâce à une population vieillissante et à une prise de conscience croissante La relation la plus importante entre la santé et la nutrition. Ce marché pourrait peser 1 000 milliards de dollars en 2017.

En France, le marché des compléments alimentaires se développe maintien à un chiffre depuis 2000 après avoir chuté en 2008, le marché français des compléments alimentaires s'est depuis relancé. Croissance, permettant de dynamiser le premier marché de la santé et de la nutrition qui représente 4,8 milliards d'euros ont été transférés en 2013 (Bouarfa & Lhéritier, 2016).

5.2. Marché Algérien

Le marché algérien, quand à lui, a vu l'introduction de l'industrie des CAs en retard.

Par rapport à d'autres marchés mondiaux et régionaux, Ce secteur a marqué une forte croissance en quelques années sur le marché local.

Des discussions sont actuellement en cours pour établir un cadre réglementaire régissant la commercialisation, la fabrication et l'étiquetage.

Le président de la Fédération algérienne de pharmacie (FAP), Pr Abdelhakim Boudis a indiqué que ces produits largement consommés ces dernières années diffèrent totalement des médicaments et se trouvent actuellement à la croisée des chemins, il a appelé la nécessité d'élaborer des lois claires pour les compléments alimentaires afin de protéger le citoyen de leurs effets néfastes et définir leurs usages (**Boudis, 2022**).

6. Utilisation des compléments alimentaires

Aujourd'hui, l'utilisation de ces suppléments s'étend à la recherche du bien-être, de la beauté, de la forme, du tonus et au retardement du vieillissement.

Bien qu'un régime alimentaire équilibré soit nécessaire pour être en bonne santé, nos rythmes de vie actuels ont parfois tendance à gêner cet équilibre. Dans ce cas, il peut être judicieux d'opter pour des compléments alimentaires afin de pallier aux possibles déficits d'apports. Ils permettent d'indiquer, selon l'âge et le sexe, quelles quantités de nutriments sont nécessaires au maintien d'une bonne santé.

6.1. Chez la femme enceinte

Les femmes enceintes ont des besoins nutritionnels particuliers. Son alimentation doit être équilibrée afin de constituer des réserves maternelles optimales et permettre au fœtus de bien se développer (**Blin,2022**). De nombreuses études ont confirmé l'intérêt de prendre ce complément alimentaire avant et durant le premier trimestre de la grossesse, il existe une liste de compléments alimentaires sont autorisés durant la grossesse ils sont même conseillés par les professionnels de santé parmi eux :

- **L'iode** : pour le développement cérébral du bébé et la thyroïde de la mère.
- Les vitamines.

La vitamine D est impliquée dans la minéralisation osseuse et aide à prévenir le diabète de type 1 et de type 2 pendant la grossesse. On le trouve dans les poissons gras et il est très bénéfique pour la santé sous forme de compléments alimentaires (huile de poisson).

La vitamine C peut être importante car elle améliore la capacité du corps à absorber le fer parce que le risque d'anémie ferriprive augmente pendant la grossesse.

- **Le magnésium**

Le magnésium dont le bébé a besoin pour se développer est puisé directement dans les réserves de sa mère... Réserves qui ne sont que journalières !

Ce sel minéral est essentiel au développement embryonnaire et fœtal. Il est également nécessaire au bon fonctionnement du corps de la mère qui porte l'enfant. Le magnésium est le composant principal des tissus osseux, musculaires et nerveux. Il est impliqué dans l'activité d'enzymes impliquées dans divers processus métaboliques essentiels. Enfin, le magnésium intervient dans la régulation de l'influx nerveux, la régulation des muscles passants et cardiaques, et la relaxation musculaire (**Zhang et al, 2021**).

Les besoins en magnésium des femmes augmentent lorsqu'elles sont enceintes. Ils sont de 400 mg par jour au troisième trimestre, contre 310 mg pour une femme adulte. Il faut à tout prix éviter les carences lors de cette période.

- **Les oméga-3** : Un élément indispensable au développement de l'embryon.
- **La gelée royale** : Une excellente source de nutriments.

- **Le calcium** : pour le renforcement des os, le calcium permet la minéralisation osseuse du fœtus, d'autre part le calcium permet de prévenir l'hypertension artérielle chez la femme enceinte et ses complications. Les principales sources de calcium sont les produits laitiers, les eaux minérales, les fruits et légumes secs (**Sandalinas, F., 2005**).



Figure 02. Complément alimentaire pour la femme enceinte (**Originale**).

6.2. Chez les sportifs

L'alimentation équilibrée est un concept qui plaît à tous, sportifs comme non sportifs, devient encore plus important. Ce n'est que dans le contexte de l'activité physique que la nutrition devient encore plus importante car le corps a besoin de générer de l'énergie et de récupérer entre les séances (*Athmani et al. 2017*).

De nombreux compléments nutritionnels sont très couramment utilisés par les sportifs, notamment dans les sports d'endurance tels que la musculation **et** la course à pied, ainsi que des minéraux, de la caféine, des BCAA, d'oméga 3, des antioxydants ou encore des probiotiques (*Arnoult & Marèbe, 2022*).

Lorsqu'ils sont utilisés correctement, les suppléments peuvent procurer aux athlètes les avantages suivants (*Auffre et al, 2023*) :

- Compenser les carences nutritionnelles en cas de carence.
- Améliorer les performances sportives.
- Favorise la régénération musculaire.
- Soutien du système immunitaire.
- Améliore l'énergie et la concentration.
- Protection contre la fatigue.

- Réduire les douleurs musculaires.
- Réduire l'inflammation.



Figure 03. Complément alimentaire pour les sportifs (**Originale**).

6.3. Chez les enfants

Le lait maternel est l'aliment idéal pour une alimentation saine et enfant équilibré. L'organisation mondiale de la santé (OMS) recommande l'allaitement maternel exclusif. 6 mois d'âge, suivi d'une introduction douce d'aliments complémentaires Soins appropriés dans la vieillesse et l'allaitement Plus de 2 ans. Allaitement exclusif pendant les règles Les 6 premiers mois ont de nombreux avantages pour la santé de votre bébé, il peut fournir des avantages pour la nutrition, la croissance et la croissance Protège contre le développement, les infections et les allergies et certaines maladies chroniques. Si c'est un bébé Au moment où votre bébé a 6 mois, le lait maternel seul ne peut plus répondre à ses besoins (**Laadjel, R & Taleb, 2020**).

Leur croissance nécessite beaucoup d'énergie et de nutriments essentiels. Cependant, ces nutriments ne sont pas toujours obtenus à partir de l'alimentation. Les suppléments pour enfants permettent de répondre à ces besoins nutritionnels en apportant toutes les vitamines et tous les minéraux essentiels au développement de l'enfant, à la croissance osseuse et à un système immunitaire fort (**Pharmacie de polygone, 2022**). Les CA favorisent aux enfants les bienfaits suivantes :

- La lutte contre la fatigue.
- Diminuer la nervosité.

- Favoriser l'endormissement.
- Participe au bon fonctionnement du système immunitaire et du métabolisme énergétique.
- Activation de la mémoire.



Figure 04. Complément alimentaire pour les enfants (**Originale**).

6.4. Chez les personnes âgées

Les changements physiologiques associés conduisent à diminuer avec l'âge environ 30% d'apport alimentaire. Entre 15 à 20% d'hommes et de femmes avec l'avance en âge on note le dérèglement de l'appétit qui en résulte par une incapacité à adapter les apports alimentaires et à maintenir un poids stable après une période de sous-alimentation ou de suralimentation. Ces observations rendent compte de la perte de poids par paliers ou en marches d'escalier qui survient chez la personne âgée soumise à des stress physiques ou psychologiques successifs. Ça aide à expliquer l'efficacité des compléments alimentaires pour les personnes âgées souffrant de malnutrition (Allepaerts et al, 2014). Les compléments alimentaires jouent un rôle important dans le maintien de la santé des personnes âgées, Ils permettent :

- Favoriser de bien être.
- Assurer le confort digestif et articulaire.
- Contribuer à la réduction des facteurs des risques tel que le sur poids et l'hypertension artérielle.

- Améliorer la vitalité et la mémoire.
- Prévenir le vieillissement cellulaire grâce à ses antioxydants.



Figure 05. Complément alimentaire pour les gens âgés (**Originale**).

7. Les bienfaits et les méfaits des compléments alimentaires

7.1. Les bienfaits

Les compléments alimentaires naturels peuvent apporter plusieurs bienfaits pour la santé, notamment :

- **Amélioration de la santé digestive** : Certains suppléments naturels, tels que les probiotiques et les enzymes digestives, peuvent aider à améliorer la digestion, à réduire les ballonnements et à améliorer la santé intestinale.

- **Renforcement du système immunitaire** : Les suppléments tels que la vitamine C, la vitamine D, le zinc... renforcent le système immunitaire et aident à prévenir les maladies et les infections.

- **Amélioration de la santé cardiaque** : Certains suppléments tels que les acides gras oméga-3, la coenzyme Q10 et l'ail peuvent aider à maintenir un cœur en bonne santé en abaissant la tension artérielle, en abaissant le cholestérol et en améliorant la circulation.

- **Réduction du stress et de l'anxiété** : Certains suppléments naturels, comme le ginseng, peuvent aider à réduire le stress et l'anxiété et améliorer l'humeur.

- **Prévention des déficits et carences en nutriments** : Les suppléments naturels peuvent aider à combler les carences en nutriments et en vitamines, en particulier pour ceux qui suivent un régime alimentaire restreint ou qui ont des conditions médicales qui affectent l'absorption des nutriments (Audilo, 2022).

7.2. Les méfaits

- **Toxicité, en particulier hépatique** : Des études internationales documentées et observationnelles indiquent que CA Les médicaments (phytothérapie) contribuent de plus en plus à la toxicité hépatique. (Navarro, 2017).

- **Mésusage, surdosages** : Ces cas ne sont pas rares, notamment en pédiatrie avec de jeunes enfants, où l'intérêt de CA est discutable. Médicaments ou confusion, par exemple chez les enfants. (Crenn, 2020).

- **Interactions avec des substances actives** : Il s'agit par exemple de la berbérine, une plante largement utilisé par les patients diabétiques pour son effet hypoglycémiant L'ANSES a conclu que ces CA sont déconseillés aux femmes enceintes (risque de provoquer des contractions utérines) (Crenn, 2020).

- **Présence de contaminants** : C'est le cas par exemple de certaines sources de spiruline pouvant contenir métaux lourds, en particulier ceux présentant un potentiel d'accumulation de toxicité (Roy-Lachapelle, 2017).

- **Fraudes (adultérations)** : On estime que les CA vendus par 30% peuvent faire l'objet d'une falsification. Contaminants et/ou substances non répertoriés sur l'étiquetage. Quelques exemples peuvent être donnés : éphédrine, méthyle-hexane amine, pro hormones, stéroïdes.... (Crighton et al, 2019).

- **Allergies** : Il s'agit, par exemple, des "huiles essentielles", qui sont principalement obtenues à partir de plantes. Très concentré et souvent proposé en combinaisons ou en mélanges. Réaction allergique cutanées ou respiratoires (de Groot & Schmidt, 2016).

8. La différence entre les médicaments et les compléments alimentaires

Par définition, un complément alimentaire est une “denrée alimentaire dont le but est de compléter un régime alimentaire normal et qui constitue une source concentrée de nutriments ou d'autres substances ayant un effet nutritionnel ou physiologique”

Un médicament est défini par le code de la Santé Publique comme “substance ou composition présentée comme possédant des propriétés curatives ou préventives à l’égard des maladies humaines ou animales, ainsi que toute substance ou composition pouvant être utilisée chez l’homme ou chez l’animal ou pouvant leur être administrée, en vue d’établir un diagnostic médical ou de restaurer, corriger ou modifier leurs fonctions physiologiques en exerçant une action pharmacologique, immunologique ou métabolique” donc la différence est représenté dans le tableau suivant:

Tableau 03. Différences entre un médicament et un complément alimentaire (Derbre, 2010).

	Complément alimentaire	Médicament
Objectifs	Assurer le bien être	Soigner ou prévenir une maladie, une pathologie
Cibles	Les gens veulent être en bonne santé	Les personnes malades
Propriétés	Nutritionnelles ou physiologiques	Thérapeutiques
Mise sur le marché	Doit être déclaré auprès de la DGCCRF	Autorisation doit être déposée auprès de l'ANSM

Chapitre 02

Les compléments alimentaires à base de magnésium

1. Bref historique

Le mot "magnésium" est associé à une ville grecque qui se trouvait près de Magnésie. Grands gisements de carbonate de magnésium. L'élément magnésium a été découvert en 1808 par le chimiste britannique HUMPHREY DAVY, puis isolé en 1829 par le pharmacien français ANTOINE BUSSY.

En 1926, le médecin français JEHAN LEROY a démontré le rôle vital du magnésium dans la croissance par des expériences sur des souris. Il y a un demi-siècle, le Dr Delvette, importance biologique du magnésium dans l'agriculture et la nutrition. Il lui a donné une première vague de notoriété depuis plusieurs années en le vantant (sous forme de chlorure de magnésium) comme anti-infectieux et préventif du cancer. **(Bastianetto, 2014)**

L'intérêt pour le magnésium a ensuite été stimulé par le Dr DURLACH, qui a été relancé à la fin du 20ème siècle. Son rôle physiologique a été étudié en profondeur, grâce à l'avènement de nouvelles techniques de test et à la découverte d'isotopes stables capables de suivre le devenir de cet élément dans l'organisme.

2. Le magnésium

Le magnésium, souvent symbolisé par le symbole " Mg^{2+} ", est un minéral qui a un rôle. Essentiel pour le corps. C'est un cation divalent dans les métaux alcalino-terreux. La masse molaire atomique du magnésium de numéro atomique 12 est de 24,3 g/mol. Cependant, il représente le quatrième cation le plus important dans le corps après le calcium, le potassium et le sodium Le deuxième cation intracellulaire le plus abondant après le potassium. Non synthétisé dans le corps, seulement un apport externe. **(Roth, 2017).**

2.1. Aspect chimique

- Le magnésium est le 12ème élément de la classification de MENDELEÏEV
- Il appartient au groupe II de la période 3. il est situé dans le bloc S

Éléments auxquels le calcium et le zinc, le magnésium ont une certaine analogie. Un métal alcalino-terreux blanc argenté qui se présente à la fois sous des formes solides et légères.



Figure 06. Classification du magnésium dans le tableau périodique
(Dreamstime, 2018).

- Il est instable et s'oxyde très facilement en perdant deux électrons. Par conséquent, il se présente toujours sous la forme de l'ion divalent Mg^{2+} ou sous la forme oxydée MgO . S'agissant d'un minéral alcalin, les anions acides minéraux (chlorure, sulfate, phosphate, carbonate, hydroxyle) ou organique (citrate, lactate, orotate, pidolate, glycérophosphate...)
- Le magnésium est un élément métallique de la chlorophylle, pigment essentiel de l'organisme. Photosynthèse propre au règne végétal.
- Il est présent dans tous les organismes au niveau **cellulaire** et dans les structures osseuses. Son rôle biologique est essentiel (**BERTHELOT et al, 2004**).
- Le magnésium est essentiel au fonctionnement de nombreuses enzymes, il intervient dans de nombreuses réactions métaboliques, spécialement celles de la formation d'ATP ; et participe au transfert de l'influx nerveux.
- Dans le plasma 40% du Mg est lié à l'albumine et à des globulines ; le reste, la fraction diffusible est soit complexée soit libre.



Figure 07. Le magnésium (Pappas, 2014).

2.2. Propriétés physicochimiques

Le tableau ci-dessous résume les principales propriétés physico-chimiques. Du Mg :

Tableau 04. Propriétés physiques et chimiques du Mg (Martine, 1999).

Numéro atomique	12
Symbole	Mg
Masse atomique (g.mol ⁻¹)	24,305
Configuration électronique	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ²
Masse volumique (g.cm ⁻³)	1,74
Température de fusion (°C)	650
Température d'ébullition (°C)	1107
Rayon atomique (Van der Waal) (nm)	0,16
Rayon ionique (nm)	0,065
Energie de première ionisation (kJ.mol ⁻¹)	737,5
Energie de deuxième ionisation (kJ.mol ⁻¹)	1450
Potentiel standard (V)	-2,34
Dureté	2,5
Etat	Métal Blanc argenté solide
Electronégativité de Pauling	1,2
Isotopes	24Mg (78,99% d'occurrence), 25Mg (10%) et 26Mg (11,01%) 28Mg est radioactif avec une demi-vie de 21 h.

2.3. Propriétés pharmacocinétique et homéostasie

A. Absorption

L'absorption du magnésium se fait principalement dans l'intestin. L'absorption intestinale de Mg se produit normalement sous la forme ionisée et soluble. Dans l'intestin grêle et principalement au niveau de l'iléon et du jéjunum par voie para cellulaire. De petites quantités sont absorbées dans le colon et principalement par la voie transcellulaire. **(Jeroen, 2015)**

Chez l'homme, l'absorption de Mg^{2+} commence environ 1 heure après l'ingestion orale. Elle atteint un plateau au bout de 2 à 5 heures puis décline. Après 6 heures, l'absorption est complète à environ 80 %. **(Eder, 2009)**.

Par exemple, un apport alimentaire de 300 mg de magnésium peut entraîner une absorption de 130 mg. Cette transition vers les taux sanguins est possible par deux mécanismes différents : transport para cellulaire passif et transcellulaire actif **(Grober et al, 2015)**.

- **Voie para cellulaire (ou intracellulaire)**

Représente les principales voies de l'intestin grêle. Jéjunum (où la concentration de Mg est relativement élevée pendant la digestion et l'absorption) **(Azouagh, 2020)** L'absorption para cellulaire se fait par simple diffusion, Mg^{2+} avec de l'eau s'écoule à travers les petits espaces entre les cellules épithéliales, les jonctions serrées '**claudines**'. L'absorption de Mg^{2+} dans la partie distale de l'iléon et du jéjunum est en corrélation linéaire avec la concentration liminale de Mg^{2+} . **(Rigaud, 2000)**.

Elle est faible et augmente avec l'augmentation de l'apport alimentaire en Mg, parallèlement aux effets laxatifs qui suivent le débit d'eau associé **(Boislève, 2016)**.

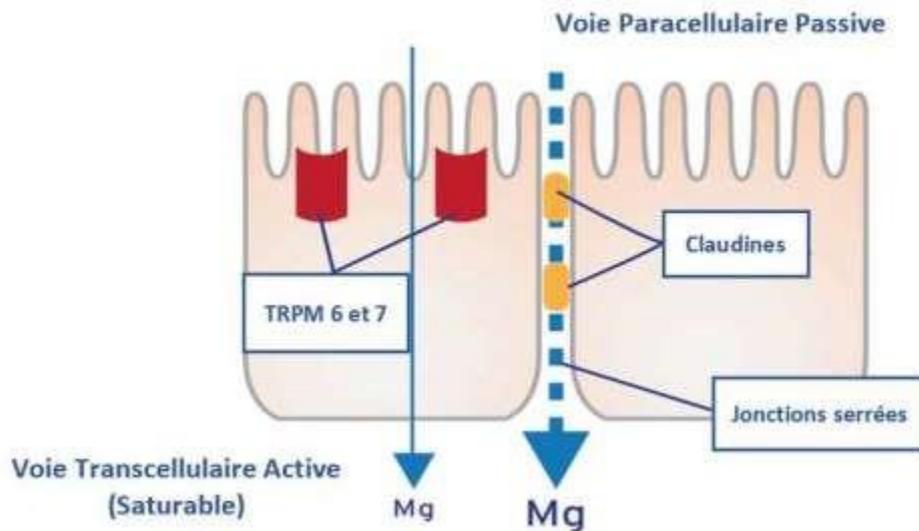


Figure 08. Absorption intestinal de magnésium (Azouagh, 2020).

- **Voie transcellulaire**

Cette voie est médiée par une famille de transporteurs : TRPM 7 et TRMP6 qui sont saturés pour de faibles concentrations de Mg , les transporteurs TRPM6 et TRPM7, qui sont des protéines kinase appartenant à la famille des canaux cationiques TRP du groupe M (Schuchardt & Hahn, 2017) , Le transport est saturable, dépendant de l'énergie et diminué en présence de fortes concentrations de calcium ou de phosphore, C'est le mode de transport principal au niveau de l'iléon (où les concentrations en Mg sont relativement diminuées du fait de l'absorption en amont) contribuent au mouvement transcellulaire actif saturable à des faibles concentrations de Mg de la lumière intestinale vers les cellules (Rigaud, 2000).

Dans cette mesure, si le transport facilité sature à des concentrations physiologiques en magnésium, le reste de magnésium absorbé, généré par transport passif

Le mécanisme d'extrusion du Mg²⁺ vers le côté basolatéral est inconnu, mais plusieurs des publications suggèrent que le transport basolatéral de Mg²⁺ par le transporteur CNNM4 est couplé au gradient de Na⁺, les concentrations du sodium étant plus faibles dans le cytoplasme que dans le sang du fait de l'action de Na⁺ /K⁺ ATP ase basolatérale (Schuchardt & Hahn, 2017).

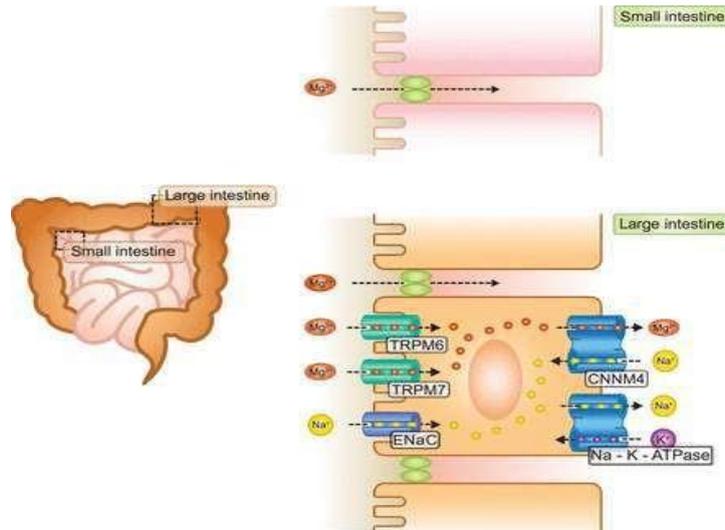


Figure 09. Absorption du magnésium dans l’intestin via la voie transcellulaire. (Schuchardt & Hahn, 2017).

L'absorption du magnésium est influencée par la présence de constitutions alimentaires qui peuvent le diminuer ou l'accroître

Tableau 05. Les nutriments qui influencent sur l'absorption du Mg (Azough, 2020).

Nutriments qui favorisent l'absorption du Mg	Nutriments qui diminuent l'absorption du Mg
<ul style="list-style-type: none"> • Un régime riche en protéines (principalement animales), en graisses insaturées, en triglycérides à chaîne moyenne, glucides, un apport accru en fer, Vitamine B6, vitamine D, Fibres fermentescibles comme les fructo-oligosaccharides, peuvent augmenter l'absorption du magnésium grâce aux bactéries présentes dans le côlon (Ferdellone, 2015). • Effets hormonaux : 	<ul style="list-style-type: none"> • Potassium : une hypomagnésémie est souvent associée à une hypokaliémie, cette dernière peut être corrigée par un apport de magnésium • Calcium : si les apports calciques dépassent 2g par jour ou si le rapport calcium/magnésium est déséquilibré (>2) [6]. Il en résulte une compétition entre ces deux cations : Ca²⁺ et Mg²⁺

<p>La stimulation de l'absorption du magnésium a été confirmée par l'observation d'une altération de l'homéostasie du magnésium chez les patients hypoparathyroïdiens. Son effet est à rapprocher de sa capacité d'augmenter l'activité vitaminique D (Boislève, 2016).</p>	<ul style="list-style-type: none">• apport important en zinc, diminuent l'absorption intestinale du magnésium (Ferment & Toritou, 1988).• l'excès de phosphore diminue à la fois l'absorption du magnésium et son excrétion urinaire (Berthelot et al, 2004).
--	--

B. Elimination

La régulation de l'excrétion de magnésium est importante. Selon pénurie individuellement, l'excrétion varie entre 0,5 et 70 % (**Jahnen-Dechent & Ketteler, 2012**), Le rein joue un rôle essentiel dans l'homéostasie magnésienne ; 2400 mg de Mg sont filtrés par jour dont seulement 5% sont excrétés dans les urines donc L'élimination est en majeure partie contrôlée par les reins (**Roth, 2017**).

✓ *Elimination rénale*

Concernant l'excrétion de magnésium, les reins sont les principaux organes qui maintiennent les niveaux sériques de magnésium (**Tran et al, 2016**), L'excrétion rénale du magnésium est assurée par les mêmes mécanismes qui régissent l'élimination d'autres ions, c'est à dire filtration glomérulaire, réabsorption au niveau du tube proximal et sécrétion au niveau du tube distal (**Sal & Donadieu, 1986**)

Chaque jour, les glomérules filtrent environ 2400 mg de magnésium, dont 95 à 99% sont réabsorbés, résultant en une excrétion urinaire de 100 à 150 mg de magnésium par jour (**Jeroen, 2015**).

Tout d'abord, Cette excrétion représente 3 à 6 % du Mg filtré par le glomérule

- ✓ **10 et 30 %** au niveau tubulaire proximal, la réabsorption du sodium et de l'eau crée un gradient transépithélial qui favorise la réabsorption du magnésium, permettant la motilité paracellulaire (**Blanchard, 2013**).
- ✓ **60-70%** la plus grande zone d'absorption au niveau de la branche ascendante de l'anse de Henlé. Il se fait essentiellement par un mécanisme passif, impliqués

dans les mouvements paracellulaires, On retrouve des claudines, intervenant dans la formation des jonctions serrées qui sont responsables du passage du magnésium

La réabsorption du Mg est directement liée au Co transport sodium-potassium-chlore. Il y a la réabsorption de NaCl génère indirectement un potentiel transépithélial et donc une électropositivité dans la lumière, Ainsi, l'expression de claudines spécifiques au niveau des jonctions serrées crée un gradient électrique positif qui permet la réabsorption des cations via la voie paracellulaire. (Roth, 2017).

