

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur
et de la recherche scientifique
Université Chadli Bendjedid
El Tarf



جامعة الشاذلي بن جديد

UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشاذلي بن جديد
الطارف

كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم البيولوجيا

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie



Mémoire de Fin d'Études

Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master 2 Recherche

« Toxicologie Fondamentale et Appliquée »

THÈME

**Prévalence de la consommation des suppléments alimentaires
à base d'extraits botaniques**

Présenté Par : D'jabourabbi Bouchra

Menai Rayane

Devant le jury composé de :

Dr. Amira Akila	Présidente	UCBET
Dr. Boumedris Zineddine	Encadrant	UCBET
Dr. Alayat Amel	Examinatrice	UCBET

Année universitaire 2023 – 2024

Dédicace :

بسم الله الرحمن الرحيم

Louange à Dieu qui m'a permis de terminer ce message. C'est lui qui a pris soin de moi, m'a nourri, a facilité mon travail et a réalisé mon rêve de devenir un diplômé dont sa famille serait fière.

Je dédie ce mémoire à mes chers parents qui m'ont soutenu tout au long de mes années d'études :

A mon cher père, D'jabourabbi Ammar :

Voici votre petite fille qui a grandi et réalisé votre rêve. Je sais que je suis votre seul espoir. Aujourd'hui, je vous apporte joie et fierté. Tu es un homme pas comme les autres. Que Dieu prolonge ta vie et fasse de toi mon soutien après lui.

A ma chère mère, Djebbari Akila :

Ma mère est une femme en or. Elle m'a dit que je réussirais et serais heureuse dans ma vie, alors maintenant son souhait est devenu réalité. Elle est mon amie et ma sœur. Je n'ai personne d'autre au monde qu'elle. Que Dieu prolonge sa vie et la bénisse.

A mon cher mari, Achouri Yakoube, mon partenaire de vie, tu étais et restera tout. Ma vie ne vaut rien sans ta présence dans ma vie.

J'espère que Dieu prolongera votre vie et fera de nous des compagnons dans ce monde et dans l'au-delà.

Je dédie le fruit de mon travail à tous mes cousins, aux fils et filles de ma tante et à tous ceux qui m'ont soutenu, et je demande à Dieu de prendre soin de vous.

À tous les professeurs et administrateurs du Département de toxicologie fondamentale et appliquée.

Bouchra

Je dédie le fruit de mes efforts pour obtenir mon diplôme aux personnes les plus chères et les plus proches de mon cœur, à ma chère mère, « **Samira** », et à mon cher père, « **Ali Bey** », qui ont été mon aide et mon soutien.

À mes frères « **Alla** » et « **chouayeb** », j'espère que Dieu les protégera et leur accordera la réussite dans leur vie.

A celui qui m'a soutenu et fait mes pas avec moi, mon cher mari, « **Islam**. »

Et à tous ceux qui ont été une aide et un soutien sur ce chemin, ainsi qu'aux amis fidèles, aux compagnons d'années et à ceux qui ont affronté l'adversité et les crises.

Je vous présente le fruit de ma réussite, que j'ai toujours souhaité. Me voici aujourd'hui en train d'achever ses premiers fruits, grâce à Dieu. Louange à Dieu pour ce qu'Il m'a donné.

Rayane

Remerciements

Après la réalisation de ce travail, nous remercions le bon Dieu « الله » tout puissant qui nous a donné le courage, la patience, la volonté et la force pour affronter toutes les difficultés et les obstacles, qui se sont hissés à travers notre chemin durant toutes nos années d'études

Ce mémoire n'aurait pas pu être réalisé sans la contribution de nombreuses personnes que nous tenons à remercier par ces quelques lignes :

Nos remerciements s'adressent d'abord à notre encadrant ; Dr. BOUMEDRIS Zineddine. Pour l'assistance qu'il nous a témoigné tout au long de ce travail. Merci pour sa lecture attentive, ses conseils et ses encouragements prodigués lors de la rédaction de ce manuscrit dont il est rapporteur.

Aux membres de jury : Dr. Amira Akila d'avoir accepté de présider le jury de ce travail, nous la remercions vivement.

Nos remerciements vont également au Dr. Alayat Amel, d'avoir accepté d'examiner ce mémoire.

Enfin, nous tenons à ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.

Résumé :

La consommation des compléments alimentaires traditionnellement utilisés par les culturistes, tend à se développer dans d'autres disciplines sportives. Cette pratique est de plus en plus encouragée sur les forums et par les produits bien visibles sur internet, ainsi les consommateurs sont très peu susceptibles de bénéficier d'un encadrement médical ou de conseils de professionnels de santé. De plus, des études récentes ont suscité des inquiétudes concernant la sécurité de plusieurs types de compléments disponibles à la vente en raison de leurs contaminations chimiques par les métaux lourds qui poseraient donc un risque réel pour la santé humaine.

A travers une enquête menée auprès de sportifs professionnels et amateurs rencontrés dans des salles de sport de la wilaya d'El Tarf, nous avons essayé d'en savoir davantage sur la prévalence de consommation des compléments alimentaires et notamment les suppléments à base d'extraits de plantes. A partir des résultats obtenus, nous avons fait le point sur les compléments alimentaires les plus consommés, et nous avons mis en évidence les risques qu'ils peuvent occasionner pour la santé. Ces données collectées nous ont mené à tester les échantillons de quelques suppléments en quantifiant les teneurs de résidus de métaux lourds. Ainsi, les résultats obtenus ont mis en évidence des concentrations non négligeables de métaux lourds à savoir le cadmium, le plomb et l'arsenic dans les suppléments testés.

Mots clés : Compléments alimentaires, consommation, effets secondaires, extraits de plantes.

Abstract:

The consumption of food supplements traditionally used by bodybuilders tends to develop in other sporting disciplines.

This practice is increasingly encouraged on forums and by products clearly visible on the internet, so consumers are very unlikely to benefit from medical supervision or advice from health professionals.

In addition, recent studies have raised concerns about the safety of several types of supplements available for sale due to their chemical contamination with heavy metals which would therefore pose a real risk to human health.

Through a survey carried out among professional and amateur athletes met in sports halls in the wilaya of El Tarf, we tried to find out more about the prevalence of consumption of food supplements and in particular supplements based on extracts of plants.

Based on the results obtained, we took stock of the most consumed food supplements, and we highlighted the risks they can cause for health. These collected data led us to test the samples of some supplements by quantifying the levels of heavy metal residues. Thus, the results obtained highlighted significant concentrations of heavy metals, namely cadmium, lead and arsenic in the supplements tested.

Keywords: nutritional supplements, side effects, consumption, plant extract.

الملخص:

يميل استهلاك المكملات الغذائية التي يستخدمها لاعبو كمال الأجسام تقليدياً إلى التطور في التخصصات الرياضية الأخرى. يتم تشجيع هذه الممارسة بشكل متزايد في المنتديات والمنتجات المرئية بوضوح على الإنترنت، لذلك من غير المرجح أن يستفيد المستهلكون من الإشراف الطبي أو المشورة من المتخصصين في مجال الصحة. بالإضافة إلى ذلك، أثارت الدراسات الحديثة مخاوف بشأن سلامة عدة أنواع من المكملات الغذائية المتاحة للبيع بسبب تلوثها الكيميائي بالمعادن الثقيلة مما قد يشكل بالتالي خطراً حقيقياً على صحة الإنسان.

من خلال دراسة استقصائية أجريت بين الرياضيين المحترفين والهواة الذين التقوا في القاعات الرياضية بولاية الطارف، حاولنا معرفة المزيد عن مدى انتشار استهلاك المكملات الغذائية وخاصة المكملات الغذائية المعتمدة على المستخلصات النباتية. وبناءً على النتائج التي تم الحصول عليها، قمنا بتقييم المكملات الغذائية الأكثر استهلاكاً، وسلطنا الضوء على المخاطر التي يمكن أن تسببها على الصحة. قادتنا هذه البيانات المجمعة إلى اختبار عينات بعض المكملات الغذائية عن طريق قياس مستويات بقايا المعادن الثقيلة. وهكذا، سلطت النتائج التي تم الحصول عليها الضوء على تركيزات كبيرة من المعادن الثقيلة، وهي الكاديوم والرصاص والزرنيخ في المكملات الغذائية التي تم اختبارها.

الكلمات المفتاحية : مكملات غذائية _ اعراض جانبية _ المستخلص النباتي _ الاستهلاك.

Sommaire :

- ❖ Dédicaces
- ❖ Remerciement
- ❖ Résumé
- ❖ Liste des figures
- ❖ Liste des abréviations

Introduction.....	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique	
1 – Généralités	3
2 - Composition des compléments alimentaires	3
2-1 Plantes et préparation des plantes	3
3- Compositions des compléments alimentaires destinés aux sportifs	4
• Les protéines dans les compléments pour sportifs	4
• Ingrédients populaires dans les compléments alimentaires pour sportifs.....	5
4- Utilisation des compléments alimentaires.....	6
5- Les types des compléments alimentaires.....	8
5-1 Les protéines en poudre	8
• La Whey	8
• La caséine	9
5-2 – Les acides aminés	9
• BCAA	9
• Glutamine	10
• B-alanine	11
5-3- Acides gras essentiels	11
5-4 Compléments de la performance ..	11
• La Créatine	11
5-5 Les brûleurs de graisse	12
6- Risques et avantages des compléments alimentaires	12

6-1 Les Avantages des compléments alimentaires	12
6-2 Risques Toxicologiques des compléments alimentaires	13
6-2-1- Effets neuropsychiatriques.....	13
6-2-2 Effets carcinogènes	14
6-2-3 Effets cardiovasculaires ;.....	14
7- Risques liés aux compléments alimentaires à base de plantes	14
7-1 Atteintes hépatiques	14
7-2 Risques allergiques	14
7-3 Risques de surdosage.....	15
8- Contamination des compléments alimentaires à base d'extraits botaniques par les métaux lourds	16

Chapitre II : Matériels et Méthodes

1- Description de l'enquête	18
2- Population d'étude.....	18
3- Description du questionnaire.....	18
4- Extraction des métaux lourds par méthode de spectrométrie d'absorption atomique..	18

Chapitre III : Résultats et Discussion

Résultats	21
Discussion	27

Conclusion.....	34
------------------------	-----------

Références Bibliographiques.....	35
----------------------------------	----

Annexes

Liste des Figures

Figure 01 : Plantes les plus utilisées en tant que complément alimentaire.....	4
Figure 02 : Compléments alimentaires utilisés par les sportifs.....	7
Figure 03 : Whey protéine	9
Figure 04 : BCAA pour la musculation.....	10
Figure 05 : Structure chimique de la glutamine.....	10
Figure 06 : Complément alimentaire la créatine	12
Figure 07 : Bruleur de graisse (Lipo 6) et Booster d'énergie (preworkout Guarana Kick)	19
Figure 08 : Prévalence de consommation des compléments alimentaires destinés aux sportifs.....	21
Figure 09 : Consommation des compléments alimentaires en fonction du sexe.....	22
Figure 10 : Consommation des compléments alimentaires destinés aux sportifs en fonction de l'âge.....	22
Figure 11 : Prévalence de consommation des compléments alimentaires consommés .	23
Figure 12 : Répartition des consommateurs en fonction de la fréquence de consommation.....	24
Figure 13 : Lieux d'achats des compléments alimentaires consommés	24
Figure 14 : type d'effets indésirables signalés susceptibles d'être liés à la consommation de compléments alimentaires destinés aux sportifs.....	25
Figure 15 : Teneurs des métaux lourds dans les compléments alimentaires Lipo6 et preworkout Guarana.....	26

Liste des abréviations

AGPI : Acides gras polyinsaturé.