Ce segment constitue le site d'action de plusieurs régulateurs (Hormones, médicaments...) de l'homéostasie magnésienne (Badran et crenn, 2009)

- ✓ 5 à 10% C'est Le dernier segment réabsorbant le magnésium est le tubule contourné distal, il réabsorbe du magnésium par un mécanisme actif via transporteur TRMP6 (Badran & Crenn, 2009)

La réabsorption est influencée par la concentration urinaire de sodium, par l'équilibre Acido-basique et les apports alimentaires qui entraînent une augmentation du pH urinaire (Baaij et al, 2012).

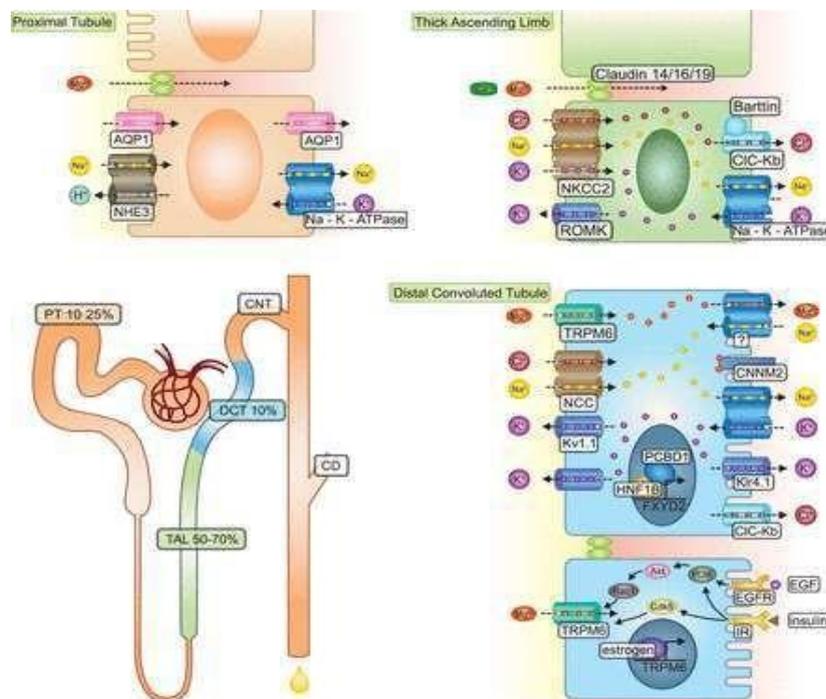


Figure 10. La régulation rénale du magnésium (Jeroen H.F.de Baaij, 2014).

Autres voies d'élimination du magnésium

- Une autre partie de Mg est éliminée par la bile, les sécrétions pancréatiques et intestinales.
- Une autre voie d'élimination très faible quantitativement importante est la sueur qui peut constituer une autre source notamment lors des périodes de fortes chaleurs
- Tout magnésium non absorbé qui reste dans l'intestin est donc excrété directement par voie fécale.
- Les pertes pendant les menstruations sont négligeables. Le lait maternel contient du magnésium, dont environ 25 mg par jour sont excrétés au cours des 6 premiers mois d'allaitement (**Médart, 2009**).

C. Homéostasie

Dans la cellule animale, il existe un système tampon qui contribue à l'homéostasie du magnésium intracellulaire, il existe plusieurs mécanismes par lesquels la concentration de magnésium cytosolique peut être maintenue dans des limites physiologiques étroites malgré les fluctuations des concentrations extracellulaires (**Joanny, 2015**). Ça veut dire que les niveaux de magnésium changent dans milieu extracellulaire et intracellulaire de manière relativement indépendante, sauf dans des conditions expérimentales de carence sévère (**Bioslève, 2016**).

Cependant, il existe un gradient de concentration entre la teneur en magnésium libre du milieu extracellulaire et la teneur en magnésium libre du milieu intracellulaire, et un gradient électrique qui fait pénétrer le magnésium dans les cellules. Cela signifie qu'il existe une régulation et qu'il existe des pompes à magnésium comme le calcium et le sodium qui poussent le magnésium hors de la cellule. Le contre-transport ou antiport de $\text{Na}^+/\text{Mg}^{2+}$ a été démontré. Un ion magnésium est éjecté pour l'entrée de deux ions sodium. Ce transport actif est régulé par le rapport Mg extracellulaire/Mgintracellulaire. Il existe également une version magnésium indépendante du sodium (**Azouagh, 2020**).

Tout ce dont vous avez besoin une intervention de l'AMPc affectera l'entrée et la sortie du magnésium. Une augmentation de l'AMPc favoriserait l'efflux tandis qu'une diminution entrainerait un influx plus important (**Nishizawa et al, 2007**).

De plus, il existe un contrôle génétique au moins partiel de l'homéostasie. Magnésium intracellulaire et extracellulaire. C'est un système multigénique dans lequel l'un des gènes est associé au complexe majeur d'histocompatibilité HLA.

Enfin, des travaux effectués sur des organismes unicellulaires ont démontré l'existence de Certains transporteurs de magnésium (TRPM, CNNM, MRS2, etc.). Toute confusion Les niveaux de ces transporteurs peuvent entraîner une altération du métabolisme du magnésium (**Blanchard & Vargas-Pousou, 2012**).

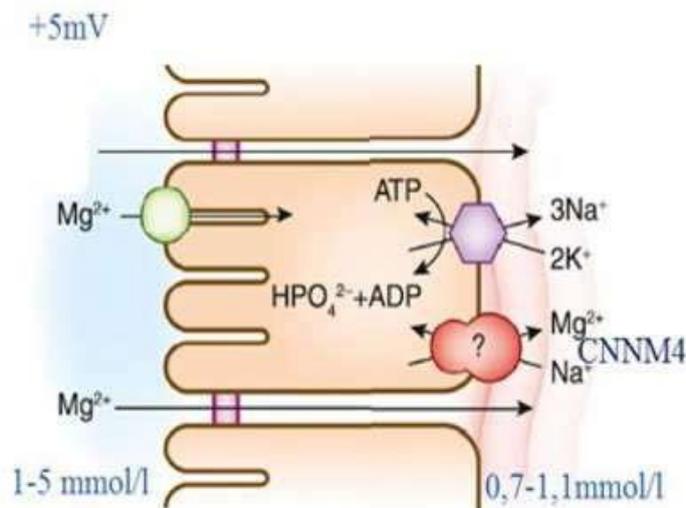


Figure 11. Homéostasie du magnésium intracellulaire (**Blaine et al, 2015**).

D. Répartition du magnésium dans l'organisme

Dans l'organisme, le magnésium est estimé à environ 24 g pour un sujet de 70 kg. Parmi ces 24 g, la majeure partie du magnésium est intracellulaire, environ 99%.

Le magnésium est inégalement réparti entre les organites et cette répartition dépend de tendance à se lier à divers composants cellulaires (**Berthelot et al, 2004**) :

✓ **Tissu osseux (50-60 %) :** L'essentiel du magnésium se retrouve dans les os sous forme de phosphates et de carbonates dont certains sont échangeables. Il est étroitement lié à la surface des cristaux d'hydroxyapatite et participe à de nombreux processus d'échange. Il entre également dans la composition de l'émail dentaire (**Alfrey, 1992**).

✓ **Muscles (20-30%) :** Représente une deuxième réserve non négligeable de magnésium nécessaire à la contraction musculaire. Moins d'un tiers du magnésium dans les os et les muscles est sous une forme libre et échangeable (**Alfrey, 1992**).

✓ **(20-25 %) de magnésium se retrouve dans les tissus mous :**

Ce magnésium intracellulaire se produit en quantités variables selon le type de cellule. Présent au niveau du cytoplasme, du noyau ou de diverses structures, 1-5% intracellulaire sous forme ionisée. Les mitochondries sont les plus importantes (Médart, 2009).

Il existe sous forme libre, mais principalement lié aux lipoprotéines. Protéines nucléaires, en particulier les structures phosphorylées ou contenant de l'azote (liées à 90% à l'ATP) (Alfrey, 1992).

Par conséquent, le magnésium liquide extracellulaire ne représente que 1% du magnésium. Corps entier, 1/3 est du plasma. Peut varier après ingestion et excrétion rénale. Une très faible teneur en magnésium dans le plasma indique que le magnésium ne reflète pas adéquatement la quantité totale de magnésium dans le corps humain (Montupil & Vincent 2012).

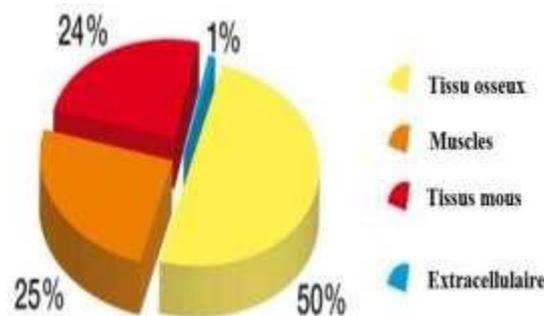


Figure 12. Répartition du magnésium dans l'organisme (Blanchard, 2013).

2.4. Les transporteurs du magnésium

L'homéostasie du magnésium sérique est étroitement régulée et dépend de l'équilibre entre absorption intestinale et excrétion rénale. Cependant, peu d'informations sont disponibles sur les transporteurs qui assurent l'entrée et la sortie du Mg^{2+} dans les cellules des organismes. Ils se trouvent à des endroits différents, mais ils remplissent également des fonctions différentes (Nadler et al, 2001).

✓ **Les canaux TRPM (Transient Receptor Potential Melastatin) TRPM6 et**

TRPM7 : C'est la famille des transporteurs de cations divalents qui assurent le transport de Mg^{2+} , leur ouverture est régulée par la concentration en Mg intracellulaire

Les canaux TRPM6 sont plus spécifiques pour Mg^{2+} et leur expression est intestin grêle (bordure en brosse des entérocytes), gros intestin et tubules distaux (Membrane apicale des cellules tubulaires distales) (**Badran et Crenn, 2009**)

D'autre part, les canaux TRPM7 sont perméables au Ca^{2+} et au Mg^{2+} , permettant le transport de divers métaux tels que le zinc, le manganèse, le cadmium et le cobalt (**Monteilh-Zoller, 2003**).

Ce canal est ubiquitaire et semble être impliqué dans l'homéostasie cellulaire du Mg^{2+} (**Pedersen, 2005**). Ces canaux sont couplés à un domaine enzymatique au niveau des extrémités C-terminales.

Les mutations du complexe TRPM 6/7 provoquent une hypomagnésémie. L'évaluation du risque est possible en relation avec une hypocalcémie secondaire, elle permet alors d'augmenter la carence en magnésium (**Fumeux et al, 2012**).

✓ **Les canaux CNNM (Cyclin M) :** Ces canaux sont responsables de la libération de magnésium intracellulaire au niveau du pôle basolatéral de la cellule via un mécanisme d'échange de sodium. Selon le lieu, on distingue : CNNM4 situé dans l'intestin CNNM2, quant à lui, est localisé au niveau rénal (**Jorenet De Baaij, 2015**).

✓ **Le transporteur MRS2 (Mitochondrial RNA Splicing 2) :** C'est le transporteur intracellulaire responsable de l'entrée du magnésium dans les mitochondries, essentiel à la production d'énergie (**Jorenet et De Baaij, 2015**).

Récemment, Goytain et Quamme ont caractérisé d'autres transporteurs membranaires d'autres assurent l'homéostasie du Mg^{2+} dans les cellules rénales et épithéliales telles que SLC41A1, SLC41A2 et MagT1. Aussi un autre porteur magnésium, ACDP2 a été identifié au niveau de la membrane plasmique des cellules, Plusieurs types de tissus (rein, cerveau, cœur, intestin, cellules épithéliales).

Au niveau rénal, l'expression des gènes SLC41A1, MagT1 et ACDP2 est augmentée. Un état d'hypomagnésémie. On pense que l'expression de ces gènes augmente avec la diminution du Mg^{2+} extracellulaire (**Goytain et Quamme, 2015**).

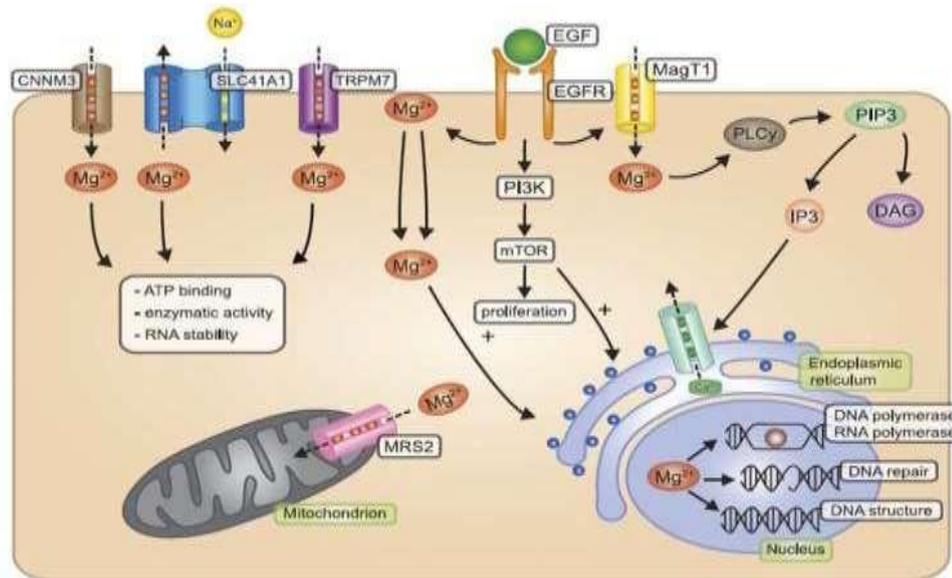


Figure 13. Les transporteurs cellulaires du Mg (Azouagh, 2020).

3. Le rôle du magnésium dans l'organisme

Le magnésium joue des différents rôles importants en biologie avec trois fonctions liées à la forme particulière d'être vivant. Chacune de ces caractéristiques donne des résultats différents dans le cas carence, le rôle plastique, le rôle catalytique et régulateur neuromusculaire. Ces trois fonctions majeures contribuent au fonctionnement optimal de l'organisme, qui est globalement affaibli par la déficience en magnésium (Bioslève, 2016).

3.1. Rôle biochimique

Est lié au fait qu'il active certaines enzymes et qu'il est un cofacteur indispensable à la transformation de toutes les structures phosphorées, notamment l'ATP.

3.1.1. Activation des enzymes

De nombreuses études montrent que le magnésium est également impliqué dans l'activation de nombreuses enzymes (plus de 300) sous forme d'activation allostérique. Le magnésium joue les deux rôles dans certaines réactions enzymatiques ATP-dépendantes. Activateurs d'enzymes et leurs substrats (Berthelot et al, 2004).

Le Mg est un cofacteur pour de nombreuses enzymes glycolytiques et est donc impliqué dans l'utilisation du glucose par le muscle. Quant aux lipides sanguins, ils participent à la dégradation des lipoprotéines circulantes (Bielinski, 2021).

3.1.2. Synthèse des composés à groupements phosphatés

Ce cation joue donc un rôle important dans le transfert d'énergie (à une autre molécule) et dans son stockage et son utilisation au niveau mitochondrial. Sans magnésium pas d'énergie, et donc pas de fonctionnement cellulaire

Il est impliqué dans de nombreuses synthèses cellulaires et activités impliquées :

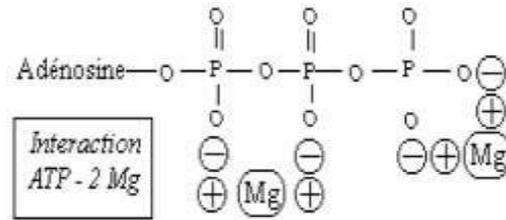
- ❖ Tous les processus métaboliques majeurs consommateurs ou producteurs d'énergie : **glucides, lipides, protéines.**
- ❖ La production de l'adénosine monophosphate cyclique (AMPc) : le second messenger intracellulaire des nombreuses hormones polypeptidiques digestives et hypothalamo-hypophysaires, dont le magnésium intervient à deux niveaux :

à la formation du Mg-ATP, substrat de l'adényl-cyclase, et en liant ce substrat au complexe enzymatique (**Badran et crenn, 2009**), Il forme des complexes avec l'ensemble des nucléotides-phosphates en s'intercalant par liaison électrostatique entre deux atomes d'oxygène. Sa présence est indispensable à la transformation de ces dérivés. Il permet l'activation de l'adénylate cyclase, une enzyme clé dans la production d'AMP cyclique, c'est-à-dire le premier message intracellulaire des hormones polypeptidiques, digestives (gastro-entéropancréatiques) et hypothalamo-hypophysaires (**Regard, 2000**).

La synthèse des protéines et des acides nucléiques : Le magnésium est un cofacteur des ADN et ARN polymérase, Le magnésium contribue à la stabilité de la structure des acides nucléiques, notamment la double hélice d'ADN

De ce fait, le magnésium joue un rôle primordial :

- dans la production et le stockage d'énergie
- dans le métabolisme des acides nucléiques
- dans la formation de l'AMP cyclique, messenger cellulaire essentiel (**Bioslève, 2016**).



- ❖ Il est impliqué à la fois dans la synthèse, la stabilisation et la dégradation de l'ADN et de l'ARN (**Berthelot et al, 2004**).

Le magnésium est un cofacteur important dans les réactions de phosphorylation oxydation indispensable à toutes les réactions enzymatiques avec des substrats nucléotidiques, notamment les phosphatases et les phosphokinases (**Aikawa, 1978**).

Les groupements phosphates des nucléotides contiennent des liaisons phosphoriques anhydrides riches en énergie (notamment ATP) libérée lors de leur hydrolyse, Le Mg-ATP est donc le substrat réel des ATPases (**Berthelot, 2003**).

3.1.3. Le magnésium et les récepteurs

De petites variations de magnésium peuvent moduler l'activité des récepteurs système nerveux central, en particulier Rec NMDA (N-méthyl-D-aspartate), Leur fonction est basée sur l'ouverture de canaux qui facilitent l'influx de calcium et de Sodium et l'efflux de potassium [51], mais sont bloqués par l'augmentation du magnésium, ce qui entrave le flux d'ions vers les neurones.

Le récepteur NMDA ne peut s'ouvrir que si l'ion magnésium est dégagé du pore, ce qui n'arrive que quand le neurone est suffisamment dépolarisé ou cas de déficit magnésique Ceci a été également observé avec d'autres récepteurs : muscariniques, dopaminergique, récepteur β (**Berthelot et al, 2004**).

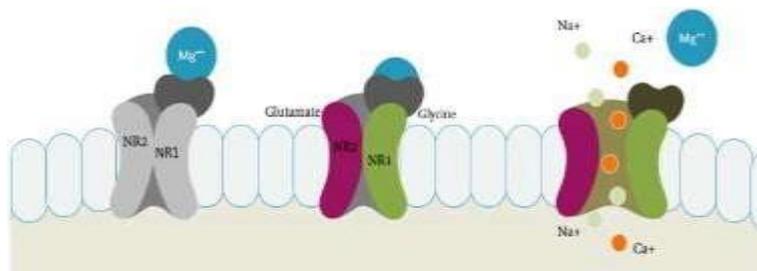


Figure 14. L'activation de récepteur NMDA par le magnésium (**Psychscenehub, 2020**).

3.1.4. Stabilisateur de membrane

Le magnésium stabilise la membrane cellulaire, et neutralise les membranes Phospholipidiques par la formation des complexes avec les phospholipides, Ce complexe a pour le but de réduire la fluidité de la membrane, augmenté La stabilité et diminue le passage transmembranaire des électrolytes, En cas de déficit, Le magnésium augmente l'apport de sodium et de calcium, le potassium est perdu Cela conduit à une dépolarisation membranaire et à une activation cellulaire (**Bioslève, 2016**).

3.1.5. Stress oxydatif

Le magnésium est également impliqué dans la défense de l'organisme contre le stress. Un oxydant qui vieillit prématurément les cellules et les vaisseaux sanguins. C'est un élément clé des défenses antioxydantes, notamment impliqué dans la synthèse du glutathion, une arme mortelle contre le stress oxydatif (**Cernak et al, 2000**).

Une carence en magnésium augmente la fréquence et l'intensité du stress oxydatif. Ainsi, une accélération de ce phénomène dégénératif lié au stress a été observée cliniquement, aggravant les états inflammatoires et les crises allergiques et accélérant le vieillissement (**Fehlinger, 1989**).

3.1.6. Transfert ionique

- **Le Mg et canaux calciques** : Le magnésium est l'antagoniste du calcium c'est-à-dire il existe des similitudes entre le calcium et le magnésium. Cela permet à ces deux cations d'entrer en compétition dans l'intestin pour leur absorption et d'être réabsorbés par les reins (**Ferment et Toritou, 1988**).

En fait, le magnésium et le calcium ont beaucoup des interactions physiologiques.

D'une part, le magnésium régule le flux de calcium à travers les membranes. Effets sur les canaux calciques voltage-dépendants et les systèmes de transport $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ transmembranaire, l'excès de magnésium inhibe le mouvement de calcium transmembranaire, alors que la carence facilite le mouvement du calcium (**Castiglioni et al, 2013**).

D'autre part le magnésium inhibe la libération de calcium du réticulum sarcoplasmique. Ces deux cations entrent en compétition au niveau des calciprotéines (sites préférés du calcium) telles que la myosine, la troponine C

et la calmoduline. En conséquence, il affecte la contraction et la relaxation musculaire (**Berthollet et al, 2004**). Donc on distingue que :

- ✓ **Une hyperexcitabilité musculaire** : le calcium reste concentré dans la cellule, le muscle reste donc contracté.
- ✓ **Une atonie musculaire** : Le calcium ne peut entrer dans la cellule musculaire, ce qui rend la contraction impossible.
- **Le magnésium et canaux de sodium, de potassium et de chlore** : Les ions Mg régulent également le mouvement d'autres électrolytes qui traversent les membranes cellulaires : Sodium, Potassium, Chlore. Le magnésium active la pompe à protons ATP ase de la membrane cellulaire, Il régule l'action des pompes actives K⁺ et Na⁺ pour assurer le transport transmembranaire des différents cations. Avec une carence en Mg, les cellules accumulent du sodium et du calcium et perdent du potassium. Cela explique pourquoi l'hypomagnésémie est souvent associée à une hypokaliémie, qui peut souvent être corrigée par l'apport de Mg. Par conséquent, les fonctions biologiques qui nécessitent cet échange d'ions sont donc selon Mg, c'est le cas de l'excitabilité cellulaire qui contrôle le tonus vasculaire, activité cardiaque et neuronale (**Ferment et Toritou, 1988**).

3.1.7. Photosynthèse

Dans le règne végétal, le magnésium joue un rôle important dans la photosynthèse car il est au cœur du noyau tétrapyrrole de la chlorophylle. Dans ce domaine, le magnésium et la chlorophylle ont les mêmes fonctions que le fer et l'hémoglobine dans le règne animal (**Rigaud, 2000**).

3.2. Le rôle biologique

3.2.1. Le magnésium et le système nerveux

Le magnésium est un facteur important pour la santé physique et mentale. Il contribue au fonctionnement normal du système nerveux et des fonctions psychologiques et a divers effets parmi

- Tout d'abord, son effet anti-calcique qui entre en jeu. Le magnésium extracellulaire inhibe le système sécrétoire excitateur. En général, l'arrivée d'un potentiel d'action à l'extrémité pré synaptique d'une fibre nerveuse provoque un

afflux de calcium et l'exocytose des neurotransmetteurs. Cependant, l'augmentation du magnésium extracellulaire freine l'entrée du calcium.

- Le magnésium stabilise également la membrane de la fibre nerveuse qui devient alors moins excitable, il augmente aussi l'affinité des agonistes dopaminergiques (=anti parkinsoniens) pour les récepteurs D2, des agonistes α et β adrénergiques (type adrénaline et noradrénaline) pour leurs récepteurs (**Avensac, 2018**).
- A l'inverse, il altère la sensibilité des récepteurs muscariniques à l'acétylcholine et bloque les récepteurs centraux du N-méthyl-D-aspartate. Ils sont impliqués dans la transmission synaptique au niveau des structures cérébrales impliquées dans les processus de mémoire le mécanisme repose sur l'ouverture des canaux laissant entrer le calcium et le sodium et laissant sortir le potassium. Le magnésium agit sur ces canaux en modifiant le potentiel de membrane (**Bertholet et al, 2004**).
- La disponibilité du magnésium dans le cerveau est liée à la présence de magnésium dans le liquide céphalo-rachidien. La magnésillachie (teneur en magnésium du LCR) est plus élevée que le magnésium et relativement stable. Même de très petites déviations semblent suffire à affecter le système nerveux (**Blaine et al, 2015**).
- Les récepteurs **NMDA** (N-méthyl-D-aspartate) : ils jouent un rôle dans la transmission synaptique excitatrice lié au magnésium. Lorsque le glutamate se lie, la migration des ions se produit. Le magnésium a un effet inhibiteur sur ces récepteurs car il occupe l'entrée des pores.
- les récepteurs du **GABA** : Le GABA est impliqué dans au moins 30 synapses du cerveau et est un puissant inhibiteur du système nerveux central dont la fonction est de réduire l'activité des neurones auxquels le GABA est lié.
- Il a été constaté que des taux trop bas de GABA seraient cause d'inconfort

Psychique et induiraient notamment **palpitations, anxiété**, le magnésium donc la capacité de stimuler les récepteurs GABAa. En présence d'une carence en ce minéral entraîne une diminution de la stimulation des récepteurs (**Azouagh, 2020**).

3.2.2. Le magnésium et le système immunitaire

Le rôle du magnésium dans l'immunité a également été observé chez les animaux et reste probable chez l'homme. Dans les années 1930, l'effet protecteur des sels de

magnésium contre l'anaphylaxie a été démontré et recommandé pour la prévention du choc anaphylactique. Récemment, il existe de nombreuses données expérimentales. Une diminution des immunoglobulines IgM, IgG et IgA est observée chez les rats déficients. Cette carence entraîne également une hypersensibilité au stress immunitaire. Ces changements sont réversibles avec l'administration de magnésium. Chez l'homme, la relation est probable mais non démontrée (**Berthelot et al, 2004**).

3.2.3. Le magnésium et le système endocrinien

Comme nous l'avons vu précédemment, le magnésium est directement impliqué dans l'activation de l'adényl cyclase membranaire (l'enzyme responsable de la synthèse de l'AMPc) et du système ATPase, deux processus impliqués dans la synthèse et la sécrétion hormonales.