AJR : Apports journaliers recommandés.

ALA : Acide alpha- linoléique.

AMT : Apport maximal tolérable.

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation de l'environnement et du travail.

AS: Arsenic.

ATP: Adénosine tri- phosphate.

BCAA : Branched Chain amino acide ou acide aminé branché

CA : Compléments alimentaires.

Cd : Cadmium

DHA: Acide docosahexaénoïque.

EPA : Acide eicosapentaénoïque.

FDA : Food and Drug Administration

GLT : Glutamine.

IRBMS : Institut de Recherche du Bien-être, de la Médecine et du Sport Santé.

LA : Acide linoléique.

LMR : Limite maximale en résidus.

OMS : Organisation mondiale de la santé.

Pb : Plomb.

SAA : Spectrométrie d'absorption atomique

SFNS : Société Française de la Nutrition Spécialisée.

WPC : Le concentré de protéines de lactosérum.



INTRODUCTION

Introduction

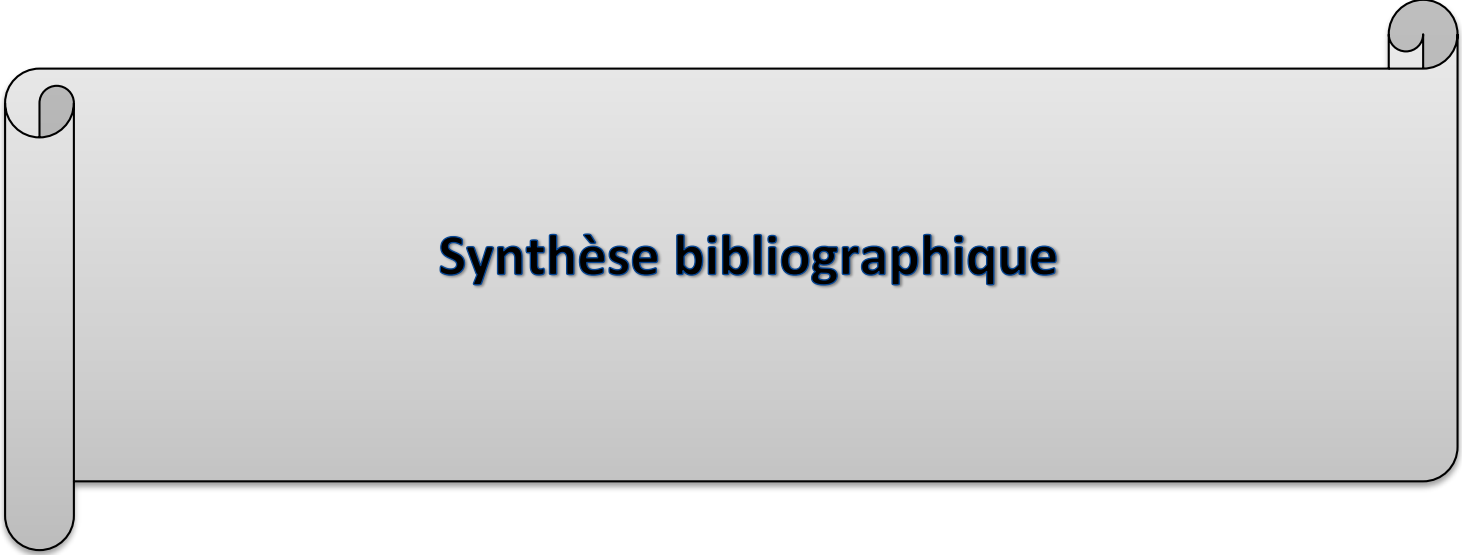
Depuis quelques années, on observe en Algérie un phénomène déjà bien connu aux Etats-Unis, l'essor important de la consommation des compléments alimentaires. En effet, le marché du complément alimentaire ne cesse d'augmenter depuis quelques années, en terme de chiffre d'affaire mais surtout en terme de produits disponibles sur le marché.

Les consommateurs se trouvent face à un nombre important de produits, de marques, de composition de « cocktails » largement diffusés grâce à des points de commercialisation très divers : magasins diététiques, boutiques de sport, salles de sport, internet, démarche à domicile... (Genevey et Schutz, 2009 ; (Castelli, 2020).

Les compléments alimentaires à base de plantes occupent une place à part et leur approche nécessite une vision particulière. En effet, de très nombreuses plantes entrent dans la composition de ces compléments alimentaires. La plupart faisant mention d'allégations concernant leurs vertus voire le bien être qu'elles peuvent engendrer. L'utilisation de ces compléments à base de plantes s'est développée de façon quasi-anarchique en Europe et même dans le monde entier en raison de nombreux facteurs comme l'idée préconçue que se fait le public et qui est largement répandue, voulant que « tout ce qui est naturel est forcément bon » (Jaffiol *et al.*, 2011).

La pureté des compléments alimentaires en général peut être altérée par l'introduction accidentelle ou non de substances non déclarées ou par une contamination par des métaux lourds qui peuvent avoir des effets néfastes sur la santé humaine. Une recherche, menée sur 121 substances destinées aux sportifs, a montré que les contaminations sont fréquentes et peuvent survenir dans plusieurs étapes, dès la production, surtout dans des pays ayant des contrôles moins rigoureux (Genuis & Schwalfenberg, 2012).

L'objectif de notre travail est d'établir une étude de prévalence de la consommation des suppléments alimentaires destinés aux sportifs, en interrogeant des sportifs amateurs et professionnels pratiquant la musculation dans des salles de sport de la wilaya d'El Tarf, et d'évaluer les risques potentiels qui en découlent. Dans un deuxième volet, on s'intéressera à déterminer et à quantifier les concentrations de trois métaux lourds (arsenic, plomb et cadmium) dans deux suppléments alimentaires à base d'extraits de plantes largement utilisés.



Synthèse bibliographique

1. Généralités

Un complément alimentaire est : « Toute substance ou produit transformé, partiellement transformé ou non transformé 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'une compte-gouttes et les autres formes analogues , de préparations liquides ou en poudre destinées à être prisés en unités mesurées de faible quantité » (**Directive Européenne, 2002**).

Dans cette définition, est précisée la notion d'effet nutritionnel et physiologique. Ainsi, on reste dans le cadre de l'alimentation par le terme nutritionnel. Mais ce principe d'effet physiologique caractérise cette catégorie des compléments alimentaires qui est à apposer aux médicaments qui ont une action pharmacologique. En effet, un produit qui entretient des fonctions physiologiques normales par un effet nutritionnel est dit à effet physiologique, contrairement à un produit qui corrige des dysfonctions physiologiques, c'est-à-dire des pathologies, qui est dit à effet pharmacologique ou thérapeutique. Les compléments alimentaires maintiennent un état d'équilibre ou d'homéostasie alors, que le médicament la restaure (**Villepin *et al.*, 2006**).

2. Composition des compléments alimentaires

Les compléments alimentaires se présentent sous forme de gélules, comprimés, ampoules, sachets de poudre. En vente libre, ils peuvent fournir vitamines, minéraux (calcium, magnésium) ou oligoéléments (zinc, Sélénium) acides gras essentiels (Oméga3) probiotiques (ferments lactiques), plantes ou extraits de plantes (**Site web 1**).

2.1 Plantes et préparation des plantes

L'utilisation des plantes pour leurs propriétés sur la santé remonte à l'antiquité et est ancrée dans toutes les cultures. Les plantes à usage traditionnel détiennent une place importante dans les ingrédients utilisés dans les compléments alimentaires.

Les utilisations de plantes dans les compléments alimentaires s'appuient sur des usages traditionnels (poudres, extraits secs ou aqueux) ou sur des techniques d'extraction plus modernes permettant l'obtention de substances isolées de plantes (ex : lutéine, lycopène ...).

Parmi les plantes les plus utilisées sur le marché des compléments alimentaires :



Figure 01 : Les plantes les plus utilisées en tant que complément alimentaire
(Caro *et al.*, 2010).

3. Composition des compléments alimentaires destinés aux sportifs

Les compléments alimentaires jouent un rôle important dans la vie des sportifs, en les aidant à améliorer leur entraînement et leurs performances sportives. Ils sont de plus en plus populaires et il est donc utile de savoir comment les produire.

Les sportifs ont besoin de nutriments supplémentaires pour réaliser des performances de haut niveau. Les compléments alimentaires sont un excellent complément au régime alimentaire, fournissant des ingrédients essentiels qui peuvent être difficiles à fournir en quantités suffisantes avec les seuls repas réguliers. Les compléments alimentaires peuvent accélérer la récupération musculaire, augmenter l'endurance, améliorer la concentration et favoriser le développement général du sportif.

Dans la composition des compléments alimentaires pour sportifs, on trouve principalement des protéines et des acides aminés, mais d'autres composés chimiques comme la caféine ou d'autres types d'extraits botaniques sont également ajoutés (Joanna, 2023).

- **Les protéines dans les compléments pour sportifs**

Les protéines sont un ingrédient essentiel pour les sportifs car elles sont les éléments constitutifs du muscle. Elles peuvent provenir de diverses sources, telles que le lactosérum, la caséine, le soja ou les légumineuses. En outre, les compléments protéiques peuvent contenir divers additifs tels que des vitamines, des minéraux, de la créatine, des fibres ou des pro- et prébiotiques, en fonction de leur objectif et de l'effet recherché (Joanna, 2023).

- **Ingrédients populaires dans les compléments alimentaires pour sportifs**

Dans le monde de la supplémentation sportive, il existe un certain nombre d'ingrédients populaires qui peuvent influencer les performances d'entraînement et améliorer la récupération. Quatre substances importantes méritent d'être mentionnées en particulier : La bêta-alanine, le concentré de protéines lactosérum, la caféine et la créatine. Chacun de ces ingrédients possède des propriétés et des avantages uniques pour les athlètes (Joanna, 2023)

- Bêta-Alanine

La Bêta-Alanine est un composé chimique appartenant au groupe des acide B-aminé, ce qui signifie qu'il est structuré de telle sorte que le groupe amino est lié à l'atome de carbone B par rapport au groupe carboxyle. La fonction principale de bêta-alanine est de stimuler la production de carnosine dans les muscles, ce qui contribue à prévenir la formation d'acide lactique, responsable des courbatures post-entraînement. En outre, la Bêta-alanine réduit la sensation de fatigue et les courbatures après l'effort. La carnosine agit comme un antioxydant et peut contribuer à l'élimination des métaux en excès dans le corps humain.

La Bêta-alanine est utilisée dans la production de suppléments nutritionnels pour les athlètes qui se spécialisent dans des activités physiques très intenses. Bien que la carnosine ait de nombreuses propriétés bénéfiques, la supplémentation se fait avec de la bêta-alanine car la carnosine est rapidement dégradée une fois absorbée par le tube digestif.

- Concentré de protéines de Lactosérum

Le Concentré de Protéines de Lactosérum (WPC) (Whey) est produit par le traitement du lactosérum doux à l'aide d'une technologie avancée d'ultrafiltration à basse température. Il en résulte un produit dont la teneur en protéines est d'au moins 80%. Le WPC est utilisée par les athlètes parce qu'il est riche en acides aminés essentiels, qui sont nécessaires à la construction

du tissu musculaire. Il contient également des acides aminés à chaîne ramifiée, qui stimulent la régénération du tissu musculaire et déclenchent des processus anabolisants.

- **Caféine**

La Caféine est un alcaloïde qui stimule le système nerveux central. Elle est obtenue par extraction à partir de graines de plantes, mais elle est également produite synthétiquement par synthèse chimique. Le principal effet de la Caféine est celui d'un stimulant, qui peut à son tour contribuer à un exercice prolongé. Elle augmente les performances de l'organisme, élimine rapidement la sensation de fatigue et dilate les vaisseaux sanguins. La caféine se présente sous forme de comprimés ou de poudre (**Joanna, 2023**).

- **Créatine**

La Créatine est un composé chimique organique présent dans la nature, dans les muscles. A l'échelle industrielle, elle est obtenue par synthèse chimique. La Créatine est utilisée dans les compléments alimentaires destinés aux sportifs, car elle joue un rôle important dans l'apport d'énergie aux muscles lors d'une activité physique intense (**Joanna, 2023**).

4. Utilisation des compléments alimentaires chez les sportifs

L'équilibre alimentaire est un concept qui attire à tous, sportifs et non sportifs. Seulement, dans le cadre d'une activité physique, la nécessité de corps pour produire de l'énergie et de récupérer entre les séances rend l'alimentation encore plus importante. Tout comme pour les produits alimentaires (**Athman et al., 2017**).

Les compléments alimentaires pour sportifs permettent d'améliorer les performances physiques. Il est cependant important de les utiliser de façon pertinente pour ne courir aucun risque.

- ❖ Les compléments alimentaires pour les sports d'endurance : demandant des efforts sur une durée relativement longue, les sports d'endurance nécessitent un soutien nutritionnel spécifique.
- Les besoins énergétiques et glucides à absorption rapide pour un apport d'énergie immédiat
- Les électrolytes pour compenser les pertes électrolytiques dues à l'effort et prévenir les crampes musculaires

- La caféine pour son effet stimulant
 - Les formules améliorant les performances sportives dans leur globalité
- ❖ Les compléments alimentaires pour les sports de musculation
- Parmi les suppléments populaires pour la musculation, on retrouve :
- Les protéines en poudre (whey, caséine, protéines végétales) pour la construction musculaire.
 - La créatine pour augmenter les performances physiques
 - La bêta-alanine pour réduire la fatigue musculaire
 - Les BCAA (acides aminés à chaîne ramifiée) qui protègent les muscles et favorisent leur récupération.
- ❖ Supplémentation, sport et perte de poids :

Pour les personnes qui pratiquent un sport dans le but de perdre du poids ou de maintenir leur poids de forme :

- Les brûleurs de graisse, qui aident à augmenter le métabolisme et la combustion des graisses.
 - Les fibres qui favorisent la satiété et aident à contrôler l'appétit
 - Les protéines qui aident à maintenir la masse musculaire tout en favorisant la satiété.
- (Nathalie, 2023).



Figure 02 : Compléments alimentaires utilisés par les sportifs

5. Les types des compléments alimentaires

5.1 Les protéines en poudres

Les protéines en poudre sont extraites de plusieurs sources : le lait, l'œuf, le soja ou encore les pois. Les plus courantes et les plus utilisées sont celles issues du lait. Certains types de protéines en poudre comme la whey (protéines du petit-lait) ou la caséine (protéines que l'on trouve par exemple dans le fromage blanc) possèdent des propriétés très intéressantes (**Patricky, 2013**).

- **La Whey**

Le lactosérum ou < petit lait > est un coproduit de l'industrie fromagère qui peut se révéler polluant s'il n'est pas valorisé. Qu'il soit doux ou acide, le lactosérum est constitué principalement de lactose, de protéines solubles et d'ions minéraux. En fonction de différents paramètres de production utilisés dans les industries laitières. La teneur en caséine résiduelles, en matières grasses et en certains ions minéraux peut varier (**Fick, 2016**).



Figure 03 : Whey protéine

- **Caséines**

La préparation de caséine résulte d'une succession de traitements, qui sont la précipitation acide ou la coagulation enzymatique de lait écrémé, la séparation du sérum par tamisage ou décantation centrifuge, le lavage à l'eau et la séparation caséine-eau, généralement sur décanteur centrifuge (**Muller, 1982**).

5.2 Les acides aminés

Les acides aminés sont des molécules qui permettent de synthétiser les protéines. Ils sont indispensables pour garantir le bon fonctionnement de notre organisme. Ils sont divisés en 2 catégories :

- Les acides aminés non essentiels, qui sont naturellement produits par l'organisme.

- Les acides aminés essentiels, que notre corps ne peut pas produire et que l'on doit trouver dans notre alimentation. Les BCAA font partie de cette catégorie (**Sakami, 1963**).

BCAA

Les acides aminés à chaîne ramifiée, la leucine, l'isoleucine et la valine, font partie des 8 AA indispensables pour le bon fonctionnement de l'organisme. La combinaison de ces trois acides permet de synthétiser un tiers des protéines des muscles. C'est la raison pour laquelle ils sont essentiels dans notre nutrition et qu'ils sont prisés par les sportifs (**Brosnan, 2006**).



Figure 04 : BCAA

Glutamine

La glutamine est l'acide aminé non essentiel, le plus abondant dans l'organisme. Environ 60% sont stockés dans le muscle squelettique sous forme d'acides aminés libres (**Maisonneuve et al., 2001**). Comme tous les acides aminés, la glutamine participe à la fabrication des protéines. Dans le muscle, elle sert à fabriquer les protéines qui vont composer les fibres musculaires. Cette fonction est utile au repos, pour l'entretien des muscles, et davantage encore après un effort, lors de la récupération qui est une phase de reconstruction des fibres qui ont été endommagées par l'activité physique. (**Site web 2**).

Plus généralement dans le monde du sport, la GLT représente un substrat énergétique. Les muscles, comme la grande majorité des cellules qui composent notre corps, utilisent le glucose pour fonctionner. Elle transforme cette molécule en ATP, carburant universel (**Coqueiro et al., 2019**).

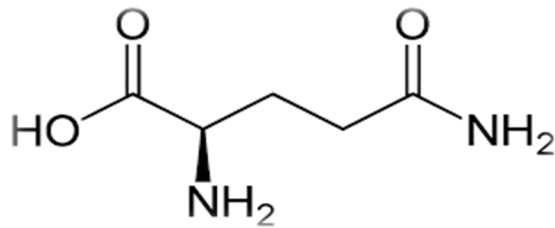


Figure 05 : Structure chimique de la glutamine (Site web 8).

B-alanine

Le B-alanine est un acide aminé naturel (acide aminé non essentiel) qui n'est pas utilisé par l'organisme pour fabriquer du tissu musculaire. Selon les recherches, le B-alanine agit plutôt en augmentant la teneur dans les muscles d'un important composé, la carnosine. En fait, la production de carnosine dépend de la disponibilité du B-alanine. La carnosine est présente en forte concentration dans le tissu musculaire, où elle exerce plusieurs fonctions, notamment l'absorption des ions hydrogène (**Ménard, 2016**).

5.3 Les acides gras essentiels

L'acide linoléique (LA) et l'acide alpha-linolénique (ALA) appartiennent respectivement aux séries n-6 (oméga-6) et n-3 (oméga-3) d'acides gras polyinsaturés (AGPI). Ils sont définis comme des acides gras < essentiels > car ils ne sont pas synthétisés dans le corps humain et proviennent en grande partie de l'alimentation. Les sources alimentaires d'ALA et de LA sont la plupart des huiles végétales, des céréales et des noix (**Russo, 2008**). Ils ont un rôle énergétique important pour les sportifs. En effet ils sont stockés dans les tissus adipeux sous forme de triglycérides et dégradés pour produire de l'énergie lors des efforts de longue durée. Pour vous simplifier les choses, retenir que 1 molécule de lipide fournit pendant l'effort 3 à 5 fois plus d'énergie qu'une molécule de glucose (sucre) (**Site web 3**).

5.4 Compléments de la performance

Créatine

La créatine, un dérivé naturel d'acide aminé, occupe une place centrale dans le fonctionnement de l'organisme, et donc du corps humain. Naturellement présente dans les fibres musculaires et le cerveau, elle est synthétisée par des organes clés tels que les reins, le foie et le pancréas à partir de trois acides aminés essentiels : l'arginine, la glycine et la

méthionine. Cette synthèse endogène garantit un approvisionnement constant de créatine pour répondre aux besoins physiologiques.

Dans le domaine des compléments alimentaires, la créatine est souvent proposée aux consommateurs sous forme de créatine monohydrate. Cette forme, largement utilisée par les adeptes de fitness et les sportifs, est réputée pour sa biodisponibilité élevée et son efficacité dans l'augmentation des réserves de créatine dans les muscles. Cela en fait un choix privilégié pour ceux cherchant à optimiser leurs performances physiques et à soutenir leurs objectifs de musculation.

Les recommandations officielles suggèrent une prise quotidienne de 3 g de créatine, et il est généralement déconseillé de dépasser cette dose, car cela n'apporterait pas d'avantages supplémentaires significatifs. La prise de créatine doit être fractionnée, c'est-à-dire répartie sur la journée, avec une dose d'environ 1g par prise. Il est également recommandé de consommer la créatine au cours d'un repas, accompagnée d'un grand verre d'eau (**Site web4**).



Figure 06 : Créatine

5.5 Bruleurs de graisse

Les compléments alimentaires bruleurs de graisse sont généralement fabriqués par des laboratoires et élaborés par des experts en nutrition. Souvent, il s'agit d'une association de nutriments dans le cadre d'un programme minceur ou sportifs. Cette synergie nutritionnelle met en action différentes cellules de l'organisme afin de réduire le taux de masse grasse et d'accélérer la thermogenèse. La thermogenèse est un processus complexe permettant d'apporter de la chaleur au corps en utilisant le principe de combustion de graisses stockées dans

l'organisme. Les brûleurs de graisse accélèrent ce phénomène de combustion, permettant au corps d'augmenter sa dépense énergétique, et ce même au repos (**Anne, 2023**).