Dans la sécrétion de nombreuses hormones, le calcium participe au mécanisme de sécrétion stimulée. Le magnésium a des propriétés anti-calcifiantes, donc l'augmentation des niveaux de magnésium supprime la libération de ces hormones et vice versa. Par conséquent, les fluctuations du magnésium extracellulaire peuvent altérer la sécrétion des catécholamines, de l'acétylcholine, de l'insuline, de l'histamine et de la sérotonine.

- ✓ **Une hypomagnésémie** conduit à l'inhibition de la synthèse des hormones thyroïdiennes, et notamment de la thyroxine, en freinant l'activité de l'adényl-cyclase thyroïdienne et la captation de l'iode.
- ✓ Quant à l'insuline, elle provoque une hypomagnésémie plasmatique en augmentant l'entrée de magnésium dans les cellules, mais l'hypomagnésémie plasmatique peut ralentir la sécrétion d'insuline.
- ✓ Il existe également des relations entre les hormones sexuelles et le magnésium, mais ceux-ci sont complexes. Le magnésium module la liaison de l'œstrogène à ses récepteurs. Des études cliniques et expérimentales démontrent les effets des hormones sexuelles sur le métabolisme du magnésium. Cependant, les résultats observés ne sont pas toujours les mêmes et le mécanisme n'a pas été clairement élucidé (**Avensac, 2018**).

3.2.3. Le magnésium et le système cardiovasculaire

Le magnésium est essentiel à la santé cardiaque, prouvé dès 1935 lorsque les bienfaits du magnésium dans le traitement des arythmies ont été découverts, il agit notamment par un effet anticalcique (**Blaine et al, 2015**).

- ❖ **Dans le cœur**, le magnésium intracellulaire régule l'efflux de calcium du réticulum sarcoplasmique. une concentration accrue de magnésium inhibe l'efflux de calcium. Il entre également en compétition avec le calcium au niveau des protéines intracellulaires et participe aux mécanismes contractiles : Troponine C, chaîne légère de myosine, calmoduline (**Avensac, 2018**).
- ❖ **Au niveau vasculaire**, le magnésium est vasodilatateur. In vitro, l'augmentation du magnésium extracellulaire neutralise les effets des vasoconstricteurs et renforce les effets des vasodilatateurs. Au niveau endothélial, il peut stimuler la production de vasodilatateurs (prostacycline, monoxyde d'azote) et retarder la libération de vasoconstricteurs comme l'endothéline, d'autre part au niveau intracellulaire, le magnésium favorise la baisse du tonus et la vasodilatation en agissant à des stades spécifiques de la contraction (**Berthelot et al, 2004**).
- ❖ Depuis le milieu du XXe siècle, il a été démontré dans le sang qu'une déplétion en magnésium favorise la coagulation du sang. Nous avons alors observé qu'une faible concentration en magnésium extracellulaire augmentait l'agrégation plaquettaire et, à l'inverse, qu'une concentration élevée diminuait l'agrégation plaquettaire. Par conséquent, une carence en magnésium peut augmenter le risque de thrombose. Cet effet antiplaquettaire est similaire à celui de l'aspirine (**Avensac, 2018**).
- ❖ Expérimentalement, une carence en magnésium est associée à une hyperlipidémie, en particulier à une augmentation des lipoprotéines VLDL et LDL et à une diminution du HDL, Tous ces phénomènes peuvent faciliter les processus évolutifs de l'athérosclérose (**Berthelot et al, 2004**).

3.2.4. Le magnésium et le système osseux

Le tissu osseux est le principal réservoir de magnésium, environ 60% du magnésium, plusieurs études indiquent que le magnésium est peut-être l'élément le plus important pour la santé des os, il agit comme une colle liant le calcium et le fluor dans la constricton osseuse (**Erbs, 2015**).

Grâce au magnésium, le calcium est moins soluble et donc mieux fixé dans la structure osseuse, qui conserve ainsi sa solidité.

4. Les sources et apports du magnésium

4.1. Les sources

Le magnésium est un minéral qui joue un rôle important dans l'organisme, il participe à plus de 300 réactions métaboliques ! Mais où le trouve-t-on ?

On peut trouver dans les aliments qui sont les plus riches en Mg tel que le cacao, le chocolat noir, les noix, les fruits de mer, les aliments céréaliers, fruits et légumes séchés et frais, la viande, le poisson et les produits laitiers contiennent également du magnésium, bien qu'en petites quantités (**Doctissimo, 2021**).

Tableau 06. Teneur en magnésium dans 100 g de quelques aliments
Doctissimo, 2021).

Aliments	Teneur en magnésium pour 100 g d'aliments (mg)
Cacao en poudre non sucré	376
Graine de tournesol	364
Graine de sésame	324
Bigorneau cuit	310
Germe de blé	256
Pignon de pin, amande, noix de cajou	227 à 247
Chocolat noir à 70 % de cacao	206
Pain aux céréales	181
Anchois à l'huile	144
Céréales de petit-déjeuner enrichies	42 à 132
Noix de pécan, noix	125
Pain de seigle	110
Riz complet cru	104
Huitre	82
Moule cuite	79
Epinard cru	69
Haricot blanc cuite	61
Châtaigne cuite	54
Datte sèche, figue sèche	47 à 53
Lentille cuite	36

4.2. Les apports

L'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail (ANSES) a défini des apports nutritionnels conseillés (ANC) selon le sexe et la période de la vie des personnes, pour les adultes en bonne santé, l'apport quotidien recommandé en magnésium est toujours fixé à 6 mg/kg/jour.

Les apports journaliers recommandés augmentent particulièrement chez les femmes enceintes, les femmes allaitantes, les personnes âgées, et chez les sportifs (**Berthelot, 2006**).

Le tableau regroupe les besoins journaliers en magnésium des différentes

Populations :

Tableau 07. Apports conseillés en magnésium (en mg/j) (**Benedetti, 1999**).

Population	Apport nutritionnel conseillé (mg/j)
Enfant de 1 à 3 ans	80
Enfant de 4 à 6 ans	130
Enfant de 7 à 9 ans	200
Enfant de 10 à 12 ans	280
Adolescent de 13 à 19 ans	Femme : 370 Homme : 410
Adulte	Femme : 360 Homme : 420
Femme enceinte (3 ^{ème} trimestre)	400
Femme allaitante	390
Personne de plus de 75 ans	400
Sportifs	450 à 600

5. Dosage du magnésium

Il est possible de mesurer la concentration en magnésium sérique ou plasmatique, érythrocytaire ou encore urinaire. Le dosage sérique constitue le test le plus utilisé car il est facilement réalisable et peu coûteux (**Swaminathan, 2003**).

- **Mg sérique**

Méthode : spectrophotométrie

Valeurs usuelles : hommes : 0.74 à 1.07 mmol/L (18 à 26mg/L), femmes : 19 à 25 mg/L

- **Mg érythrocytaire**

Méthode : spectrométrie d'absorption atomique

Valeurs usuelles : 53 à 84 mg/L

- **Mg urinaire**

Méthode : spectrophotométrie

Valeurs usuelles : 3 à 7 mmol/24h (73 à 170 mg/24h)

Un dosage du magnésium a pour objectif de déceler une carence.

6. L'hypomagnésémie

6.1. Définition

L'hypomagnésémie est un déséquilibre électrolytique défini par les taux de Magnésium sanguin (concentration plasmatique) inférieur à 0,70 mmol/L. un magnésium entre 0,5 et 0,70 mmol/L sont considéré comme modéré. Des valeurs inférieures à 0,50 mmol/L indiquent souvent une hypomagnésémie sévère symptomatique (Penquerc'h et al, 2014).

6.2. Manifestations cliniques

Les déficits expérimentaux chez l'homme ont permis de décrire les principaux signes :

- ✓ **Des signes d'hyperexcitabilité neuromusculaire** : Signe de Chvostek et signe de Trousseau, crise de tétanie
- ✓ **Des signes psychiques** : Apathie, athétose, dépression, délire, troubles du sommeil, troubles de personnalité, hallucinations, une extrême nervosité, dépression, anxiété et irritabilité.
- ✓ **Signes biologiques** : Hypokaliémie, hypocalcémie.
- ✓ **Des signes digestifs** : Réduction de la motricité intestinale, nausées, vomissement, anorexie, spasmes œsophagiens.
- ✓ **Des signes cardiaques** : hypertension artérielle, tachycardie sinusale, tachycardie auriculaire multifocale, tachycardie ventriculaire, fibrillation, infarctus aigu du myocarde.
- ✓ **Des signes neurologiques** : trouble de mémoire, ataxie, fatigue, maux de tête, vertige, dysphagie, nystagmus, une aphasie, une hémiparésie, encéphalopathie
- ✓ **Autres** : Perte de cheveux, asthénie, troubles auditives, les crampes,
- ✓ (Penquerc'h et al, 2014).

7. L'hypermagnésémie

7.1. Définition

Une hypermagnésémie est définie par un taux sérique en magnésium supérieur à 0,9 mmol/L sous réserve des normes propres au laboratoire de référence. Il s'agit d'un trouble ionique rare et généralement non ou peu symptomatique. La manifestation des symptômes d'une hypermagnésémie se présente en général à partir de 2 mmol/L, mais ces symptômes peuvent varier selon la personne (Seo & Park, 2008).

II.7.2. Manifestations cliniques

L'hypermagnésémie est présentée par quelques signes :

Tableau 08. Les signes de l'hypermagnésémie (Ducreux et al, 1992).

Concentration plasmatique de magnésium	Les signes
Si 2 à 4 mmol/l	Signes aspécifiques : des maux de tête, nausées, vomissement, céphalées, soif,.....etc.
Si 4 à 5 mmol/l sévère	Troubles musculaires Troubles cardiaques
Si > 6mmol/l	Paralysie musculaire Paralysie respiratoire
Si > 8mmol/l	Coma, des arrêts cardiaques

II.8. Pathologies liées à la carence de magnésium

1. Migraine

Des crises plus ou moins sévères caractérisent la migraine, selon les personnes. Ce phénomène s'accompagne avec dépolarisations et repolarisations intenses, Le magnésium affecte le nombre et l'intensité des crises de migraine en réduisant la fréquence et la durée des crises de migraine. L'utilisation de Mg s'est avérée bénéfique dans la prévention de la migraine sans aura due à la dérégulation des récepteurs NMDA. La prise de Mg permet de diminuer la consommation des médicaments antimigraineux (Sartori et al, 2012).

2. Stress

Lorsqu'il est stressé, un état d'hyperexcitation s'installe. C'est une boucle du destin, Une carence en Mg augmente la réponse au stress et le stress augmente la perte de Mg.

L'adrénaline et le cortisol libèrent du Mg des cellules. Apport en mg Il réduit les messagers chimiques du stress en modulant l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien et en réduisant la libération d'adrénaline et de cortisol dans le sang. Obtenir suffisamment de magnésium peut vous aider à mieux faire face aux situations stressantes. Cependant, il est également important de s'attaquer à la source de ce stress **(Didier, 2021)**.

3. Ostéoporose

La carence en magnésium est un facteur de risque d'ostéoporose et peut provoquer plusieurs symptômes. Effets sur le système osseux. En effet, une réduction du squelette est observée lors de la migration du Mg. L'hypomagnésémie déclenche l'inflammation et diminue l'inflammation, favorise la perte osseuse **(Pointillart & Gueguen, 1978)**.

9. Supplémentation en magnésium

9.1. Spécialités disponibles en officine

A. Législation

Le magnésium existe sous deux formes en pharmacie : médicament ou complément alimentaire. Dans les deux cas, la spécialité n'est plus remboursée depuis 2010.

✓ **Médicaments**

Selon l'article L5111-1 du code de la santé publique, « on entend par médicament toute substance ou composition présentée comme possédant des propriétés curatives ou préventives à l'égard des maladies humaines ou animales, ainsi que toute substance ou composition pouvant être utilisée chez l'homme ou chez l'animal ou pouvant leur être administrée, **en vue d'établir un diagnostic médical ou de restaurer, corriger ou modifier leurs fonctions physiologiques en exerçant une action pharmacologique, immunologique ou métabolique.** »

La réglementation pharmaceutique impose l'utilisation de matières premières de qualité pharmaceutique plus pures et mieux contrôlées que celles utilisées dans les compléments alimentaires. Les formulations de médicaments fournissant du magnésium sont nettement plus complexes que les formulations de compléments alimentaires (**Palangié, 2012**).

✓ **Compléments alimentaires**

Selon le code de la santé publique, « on entend par compléments alimentaires les denrées alimentaires dont **le but est de compléter le régime alimentaire normal et qui constituent une source concentrée de nutriments ou d'autres substances ayant un effet nutritionnel ou physiologique seuls ou combinés**, commercialisés sous forme de doses, à savoir les formes de présentation telles que les gélules, les pastilles, les comprimés, les pilules et autres formes similaires, ainsi que les sachets de poudre, les ampoules de liquide, les flacons munis d'un compte-gouttes et les autres formes analogues de préparations liquides ou en poudre destinées à être prises en unités mesurées de faible quantité. »

La réglementation des compléments alimentaires est moins rigoureuse. Leur formule est plus simple que celle des médicaments et ils recourent à des molécules moins complexes (**Palangié, 2012**).

L'autorisation de commercialisation d'un complément alimentaire est moins stricte et plus rapide que celle du médicament.

B. Les formes galéniques

Il existe plusieurs formes

B.1. Sous formes solides

Capsule : Elle est souvent utilisée pour les plantes, la substance active se désagrège rapidement.



Figure 15. CA à base magnésium sous forme capsule (**Originale**).

Comprimé : Cette forme de complément alimentaire est très intéressante, car certains comprimés présentent des spécificités adaptées au mode de dispersion des substances actives.



Figure 16. CA à base magnésium sous forme comprimé (**Originale**).

B.2. Sous formes liquides

Sirop :

Le sirop est une forme liquide épaisse, voire visqueuse, à base de glucose ou fructose glycéline et végétale.



Figure 17. CA à base magnésium sous forme sirop(**Originale**).

Ampoule : C'est un contenant en verre qui renferme la substance active sous forme d'une solution liquide concentrée



Figure 18. CA à base magnésium sous forme ampoule (**Originale**).

Stick-pack :

Il s'agit d'un emballage primaire à dose unique composé d'une seule bobine, peut être sous forme de poudre, de liquide ou de pâte.



Figure 19. CA à base magnésium sous forme stick pack (**Originale**).

10. Les sels du magnésium

Le magnésium est vendu sous forme de sels (oxydes, hydroxydes, chlorures, etc.) et leur teneur en magnésium élémentaire est très variable. C'est-à-dire une association de magnésium et d'un autre minéral, comme le chlorure, ou d'un élément « organique », comme le citrate (**Azouagh, 2020**).

Ces différents sels sont divisés entre les sels inorganiques, organiques et les formes complexées (**Roth, 2017**).

Le magnésium que renferment ces sels est plus ou moins assimilable par l'organisme (biodisponibilité et solubilité). Il est donc préférable d'utiliser un sel facilement assimilable, qui aura par ailleurs moins d'effet laxatif (**Palangié, 2012**).

On distingue trois générations de sels de magnésium :

- ❖ **La première génération** remonte à l'Antiquité. Ce sont des sels inorganiques tels que des oxydes, des hydroxydes, des chlorures et des sulfates. Le magnésium dit "marin" est un mélange de toutes ces formes. Ce sont des laxatifs qui sont très mal absorbés et provoquent souvent des douleurs abdominales et des ballonnements. En revanche, ces sels peuvent perturber l'équilibre acido-basique. L'oxyde de magnésium réagit avec l'acide chlorhydrique dans l'estomac pour favoriser l'alcalose, et le chlorure de magnésium favorise l'acidose. Cependant, sur la base de la teneur réelle en magnésium, l'oxyde de magnésium avec 60 % de magnésium est le plus efficace (**Avensac, 2018**).
- ❖ **La deuxième génération** remonte au XXe siècle. Le magnésium est associé à des molécules organiques.

Lactates, pidoates, aspartates... ceux-ci sont bien tolérés et bien absorbés, mais le transport est accéléré dans plus d'un tiers des cas et reste mal absorbé. De plus, certains de ces sels ont l'effet inverse. Le lactate le plus couramment prescrit en France est en fait l'acide lactique, un produit catabolique de l'exercice dont l'accumulation provoque fatigue et douleur. L'aspartate est le médicament le plus couramment prescrit en Allemagne et, comme le glutamate, est un excitotoxique impliqué dans l'épilepsie et la mort des cellules neuronales. Des études animales montrent que le pidolate augmente les propriétés pharmacologiques du magnésium par rapport aux autres sels (Curtay, 1996).

- ❖ A la fin des années 1980, **une troisième génération** de sels de magnésium est apparue. Nous avons découvert le glycérophosphate de magnésium, un sel non laxatif. C'est un sel liposoluble riche en magnésium qui est bien absorbé mais ne provoque pas d'indigestion. La tolérance digestive est comparable au placebo. Cependant, il est liposoluble, la présence de matières grasses dans l'alimentation est donc importante (Driessens, 1993).

Tableau 09. Les trois générations des sels du magnésium (Roth, 2017).

1ere génération	2ième génération	3ième génération
Oxyde	Citrate	Bisglycinate
Chlorure	Gluconate	Glycérophosphate
Hydroxyde	Lactate	Hydrolysats de protéines
Sulfate	Aspartate	
Carbonate	Glutamate	

10.1. Les sels inorganiques

sont représenté par les sels de première génération qui sont : oxydes, hydroxydes, carbonates, sulfates, chlorure de magnésium. Il est souvent utilisé dans les compléments alimentaires car il est dense et peut fournir beaucoup de magnésium élémentaire en petites quantités (Azouagh, 2020).

Oxyde de magnésium : Est l'un des sels les moins chers du marché. Il favorise une alcalose en réagissant avec l'acide chlorhydrique de l'estomac et aussi est un absorbant des gaz intestinaux.

Hydroxyde de magnésium : Ce sel calme les brûlures d'estomac, grâce à son action antiacide

Chlorure de magnésium : est un sel acidifiant, il est adopté dans certains troubles où La chlorémie et le magnésium sont bas

Carbonate de magnésium : c'est un antiacide, il se trouve dans de nombreux médicaments destinés à soulager les maux d'estomac

Sulfate de magnésium : Il permet aussi de combattre l'acidité gastrique (Roth, 2017).

10.2. Les sels organiques

Sont représenté par les sels de de deuxième génération : Citrate, lactate, gluconate, malate, pidolate et l'aspartate de magnésium, C'est la forme sous laquelle le minéral est lié à la matière organique qui peut être naturellement présente dans les aliments [257]. Ils sont apparus il y a des décennies et n'ont pas beaucoup d'effet laxatif (Azouagh, 2020).

Citrate de magnésium : Obtenu à partir de l'acide citrique : la présence de l'acide citrique dans sa composition permet de favoriser l'absorption du magnésium élémentaire par le corps en augmentant sa solubilité

Lactate de magnésium : Possède un effet acidifiant via une production accrue d'acide lactique

Gluconate de magnésium : C'est un sel magnésique de l'acide gluconique, permet d'augmenter la capacité d'absorption

Malate de magnésium : a pour propriété de "chélateur", c'est-à-dire de détoxifier L'organisme, de le purifier des excès d'aluminium accumulés. Il protège les reins, favorise le nettoyage du côlon

Pidolate de magnésium : augmente les propriétés pharmacologiques du magnésium, comparé à d'autres sels

Aspartate de magnésium : C'est, comme le glutamate, un neuro-excitateur, il est considéré comme un neurotransmetteur excitateur par activation des récepteurs NMDA (Azouagh, 2020).

11. La biodisponibilité des sels de magnésium et leur teneur en magnésium

Lorsque on va lire les étiquettes des compléments alimentaires et des produits diététiques se référer logiquement au tableau nutritionnel sur l'emballage. Ce dernier ne peut mentionner que la teneur en minéraux et non la teneur en magnésium, élémentaire :

Tableau 10. La disponibilité, le teneur et Les caractéristiques des sels de magnésium (Firoz & Grabber, 2002).

Sel de magnésium	Teneur en magnésium élémentaire	Biodisponibilité	Assimilation	Effets indésirables (Laxatif)
Oxyde	60,3 %	Faible	Mauvaise	47 %
Hydroxyde	41,5 %	Faible	Mauvaise	37%
Carbonate	40 %	Faible	Mauvaise	40%
Sulfate	20,2 %	Elevée	Mauvaise	96 %
Citrate	16 ,2 %	Très élevée	Bonne	7 %
Biglycinate	16 %	Très élevée	Bonne	7 %
Glycérophosphate	12,4 %	Elevée	Bonne	20 %
Chlorure	12 %	Elevée	Mauvaise	78 %
Lactate	12 %	Très élevée	Mauvaise	32 %
Pidolate	8,7 %	Elevée	Bonne	
Aspartate	7,5 %	Très élevée	Moyenne	
Gluconate	5,4%	Elevée	Bonne	27 %

11.1. Substances complémentaires : vitamine B6 et taurine

Le magnésium est souvent associé à des substances complémentaires, il est associé au minimum à une substance complémentaire, le taux de présence de substances complémentaires varie aussi en fonction de la nature de la spécialité. Dans les médicaments, seuls 42% en contiennent alors que dans les compléments alimentaires, presque 84% en contiennent (Raymond, 2015).

11.2. Vitamine B6

Dans les compléments alimentaires, le magnésium est fréquemment associé à des vitamines et minéraux, dans le cadre de la supplémentation magnésienne, de nombreux produits formulés (médicaments ou compléments alimentaires) proposent une combinaison de magnésium et de vitamine B6 (**Palangié, 2012**).

La vitamine B6 (pyridoxine) est une vitamine hydrosoluble, dite essentielle car notre Organisme ne sait pas la fabriquer, ni la stocker et qu'elle doit donc impérativement être apportée quotidiennement par l'alimentation

Le magnésium est nécessaire à la phosphorylation activatrice de la vitamine B6 tandis que le déficit magnésien altère le métabolisme de la vitamine B6 (**Turnlund, 1992**). La vitamine B6 (ou pyridoxine) favorise l'assimilation et la captation du magnésium par les tissus.

En plus de cela, la vitamine B6 est un cofacteur essentiel aux métabolismes énergétiques et protéiques, et joue un rôle crucial dans la synthèse de certains anticorps, de l'hémoglobine et de certains neurotransmetteurs comme la sérotonine, la mélatonine et la dopamine. Elle joue à ce titre un rôle important dans le maintien de l'équilibre psychique en agissant en synergie avec le magnésium (**Académie Médicale Montaigne, 2013**).

11.3. Taurine

La taurine est un acide aminé dérivé de la cystéine soufré qui favorise la fixation du magnésium, comme la vitamine B6, c'est un magnésio-fixateur, La taurine est souvent associée au magnésium et à la vitamine B6, c'est ce que l'on appelle le « magnésium troisième génération », non laxatif et plus assimilable, Cet acide aminé est important dans le fonctionnement cérébral, il participe à la régulation du stress, de la nervosité, des spasmes musculaires et exerce une action positive sur le cœur(**Apfelbam et al, 2009**).

Le taurin régule le taux de catécholamines en synergie avec le magnésium grâce à son action immobilisant sur le magnésium. Réduire les niveaux d'adrénaline et de noradrénaline. En augmentant l'effet sédatif du GABA (acide gamma-aminobutyrique), un inhibiteur du système nerveux central (**Nakagawa, 1975**).

12. Le magnésium marin

Le magnésium marin a souvent bonne réputation. C'est un produit naturel dérivé de l'eau de mer. Mais le plus souvent, il s'agit d'une combinaison de certains sels inorganiques (en particulier des oxydes et des chlorures) qui ne sont pas facilement absorbés et n'agissent pas comme des laxatifs **(Roth, 2017)**.

Il est généralement très bien toléré par l'organisme, mais dans de rares cas il peut entraîner une intolérance gastro-intestinale (provoquer des maux de tête, estomac et diarrhée), Autres risques de surdosage en magnésium marin :Perte excessive de minéraux et déshydratation qui en résulte. Il est particulièrement dangereux pour les personnes fragiles ou sous traitement médical. **(Azouagh, 2020)**.

Chapitre 03

Matériel et Méthodes

Matériel et Méthodes

1. Zones d'étude

1.1. La ville de Mila

La ville est située au nord-est de l'Algérie, chef-lieu de la wilaya du même nom. Elle est située à l'est d'Alger, près de Constantine. La commune comptait **69 052 habitants** en **2008** avec un taux d'accroissement annuel de **1.4%** depuis 1998 à 2008(ONS, 2008). Le territoire de la commune de Mila est situé à l'est de la wilaya de Mila. La ville est située sur un affluent de l'Oued Rhumel à une altitude de **464 m** et est dominée par la montagne du Marchau, à **53 km** à l'ouest de Constantine et à moins de **380 km** d'Alger. La ville est délimitée par huit (08) communes : Zéghaia, Oued Endja (Redjas), Ahmed Rachedi, Sidi Khelifa, Ain Tine, Sidi Merouen, Grarem Gouga, Messaoud boudjeriou (Wilaya de Constantine) (Figure 20)(Côte, 1966).

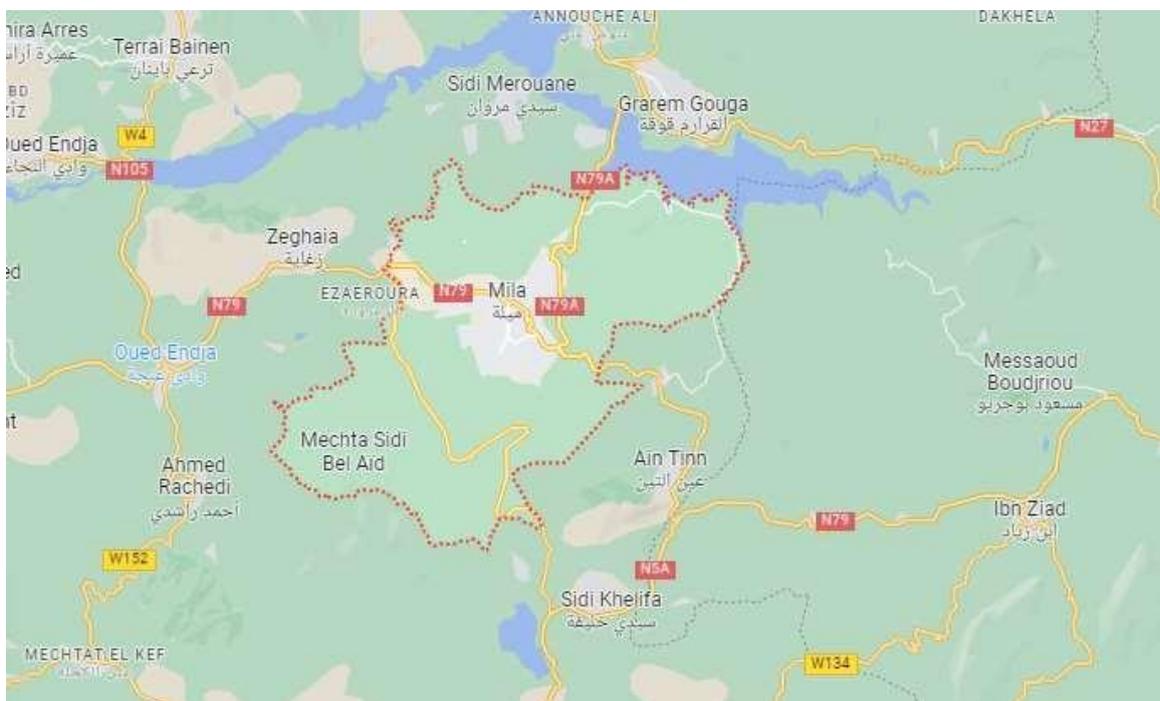


Figure20. Communes limitrophes de la ville de Mila (Google Maps 01, 2023).