6. Risques et Avantages des compléments alimentaires

6.1 Avantages des compléments alimentaires

Les compléments alimentaires peuvent représenter un coup de pouce et être utilisés pour corriger des déficiences nutritionnelles ou maintenir un apport de certains nutriments. Pour qu'un complément alimentaire apporte une quantité suffisante de vitamines ou de minéraux dont l'organisme a besoin pour assurer son bon fonctionnement, les autorités recommandent pour chaque composant des apports journaliers recommandés (AJR) qui sont définis comme suite : les apports journaliers recommandés (AJR) sont des valeurs-repères utilisées en tant que référence pour l'étiquetage des produits alimentaires. Ils représentent la quantité suffisante des différents nutriments nécessaires à la couverture des besoins physiologiques. Evalués à partir de données scientifiques, ils répondent à des règles fixées par l'Anses, et sont calculés en fonction des besoins nutritionnels moyens mesurés par groupe d'individus (ex : enfants, femmes enceintes, personnes âgées, etc..).

Les compléments alimentaires peuvent être utiles dans différentes étapes de la vie comme la performance musculaire, la perte de poids, la grossesse, les problèmes de mémoires et de concentration, le stress, ou encore le vieillissement (**Caro *et al.*, 2010**).

6.2 Risques toxicologiques des compléments alimentaires

Les compléments peuvent avoir des conséquences néfastes sur la santé des consommateurs et entraîner des effets toxiques en raison notamment de surdosage ou de surconsommation (dépassement des apports maximal tolérables). Un apport maximal tolérable (AMT) est défini comme un apport quotidien continu le plus élevé qui ne comporte vraisemblablement pas de risques d'effets indésirables pour la santé chez la plupart des membres d'un groupe donné, il est défini en fonction de l'étape de la vie et du sexe (**Caro *et al.*, 2020**).

- L'AMT ne doit jamais être considérée comme un apport recommandé.
- Le risque d'effets indésirables augmente à mesure que l'apport s'élève au-dessus de l'AMT.

Si l'achat de compléments alimentaires ne nécessite pas de prescription médicale, ils ne sont pas pour autant des produits anodins. Ils peuvent contenir des substances très actives et même interdites, par conséquent, des effets indésirables non négligeables peuvent apparaître.

Les effets indésirables rapportés par la littérature sont surtout d'ordre cardiovasculaire et moins fréquemment d'ordre neuropsychiatrique, hépatique, néphrologique, dermatologique, carcinogène ...etc. (Caro *et al.*, 2010).

6.2.1 Effets neuropsychiatriques

Une prise non contrôlée et exagérée des compléments alimentaires peut affecter le système nerveux et engendrer des effets néfastes d'ordre neuropsychiatrique (Caro *et al.*, 2010).

➤ La vitamine B1 (La thiamine)

Une prise excessive de thiamine affecte le système nerveux. Elle entraîne des réactions d'hypersensibilité, pouvant conduire à une irritabilité, à des faiblesses, des maux de tête, et des insomnies (Quilliot *et al.*, 2017).

➤ La vitamine B6 (La pyridoxine)

La vitamine B6 ou pyridoxine est une substance organique non calorique, une vitamine hydrosoluble essentielle à notre métabolisme. Cette vitamine joue un rôle dans le renouvellement des globules rouges, le fonctionnement du système immunitaire et la fabrication de plusieurs hormones. Elle a une action important sur la fourniture d'énergie, mais c'est surtout son action commune et liée au magnésium qui fait sa renommée, notamment pour lutter contre la fatigue et le stress.

Un apport excédentaire et prolongé en vitamine B6 peut engendrer des troubles neurologiques, parfois irréversibles. Cela commence par un engourdissement des pieds, plus tard cela peut se traduire par une perte de sensation au niveau des mains et un engourdissement de la bouche. Difficultés pour marcher, fatigue et maux de tête sont d'autres symptômes de toxicité. Lorsque l'apport en vitamine B6 est réduit, ces symptômes diminuent, mais ils ne disparaissent pas toujours complètement. (Caro *et al.*, 2010).

➤ La caféine

La caféine, aussi désigné sous le nom de 1, 3, 7 triméthylxanthine ou méthyl théobromine, est un alcaloïde de la famille des methyloxantine, présent dans de nombreux compléments alimentaires destinés à la favoriser la perte de poids ou augmenter les performances physiques, elle agit comme stimulant psychotrope et comme léger diurétique.

La caféine a de nombreuses cibles biochimiques dans le système nerveux central, telles que les récepteurs GABA et les récepteurs à l'adénosine A1 et A2a. La prise de caféine peut ainsi induire des perturbations psycho-comportementales, dont la nervosité, l'irritabilité, l'anxiété, voire des crises de panique ou des phénomènes psychotiques, notamment des hallucinations (**Caro *et al.*, 2010**).

6.2.2 Effets carcinogènes

Les compléments alimentaires sont également mis en cause dans l'apparition de cancer, en particulier ceux contenant une forte concentration de caroténoïdes et de vitamines (**Caro *et al.*, 2010**).

6.2.3 Effets cardiovasculaires

➤ Alcaloïdes d'éphédra

Les alcaloïdes de l'éphédra sont reconnus pour leurs effets indésirables signalés chez ceux qui utilisaient des extraits entiers comme « compléments alimentaires » pour perdre du poids ou améliorer les performances sportives. Les extraits d'arbustes d'éphédra contiennent des agonistes alpha et bêta-adrénergiques très actifs qui ont des effets profonds sur le cœur et le système vasculaire (**Andrwas *et al.*, 2005**).

7. Risques liés aux compléments alimentaires à bases de plantes

La consommation des compléments alimentaires à base de plante n'est pas sans risque. Ces produits, qui sont loin d'être anodins, peuvent entraîner des effets indésirables parfois graves, comme des allergies sévères ou des atteintes hépatiques potentiellement mortelle (**Marie, 2023**).

7.1 Atteintes hépatiques

Des atteintes hépatiques (du foie) ont fait l'objet d'une attention particulière en raison de leur possible gravité et de la vraisemblance de la responsabilité du complément alimentaire curcuma. Ce complément est consommé pour sa réputation de protecteur du foie. Ces risques semblent concerner plus particulièrement les formes dites (modifiées) de curcuma (**Perrine, 2022**).

7.2 Risques allergiques

Des cas d'allergies liés à la consommation de compléments alimentaires sont régulièrement signalés par l'Anses (2016), dans le cadre de son dispositif de nutrivigilance. Des

allergies sévères suite à la consommation de compléments alimentaires contenant des produits de la ruche (gelée royale, propolis) et des pollens ont été déclarées. L'Anses rappelle que les personnes allergiques aux pollens peuvent potentiellement présenter un risque d'allergies lors de consommation d'aliments et de compléments alimentaires à base de produits de la ruche.

De façon générale, l'Agence souligne que les compléments alimentaires, à l'instar des aliments courants, peuvent contenir tous types d'allergènes. Les personnes présentant une allergie à un ingrédient doivent être vigilantes à la composition des compléments alimentaires susceptibles de la contenir (**Site web 5**).

7.3 Risques de surdosage

Parmi les effets d'un surdosage de compléments alimentaires, l'on retrouve notamment :

- Une détérioration de notre état de santé. En effet, il faut faire attention à ne pas apporter ou consommer des nutriments dont notre organisme n'a pas besoin.
- Une intoxication : un apport trop important de certains nutriments peut mener à une intoxication de notre organisme.
- Une fatigue inexplicée, face à un surdosage de compléments alimentaires, l'organisme (reins, foie, etc..) dépensera son énergie pour éliminer le surplus de vitamines ou de minéraux présent en son sein.
- Occasionner des problèmes de santé grave. Un apport trop important de certaines vitamines ou de certains nutriments peut occasionner, sur le long terme, des problèmes de santé grave. Par exemple, un apport trop important en fer ou en vitamine A peut influencer négativement la coordination musculaire ou occasionner des lésions au niveau du foie. De la même manière, un surdosage de vitamine C peut être néfaste pour les reins et de trop fortes doses de vitamine D peuvent provoquer une calcification des artères (**Site web 6**).

8. Contamination des compléments alimentaires à base d'extraits botaniques par les métaux lourds

Les métaux non essentiels peuvent contaminer les aliments par différents canaux. Les plantes absorbent ces métaux depuis le sol ou sont polluées par les retombées de poussières. Les poissons, les produits de la pêche et les algues peuvent absorber ces métaux à partir de l'eau dans laquelle ils sont élevés, cultivés ou pêchés. La viande peut contenir des métaux lorsque les animaux les ingèrent via les aliments pour bétail. Ces métaux s'accumulent dans certains organes comme le foie et les reins (**Site web 7**).

Les compléments alimentaires sont des produits destinés à être ingérés en complément de l'alimentation courante afin de pallier à une insuffisance réelle ou supposée des apports journaliers. Un large éventail de substances toxiques qui contaminent les compléments alimentaires tels que le cadmium, le plomb, l'arsenic et le mercure causant à long terme des effets cancérogènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction et pour les reins (**Chebli *et al.*, 2021**).



CHAPITRE II:

MATERIEL ET METHODES

Matériel et méthodes

1. Description de l'enquête

La musculation est à la base de la pratique du culturisme, de la force athlétique ou de l'haltérophilie mais également présente dans la préparation physique de nombreux sports (athlétisme, football). Parfois l'alimentation devient insuffisante pour couvrir les besoins des sportifs, c'est pourquoi la plupart d'entre eux ont tendance à consommer les compléments alimentaires. Pour cela il nous a semblé pertinent d'effectuer une enquête dans le milieu de musculation pour spécifier si ces compléments ont des effets indésirables et connaître les substances qui leur sont indispensables et leurs effets. Nous avons mené une enquête descriptive auprès des salles de sport et notamment de musculation, de certaines communes de la wilaya d'El Tarf : El Besbes, Zerizer, Sidi Kassi et Ben M'hidi.

2. Population d'étude

Les sportifs quel que soit leurs niveaux de pratique ou de performances, pouvaient y répondre. Cette enquête a été réalisée sur un panel de 207 personnes. La population cible comprenait les deux sexes : femmes et hommes.

3. Description du questionnaire

Ce questionnaire distribué aux salles de musculation citées précédemment, était anonyme, simple à remplir et rapide (moins de 5 minutes) ; contient des questions ouvertes et fermées (Annexe 01).

La première partie du questionnaire rassemblait des informations générales : - âge, poids, taille, état de santé, mode de vie, objectif de pratique et durée.

La seconde partie portait sur la consommation des compléments alimentaires destinés aux sportifs. Une réponse positive à la question sur la consommation de ce type de compléments engendrait des questions supplémentaires (le type, la marque, la fréquence de prise, source d'achats et les effets indésirables).

4- Extraction des métaux lourds par méthode de spectrométrie d'absorption atomique

Parmi les compléments alimentaires les plus consommés par les sportifs que nous avons interrogés, on compte les produits à base d'extraits de plantes. Ainsi, dans ce volet, nous avons sélectionné deux compléments alimentaires contenant des extraits de plantes, à savoir le brûleur de graisse Lipo6 (produit à base de caféine) et le booster d'énergie le preworkout Kick guarana

(produit à base de guarana et de caféine) (Figure 07), afin d'évaluer les niveaux potentiels de résidus de trois métaux lourds : Cadmium, Plomb et Arsenic par la méthode de spectrométrie d'absorption atomique (SAA). Les échantillons de Lipo6 se présentent sous forme de gélules, et sous forme liquide pour le preworkout Kick guarana. L'analyse SAA a été effectuée au niveau du laboratoire d'analyses physicochimiques des sols et des eaux « **Horizon** » installé à la wilaya d'Annaba (Bulletin d'analyses dans l'annexe 02).

❖ Quantification du Cadmium

- Principe de la méthode

Les ions cadmium forment avec la dithizone à pH >6 un dithizone de cadmium primaire, qui est stable en milieu fortement alcalin et qui extrait par du tétrachlorure de carbone et donne coloration rose-rouge très sensible.

❖ Quantification du Plomb

- Principe de la méthode

Les ions plomb (II) forment avec la dithizone à pH 7-9 en présence de cyanure un dithizonate de plomb primaire qui extrait par du tétrachlorure de carbone (tétrachlorométhane) donne une coloration rose-rouge très sensible.

❖ Quantification de l'Arsenic

- Principe de la méthode

L'arsenic est réduit en arsine gazeuse par un mélange de zinc, chlorure stanneux, iodure de potassium et acide chlorhydrique dans un distillateur spécialement équipé. L'arsine est dirigée dans un absorbeur contenant un tampon de coton imprégné de solution d'acétate de plomb puis dans un barboteur contenant la solution de diéthylldithiocarbamate dans la pyridine. L'arsenic réagit pour former un complexe rouge qui est lu colorimétriquement. Cette technique nécessite un étalonnage manuel.

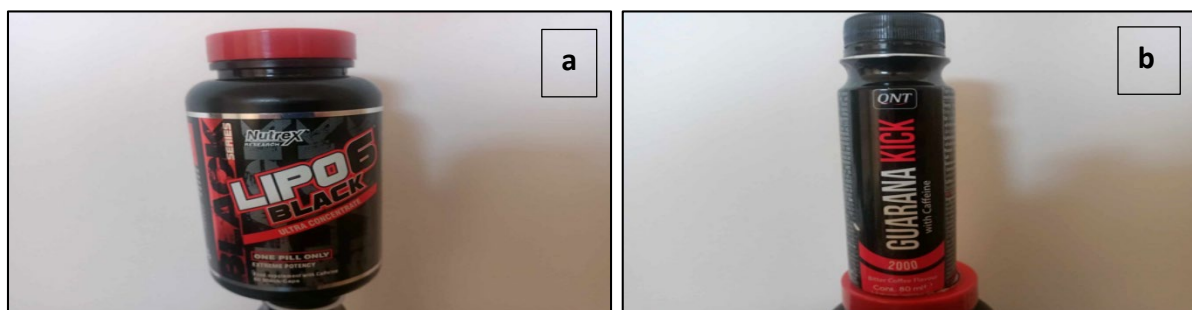


Figure 07 : Bruleur de graisse (Lipo6) (a) ; Booster d'énergie (preworkout Guarana Kick) (b)



CHAPITRE III :

RESULTATS ET DISCUSSION



Résultats

Cette section regroupe les principaux résultats observés suite à l'analyse du questionnaire sur la consommation des suppléments alimentaires. Au terme de la période de collecte de données, 207 personnes ont répondu au questionnaire, ce qui nous a permis de cibler les types de suppléments alimentaires utilisés, les raisons motivant leur consommation, les sources d'information considérées et les lieux d'achat les plus fréquents ainsi que les effets secondaires signalés.

Consommation de compléments alimentaires destinés aux sportifs

1. Prévalence de consommation

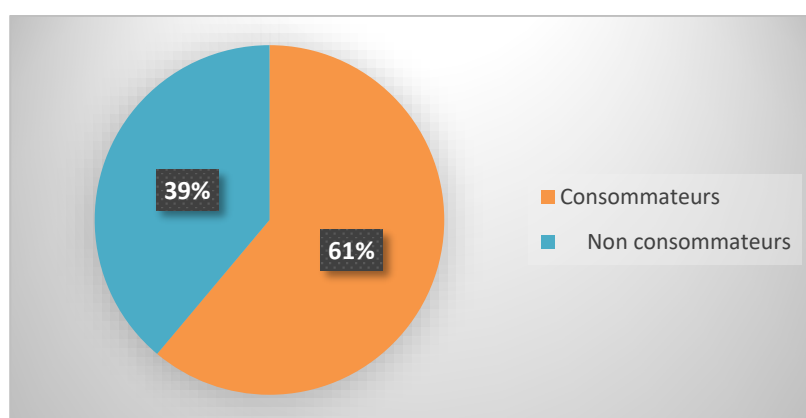


Figure 08 : Prévalence de consommation des compléments alimentaires destinés aux sportifs

La figure 08 représente la prévalence de consommation des compléments alimentaires destinés aux sportifs. Notre enquête indique que la prévalence d'utilisation de ces suppléments alimentaires représente un taux de 61 %, ce qui représente 158 des 207 sujets. Les résultats recueillis dans notre enquête montrent que 39%, soit 44 des 207 sportifs interrogés ne consomment pas ce type de produits.

2. En fonction du sexe

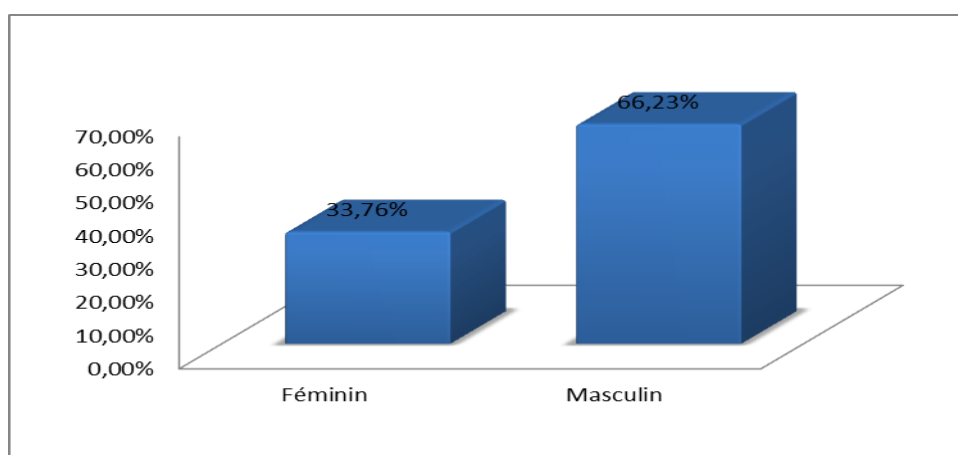


Figure 09 : Consommation des compléments alimentaires en fonction du sexe

Les résultats obtenus (figure 09) montrent que les hommes ayant répondu à cette enquête consomment beaucoup plus de compléments alimentaires destinés aux sportifs que les femmes. Ces résultats permettent de constater la plus forte consommation de compléments alimentaires destinés aux sportifs avec un taux de 66,23% chez les hommes, tandis que les sportifs femmes ont une moindre consommation avec un taux de 33,76%. Cependant, il faut relativiser ces données, étant donné la plus forte proportion d'hommes ayant participé à l'enquête.

3. En fonction de l'âge

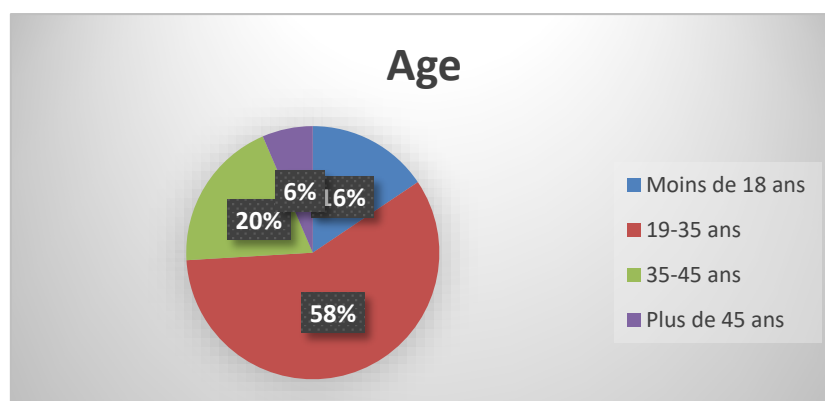


Figure 10 : Consommation des compléments alimentaires destinés aux sportifs en fonction de l'âge

La figure 10 met en évidence les résultats obtenus de l'enquête menée concernant la consommation des compléments alimentaires destinés aux sportifs en fonction de l'âge. Différentes catégories d'âge sont concernées par la prise des compléments alimentaires. Nos données montrent que les consommateurs âgés de moins de 19 à 35 ans sont ceux qui

consomment le plus de suppléments alimentaires spécifiques aux sportifs. Les sportifs de plus de 45 ans sont, en revanche, le groupe d'âge qui consomme le moins ce type de produits.