1.2. La commune de Zeghaïa

La commune de Zeghaïa est localisée au centre-est de la wilaya de Mila à **7 km** de Mila par la RN79. Appartient administrativement à la daïra de Oued Endja Elle limitée par plusieurs communes Oued Endja (Redjas), Sidi Merouen, Mila, Terrai Bainen (**cote, 1960**). La commune comptait **13 662 habitants** en 2008, avec un taux d'accroissement annuel de 1.2% depuis 1998 à 2008 (ONS, 2008) (Figure 21).

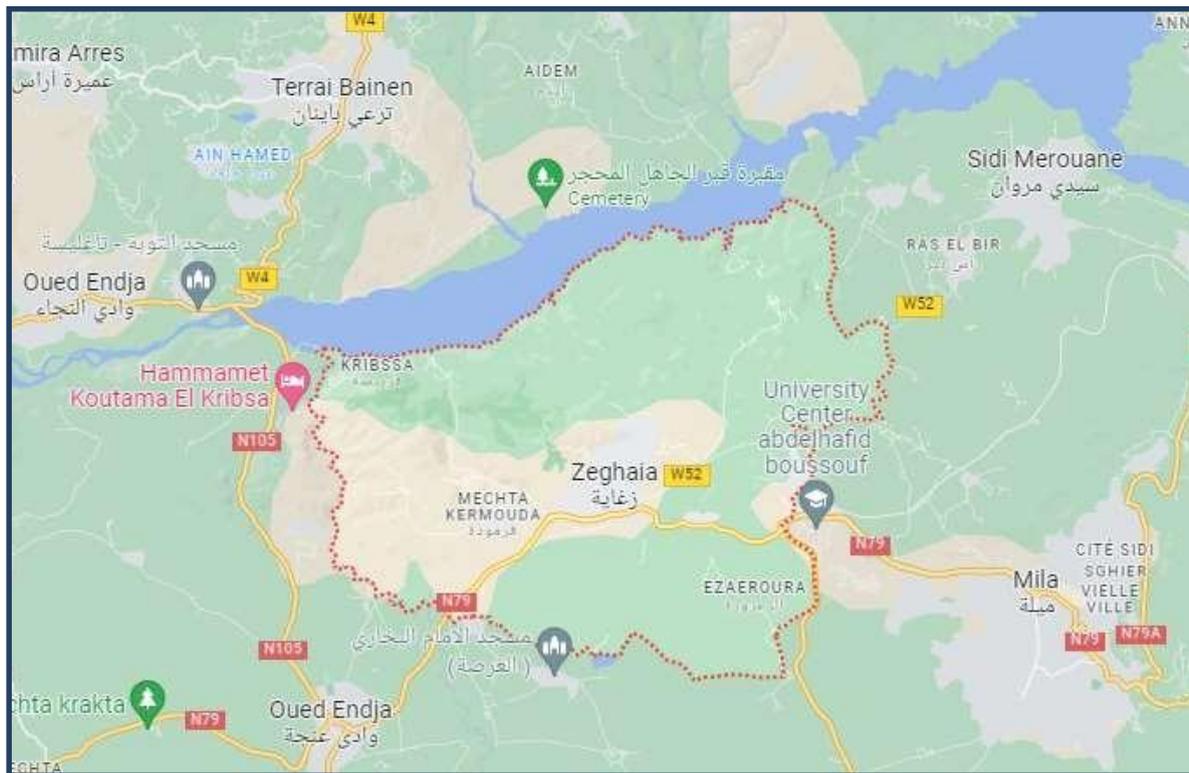


Figure 21. Communes limitrophes de Zeghaïa (Google Maps 02, 2023).

2. Méthodes

Nous avons élaboré une étude observationnelle prospective concluante qui vise d'une part, à inventorier la supplémentation magnésienne dans la région de Mila, La ville de Mila comme une zone urbaine et la commune de Zeghaïa comme une zone rurale, et d'une autre part, à estimer la connaissance des officines de la ville de Mila et les étudiants au niveau du centre universitaire Abdelhafid Boussouf-Mila.

2.1. Enquête primaire

Selon la direction de santé de Mila, 37 pharmacies sont disponibles jusqu'au mois de Février 2023 sur la ville de Mila (**Figure 22**) et 06 pharmacies sur la commune de Zeghaia (**Figure 23**). Une liste de 43 compléments alimentaires à base de magnésium a été établie après plusieurs visites et investigations sur les pharmacies de Mila et Zeghaia pendant le mois de Février de l'année en cours(**Tableau 11 et 12**).



Figure 22. Itinéraires de certaines pharmacies de Mila (Google Maps 03,2023).



Figure 23. Itinéraires de certaines pharmacies de Zeghaïa (Google Maps 04, 2023).

Tableau 11. Listing de compléments alimentaires à base magnésium.

	Nom commercial	Sels de magnésium	Teneur De Magnésium Élémentaire Par Unité De Prise (Mg)	Teneur Total Du Magnésium Par Unité De Prise (Mg)	Substances Supplémentaires Actives	Forme Galénique
1	Bi Mag	Magnésium bisglycinate		500	-Taurine -Vitamine B6 -Vitamine B12	Gélule
2	Bio Mag	Carbonate de magnésium		400	-Complexe de -vitamines B : B1, B2, B5, B6, B12	Comprimé
3	Emag	Chlorure de magnésium Sulfate de magnésium		122		Ampoule
4	Enermag	Pidolate de magnésium		122		Ampoule
5	Forcadion	Oxyde de magnésium, carbonate de magnésium			-Humérol -vitamine B1 -tryptophane -Vitamine B6 -Extrait de rhodiola -Lavande	Gélule

6	Forsagel Mag			60	Gelée royale	Ampoule
7	Forsamine Mag			600	-Vitamines -Minéraux -Aminoacides essentiels	Ampoule
8	GéMag	Chlorure de magnésium Sulfate de magnésium		122		Ampoule
9	Gelphore Mag			90	Gelée royale	Flacon
10	Juvamine magnésium +B6	Oxyde de magnésium		300	Vitamine B6	Comprimé
11	Mag +			122		Ampoule
12	Mag +	Oxyde et citrate de magnésium		300	-Sélénium -Vitamines B1, B6, B12	Comprimé
13	Mag 24	Citrate de magnésium		400	Vitamines B1, B2, B5, B6	Gélule
14	Mag 3B			300	-Vitamines B1, B2, B6	Comprimé
15	Mag Max	Bisglycinate de magnésium		500	-Vitamines B1, B2, B6	Capsule
16	Magna			300	-Vitamines B1, B6	Gélule
17	Magné 2			122		Sirop
18	Magné 2			122		Ampoule
19	Magnésium	Oxyde de magnésium	150	250		Gélule
20	Magnésium	Oxyde de		150		Comprimé

		magnésium				
21	Magnésium + vitamine B1, B2, B6	Oxyde de magnésium		300	-Vitamines B1, B2, B6	Comprimé effervescent
22	Magnésium Marin	Oxyde de magnésium marin		375		Comprimé
23	Magnésium Moben			300	-zinc -Vitamine E -Vitamines B1, B2, B3, B5, B6, B8, B9, B12	Comprimé effervescent
24	Magnezia kids			100	-Vitamines B12, B6 -Potassium (K ⁺) - Magnésium(Mg)	Sirop
25	Magnol stress	Oxyde de magnésium		300	-Vitamine B6 -Extrait de pavot de Californie	Comprimé
26	Megamagone	Oxyde de magnésium		300	Vitamine B6	Comprimé
27	New Mag+ 150	Carbonate de magnésium	150	150		Comprimé effervescent
28	New Mag +150	Aspartate de magnésium		150		Flacon

29	NHP Magnésium	Oxyde de magnésium Magnésium bisglycinate	250	250		Pastille effervescente
30	Nutrigest +	Bisglycinate de magnésium	300	1668	-Vitamines B1, B2, B6, B12	Comprimé
31	Optimag			300	-Vitamines B9, B6	Sachet
32	Os Fort	Sulfate de magnésium hydraté	1163	9690	-Calcium (Ca) -Vitamine D3 -Magnésium (Mg) -Zinc (Zn)	Sirop
33	Physiomag	Pidolate de magnésium		122		Ampoule
34	Pro Mag	Bisglycinate de magnésium		122		Ampoule
35	Pyromag	Pidolate de magnésium		122		Ampoule
36	Solyne magnésium			300		Comprimé effervescent
37	Suplemento magnésium	Oxyde de magnésium		150		Gélule
38	Supradyn Boost			100	-Guarana -Vitamines -Minéraux	Comprimé effervescent
39	Supradyn magnésia			120	-Vitamines -Minéraux -Calcium	Comprimé effervescent

40	VieMag 150+ B6	Chlorure de magnésium		150	Vitamine B6	Gélule
41	Vital Mag	Carbonate de magnésium		375		Comprimé effervescent
42	Vitamag			100		Ampoule
43	Vitanova Magnésium	Magnésium carbonate		400	Vitamine B6	Comprimé effervescente

Tableau 12. Classification des suppléments de magnésium en trois générations avec leurs prix.

La génération de sel	Complément alimentaire	Le prix (DA)
1ère génération	Bio Mag	948.77
	Emag	495.00
	Forcadion	2596.80
	Gé Mag	890.00
	Juvamine Magnésium + B6	1850.00
	Mag +	680.00
	Magnésium	700.00
	Magnésium + vit B1, B2, B6	980.00
	Magnésium Marin	756.25
	Magnol Stress	750.00
	Megamagone	1774.01
	New Mag +	550.00
	NHP Magnésium	670.00
	Os Fort	738.28
	Suplemento Magnésium	706.86
Vie Mag	850.00	

	Vital Mag	799.99
	Vitanova Magnésium	550.00
2ème génération	Mag 24	950.00
	New Mag 150	491.04
	Mag +	680.00
3ème génération	Bi Mag	900.00
	Mag Max	850.00
	NHP Magnésium	670.00
	Nutrigest +	985.00
	Pro Mag	590.00

2.2. Inventaire

Le Listing des suppléments de magnésium ont été inventorié selon des critères cités ci-dessous.

1. Taux de réponse des praticiens d'officines
2. Les formes galéniques
3. Classification selon l'âge
4. Classification selon les générations
5. Classification selon les sels de magnésium
6. Classification selon le lieu de fabrication
7. Présence de la mention CA
8. Classification selon la teneur totale en magnésium
9. Classification selon le prix
10. Taux de disponibilité
11. Classification selon la composition
12. Le Complément le plus demandée

La vérification de l'emballage (packaging) et la notice est nécessaire pour faire certains éléments de l'inventaire. Pour le critère de disponibilité, une seule session de visites pour les pharmacies de Mila et de Zeghaia pendant trois mois (Mars, Avril, Mai) de l'année en cours. (La présence du produit au moins dans une pharmacie est considéré comme disponible ; le produit absent de toutes les pharmacies est considéré comme indisponible selon **(Ben mrara& Guesmi, 2021)**).

Cette partie de l'inventaire permet de faire un descriptif analytique des CAs à base de magnésium. L'autre partie de l'inventaire est menée par des questionnaires mixtes diffusés manuellement sur les officines de Mila (**Annexe 01**) ainsi que les étudiants du centre universitaires de Mila (**Annexe 02**) pendant le mois de Mai. Les personnes moins de 18 ans et qui souffrent de troubles psychologiques marqués sont exclus de l'enquête. 120 étudiants et 26 praticiens des officines ont accompli les questionnaires. Le questionnaire des officines est rempli par un seul élément, pharmacien ou vendeur.

2.3. Traitement des donnés

Les résultats sont traités et présenté sous forme de graphique par le logiciel Microsoft Excel 2013.

Chapitre 04

Résultats

Résultats

1. Inventaire

1. 1. Profil descriptif

1.1.1. Réponse des praticiens d'officines

Selon notre enquête sur les compléments alimentaires à base de magnésium, la plupart des pharmacies de Mila (35 pharmacies) et Zeghaia (5 pharmacies) ont répondu à l'enquête avec un taux de **94.60%** et **83.34 %** respectivement, à l'exception de deux dans Mila (**5.40%**) et un (**16.66 %**) dans Zeghaia (**Figure 24a et 24b**).

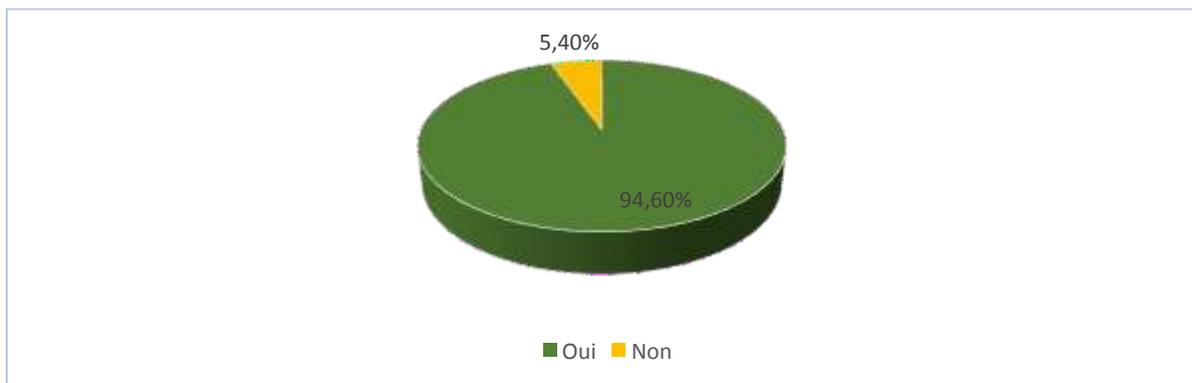


Figure 24a. La réponse des officines de Mila.

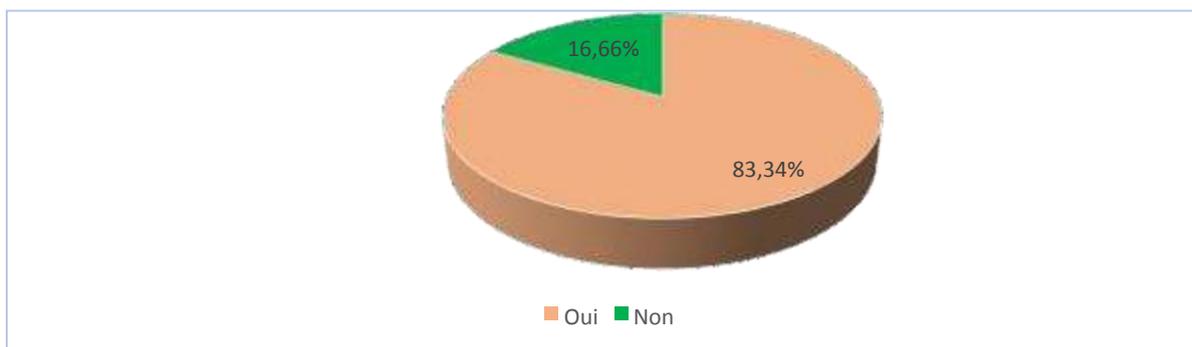


Figure 24b. La réponse des officines de Zeghaia.

1.1.2. Les formes galéniques des compléments alimentaires à base de magnésium

La figure 25 représente 09 formes galéniques des compléments alimentaires à base de magnésium à différents taux, où l'on remarque que la forme galénique la plus fréquente retrouvée dans les spécialités à base de magnésium est les ampoules avec une fréquence de 26%. La seconde forme la plus courante est les comprimés et les comprimés effervescents avec une fréquence de (21%) et (19%) respectivement. Puis il y a les gélules (16%) et les sirops (7%) et après les flacons (5%). Enfin, on a les capsules, les pastilles effervescentes et les sachets avec les faibles pourcentages (2%).

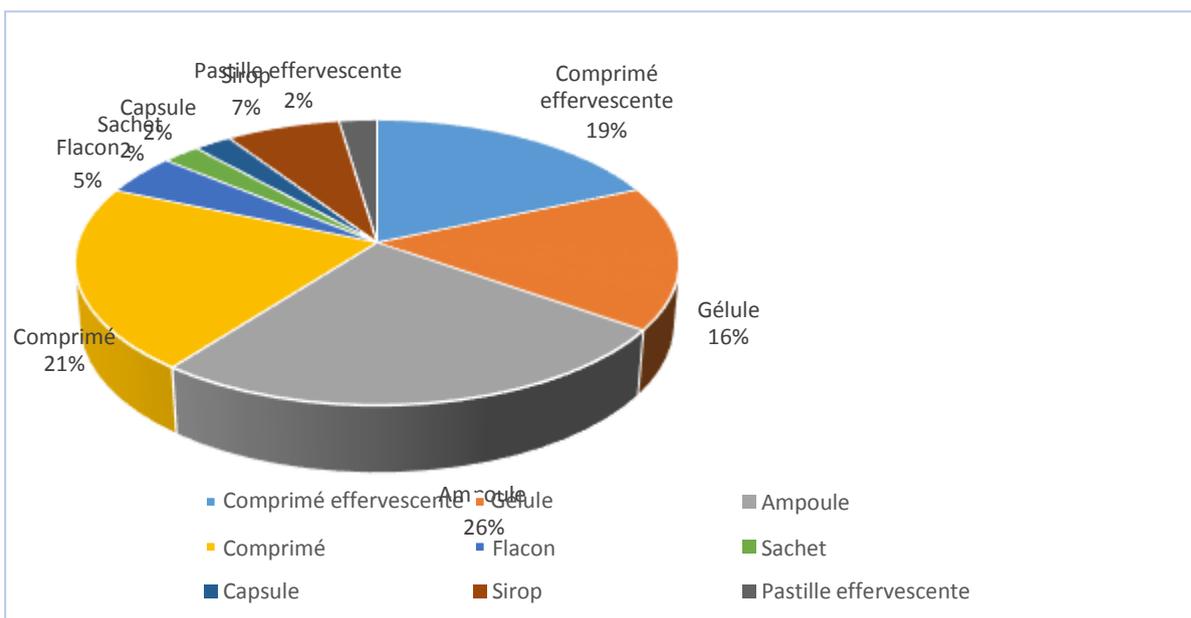


Figure 25. Les formes galéniques des compléments alimentaires à base de magnésium.

1.1.3. Classification selon l'âge

D'après la figure 26, on distingue 4 catégories des compléments alimentaires à base de magnésium selon l'âge : des compléments destinés aux adultes avec un taux de 67%, des compléments destinés aux adultes et enfants avec un taux de 19 %. Ensuite, la proportion d'enfants est de 7 %. Enfin, la proportion des compléments alimentaires sans tranche d'âge précisée est 7%.

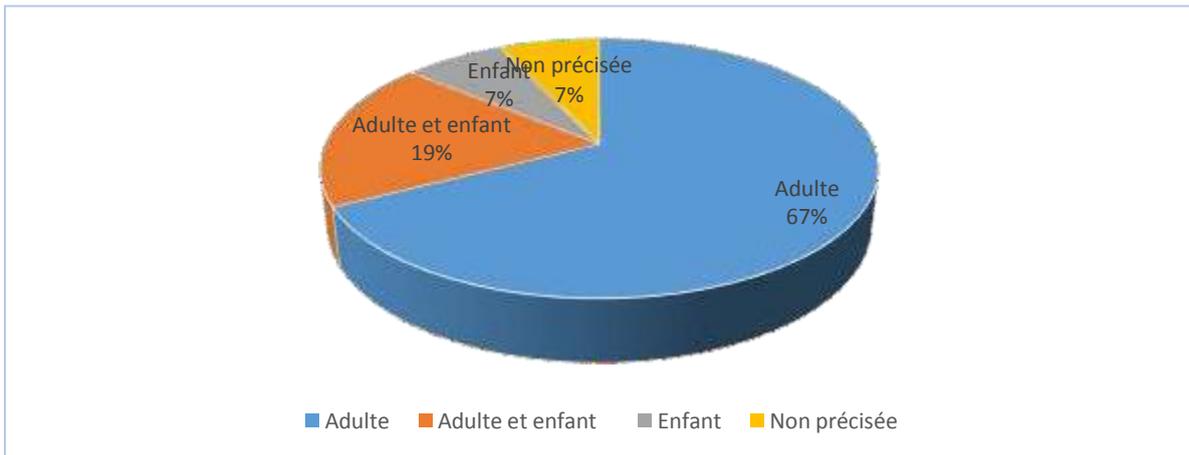


Figure 26.Classification des suppléments de magnésium selon l'âge.

1.1.4. Classification des compléments alimentaires à base de magnésium selon les générations

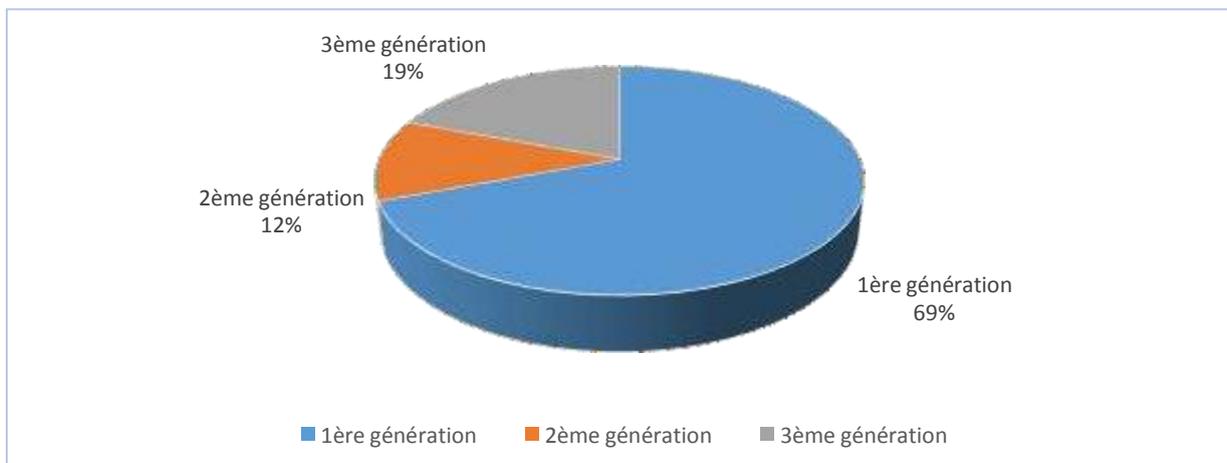


Figure 27.Pourcentage des trois générations.

On constat que la 1^{ère} génération des compléments alimentaires à base de magnésium est la génération la plus abondant de la collection avec une fréquence de 69%, puis la troisième génération et la deuxième avec des taux respectifs de 19% et 12% (**Figure 27**).

1.1.5. Classification des compléments alimentaires à base du magnésium selon les sels de magnésium

Selon la figure 28 présente l'oxyde de magnésium avec une prévalence de 24% la plus élevée, le bisglycinate représente 11% aussi que le carbonate. Ensuite, on trouve le pidolate avec une prévalence de 6%. Sulfate et le chlorure représentent, quant à eux 5%. Ainsi que Le citrate 5%. Les sels comme l'aspartate ; chlorure ; sulfate sont anecdotiques (prévalence de 2%).

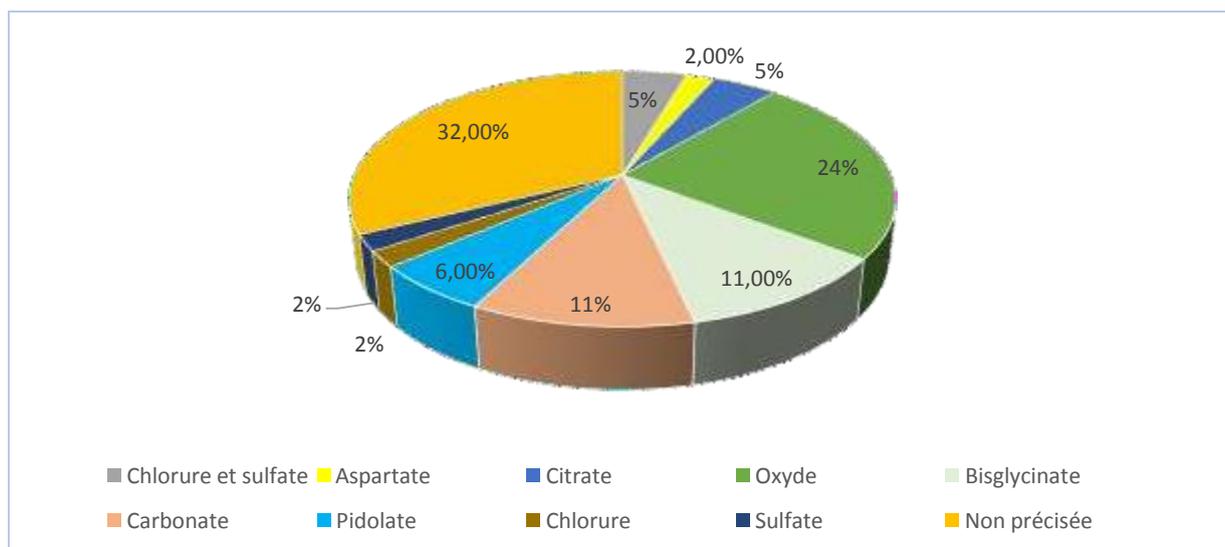


Figure 28. Les sels de magnésium contenus dans le listing des compléments

1.1.6. Classification selon le lieu de fabrication

Des données réalistes révèlent que le secteur de l'industrie pharmaceutique en Algérie a fait un pas de géant pour renforcer l'autosuffisance et atteindre la sécurité sanitaire, dont la prévalence de compléments alimentaires à base magnésium fabriquées localement est 77 %, et 23 % sont importés (figure 29).