4. Prévalence de consommation des différents types de compléments alimentaires

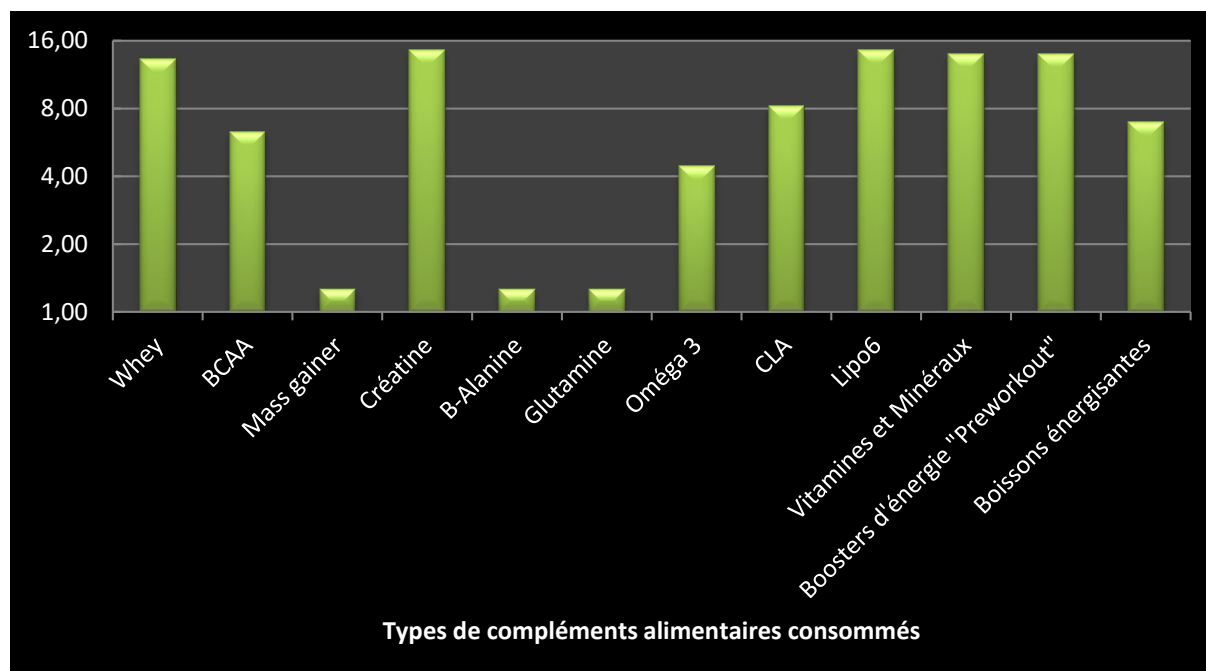


Figure 11 : Prévalence de consommation des compléments alimentaires consommés

La figure 11 montre une variété de substances consommées par les sportifs interrogés, avec une prédominance pour les protéines en poudre (38% des consommateurs). Pour les brûleurs de graisses (CLA et lipo6) les données montrent un taux de 23%. La prévalence de consommation des vitamines et minéraux ainsi que les boosters d'énergie a montré des taux de 14 %. Pour ce qui est des boissons énergisantes, 7 % des sujets interrogés déclarent consommer ce type de suppléments alimentaires. Il est à noter qu'en plus des différents ingrédients (acides aminés, fibres, minéraux, ...) que contiennent les compléments alimentaires, la majorité d'entre eux comportent des extraits de plantes. Certaines substances botaniques ont des effets potentialisateurs connus lorsqu'elles sont associées ce qui pourrait induire à de potentiels effets indésirables à long terme.

5. Répartition des consommateurs en fonction de la fréquence de consommation

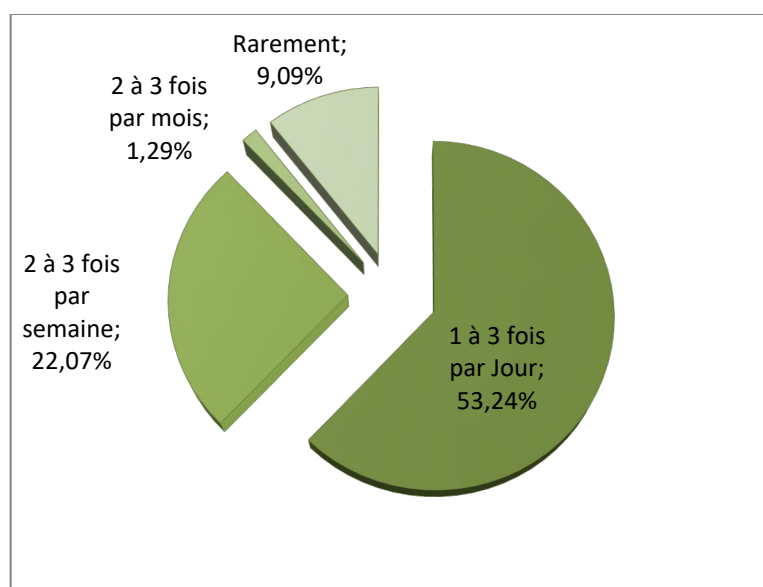


Figure 12 : Répartition des consommateurs en fonction de la fréquence de consommation

La figure ci-dessus représente la description des habitudes de consommation des différentes catégories des suppléments alimentaires. Selon les résultats de notre enquête, nous constatons que la fréquence d'utilisation était quotidienne pour 53 % des consommateurs. La prévalence d'utilisation des compléments alimentaires était moins élevée dans les autres sous-groupes, 22% les consomment 2 à 3 fois par semaine, 1 % les consomment 2 à 3 fois par mois et 9 % les consomment rarement.

6. Lieux d'achat des suppléments alimentaires destinés aux sportifs

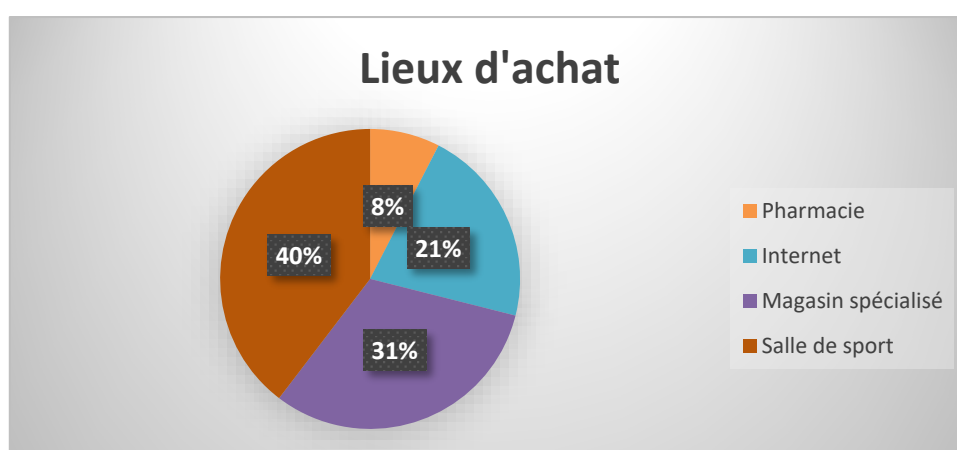


Figure 13 : Lieux d'achats des compléments alimentaires consommés

La figure 13 fournit les données relatives aux lieux d'achats des produits alimentaires. Les salles de sport sont l'endroit privilégié pour l'achat des compléments alimentaires (40 % des consommateurs), loin devant les pharmacies qui sont même devancées par la source d'achat

Internet. Les magasins de sport ou de diététique occupent une part importante, qui est la deuxième source d'achats pour les produits alimentaires destinés aux sportifs (31% des consommateurs).

7. Types d'effets indésirables signalés

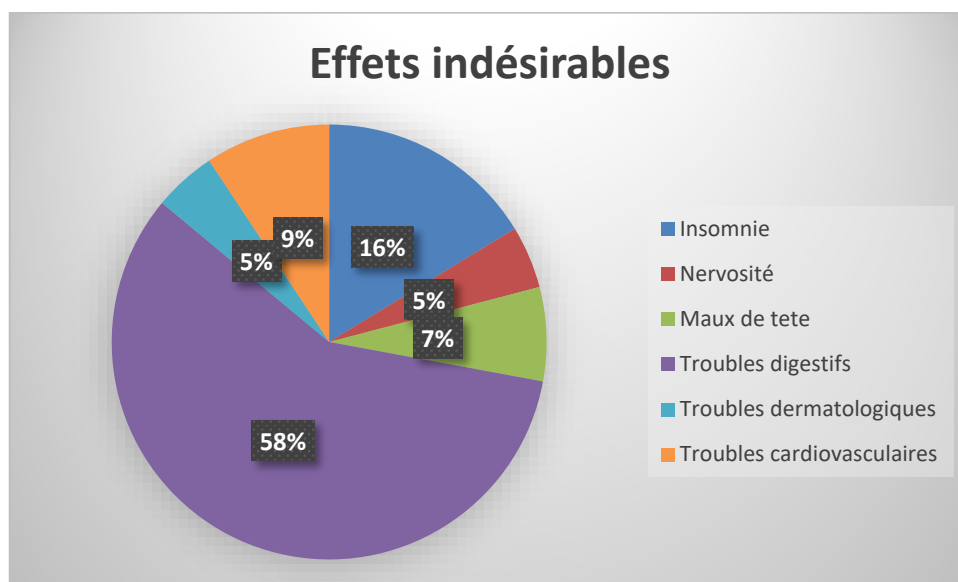


Figure 14 : Type d'effets indésirables signalés susceptibles d'être liés à la consommation de compléments alimentaires destinés aux sportifs

La distribution des cas par types d'effets indésirables est illustrée dans la figure 14. Parmi les cas d'effets indésirables vraisemblablement imputables aux produits consommés, deux types d'effets indésirables sont fortement majoritaires : d'ordre digestifs et neurologiques. Des effets secondaires d'ordre cardiovasculaire et dermatologique ont été également noté dans nos résultats.

8. Détermination des concentrations de métaux lourds dans les compléments alimentaires Lipo6 et le preworkout Guarana

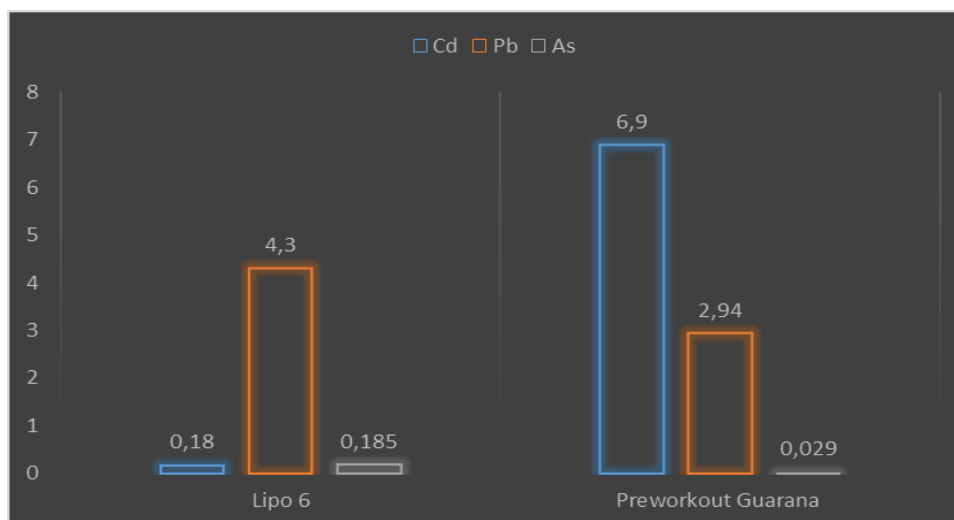


Figure 15 : Teneurs des métaux lourds dans les compléments alimentaires Lipo 6 et preworkout Guarana

Dans notre travail, nous nous sommes intéressées à évaluer les concentrations de résidus de trois métaux lourds (Cd, Pb et As) par analyse de spectrométrie d'absorption atomique de deux échantillons de compléments alimentaires à base d'extraits botaniques à savoir le Lipo6 qui est un brûleur de graisse et le preworkout Guarana qui est un booster d'énergie pris par les sportifs avant l'entraînement. Les résultats que nous avons obtenus (Figure 15), indiquent une concentration de plomb de 4,3 mg/kg pour l'échantillon Lipo6, une concentration supérieure à la LMR. Pour ce qui est du preworkout Guarana, l'analyse SAA a mis en évidence une teneur en Pb de 2,94 mg/l. En ce qui concerne les concentrations du cadmium enregistrées, l'analyse SAA a révélé une teneur en cadmium de 0,18 mg/kg pour l'échantillon de Lipo6, qui est inférieure à la LMR. Inversement pour le preworkout guarana, on note une concentration de cadmium de 6,9 mg/l. Quant à l'arsenic (As), les concentrations relevées dans les deux échantillons indiquent des valeurs faibles. Le brûleur de graisse Lipo6 détient la valeur de 0,185 mg/kg d'arsenic, et on note une valeur de 0,029 mg/l pour le preworkout guarana.

Discussion

L'objectif principal de cette étude était de connaître les habitudes de consommation de suppléments alimentaires chez des sportifs amateurs et professionnels rencontrés dans des salles de sport dans la wilaya d'El Tarf. Ainsi, les données récoltées auprès des 207 personnes qui ont répondu au questionnaire ont permis de cibler les types de compléments alimentaires utilisés, les raisons motivant leur consommation, les lieux d'achat les plus fréquents et leurs effets secondaires. Ces suppléments alimentaires destinés aux sportifs sont largement utilisés pour soutenir les tentatives de perte de graisse, de prise de masse ou pour booster leur énergie. Cependant, l'efficacité et l'innocuité de la variété des mélanges d'ingrédients dans ces suppléments sont remises en question.

Nos résultats montrent que la prédominance de consommation des compléments alimentaires est pour le sexe masculin avec un taux de 66,23% versus un taux de consommation de 33,76% pour le sexe féminin. Ainsi, les produits alimentaires destinés aux sportifs sont plus consommés par les hommes que par les femmes. Cette différence peut être justifiée par le fait que le questionnaire a été rempli en majorité par des hommes et que les réponses obtenues ne reflètent donc pas totalement la répartition relativement équitable entre les hommes et les femmes au sein des salles de sport au niveau de wilaya d'El Tarf. Ce résultat nous mène à nous demander si cette différence peut répondre à des objectifs différents. Les hommes seraient-ils plus à la recherche de la performance et les femmes pratiqueraient-elles le sport et notamment la musculation plutôt dans un souci de bien-être ou pour leur hygiène de vie ?

Les résultats de l'enquête ont montré que les personnes interrogées âgées de 19 à 35 ans constituent le groupe d'âge consommant le plus de compléments alimentaires. Nous pouvons penser que cette forte représentation de la population sportive jeune est due à la haute performance physique et aux modes de diffusion de l'enquête. Nos résultats ont laissé apparaître que les consommateurs âgés de moins de 18 ans et ceux âgés de plus de 45 ans constituent les groupes d'âge consommant le moins de compléments alimentaires. Ceci peut s'expliquer pour le groupe d'âge de moins de 18 ans par leur moindre pouvoir d'achat, leur récupération qui est plus aisée, le fait qu'ils soient en pleine progression et qu'ils ressentent moins la fatigue que des sportifs plus âgés. Quant au groupe de consommateurs de plus de 45 ans, le résultat que nous avons obtenu peut s'expliquer par leur faible capacité physique, et qu'ils ressentent plus la fatigue que des sportifs plus jeunes. Ces résultats peuvent être mis en relation avec une enquête réalisée à Dakar (profil et motivation à la pratique de la musculation en salle) chez 107

sportifs (**Diata, 2007**) et avec une étude canadienne réalisée chez 582 sportifs de haut niveau et issus de différents sports.

A propos des types des compléments alimentaires majoritairement utilisés par les sportifs que nous avons interrogés, on constate que les produits les plus consommés sont les protéines en poudre, les brûleurs de graisse à base de caféine et les boosters d'énergie contenant la caféine et d'autres extraits de plantes tels que la guarana. La caféine est souvent l'ingrédient principal des suppléments thermogéniques disponibles dans le commerce en raison de sa capacité à augmenter la dépense énergétique.

Ce résultat peut être expliqué par le fait que ces produits permettent à la fois une augmentation des performances physiques, un développement musculaire et une réduction de la masse grasse. Ces résultats s'accordent avec d'autres travaux similaires (**Brisard, 2014 ; Didier, 2015 ; SFNS, 2017 ; Riche, 2015 ; Vasson, 2015 ; Rogeau, 2013 ; Jovano et al., 2019**). D'autres études réalisées chez des populations de sportifs amateurs de sport d'endurance ont mis en évidence une consommation majoritaire de carbohydrates et des boissons énergisantes (**IRBMS, 2017**). Par ailleurs, L'étude de **Deloy (2017)** rapporte une consommation majoritaire de spiruline, d'acides aminés type BCAA, de magnésium et de vitamine C.

En ce qui concerne la fréquence des prises de ces compléments alimentaires, les résultats montrent que la plupart des consommateurs prennent ces produits 1 à 3 fois par jour, ceci peut s'expliquer par le fait qu'ils recherchent des meilleurs résultats et une meilleure performance.

Notre enquête s'est intéressée à la provenance des compléments alimentaires consommés par les sportifs questionnés. Concernant le lieu d'achat, nos résultats montrent que les salles de sport et les magasins spécialisés dans la vente des compléments alimentaires destinés aux sportifs sont les endroits privilégiés pour l'approvisionnement de ces produits, tandis que 21% des sportifs se procurent dans les suppléments alimentaires sur internet. Cela est expliqué par l'influence des sportifs par les conseils des vendeurs des magasins spécialisés qui leur proposent un large choix des gammes de ces types de produits. Par ailleurs, vu qu'ils coutent chers, les titulaires des salles de musculation vendent ces compléments fractionnés par unité, par gélule et par dose. Ces résultats sont en accord avec les enquêtes de **Amarouche (2023) ; Messaouidi et Guediri (2021) ; Bedoui (2022)** et avec l'étude de **Mameri et al .(2020)**. D'autres études rapportent une provenance assez différente de ces compléments, avec une principale source d'approvisionnement les officines la ou les sportifs préfèrent avoir des conseils des praticiens

de santé (**Deloy, 2017 ; Arazi *et al.*, 2014**). L'étude de **Delanoy (2017) [74]** a montré que la population des militaires achète principalement les compléments alimentaires en ligne (via Internet). L'étude de **Bescond (2022) [67]** indique aussi que l'internet est plébiscité par les consommateurs des compléments alimentaires avec un pourcentage de 70%.

D'après notre étude, nous avons constaté que beaucoup des sportifs qui consomment des compléments alimentaires présentent divers effets secondaires, d'ordre neurologique, cardiovasculaire et dermatologique. Ces résultats sont en d'accord avec l'étude de **Mameri *et al.* (2022)**.

Le risque d'effets indésirables suite à la consommation de ce type des produits est d'autant plus élevé que certains consommateurs ont tendance à consommer le produit à des doses supérieures à celles recommandées par le fabricant, créant ainsi un risque de surdosage ; ou à prendre plusieurs produits de façon concomitante. Par ailleurs, il faut tenir compte des variabilités inter individuelles, des interactions médicamenteuses. Certaines substances ont des effets potentialisateurs connus lorsqu'elles sont associées (synéphrine et caféine par exemple). Les extraits de plantes peuvent minorer ou majorer les effets de médicaments pris de façon concomitante (**ANSES, 2016**).

L'excès de protéines comporte certains risques pour la santé tel que les prises de poids. Par ailleurs, le risque principal est l'apparition à long terme de pathologies rénales en raison d'une filtration excessive rénale des produits de dégradation protéiques (déchets azotés) (**Riche, 2015 ; Maton, 2017**). En plus de ce risque important, nous pouvons retrouver les risques de développer des crises de goutte, mais aussi de favoriser des blessures sportives (musculaires et tendineuses). Enfin, des désordres électrolytiques sont possibles (fuites calcique et potassique principalement) (**Maton, 2017**).

Une supplémentation en BCAA augmente la production d'ammoniaque, ce qui pourrait générer une toxicité centrale et être un facteur prédisposant aux blessures (**Brisard, 2014 ; Holecek, 2014**). Enfin, les effets à long terme sur le rein restent une source de craintes et il convient de prendre les précautions nécessaires avant de conseiller ce type de compléments alimentaires, et de respecter les consignes d'utilisation. La littérature fait l'état de certains effets indésirables probablement liés à la prise de créatine : néphrite interstitielle, une insuffisance rénale aiguë (**Dori *et al.*, 2014**), troubles digestifs (nausées, diarrhée, douleurs abdominales ...) (**Cornillier *et al.*, 2008**). De plus, la prise de créatine aggraverait des pathologies rénales existantes et pouvant être inconnues du consommateur (**Pritchard & Kalra, 1998**).

La caféine est très présente dans beaucoup de compléments alimentaires (Boissons énergisantes, brûleurs de graisse, boosters d'énergie...). Il est à mentionner que les compléments alimentaires contenant l'extrait botanique guarana sont incluses dans celles contenant de la caféine ; la raison est que de nombreuses plantes (café, thé, kola, guarana, cacao,) renferment de la caféine. Prise en excès, la caféine entraîne de nombreux effets indésirables : nervosité, agitation, anxiété, tachycardie, hypertension artérielle, tremblements, céphalées, insomnie, douleurs gastriques, diarrhée, troubles diurétiques (**Cornillier et al., 2008 ; ANSES, 2016**). Chez le sportif, sa propriété diurétique accélère la déshydratation, ce qui prédispose aux tendinites et aux mauvaises performances (**Riche, 2015**). De plus, la caféine est susceptible de favoriser l'acidité gastrique qui pourrait déclencher de sévères maux d'estomac (**SFNS, 2017 ; Clark, 2015**) La consommation de caféine pourrait influencer sur le comportement du sportif : agressivité, irritabilité, angoisse ...etc. Les effets indésirables de type cardiaque s'opposent à l'adaptation à l'effort du sportif et peuvent engendrer des troubles du rythme cardiaque, voire des risques de mort subite dans des cas extrêmes (**SFNS, 2017**).

Par ailleurs, en matière de compléments alimentaires et d'un point de vue sanitaire, le problème est leur contamination potentielle, notamment par les métaux lourds. Ce constat nous a mené à analyser des échantillons de deux compléments alimentaires comportant des extraits de plantes ; un brûleur de graisses Lipo6 et un Booster d'énergie le preworkout Guarana, vendus massivement en Algérie aux sportifs professionnels et amateurs en quantifiant les concentrations de trois métaux lourds le cadmium, le plomb et l'arsenic.