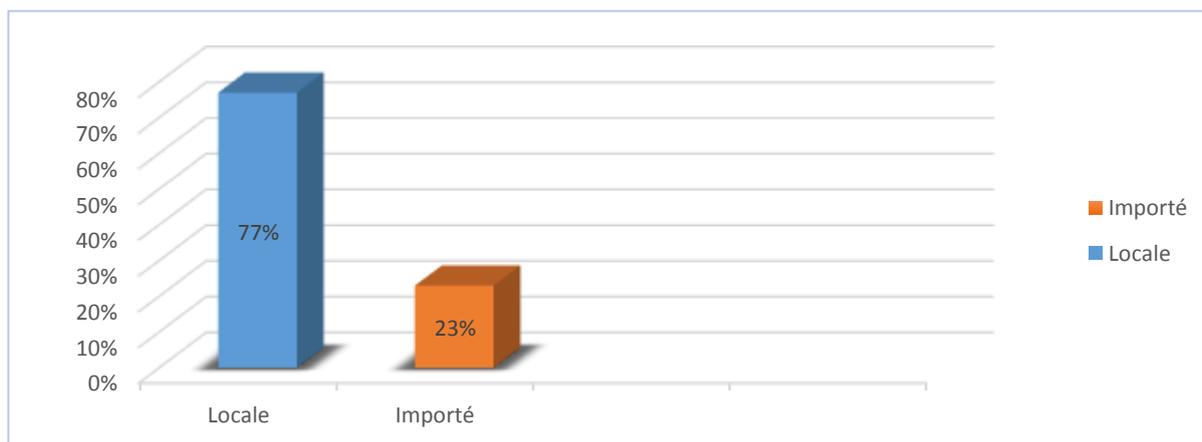


Figure 29. Répartition selon lieu de fabrication des compléments alimentaires à base du magnésium.

1.1.7. L'étiquetage des compléments alimentaires à base de magnésium

D'après notre enquête, on remarque que la plupart des produits contiennent la mention « complément alimentaire » avec un taux de **95 %** et **5 %** non mentionnée (**Figure 30**).

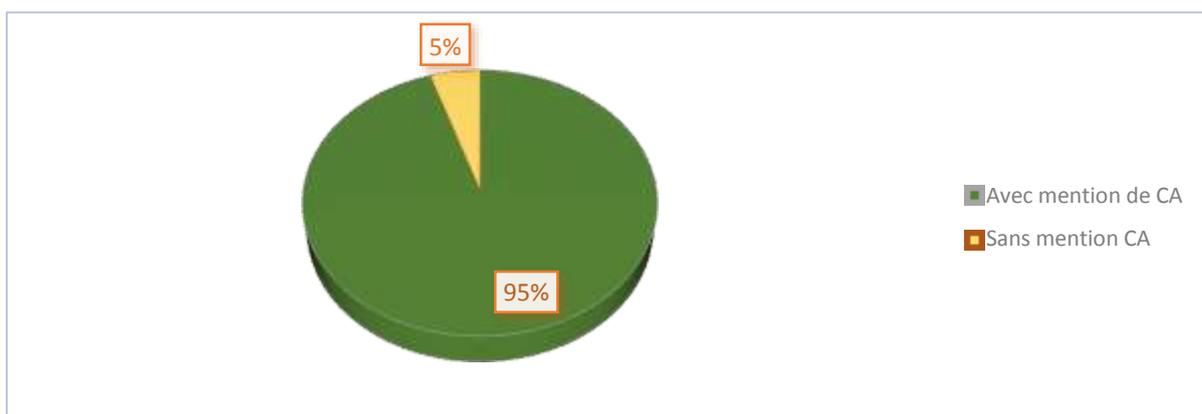


Figure 30. Présence de la mention CA sur l'étiquetage des compléments alimentaires à base du magnésium.

1.1.8. Classification selon la teneur totale en magnésium

La **figure 31**, représente la teneur totale en magnésium des compléments alimentaires à base du magnésium dont laquelle la teneur inférieure à 300 mg est la plus élevée avec un taux de **51%**, puis **23.40%** pour ceux correspond au 300 et enfin **25.60%** pour ceux supérieur au 300 mg.

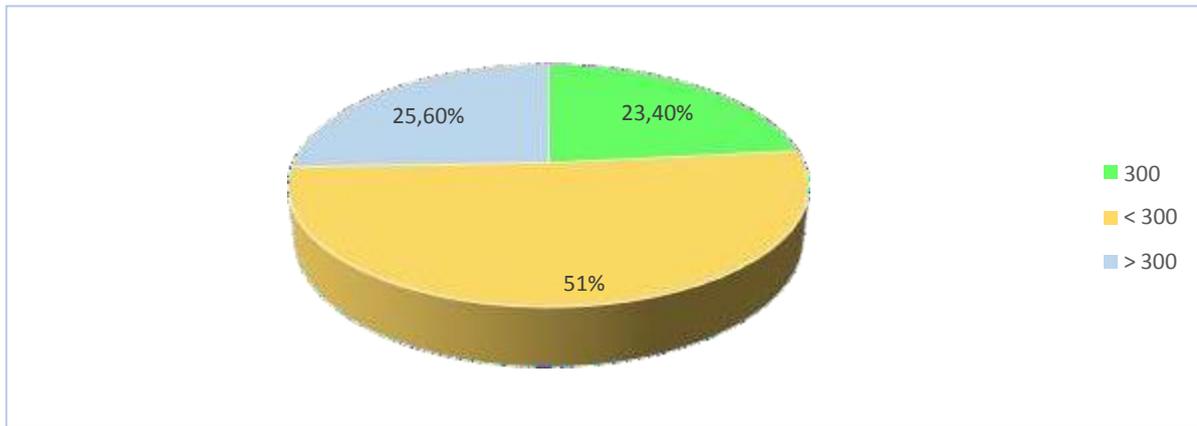


Figure31. Classification des compléments alimentaires à base du magnésium selon la teneur totale en magnésium.

1.1.9. Classification selon le prix

D’après notre inventaire, la plupart des suppléments ont un prix varie entre **500.00-1000.00 DA (70 %)**, tandis que les produits dont laquelle le prix est inférieur de **500.00DA** ont un taux de **14 %**, alors que les plus de **1000.00 DA** avec un pourcentage de **16% (Figure 32)**.

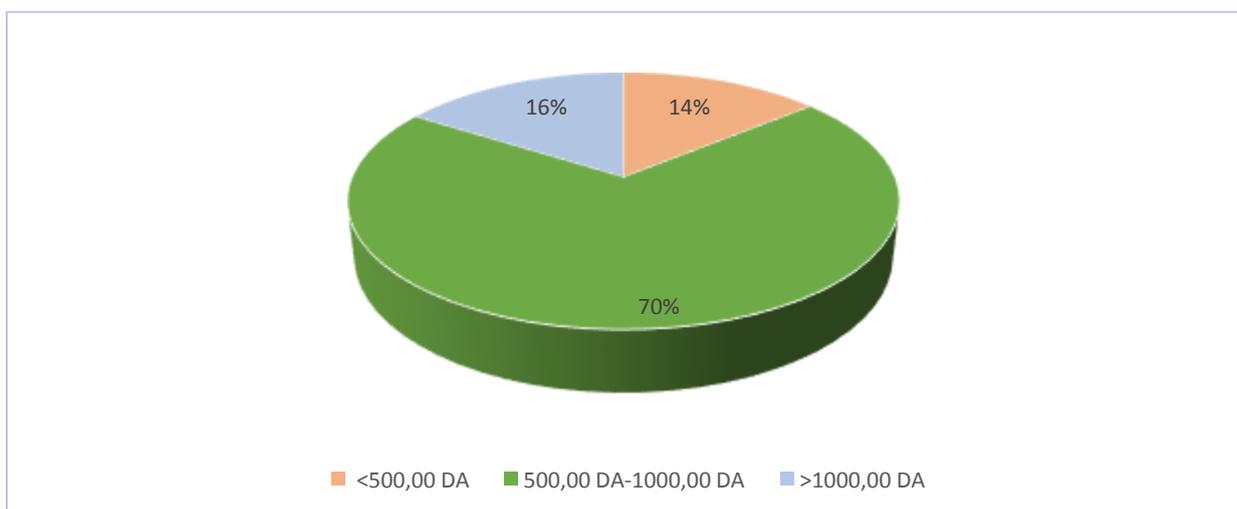


Figure 32. Le prix des suppléments du magnésium dans les officines.

1.1.10. Classification selon le taux de disponibilité

1.1.10. A. La disponibilité des compléments alimentaires à base de magnésium pendant les mois Mars, Avril, Mai dans la ville de Mila

La **figure33a**, montre la disponibilité des produits vus au sein des officines durant le mois de Mars ; la majorité des compléments alimentaires à base de magnésium sont disponibles avec un taux de 81% (35 produits) et le reste représente 19 % (8 produits) est indisponible.

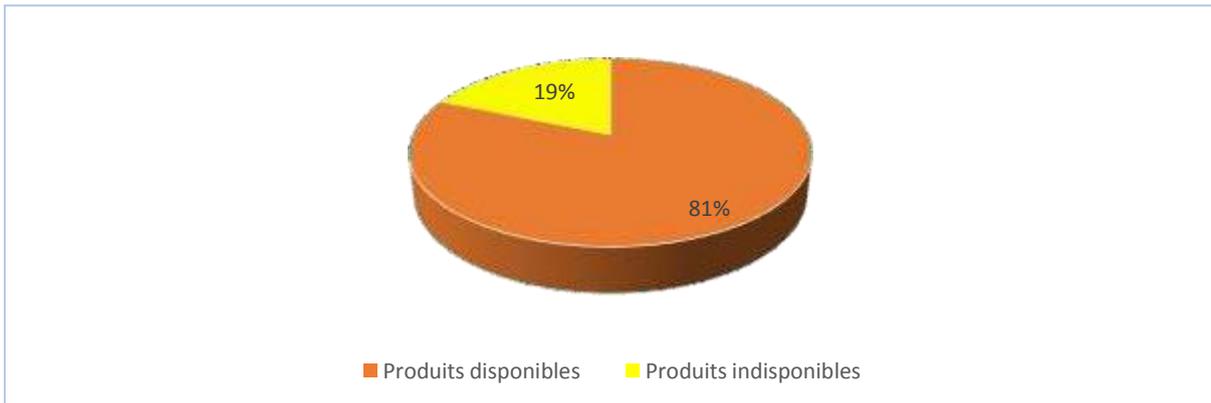


Figure33a.La disponibilité des compléments alimentaires à base de magnésium durant le mois de Mars.

La **figure33b**, montre la disponibilité des produits vus au sein des officines durant le mois d'Avril ; une diminution de disponibilité avec une moyenne de 68% (29 produits) et les autres représentent 32 % (14 produits) sont indisponibles.

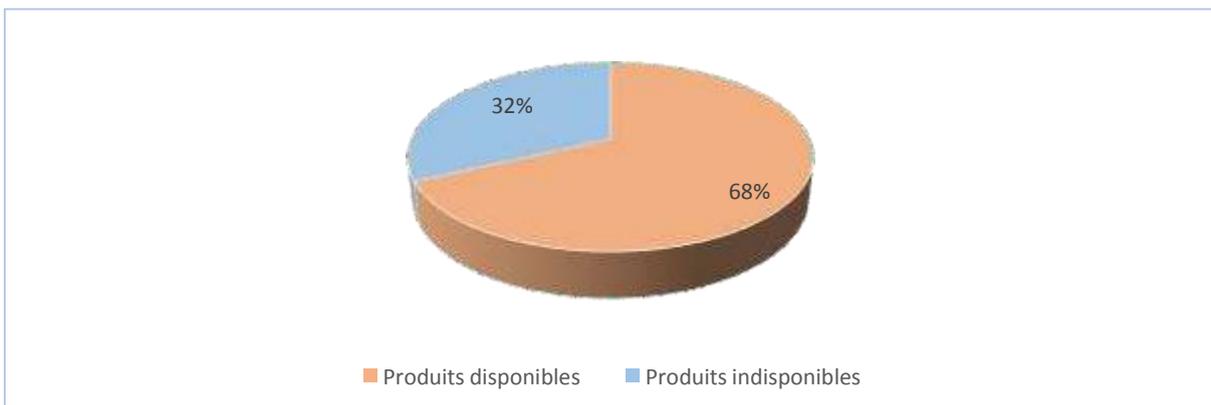


Figure33b.La disponibilité des compléments alimentaires à base de magnésium durant le mois d'Avril.

La figure33c, montre la disponibilité des produits vus au sein des officines durant le mois de Mai ; Pendant le mois de Mai, nous observons une chute de disponibilité des compléments alimentaires à base de magnésium à un taux de 44% (19 produits), le reste : 56 % des suppléments sont indisponibles (24 produits).

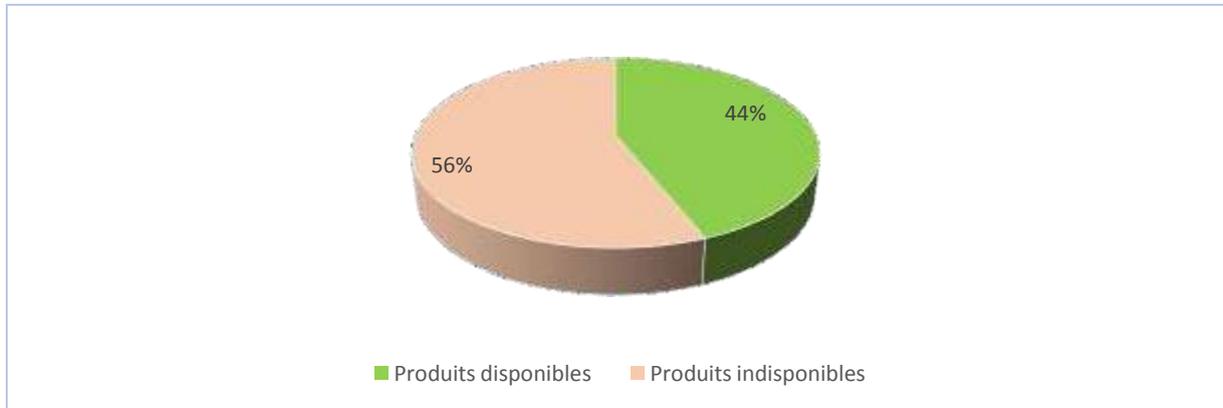


Figure33c. La disponibilité des compléments alimentaires à base de magnésium durant le mois de Mai.

1.1 .10.B.La disponibilité des compléments alimentaires à base de magnésium pendant les mois Mars, Avril, Mai dans la commune de Zeghaia :

La figure33d, montre la disponibilité des produits vus au sein des officines durant le mois de Mars ; une disponibilité assez faible par rapport la disponibilité de Mila 46.5 % (20 produits) et le reste représente 53.5 % (23 produits) est indisponible.

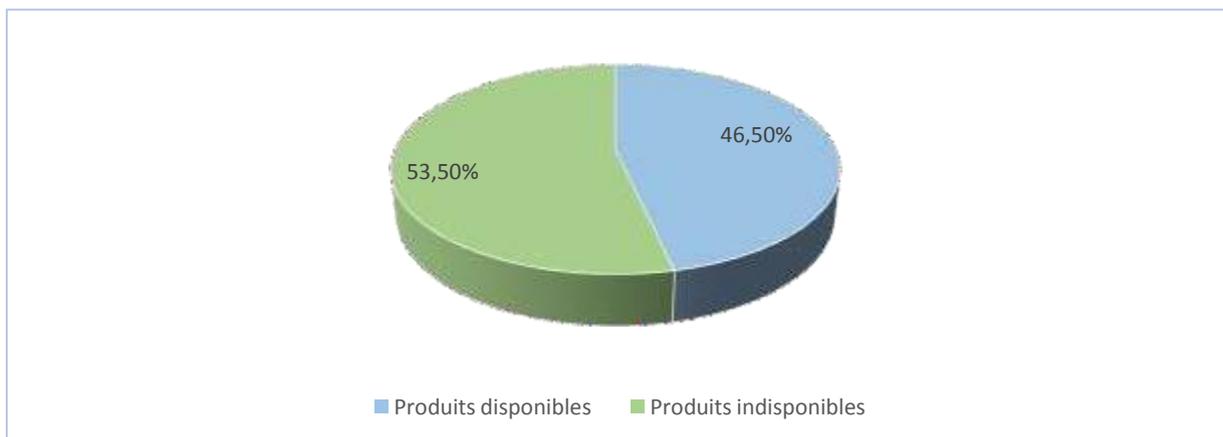


Figure33d. La disponibilité des compléments alimentaires à base de magnésium durant le mois de Mars.

La figure33e, montre la disponibilité des produits vus au sein des officines durant le mois d'Avril ; une diminution de disponibilité avec une moyenne de 39.5 % (17 produits) et les autres représentent 60.5 % (26 produits) sont indisponibles.

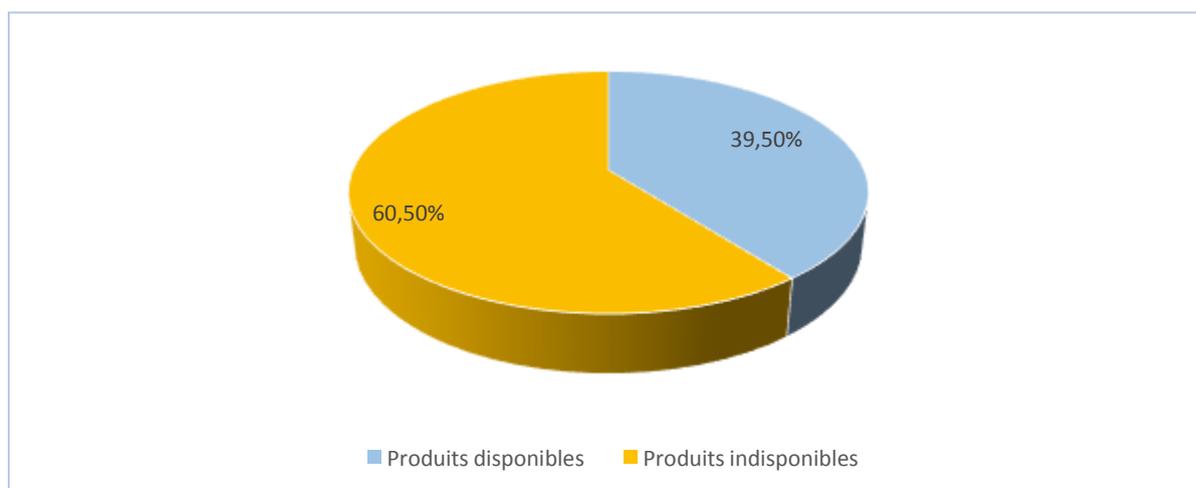


Figure33e. La disponibilité des compléments alimentaires à base de magnésium durant le mois d'Avril.

La figure33f, montre la disponibilité des produits vus au sein des officines durant le mois de Mai ; Pendant le mois de Mai, nous observons une diminution considérable de disponibilité des compléments alimentaires à base de magnésium à un taux de 28% (12 produits), le reste : 72 % des suppléments sont indisponibles (31 produits).

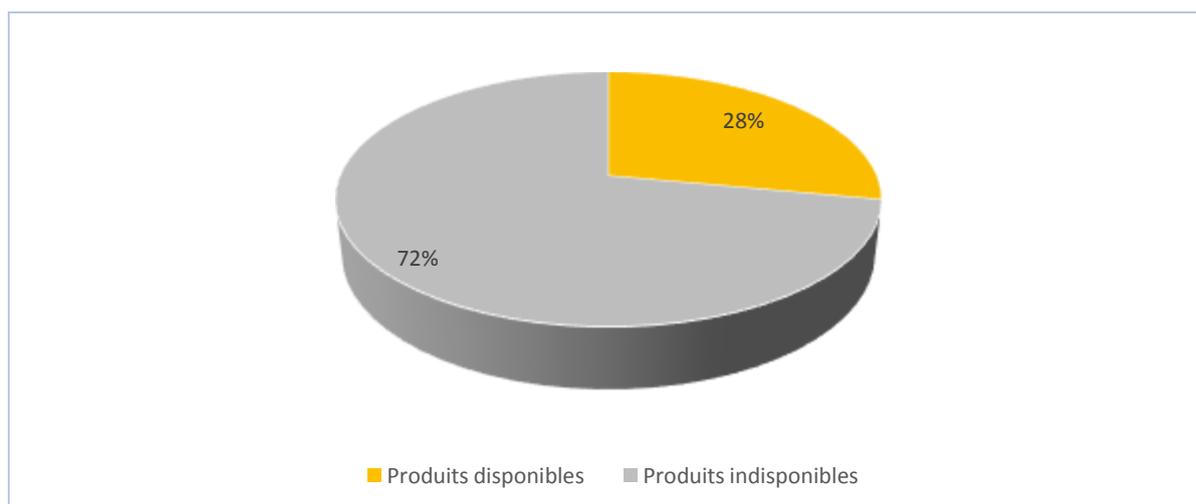


Figure33f. La disponibilité des compléments alimentaires à base de magnésium durant le mois de Mai.

1.1.11. Classification selon la composition

Selon la **figure34**, on a constaté 4 principales compositions des compléments alimentaires : les majorités sont à base des nutriments (vitamines et minéraux) avec un taux de **83%**, puis **11.30%** sont des produits sont à base d'autres ingrédients, puis **2.85%** des produits sont à base des plantes et ainsi que pour des substances nutritionnelles ou physiologiques.

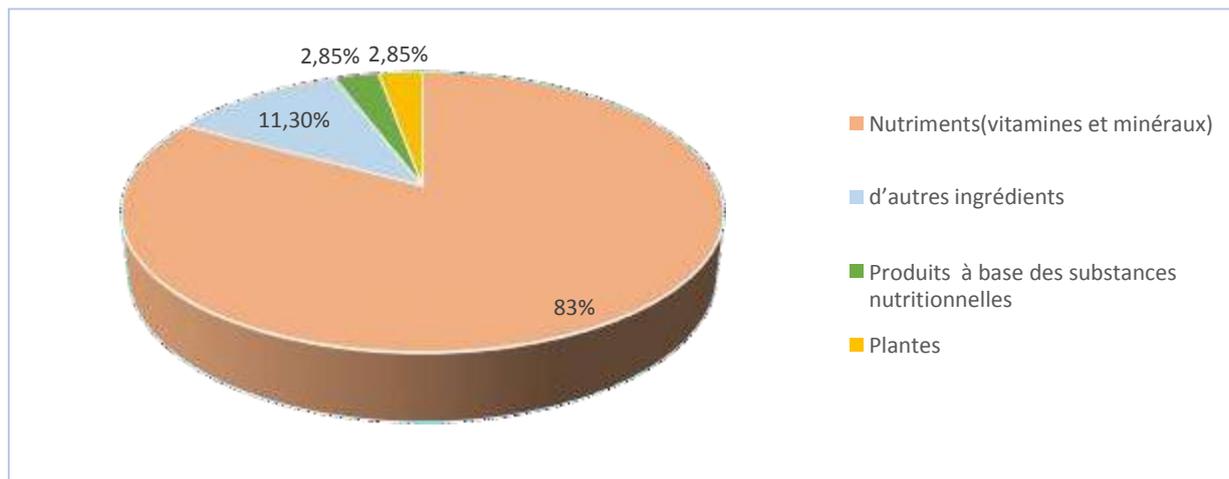


Figure34. Classification des CAs à base Mg selon leur composition.

1.1.12. Le complément le plus demandée

D'après notre enquête dans les officines de Mila et Zeghaia, la plupart des pharmaciens et les vendeurs en pharmacies répondent que le **Solyne Magnésium** 300 mg est le complément le plus demandée par les patients avec un taux de **57 %**, suivi par le **Magnol Stress** avec un taux de **43 %**(**Figure 35**).

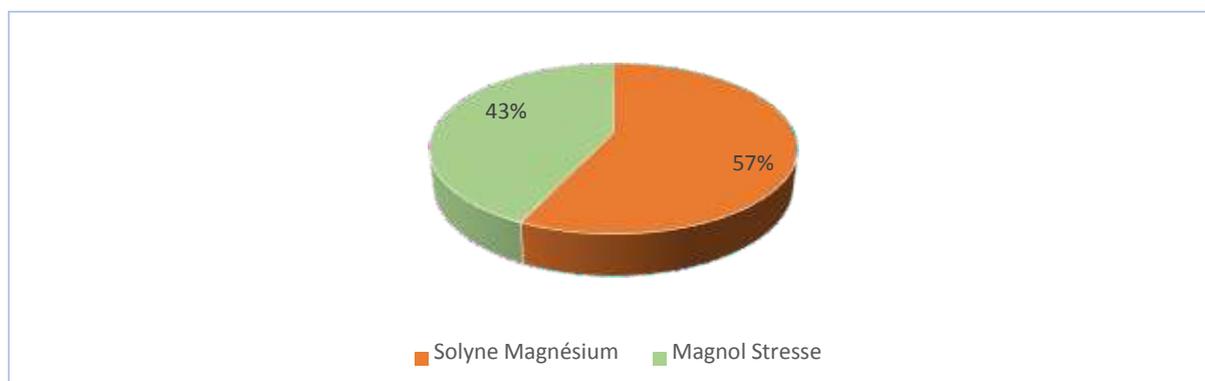


Figure35. Le complément alimentaire à base de Mg le plus demandée.

2. Estimation de la connaissance des praticiens d'officines et des étudiants

2.1. Estimation de la connaissance des officines de la ville de Mila

2.1.1. Les caractéristiques de la population des officines

a) sexe

La majorité des répondants sont des hommes, elles représentent 54% de l'échantillon (Figure 36a).



Figure36a. Pourcentage de deux sexes répondants.

b) Age

Le profil des répondants de cette enquête est majoritairement des hommes qui ont entre 30 et 40 ans (Figure 36b).

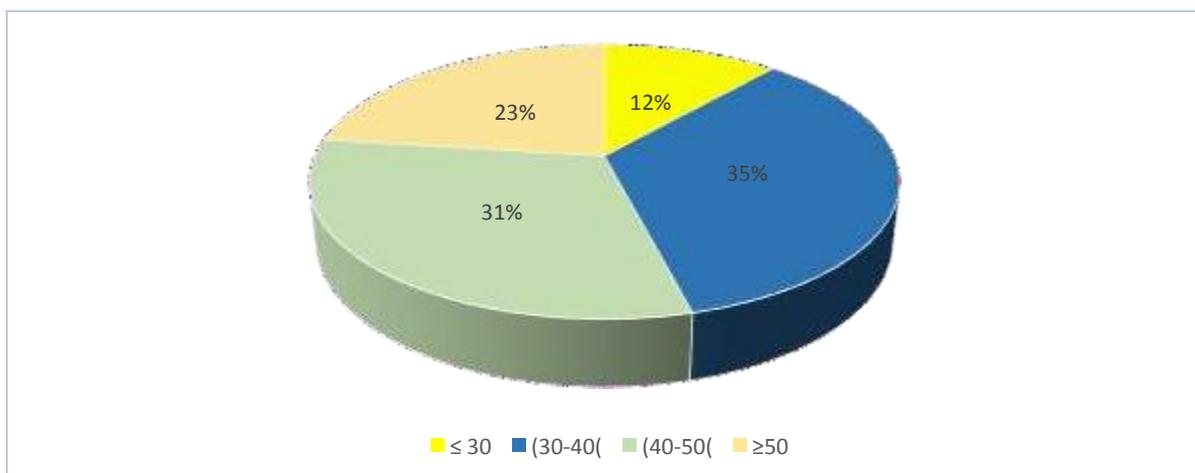


Figure36b. Age des répondants.

c) Statut (Pharmacien ou vendeur)

Ce sont les vendeurs qui beaucoup plus assistées à ce travail et répondu par taux de 61.5 % ; sachant que les pharmaciens sont moins répondu avec un taux de 38.5 % (**Figure 36c**).

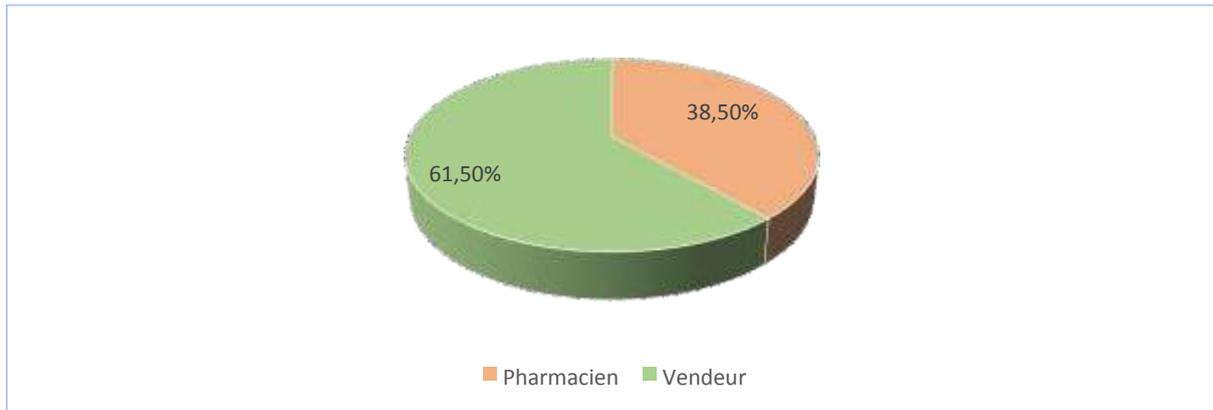


Figure36c.Représentation graphique du statut des participants.

d) Niveau d'étude

La totalité de l'échantillon enquêtée ont un niveau universitaire ; soit avec un diplôme de docteur en pharmacie ou bien diplôme master dans les branches scientifique comme biologie ; chimie pharmaceutique (**Figure 36d**).

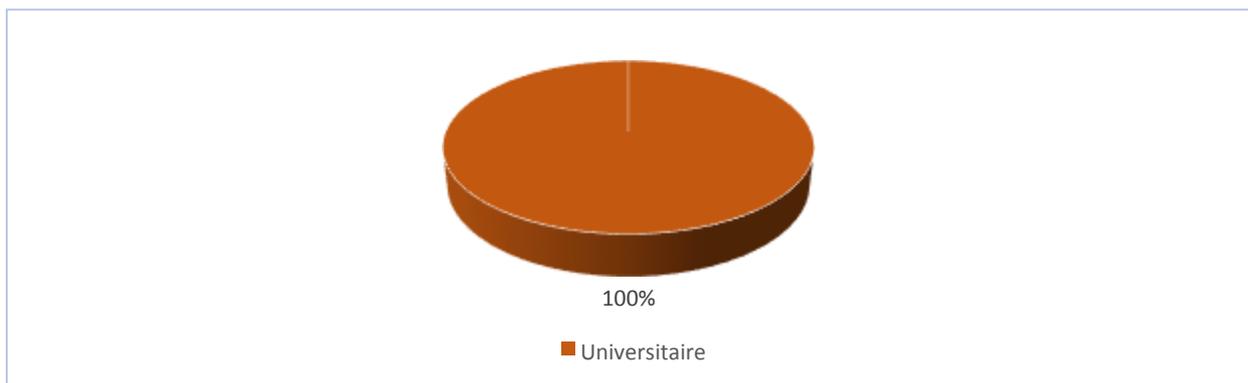


Figure36d. Niveau d'étude des praticiens d'officines.

2.1.2. Les réponses aux questions

✓ **Question 1. Les gens qui utilisent beaucoup les compléments alimentaires à base magnésiums**

Les professionnels d'officines répondent à cette question comme suivante : les gens âgés et les gens stressés sont les plus utilisés ces compléments par un taux de (20.25 %) ; puis les femmes enceintes par un taux de (18.5 %). Ensuite il y a les sportifs (15 %) et les étudiants (11 %). Les autres (15 %) ici incluent les gens qui ont un manque et une carence en Mg, les personnes avec problèmes neuromusculaires, les crampes ... (Figure 37).

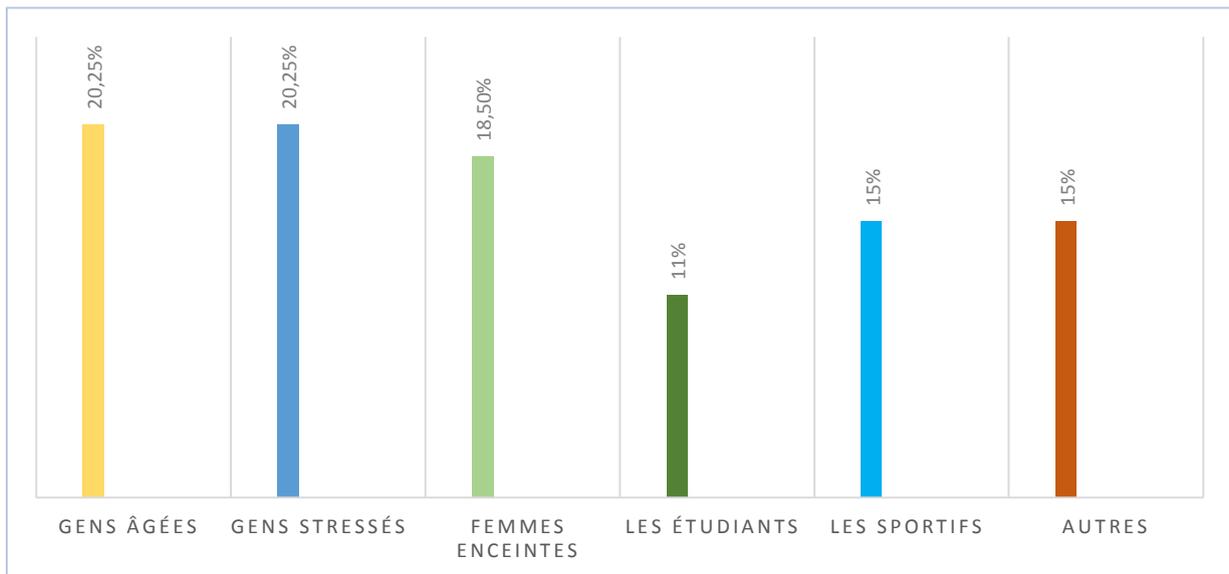


Figure 37. Les tranches utilisant les suppléments de magnésiums.

✓ **Question 2. La connaissance de magnésium marin par les personnels d'officines**

Le magnésium marin a souvent une bonne renommée. Il est naturel et provient de l'eau de mer. Cependant, il s'agit dans la majorité des cas de l'association de plusieurs sels inorganiques (notamment oxyde et chlorure) peu assimilables et laxatifs.

Presque la moitié des réponses qui concernent le magnésium marin dans les officines négatives (42.5 %) donc il est inconnu ; surtout beaucoup plus chez les vendeurs que les pharmaciens (Figure 38).



Figure38. Connaissance de magnésium marin.

✓ **Question 3.L'importance de Mg marin en vue des pharmaciens et des vendeurs en pharmacie**

Les autres qui sont trouvés le magnésium marin utile et bénéfique l'ont attribué à son importance donne la mémoire et concentration (27 %) et au fait qu'il est d'origine naturelle (46.5%) et contribue au traitement du stress et de l'anxiété (20 %). Aussi, il est mieux toléré et facile à absorber (6.5 %) (**Figure 39**).

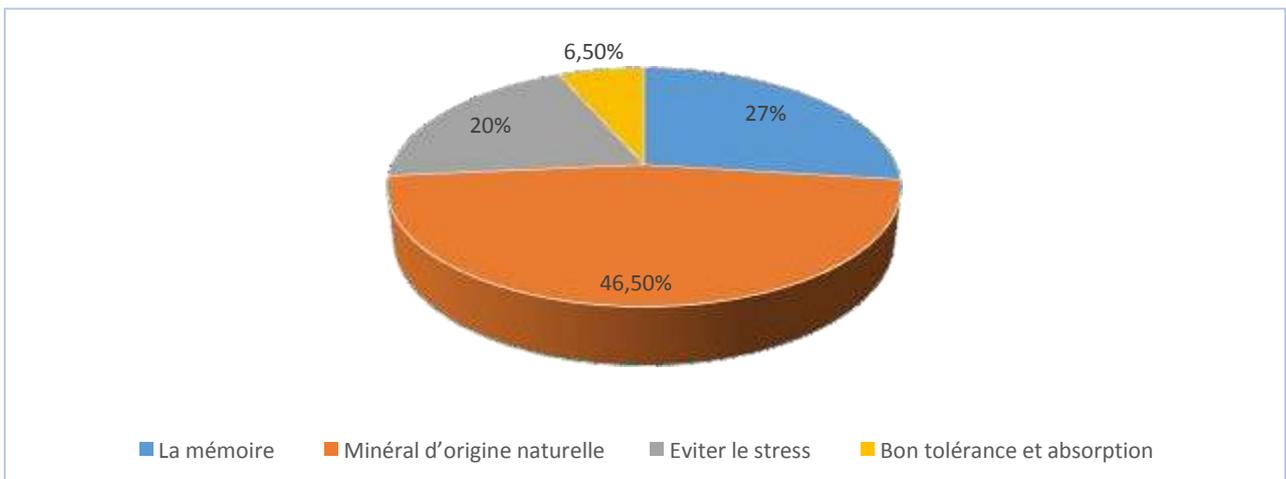


Figure39. Importance du magnésium marin.

✓ **Question 4. La connaissance des trois générations**

Selon la **figure 40**, 57.50% des professionnels de santé ont connu les trois générations du magnésium.

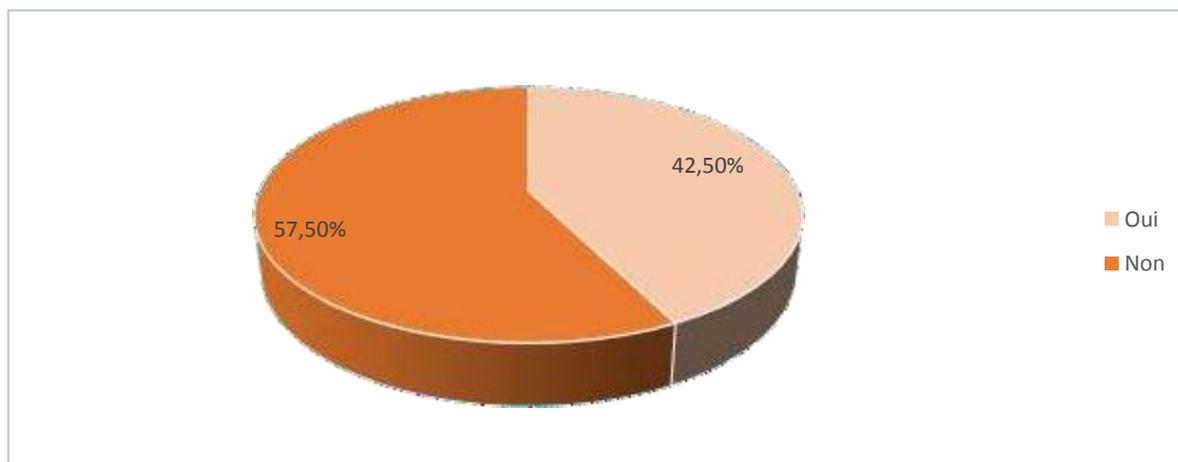


Figure 40. Connaissance des trois générations des CAs à base Mg.

✓ **Question 5. La connaissance des effets indésirables et les caractéristiques négatives de 1^{ère} génération**

Parmi les personnes qui réponsus par oui à la question dernière concernant les 3 générations (82 %) connaissez les effets indésirables et les caractéristiques négatifs de 1^{ère} génération (**Figure 41a**).

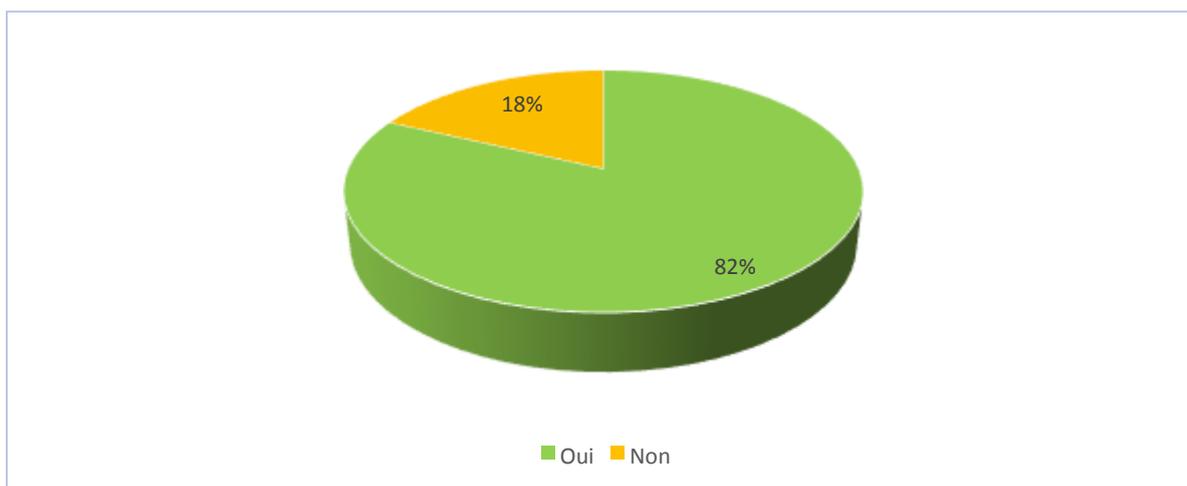


Figure41a. Connaissance des effets indésirables de 1^{ère} génération.

Selon la **figure 41b**, Ces compléments ont un effet acidifiant pour 44.5 %, et un effet laxatif très élevée par un taux de 22 %, ainsi que pour l'insomnie 22 %, allergie au Mg par un taux de 11.5 %.

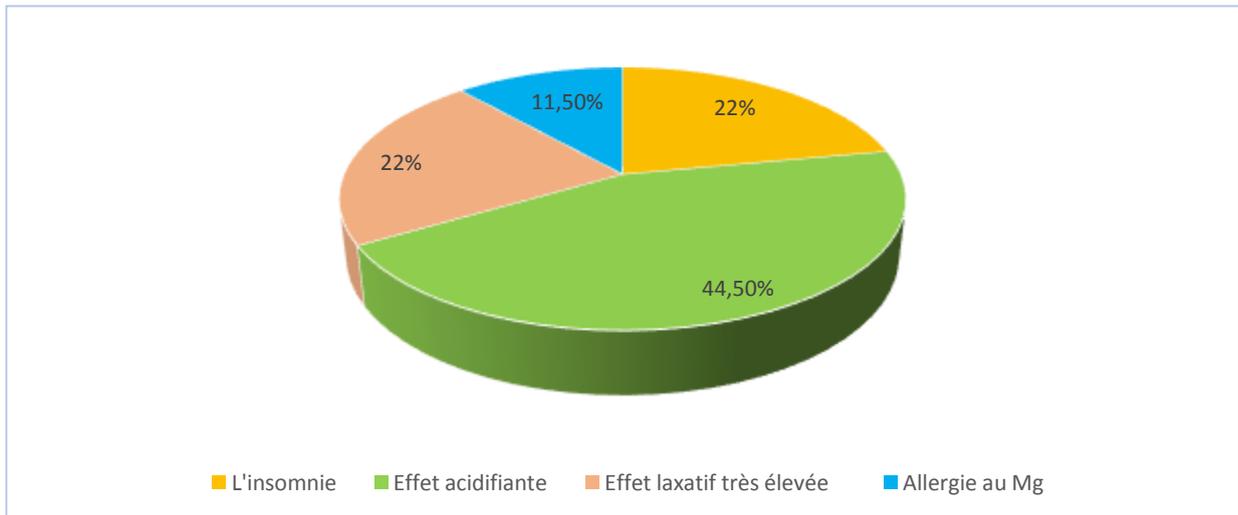


Figure 41b. Les effets indésirables de 1^{ère} génération.

✓ **Question 6. Les risques de surdosage des compléments alimentaires à base magnésium**

Concernant les risques de surdosage en magnésium sont comme indiqué dans **la figure 41**, le risque d’hypotension et vomissement avec des taux respectif de 32 % et 25%. Un taux de 22% pour le risque de diarrhée et 9.5% de réponse pas grave.

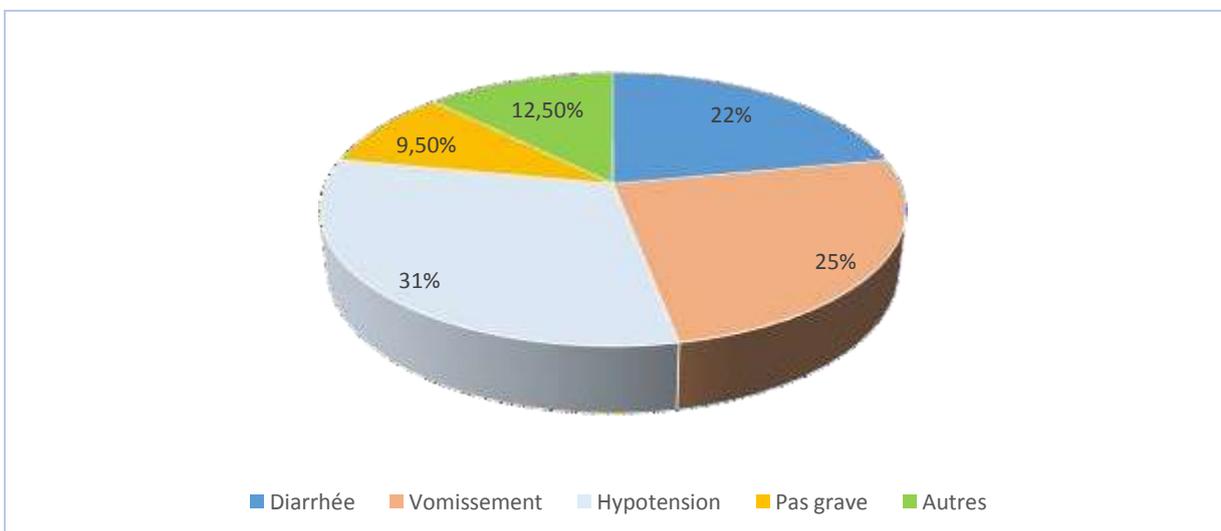


Figure 42. Les risques de surdosage en magnésium.

✓ **Question 7. Les signes de déficience en magnésium**

Selon la figure 43. Le taux élevé de 26.50% de réponse indique la fatigue, puis le stress 22.5%, la crampe 17% et 11.5% pour les troubles neuromusculaires. Pour la mauvaise concentration et le manque de sommeil et autres sont moins de 10% (

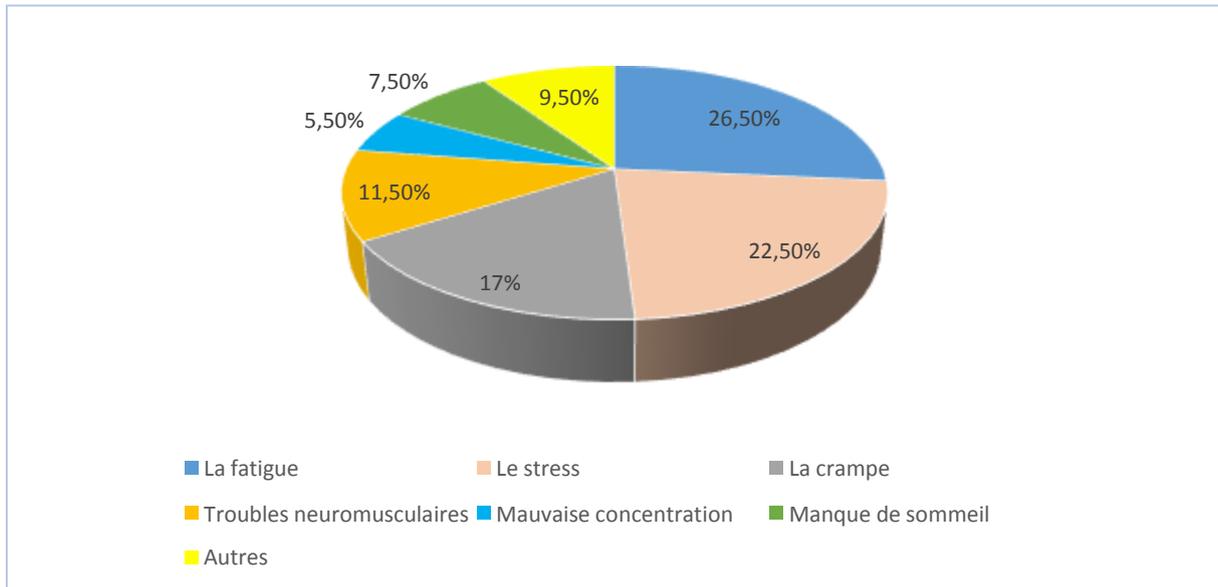


Figure43. Les signes de carence en magnésium.

✓ **Question 8. La connaissance sur le bon ou le mauvais magnésium**

Selon la figure 44, le pourcentage des réponses des pharmaciens et les vendeurs sur le bon et le mauvais magnésium dont laquelle (46 %) avec non, Le reste (54 %) répond positivement ;selon cette dernière ,il existe deux types des compléments alimentaire ; synthétiques et naturels.(54 %) des enquêtés qui répondus positivement à cette questionjustifiées leurs réponse par le principe que tous ce qui est naturel est dépourvu des substances chimiques dont l’effet susceptible néfaste pour la santé et donc bon, a l’inverse tous qui est synthétique il est mauvais.

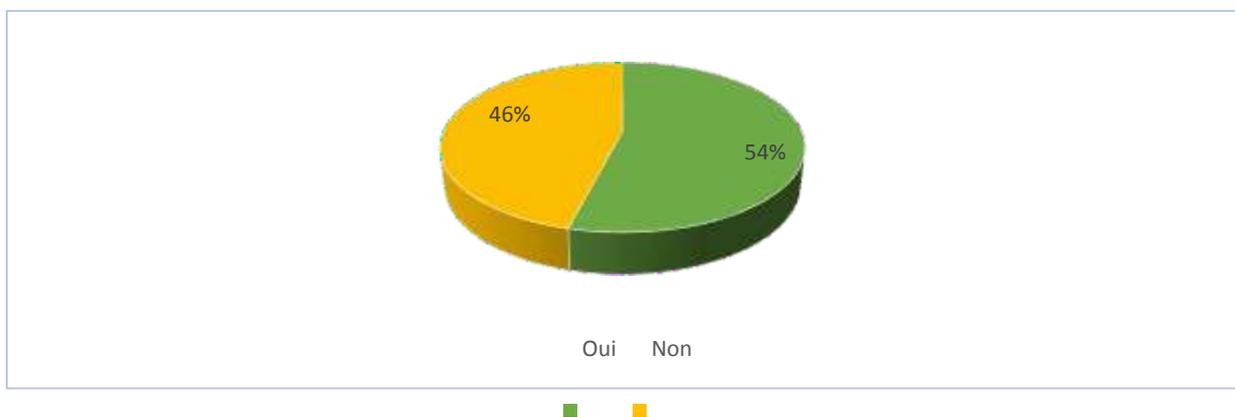


Figure 44. Connaissance de bon et mauvais magnésium.

2.2. La réponse des étudiant du centre universitaire de Mila

2.2.1. Caractéristiques de la population des étudiants

Notre étude e s'est portée sur 120 individus enquêtés ayant répondu au questionnaire sur les compléments alimentaires à base de magnésium au niveau de l'université de Mila, provenant, de toutes les facultés de l'université. A partir des informations recueillies, une analyse statistique descriptive et analytique a été réalisée. Les résultats obtenus sont les suivants :

a) le sexe

Dans notre échantillon on a recensé 43 hommes (35%) et 77 femmes (65%) (**Figure 45a**).

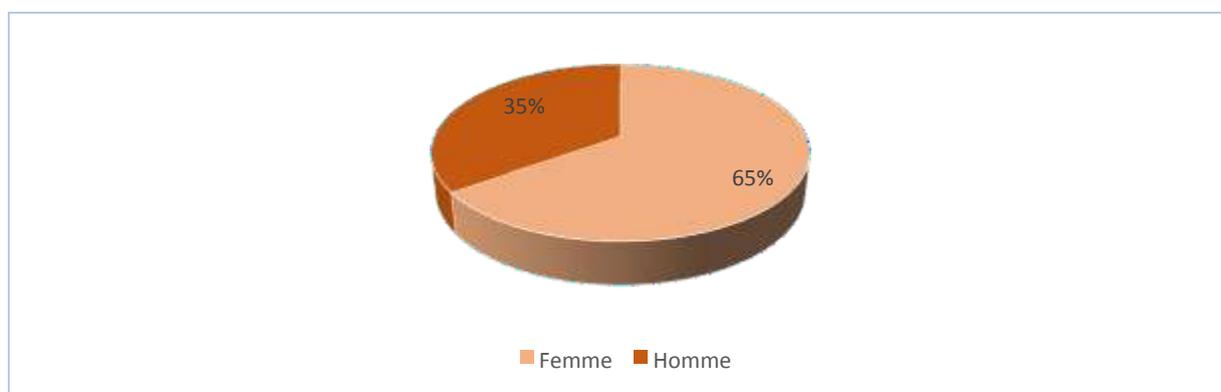


Figure 45a. Répartition de la population selon le sexe.

b) L'Age

L'étude a été menée au sein de l'université, étant donné que l'âge de la population d'étude est de 19 ans jusqu'à 30 ans. L'âge des étudiants dans notre étude est divisé en trois tranches : moins de 20 ans avec un pourcentage de (8%), entre 20 et 30 ans avec un pourcentage de (86%) et enfin, ceux qui ont plus de 30 ans avec un moyen de (6%) (**Figure 45b**).

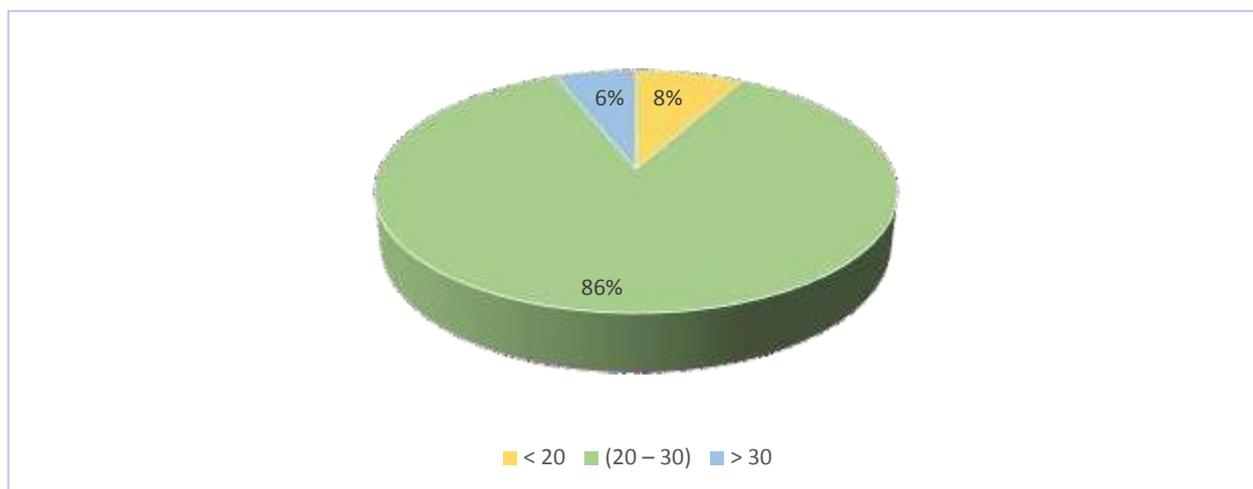


Figure45b. Répartition de la population selon l'âge.

c) l'institut d'étude

Selon la figure 45c, L'institut de SNV (Sciences de la nature et de la vie) a un taux de réponse la plus élevée avec 38%, puis l'institut ST (Sciences et techniques) avec 26%, pour l'institut SE (Sciences économiques) et lettres et langues avec le taux 13%, en fin, l'institut MI (Mathématiques et informatiques) avec 9%.

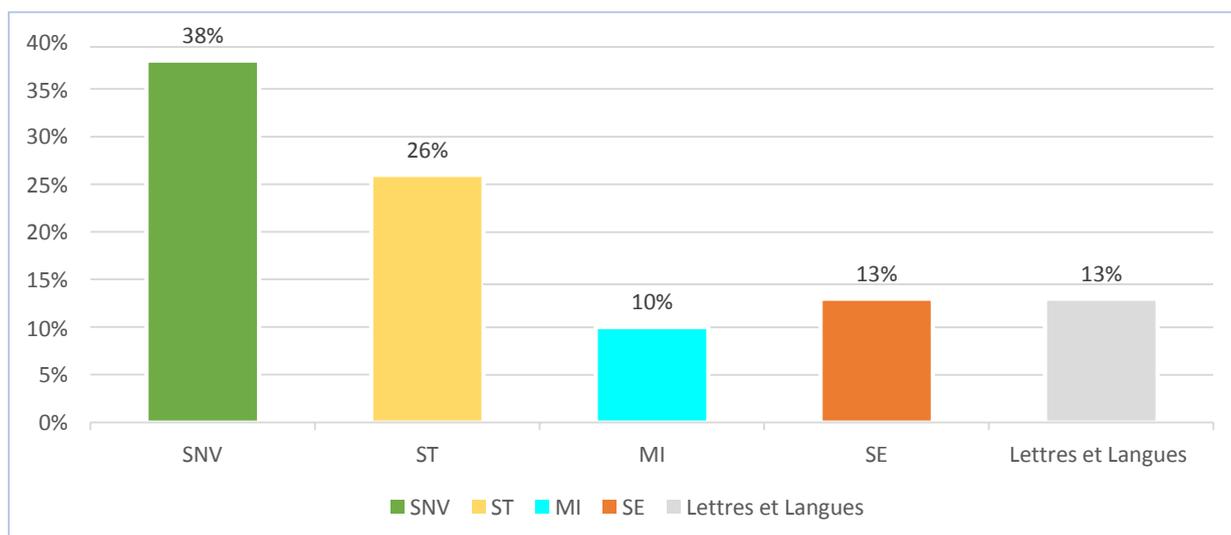


Figure45c. Répartition de la population selon l'institut d'étude.

2.2. Les réponses aux questions

✓ Question 1. La connaissance des compléments alimentaires

Pour la connaissance du concept de complément alimentaire, nous constatons que 112 étudiants connaissent au moins ce concept avec un taux de (93%), et (7%) des étudiants sont répondues par non (**Figure 46**).



Figure 46. Connaissance du concept de complément alimentaire par les étudiants.

✓ Question 2. La connaissance des compléments alimentaires à base magnésiums

Dans cette session, les compléments alimentaires à base magnésiums sont connues avec prévalence de (76%) parmi de 120 étudiants (**Figure 47**).

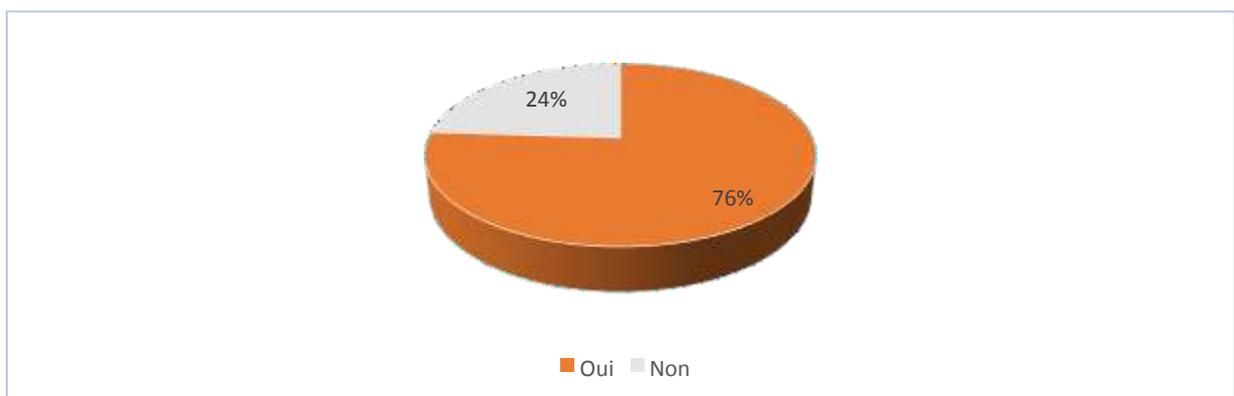


Figure47. Connaissance du concept de complément alimentaire à base magnésium.

✓ **Question 3. Les motifs d'utilisation de magnésium**

D'après la **figure 48**, nous avons constaté que « la fatigue » est la réponse la plus citée comme motif de consommation de magnésium par les étudiants (49.5 %), d'autre motif « le stress » qui est plus fréquent aussi 27.50. 12 % répondaient avec stress et fatigue. Certaine des étudiants disaient que «le manque de sommeil » est un raison pour la prise de magnésium (6.5 %).

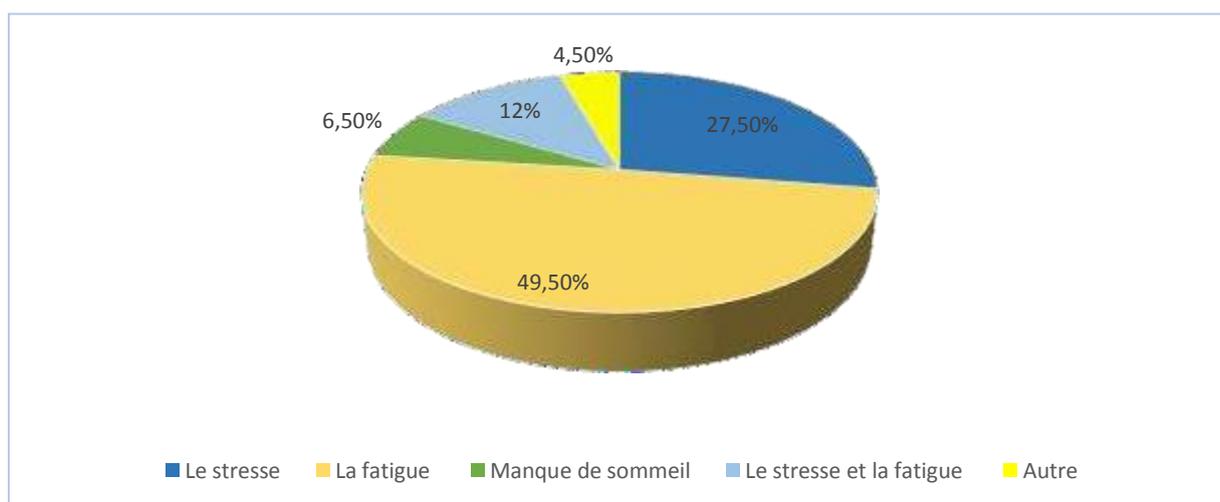


Figure48. Motifs de supplémentation de magnésium en vue des étudiants.

✓ **Question 4. La connaissance des risques de surdosage des compléments alimentaires à base magnésiums**

Concernant les risques de surdosage des compléments alimentaires à base magnésiums, la plupart des étudiants ont aucune idée sur ce point (84.5 %). le reste (15.5 %) sont répondu positivement et donne : bradycardie comme conséquences de surdosage (**Figure 49**).

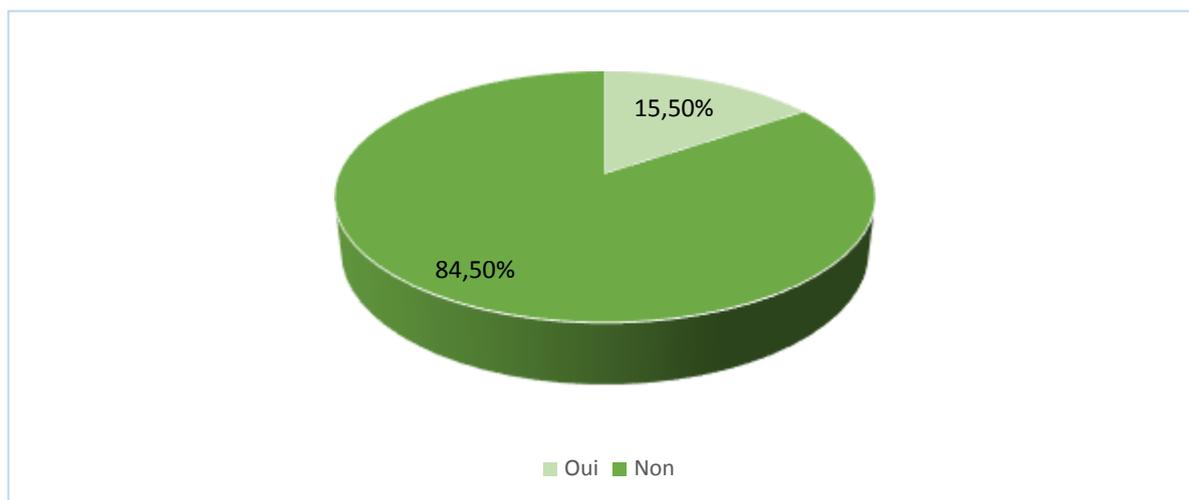


Figure 49. Connaissance des risques de surdosage des compléments alimentaires à base magnésium par les étudiants.

✓ **Question 5. La connaissance des signes de déficit en magnésium**

La connaissance des étudiants sur les signes de déficit en magnésium est bien par rapport ce concernant les risques de surdosage. 87% connaissent les signes de déficit en magnésium. La fatigue est le signe le plus courant du manque de corps en magnésium par une fréquence de (42 %) suivi par la crampe par un taux de (16 %) et le stress (14%), d'autre comme les neuromusculaires par un taux de (9 %). Ce sont les signes les plus connus dans le milieu universitaires (**Figure 50**).

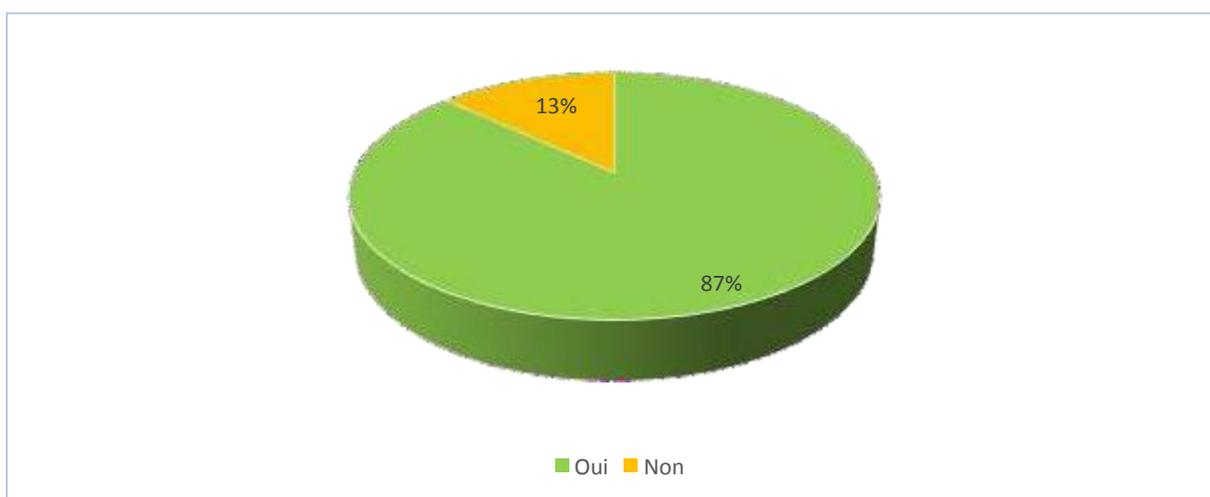


Figure 50 a. Les signes de déficit en magnésium selon les étudiants.

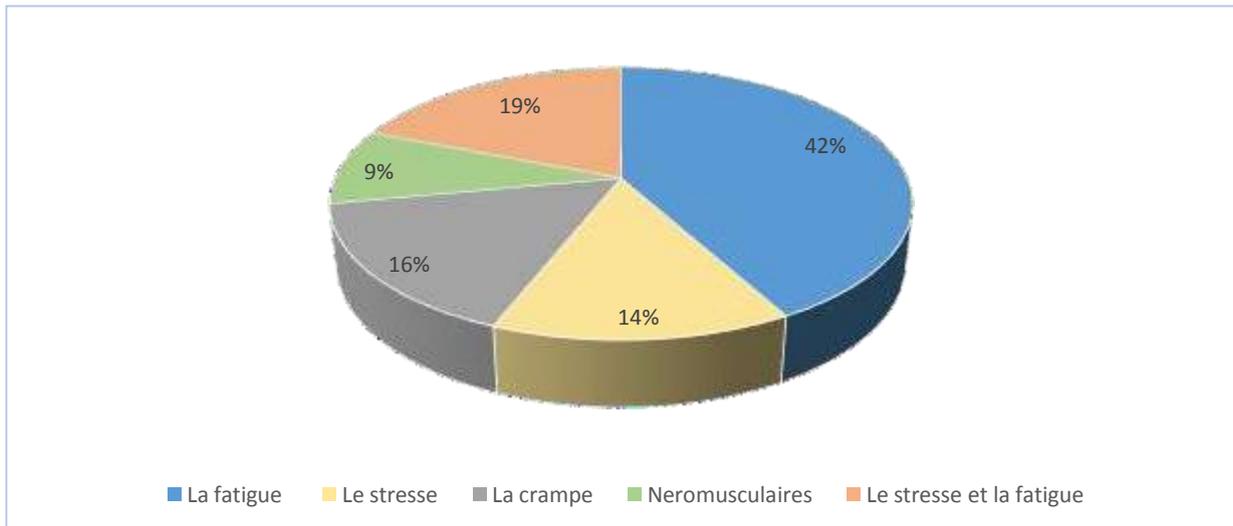


Figure 50 b. Les fréquences des signes de déficit en magnésium selon les étudiants.

✓ **Question 6. La connaissance des trois générations des compléments alimentaires à base magnésiums**

La connaissance des étudiants sur les générations des CAs à base Mg est négligeable dont (4 %) seulement qui connaitre elles (**Figure 51**).

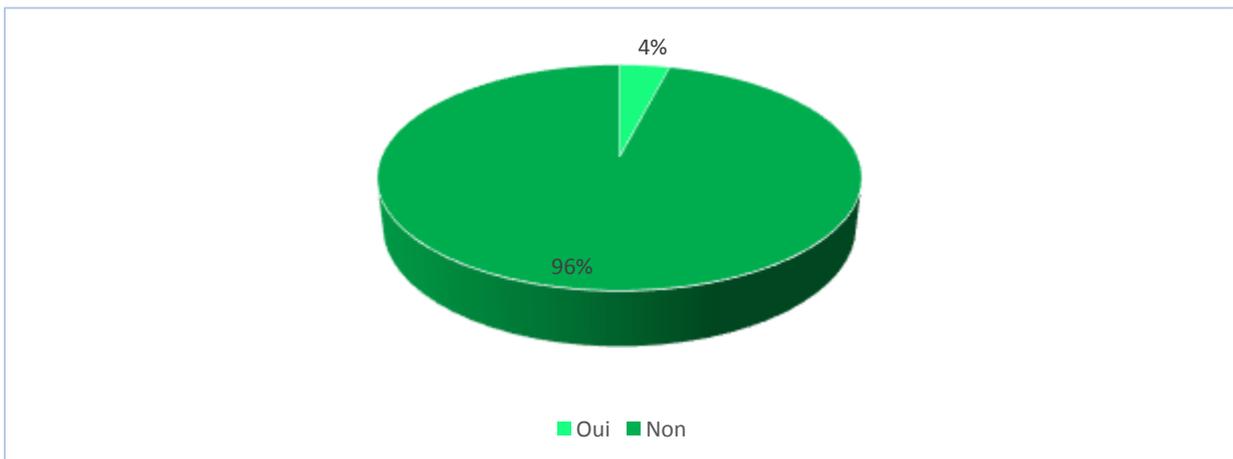


Figure51. Connaissance des générations des CA à base Mg par les étudiants.

Question 7. La connaissance sur le magnésium marin

De nombreuses publicités et informations sont véhiculées par rapport au magnésium marin. Cependant, il s'avère que les personnes sont en général peu informées à ce propos (97%) des étudiants n'ont aucune connaissance à ce sujet (**Figure 52**).



Figure52. Connaissance magnésium marin par les étudiants.

Question 8. La connaissance de bon ou mauvais magnésium

Selon **la figure 53**, la totalité des enquêtées ne connaît pas la réponse à cette question donc répondez par non (100 %).

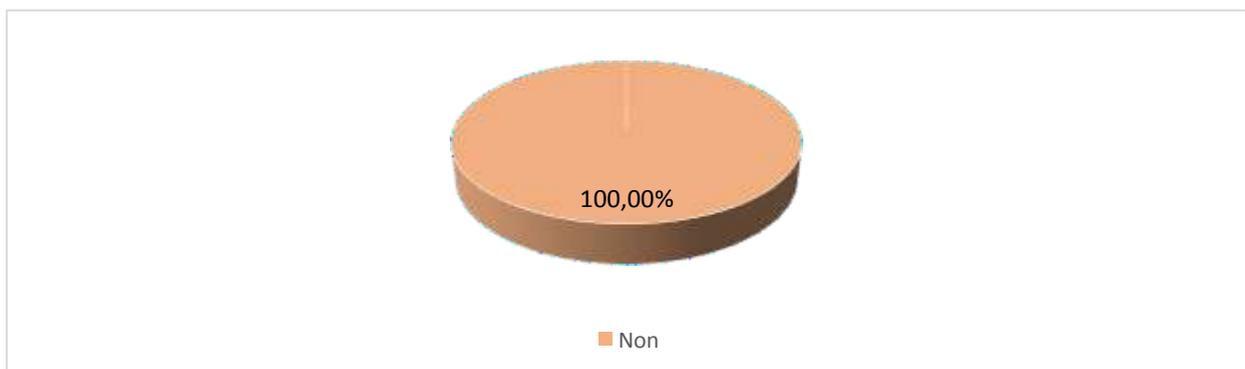


Figure53. Connaissance de bon et de mauvais magnésium par les étudiants.

Discussion

Discussion

La surveillance des CAs permet d'explorer les caractéristiques pharmaceutiques et médicales en relation avec la santé du patient, la composition biochimique, et la forme galénique....etc. Un tel suivi nous renseigne sur la diversité et l'évolution des produits en fonction du lieu et/ou du temps. Dans ce travail, un listing de supplémentation magnésienne établit après une enquête sur les officines de Mila et Zeghaia.

Les pharmacies de la ville de Mila ont répondu à notre enquête avec un pourcentage de 94.60%, pour la commune de Zéghaia avec un taux de 83.34 %. Pour la forme galénique, 09 formes galéniques de compléments alimentaires à base de magnésium à différents taux, où l'ampoule avec une fréquence de 26% est la plus élevée. La seconde forme la plus courante est les comprimés et les comprimés effervescents avec une fréquence de (21%) et (19%) respectivement. Puis il y a les gélules (16%). Le reste des formes représentent des pourcentages qui ne dépassent les 10% comme les sirops (7%) ; les flacons (5%) ; les capsules, les pastilles effervescentes et les sachets avec les faibles pourcentages (2%). Cette supplémentation est destinée pour les adultes avec un taux de 67%, des compléments destinés aux adultes et enfants avec un taux de 19 %. Ensuite, 7 % seulement pour les enfants.

Enfin, la proportion des compléments alimentaires sans tranche d'âge précisée est 7%. Concernant les générations, la 1ère génération des compléments alimentaires à base de magnésium est la génération la plus abondante dans les officines que la 2^{ème} et la 3^{ème} générations avec une prévalence de 69 %. Pour la composition en sels de magnésium, 8 sels sont constatés dont certaines sels de magnésium sont plus fréquents que d'autres. Le plus représenté est l'oxyde de magnésium avec une prévalence de 24%. Le bisglycinate représente 11% tandis que le carbonate. Ensuite, on trouve le pidolate avec une prévalence de 6 %. Sulfate et le chlorure représentent quant à eux 5% .Ainsi que le citrate 5%, les sels comme l'aspartate ; chlorure ; sulfate sont anecdotiques (prévalence de 2%). Selon **Guettiche et al. (2022)**, Les comprimés occupent la fréquence la plus élevée, l'oxyde de magnésium reste le sel dominant le listing et corroborent les travaux de (**Guettiche et al. 2022; Avensac 2018**).

L'industrie des produits pharmaceutiques comme ces compléments a connu une évolution remarquable par rapport les années passées ; dont le pourcentage des compléments alimentaires à base magnésium fabriquées localement est 77 %, le reste est importé.

D'après notre enquête, on constate que 95 % des compléments sont mentionnés par « complément alimentaire ».

A partir de ces études et selon la teneur en magnésium ; on peut classer ces suppléments en : inférieure à 300 mg avec un taux de 51%, puis 23.40 % pour ceux correspondant au 300 et enfin 25.60 % pour ceux supérieurs au 300 mg. D'après notre inventaire, la plupart des suppléments ont un prix qui varie entre 500.00-1000.00 da (70 %).

La disponibilité de notre supplémentation représente 81% le mois de Mars, 68% le mois d'Avril et 44% le mois de Mai dans la ville de Mila, elle est différente de celle de **(Guettiche et al. 2022)** dans la ville de Mila qui ont présenté une disponibilité de 95.24% le mois de Mars, 78.60% le mois d'Avril et 100% le mois de Mai. Pour Zéghaia une disponibilité de 46.5 % le mois de Mars, 39.5 % le mois d'Avril et 28 % le mois de Mai. La diminution de disponibilité le mois d'Avril et de Mai est probablement due au changement de la dynamique pharmaceutique. Pour la différence entre la ville de Mila et la commune de Zéghaia est due probablement au nombre des habitants et la différence de l'activité commerciale.

Les vitamines et les minéraux sont les constituants majeurs des compléments alimentaires à base de magnésium par une prévalence de 83%, il y a aussi d'autres produits à base d'autres ingrédients, des produits à base de plantes et de substances nutritionnelles ou physiologiques qui sont moins fréquents.

Concernant l'estimation de la connaissance des officines et des étudiants, plusieurs se sont intéressés à évaluer la connaissance du public vis-à-vis des CAs **(Elsahoty et al, 2022 ; Brunelli et al, 2023 ; David et al., 2017)**.

Pour les officines, Les gens âgés et les gens stressés sont les plus utilisés ces compléments alimentaires par un taux de (20.25 %), puis les femmes enceintes par un taux de (18.5 %). Ensuite il y a les sportifs (15 %) et les étudiants, les gens qui ont un manque et une carence en Mg, les personnes avec des problèmes neuromusculaires, les crampes ...

Le magnésium marin est un sujet peu connu par le personnel des pharmacies avec une prévalence de leur connaissance (57.5%) qui ont attribué à son importance dans la mémoire et la concentration (27 %), il est un minéral d'origine naturelle (46.5%) qui vainc le stress et l'anxiété (20 %). Aussi il est mieux toléré et facile à absorber (6.5 %).

Les compléments alimentaires à base de magnésium sont classés en trois générations selon le type de sel qui est contenu. D'après notre enquête, (57.5 %) des réponses sont négatives.

Les sels de première génération, les sels inorganiques, comme le chlorure, l'oxyde... etc. présentent le désavantage d'être laxatifs. Ils ont en général une faible tolérance. Ces premiers sels ont été très utilisés et ont un coût faible. Ils peuvent avoir un pouvoir acidifiant comme le chlorure par exemple (**Roth, 2017**). Notre étude a constaté que 82 % des personnes connaissent les effets indésirables et les caractéristiques négatifs de 1^{ère} génération parmi qu'ils connaissent les 3 générations. Les risques de surdosage les plus courants de ces produits comme : l'hypotension, vomissement, la diarrhée... en revanche, la fatigue, le stress ou des crampes sont les symptômes les plus fréquents d'une déficience en magnésium. Les réponses concernant le surdosage et le déficit en magnésium accordent la littérature scientifique, les signes de l'hypomagnésémie est associée à des crampes, stress, fatigue, arythmie cardiaque, dépression,... etc. (**Badran, 2009 ; Penquerc'h et al., 2014**). Alors que pour l'hypermagnésémie, elle reste asymptomatique, au-dessous de 2mmol/l, et dans les cas sévères, on peut assister à une diminution de la conduction cardiaque, nausées, vomissement, chaleur, arrivant à la paralysie et l'arrêt cardiaque (**Blanchard, 2008**). Pour le bon et mauvais, la réponse des officines articule leur réponse sur la présence de deux types de magnésium, synthétique et naturels. Le choix du bon et mauvais magnésium est dû au critère de la biodisponibilité (**Roth, 2017 ; Avensac, 2018**). Les sels organiques, de deuxième génération, représentent une bonne biodisponibilité et une bonne assimilation, considérant un élément de preuve pour le choisir, moins un sel est assimilable, moins il sera utilisé par l'organisme et plus l'effet laxatif sera important (**Azouagh, 2020**). Malgré la connaissance des personnels des officines des trois générations, l'idée juste sur le bon et mauvais magnésium était erronée. Au nord de l'Italie, une connaissance non satisfaisante a été donnée pour les pharmaciens dans une étude observationnelle sur les Cas (**Brunelli, 2022**).

Concernant la connaissance des étudiants du centre universitaire de Mila, Sur le plan connaissance de complément alimentaire, il semble que la quasi-totalité des étudiants dispose une connaissance de ce concept, donc est un terme assez répondu dans le milieu des étudiants avec un taux important soit (93%) ; et de ceux concernant du magnésium (76%). Pour les étudiants, le magnésium est utilisé essentiellement dans un but de vaincre la fatigue (49.5%), le stress et l'anxiété (27.5%). Lorsque il y a un surdosage en magnésium, il y a des risques comme l'hypermagnésémie ; bradycardie. Lorsqu'il y a une carence en magnésium dans le corps, il y a des symptômes, notamment : La fatigue qui est le signe le plus fréquent (42 %). D'autres signes comme la crampe, le stress... sont moins fréquents. Ces réponses accordent la littérature scientifique (**Badran, 2009 ; Blanchard, 2008**).

La connaissance des étudiants sur les générations des CA à base Mg est quasi inexistante, où seulement (4 %) en ont une idée, de même pour le magnésium marin (3 %). Finalement, on peut dire que la connaissance des étudiants sur le bon et le mauvais magnésium est inexistante, ils sont répondus négativement sur la question : « Avez-vous une idée sur le bon et le mauvais magnésium ? » Par un taux de 100 %. Nous pouvons dire que la réponse des étudiants pour les trois générations, le magnésium marin et le bon et mauvais magnésium reflètent d'une connaissance très faible et un niveau non satisfaisant.

Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives

D'après l'inventaire du listing de supplémentation magnésienne issu de la zone de Mila et Zeghaïa, nous pouvons conclure, que les CAs à base de magnésium sont disponibles sous plusieurs formes galéniques (gélules, ampoule, sachets,...et) dont la forme ampoule a la plus grande fréquence et destinés pour plusieurs tranches d'âges. Sur le plan de composition biochimique, la majorité écrasante est composée de nutriments (vitamines et minéraux) et dominé par les sels de première génération dont l'oxyde de magnésium est le plus fréquent. Les produits de notre supplémentation proviennent en grande partie de la production locale et portent la mention « complément alimentaire ». Le suivi de disponibilité au cours de trois mois (Mars, Avril, Mai) dans la ville de Mila et la commune de Zeghaïa montre une diminution bien marquée.

L'estimation de la connaissance des praticiens des officines de la ville de Mila montre une bonne connaissance pour les éléments de questionnaire sauf pour le point du bon et mauvais magnésium ou toutes les réponses étaient erronées. Pour la connaissance des étudiants du centre universitaire –Abdelhafidh Boussouf vis-à-vis le questionnaire donné, cette dernière montre une bonne satisfaction sauf pour les trois générations, le magnésium marin où la connaissance était quasi inexistante et totalement inexistante pour le point du bon et mauvais magnésium.

A partir de ces résultats nous pouvons dégager les perspectives suivantes :

- ✓ Faire des surveillances médicales du magnésium dans les autres régions d'Algérie
- ✓ Etude de qualité de la supplémentation magnésienne
- ✓ Caractériser la variabilité du potentiel antioxydant entre les trois générations du magnésium.
- ✓ Evaluer le pouvoir protecteur du magnésium contre le stress chez l'homme et l'animal
- ✓ Estimation les attitudes et le comportement planifié du public vis-à-vis le magnésium.
- ✓ Etudier d'autres types de compléments alimentaires comme la vitamine C, le calcium,...etc

Références
Bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Académie Médicale Montaigne.** Le magnésium. 2013.Disponible sur: <http://academie-medicale-montaigne.e-monsite.com>.Consulté le 18 avril 2023.
- **Aikawa J. K.** Biochemistry and physiology of magnesium . world review of nutrition and dietetics,1978,28,112-142.
- **Allepaerts S , De Flines J , Paquot N .** Nutrition de la personne âgée,2014.
- **Arnoult M & Marèbe W.** Sport: les meilleurs compléments alimentaires pour sportifs,2022.
- **Athmani S, et Baba D.** Les compléments alimentaires consommés par les sportifs de la région de Tlemcen : composition et effets sur les paramètres biochimiques sanguins. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de docteur en pharmacie,2017.
- **Avensac M.** Le magnésium dans la prise en charge du stress à l'officine. Thèse de docteur en pharmacie Toulouse, 2018 ; 95p.
- **Audilo.** Quel est le rôle des complément alimentaire [Consulté le 29 mai 2023] .
- **Auffre T, kinésithérapeute, ostéopathe du sport.** Quel complément alimentaire prendre pour le sport, 2023.
- **Azouagh D.** Le magnésium : du métabolisme à son utilisation à l'officine. [Thèse] Rabat Université Mohammed V, 2020.
- **Badran AM, Crenn P.** Les sels de magnésium oraux. 20 mars 2009
- **Badran AM, Crenn P.** Les sels de magnésium oraux. 20 mars 20 Schuchardt JP, Hahn A. Intestinal Absorption and Factors Influencing Bioavailability of Magnesium- An Update. CurrNutr Food Sci [consulté 15 avril 2023];13(4). Disponible sur: <http://www.eurekaselect.com/151969/article>
- **Bastianetto Stéphane Ph.D,** réduction par l'équipe passe port santé magnésium,2014.
- **Bazire, A., et Ponroy, A.** Communiqué de presse : De la plante au complément alimentaire, les bienfaits naturels des plantes en toute sécurité. Angers, 2008 ; p14.
- **Benedetti L.** Echos de la micro nutrition : Magnésium. Institut Européen de Diététique et Micro nutrition, 1999.
- **Ben mrara F, Guesmi A.**Etude officinale des compléments alimentaires. Mémoire de master en biochimie appliquée.Centre universitaire Mila 44p.2021.
- **Berger M & Roussel M (2017).** Complémentation ou séplémentation en oligo-éléments :qui pourquoi,comment ?

- **Berthelot A, Arnaud M, Reba A.** Le magnésium. John Libbey Eurotext. (Pathologie science formation) ;2004.
- **Berthelot A.** Le magnésium: un nutriment important. In Forum Médical Suisse ,2003 ; 3(27), 638-640). EMH Media
- **Bielinski.W.R.**Magnésium et activité physique-*Revue Médicale Suisse. Mg Act Phy-Rev Med CHE* [En ligne],2006[consulté le 10 mai 2023] 2.31577 : [11 page]. Disponible Sur<http://www.revmed.ch/revue-medicale-suisse/2006/revue-medicale-suisse-74/magnesiumet-activite-physique#tab=tab-read>
- **Blaine J, Chonchol M, Levi M.** Renal Control of Calcium, Phosphate, and Magnesium Homeostasis. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*; 2015, 10(7):1257-72.
- **Blanchard A, Vargas-Poussou R.** Désordres de la magnésémie. 6 août 2010.
- **Blanchard A.** Métabolisme du magnésium et son rôle en pathologie. EMC - Endocrinologie –Nutrition ; 2013.
- **Blin A.** complément alimentaire et nutriments durant la grossesse, volume 61, issue 618, septembre 2022, page 55-57
- **Boislève J.** Métabolisme et physiopathologie du magnésium ; 2016.
- **Bouarfa, M., et Pensé-Lhéritier M.** Conception des compléments alimentaires. Marché, développement, réglementation et efficacité, 2016 ; 13-46.
- **Boudis A.** Complément alimentaire : appel à élaborer des lois régissant le marché national ; 2022.
- **Brunelli L, Arnoldo L, Mazzilis G, d'Angelo M, Colautti L, Cojutti PG, Parpinel M.**
The knowledge and attitudes of pharmacists related to the use of dietary supplements: An observational study in northeastern Italy. *Preventive Medicine Reports*.2022
- **CaroL., CayrolC., DalemE., EsseghirS** .Dossier santé les compléments alimentaires ,2010 ; 6P
- **Castelli.** les compléments alimentaires : les risques d' ne sconsommation, di lôme d' tat de docte en a macie, ac lt de pharmacie ;2020.
- **Castiglioni S, Cazzaniga A, Albisetti W, & Maier J.** Magnesium and Osteoporosis: Current State of Knowledge and Future Research Directions. *Nutriments*, 2013; 5(8),3022-3033.

- **Côte M.** Guide d'Algérie : paysages et patrimoine, Algérie, Média-Plus, 1996, p. 172
- **Creen P .** Bénéfices et risque du complément alimentaire,2020 ; (201-206).
- **Crighton E, Coghlan ML, Farrington R, Hoban CL, Power MWP, Nash C, et al.** Toxicological screening and DNA sequencing detects contamination and adulteration in regulated herbalmedicines and supplements for diet, weight loss and cardiovascular health. J Pharm Biomed Anal, 2019 ;.176:112834
- **Curtay J paul.** Nutrithérapie, bases scientifiques et pratique médicale.1996,624 p. (Nutridoc; vol. Tome 2).
- **Cynober L.** Complément alimentaire, alicament, médicament : qui est qui ?
ou Faust revisité, 2008, 1521.
- **David R, Janka V, Courtney E, Marion Slack.** Dietary Supplement Use, Knowledge, and Perceptions Among Student Pharmacists. American Journal of Pharmaceutical Education 2017.
- **Decret n°2006-352** du 20 mars 2006 relatif aux compléments alimentaires. 2006
- **De Baaij JHF, Hoenderop JGJ, Bindels RJM.** Regulation of magnesium balance: lessons learned from human genetic disease. Clin Kidney J.1 févr 2012, 5(Suppl 1):i1524
- **Delavier F., Gundill M.** Editions Guide des compléments alimentaires pour sportifs Vigot,2007.
- **Docteur Didier Chos,** La fonction cerveau, Amiform [consulté le 10 mars 2023]. Disponible sur : <http://www.amiform.com/web/congres->
- **Doctissimo.** Magnésium : rôles, besoins et sources alimentaires [en ligne]. Doctissimo.[Consulté 21Mai 2023]. Disponible sur : <https://www.doctissimo.fr/>
- **Doctissimo:**L'étiquetage des complément alimentaires [en ligne].[consulté 25 mars 2023] . Disponible sur : <https://www.doctissimo.fr/>
- **Driessens E.** On formulas for daily oral magnesium supplementation and some of their side effects. Magnes Bull,1993.
- **Ducreux M., Condamine C., & Messing B.**Magnésium et réanimation. Réanimation Urgences,1992; 1(2), 271-283.

- **Eder K.** Magnesium-Verbindungen. Aufnahme, Funktionen und therapeutische Aspekte. Pharmazie in unserer Zeit, 2009.
- **Elsahoryi NA, Odeh MM, Abu Jadayil S, Andrea M. McGrattan, Hammad FJ, Al-Maseimi OD, Alzoubi KH.** Prevalence of dietary supplement use and knowledge, attitudes, practice (KAP) and associated factors in student population: A cross-sectional study. Heliyon. 2023
- **Fehlinger R. (1989).** Accelerated aging in magnesium deficient man. Magnesium Res, 1989 ; 2, 67.
- **Epicentro.** Integratori alimentari [Internet]. 2022 Available from: <https://www.epicentro.iss.it/integratori/>.
- **Ferment O., et Toritou Y.** Régulation hormonale et interrelations métaboliques du magnésium. La Presse médicale, 1988 ; 17(12), 584-587
- **Firoz M, Graber M.** Bioavailability of US commercial magnesium preparations. ResearchGate. 2002; 14(4): 257-62.
- **Fumeaux C., Meier P., et Schmidtko J.** Hypomagnésémie et inhibiteurs de la pompe à protons, Revue médicale suisse, 2012 ; 8(336), 806-810
- **Googlemaps 01. Ville de mila**
<https://www.google.com/maps/@36.4526822,6.2305356,11.75z?entry=ttu>
- **Google maps 02. Ville de zeghaia**
<https://www.google.com/maps/place/Zeghaia/@36.4818207,6.1255618,12.5z/data=!4m6!3m5!1s0x12f2331563d76d45:0xeaab16921d557622!8m2!3d36.4692715!4d6.1755208!16s%2Fm%2F0c3w3fx?entry=ttu>
- **Google Maps 03. Pharmacie de mila.**
<https://www.google.com/maps/search/pharmacie+mila/@36.4510033,6.2391362,14.25z?entry=ttu>.
- **Google maps 04. Pharmacie de Zeghaia.** <https://www.google.com/maps/search/Zeghaia+pharmacies/@36.4641929,6.1572356,14.75z?entry=ttu>.
- **Gröber U, Schmidt J, Kisters K.** Magnesium in Prevention and Therapy. Nutrients.
- **Groot AC, Schmidt E.** Essential Oils, Part IV: Contact Allergy. Dermatitis. 27(4):170-5. 2016; 7(9): 8199-226.
- **Goytain A., & Quamme G. A.** Functional characterization of ACDP2 (ancient conserved domain protein), a divalent metal transporter. Physiological genomics, 2005; 22(3), 382-389.
- **Gusmini W.** Vitamines OliGo- éléments et compléments alimentaires, 2014.

- **Guttiche A, Laggoune W et Zahri N** . Etude des compléments alimentaires à base de magnésium.mémoire de master en biochimie appliquée. Centre universitaire Mila 43p.2022.
- **ISS**. 2020. Integratori alimentari o farmaci? Regolamentazione e raccomandazioni per un uso consapevole in tempo di COVID-19.
- **Jahnen-Dechent W, Ketteler M**. Magnésium basics. Clinical Kidney Journal. ,2012;5(Suppl1):i3-14.
- **Jean, M**.les compléments alimentaires intérêts et limites, Service de Nutrition - Institut Pasteur de Lille, Novembre 2006, P04
- **Jeroen H. F., et De Baaij J.H**. Magnesium in Man: Implications for Health and Disease. Physiological reviews, 2015 , 95(1), 1-46.
- **Joanny DF(2015)**.Le magnésium aujourd'hui et demain ! Editions De Borée.2015 ; 82 p.
- **Journal officiel de la république Algérienne** N° 30 du 16 mai 2012. décret exécutif n° 12-214.
- **Kheris B**. La réglementation en cours de finalisation. Journal Liberté. [En ligne].<https://dzpharma.com/index.php/fr/news-algerie/dz-reglementation/146-complement-alimentaire-nouvelle-reglementation-en-cours-de-finalisation>
- **Kroll D**. ASHP Statement on the Use of Dietary Supplements. 2004.
- **Laadjel R & Taleb S (2020)**.Facteur associé à l'âge d'initiation des diversifications alimentaires chez des enfants agés de 6 à 60 mois dans l'est algérien : corrélation à l'état nutritionnel,2020.
- **Martine G**. se soigner par le magnésium.vecchi.20 rue de la trémoille.1999 ;90p.
- **Médart J**. Manuel pratique de nutrition: l'alimentation préventive et curative. Bruxelles: De Boeck.2009; 293 p.
- **Monteilh-Zoller M. K., Hermosura M. C., Nadler M. J., Scharenberg A. M., Penner R.,& Fleig, A**. TRPM7 provides an ion channel mechanism for cellular entry of trace metal ions. The Journal of general physiology, 2003; 121(1), 49-60.
- **Montupil J., et Vincent J.L**.Le magnésium, application en soins intensifs et en anesthésiologie, Revue médicale de Bruxelles,2012 ; 33(5), 466-474
- **Nadler M.J., Hermosura M.C., Inabe K., Perraud AL., Zhu Q., Stokes A.J., Kurotaki T.,Kinet J.P., Penner R., Scharenberg A.M., & Fleig A**. LTRPC7 is a Mg.ATP-regulated divalent cation channel required for cell viability. Nature 411,2001; p 590-595.

- **Navarro VJ ,khan I , Bjornsson E,Seef LB, Seerano J, Hoofnagle JH.** Liver injury from herbal and dietary supplement . *hepatology*;2017.
- **Nishizawa Y, Morii H, Durlach J,** éditeurs. *New perspectives in magnesium research:nutrition and research.* London : Springer ;2007,411 p.
- **ONS.2008.**Données du recensement général de la population et de l'habitat de 2008. «Wilaya de Mila : répartition de la population résidente des ménages ordinaires et collectifs, selon la commune de résidence et la dispersion »
- **Palangié N .** Chlorure de magnésium. Eyrolles.2012 ;186 p.
- **Pedersen S. F., Owsianik G., & Nilius B.** TRP channels: an overview. *Cell calcium,* 2005;38 (3-4), 233-252
- **Penquerc'h M, Picot D, Vigneau C.** Le magnésium : un super cation méconnu ? *Revue générale et enquête auprès des généralistes d'Ille-et-Vilaine.* 29 janv 2014;
- **Pointillart A, Gueguen L .** Relations physiologiques entre le magnésium et l'os. *Annales de biologie animale, biochimie, biophysique,*1978 ; 18 (6), pp.1247ffhal-00897408f
- **Pharmacie de polygone.**2022. Les compléments alimentaires pour enfants.
- **Raymond D(2015).** La prise en charge du stress par supplémentation magnésienne : comment choisir? .François Rabelais,2015.
- **Règlement (CE).2019.** 1170/2009 de la Commission du 30 novembre 2009 modifiant ladirective 2002/46/CE du Parlement européen et du Conseil et le règlement (CE) n° 1925/2006 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne la liste des vitamines et minéraux et celle de leurs formes, qui peuvent être ajoutés aux denrées alimentaires, y compris les compléments alimentaires.
- **Rigaud D.** Tube digestif et magnésium. *Mise au point, Mars 2000 ;* vol.14, no 3: page 14(3).
- **Roth J.** Le magnésium, minéral incontournable ? : Enquête auprès des patients de l'officine [Thèse]. France : Université de LORRAINE, 2017.
- **Roy-Lachapelle A, Sollic M, Bouchard MF, Sauve S.** *Detection of Cyanotoxins in AlgaeDietary,* 2017.
- **Sal J., et Donadiou Y.**Le magnésium : thérapeutique naturelle,1986.
- **Sandalina,F.** Les micronutriments chez la femme enceinte: un allié de poids? *Situation et stratégies de lutte contre les carences dans les pays endéveloppement,*2005.

- **Sartori SB, Whittle N, Hetzenauer A, Singewald N** . Magnesium deficiency induces anxiety and HPA axis dysregulation: Modulation by therapeutic drug treatment. *Neuropharmacology*.2012; 62(1):304-12.
- **Schuchardt JP, Hahn A**. Intestinal Absorption and Factors Influencing Bioavailability (science formation),2004.
- **Seo JW, Park TJ**. Magnesium Metabolism. *Electrolyte Blood Press*.;6(2):86-95. Suisse, déc2008; 3(27), 638-640). EMH Media.
- **Swaminathan R** . Magnesium Metabolism and its Disorders. *Clin Biochem Rev*.24(2):47-66. Thérapeutique. nov 2012 ; 8(6) :482-91.
- **Tran T., Jaques D., et Ponte B**. Magnésium: le lien manquant entre reins et vaisseaux. *Revue médicale suisse*,2016; 12, 404-7.
- **Turnlund J**. Vitamin B6 depletion followed by repletion with animal or plant-source diets and calcium and magnesium metabolism in young women. *Am J Clin Nutr*.1992.
- **Valette J**. Les compléments alimentaires (définition, aspects réglementaires, cas pratique : un médicament qui évolue en complément alimentaire). Faculté de pharmacie. .2015.9p.
- **Zhang, Y., Xun, P., Chen, C., Lu, L., Shechter, M., Rosanoff, A., & He, K**. Magnesium levels in relation to rates of preterm birth: a systematic review and meta-analysis of ecological, observational, and interventional studies. *Nutrition Reviews*,2021 ; 79(2), 188-199.

ANNEXES

ANNEXE 01. Questionnaire réalisé auprès des officines de la ville de Mila

Dans le cadre de la réalisation d'un mémoire de Master sur les compléments alimentaires à base magnésium.

Informations générales

a. Sexe :

- Femme
- Homme

b. Age :

c. Vous êtes :

- Un pharmacien
- Un vendeur en pharmacie

d. Niveau d'étude :

Les compléments à base de Magnésium

1. Quels sont les gens qui utilisent beaucoup les compléments alimentaires à base magnésium ?

2. Connaissez-vous le magnésium marin ?

- Oui
- Non

3. Quelle est l'importance du magnésium marin ?

.....
.....

4. Connaissez-vous les trois générations des compléments alimentaires à base de magnésium?

- Oui
- Non

5. Connaissez-vous les effets indésirables et les caractéristiques négatifs de 1^{ère} génération ?

Oui non

Si oui les quels ?

6. Quelles sont les risques de surdosage des compléments alimentaires à base magnésium ?

.....
.....

7. Quels sont les signes de déficience en magnésium ?

.....

8. avez-vous une idée sur le bon ou mauvais magnésium ?

..... si oui laquelle ?

ANNEXE 02. Questionnaire réalisé auprès des étudiants

Dans le cadre de la réalisation d'un mémoire de Master sur les compléments alimentaires à base magnésium.

✓ Informations Générales

a. Sexe

Homme Femme

b. Age :

c. Institut :

✓ Les compléments à base de magnésium

1. Connaissez-vous les compléments alimentaires ?

Oui Non

2. Connaissez-vous les compléments alimentaires à base magnésiums ?

Oui Non

3. Quels sont les motifs d'utilisation du magnésium ?

Stresse
 La fatigue
 Le sommeil
 Autre :.....

4. Connaissez-vous les risques de surdosage des compléments alimentaires à base de magnésium?

Oui
 Non, si oui lesquels ?

5. Connaissez-vous les signes de déficit en magnésium ?

Oui
 Non, Si oui les quels ?

6. Connaissez-vous les trois générations des compléments alimentaires à base magnésiums ?

Oui
 Non

7. Connaissez-vous le magnésium marin ?

Oui
 Non

8. Avez-vous une idée sur le bon et le mauvais magnésium ?

Oui Non, si oui justifier ?

Résumé

Les compléments à base de magnésium constituent une catégorie importante des denrées alimentaires utilisées pour combler le déficit en magnésium et combattre le stress. Dans ce travail, un listing de supplémentation magnésienne issu de la ville de Mila et de la commune de Zeghaia a été inventorié pour étudier certaines caractéristiques officinales. Les résultats de cet inventaire montre bonne disponibilité dans la ville de Mila qui diminue respectivement au cours de trois mois (Mars, Avril, Mai) de l'année en cours. Comparativement à la ville de Mila, La ville de Zeghaïa, montre une diminution bien marquée. Les produits de notre listing montrent une diversité de formes galéniques en touchant toutes les tranches d'âges, la majorité est composée de vitamines et minéraux et dominée par les sels de première génération dont l'oxyde magnésium est le plus abondant. La production locale marque ces produits et la majorité écrasante porte l'étiquetage « complément alimentaire ». La quantité du magnésium de notre listing est inférieure de 300 mg pour la moitié des produits et la marque « solyne magnium » reste le plus vendu. L'estimation de connaissance des praticiens des officines de Mila montrent de bonne connaissance sauf pour le point du bon et mauvais magnésium ou la connaissance était totalement erronée. Pour la connaissance des étudiants du centre universitaire – Abdelhafidh boussouf, la connaissance était bonne sauf pour les trois générations, le magnésium marin et le bon et le mauvais magnésium dont la connaissance était quasi inexistante. Finalement, nous pouvons dire que la supplémentation magnésienne porte beaucoup de particularités officinales, cependant, la connaissance de trois générations ainsi que le bon et le mauvais magnésium nécessitent une large estimation et éducation nutritionnelle pour les professionnels de santé et le public en général.

Mots clés : Complément alimentaire, magnésium, bon et mauvais magnésium, connaissance de santé.