Les résultats que nous avons obtenus révèlent des concentrations non négligeables de cadmium, de plomb et d'arsenic dans les deux suppléments alimentaires testés. Ainsi, dans le premier échantillon Lipo6, les niveaux moyens de plomb quantifiés étaient de 4,3 mg/kg, et de 2,94 mg/l pour le preworkout guarana. Il est à noter que les niveaux de plomb des deux échantillons testés sont supérieurs au niveau maximum autorisé de 0,5 µg/g pour le Pb (**IARC, 2012**). A titre de comparaison, l'étude de **Tumir et al. (2010)** rapporte des niveaux signalés importants de Pb (0,25-3,86 µg/g), dans les suppléments alimentaires en comprimés de vitamines, de minéraux et d'extraits de plantes. Selon le IARC (**2006**), aux États-Unis, l'apport alimentaire quotidien estimé en Pb est d'environ 83 µg/jour. Cependant, l'apport alimentaire en plomb peut varier en fonction de la localisation géographique, par exemple, l'apport alimentaire quotidien peut aller de 7 µg/jour (en Malaisie) à 230 µg/jour (en Belgique) (**WHO-IARC, 2006**). De fortes doses de Pb ingérées entrent en compétition avec le calcium dans le corps, affectant la libération des neurotransmetteurs et la synthèse de l'hème, ce qui peut entraîner des

effets nerveux, hématologiques, reproductifs et rénaux (**Clean Label, 2018 ; Consumer Reports, 2010 ; Bernhoft, 2012**).

En ce qui concerne la quantification des concentrations du cadmium dans les échantillons testés, nous avons enregistré des valeurs de 0,18 mg/kg pour le produit Lipo6 et 6,9 mg/l pour le preworkout guarana. Ainsi, ces échantillons ont présenté des niveaux de Cd supérieurs au niveau maximal autorisé qui est de 2,5 µg/g (**IARC, 2012**) et par rapport à la LMR qui est de 14 µg/jour (**Avula *et al.*, 2011**). L'apport alimentaire hebdomadaire estimé en Cd pour les adultes est d'environ 2,3 g/kg de poids corporel ; ou pour un adulte de 70 kg d'environ 23 g/jour (**Renieri *et al.*, 2019**). Le cadmium est présent dans la plupart des denrées alimentaires, mais à des concentrations "inférieures" (concentration moyenne rapportée <0,02 µg/g) (**IARC, 2012 ; Renieri *et al.*, 2019**).

Les résultats obtenus dans notre travail ont révélé des valeurs plus faibles pour l'arsenic comparé aux concentrations des métaux lourds quantifiées. Les niveaux moyens d'As dans les deux produits étaient de 0,185 mg/Kg et de 0,029 mg/l pour le produit Lipo6 et le booster guarana respectivement. Néanmoins, ces résultats sont nettement supérieurs à l'apport alimentaire moyen en As de 9,9 µg/jour signalé par l'OMS. Ainsi, nos analyses ont montré des niveaux supérieurs aux niveaux maximaux autorisés (0,15 µg/g) fixée par la pharmacopée américaine en 2012 (**USP, 2012**). Les niveaux d'apport quotidien en As de nos échantillons sont supérieurs à l'apport journalier autorisé recommandé par l'OMS/FAO (**JECFA, 1989**). De plus, les échantillons sont supérieurs à la LMR de 21 µg/jour (**Avula *et al.*, 2011**). Les aliments qui contiennent de l'As comprennent les poissons marins, les moules et certains crustacés (qui peuvent contenir des concentrations allant jusqu'à 100 mg/kg). Les autres sources alimentaires contenant de l'As inorganique comprennent les viandes, la volaille, les produits laitiers et les céréales. L'As organique se trouve dans les fruits et légumes, mais à des concentrations beaucoup plus faibles (**Khandekar *et al.*, 1984**).

Les facteurs naturels qui influencent les niveaux d'As, de Cd et de Pb dans les aliments sont le type d'aliment spécifique, les conditions de croissance (type de sol et eau), les pratiques agricoles et de culture et les conditions météorologiques (c'est-à-dire le taux de dépôt atmosphérique, les zones avec des formations géologiques riches en métaux lourds). Les suppléments alimentaires sont produits à base de plantes, de viandes et de lait et ses dérivés qui peuvent être les principales sources de contamination par les métaux lourds. Les plantes absorbent facilement les métaux lourds dans l'air, l'eau et le sol, et ces métaux lourds peuvent

rester dans le produit final, même après la transformation (**FDA, 2016 ; Ghosh *et al.*, 2013 ; Gundert-Remy *et al.*, 2015**). D'autre part, le lieu d'approvisionnement en matières premières pour la fabrication des suppléments alimentaires peut avoir un impact sur la teneur en métaux lourds du produit final.

CONCLUSION

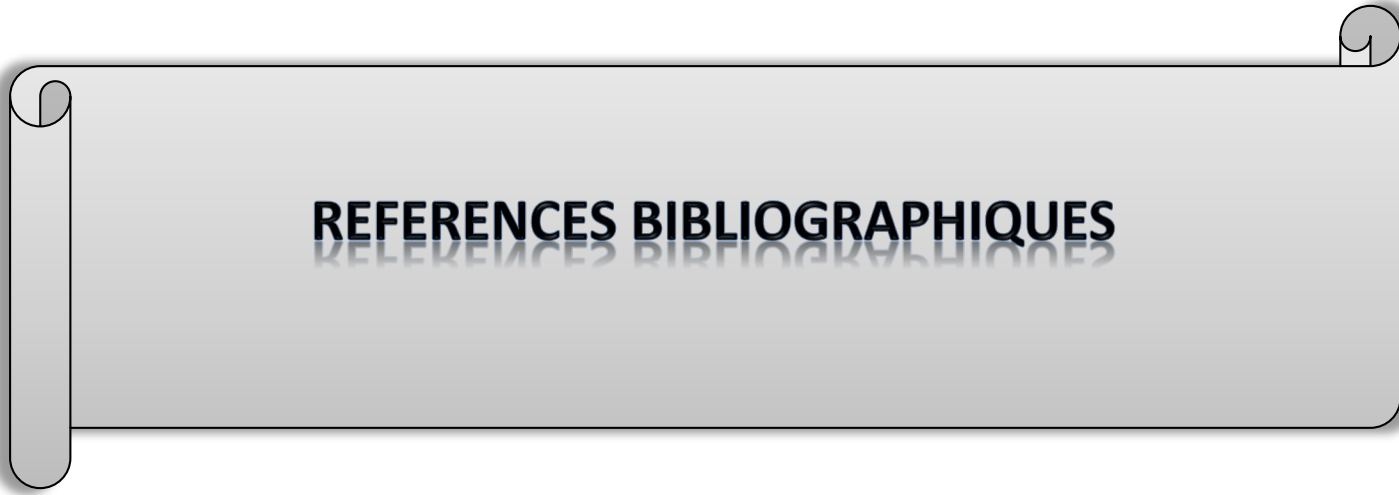
Conclusion

Les produits et compléments alimentaires destinés aux sportifs ont largement envahi les rayons des boutiques de sport et des magasins de diététiques. Nous les retrouvons même dans les salles de sport. Si ces produits peuvent s'avérer pratiques et utiles dans certains cas, ils ne sont pas sans danger.

Nous avons réalisé ce travail dans le but de connaître les types de compléments alimentaires les plus utilisés par les sportifs, leurs marques, et décrire leurs effets secondaires. Les résultats de cette enquête montrent que la majorité des consommateurs de compléments nutritionnels sont des hommes âgés de 19 à 35 ans, et que les compléments les plus couramment consommés sont les protéines en poudre. Nos résultats ont également mis en évidence que la consommation de ces compléments alimentaires entraîne l'apparition de troubles secondaires ; d'ordre neurologique (anxiété, insomnie, ...), d'ordre digestifs et dermatologiques.

Par ailleurs, en analysant les réponses des consommateurs et en s'intéressant aux compositions des produits consommés, nous avons noté que la majorité des compléments nutritionnels consommés comportaient des extraits de plantes. Ces données nous ont poussé à analyser deux produits très plébiscités par les consommateurs un bruleur de graisse à base de caféine et un booster d'énergie qui est un preworkout (produit consommé avant l'entraînement) à base de deux extraits de plantes la caféine et la guarana ; en déterminant leur niveau de contamination par des métaux lourds tels que le plomb, le cadmium et l'arsenic, afin de maintenir la sécurité des compléments nutritionnels et celle des consommateurs. Ainsi, nos résultats ont montré des concentrations non négligeables de résidus de métaux lourds quantifiés. Plusieurs études ont montré que la quantité de concentrations de métaux lourds dans les compléments alimentaires testés peut dépendre de la provenance des matières premières et du produit fini.

En outre, il convient de noter que le surdosage de ce type de produits est assez courant car les consommateurs pensent que les suppléments à base de plantes ne présentent aucune menace pour la santé. Par ailleurs, la combinaison de différents médicaments et suppléments présente un risque non seulement en termes d'interactions entre les produits chimiques contenus dans différentes préparations, mais également en raison de la pénétration de métaux lourds dans l'organisme à partir de d'autres sources. Les consommateurs devraient accorder plus d'attention à la consommation de compléments alimentaires et être conscients des effets négatifs qu'ils peuvent entraîner. Pour renforcer la sécurité des consommateurs de compléments alimentaires, il semble nécessaire de mettre en place un contrôle de qualité plus strict et de déterminer des schémas posologiques sûrs.

A decorative horizontal scroll graphic with a light gray gradient fill and a dark gray border. The scroll is unrolled in the center, with the ends curled up at the top and bottom. The text "REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES" is centered on the unrolled portion.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographies :

- Andraws R., Chawla P., Brown DL. 2005. Cardiovascular effects of Ephedra alkaloids: A comprehensive review. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 47 (4), 217-225.
- Amarouche L. 2023. Risques et toxicité potentielle liés à la consommation des brûleurs de graisses chez les sportifs. Mémoire master. Université Chadli Bendjedid El Tarf.
- Anne S.G.B. 2023. Brûleurs de graisse : définition, efficacité et contre-indications.
- Arazi H., Saeedi T., Sadeghi M.M., Nastaran M., Mohammadi M. 2014. Prevalence of supplements use and knowledge regard to doping and its side effects in Iranian athlete university students participated in sports Olympiad competitions at summer. *Acta Kinesiologica*, 8 (2), 76-81.
- Athmani S., Babo D. 2017. 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.
- Avula A., Wang Y.H., Duzgoren-Aydin N.S., Khan IA. 2011. Composition élémentaire inorganique de compléments alimentaires multivitamines/minéraux commerciaux: application de la spectroscopie de masse à couplage inductif par cellule de collision/réaction. *Chimie alimentaire*, 127, 54-62.
- Bedoui A. 2022. Contribution à l'étude de l'effet toxique potentiel de la consommation des suppléments alimentaires protéinés chez les sportifs amateurs. Mémoire master. Université Chadli Bendjedid El Tarf.
- Bernhoft R.A. 2012. Mercury toxicity and treatment: a review of the literature, *J. Environ. Public Health* 2012, 460508.
- Bescond F. 2022. Complément alimentaire et médicament pendant la musculation l'esthétique au détriment de la santé. Thèse pharmacie. Université de Nantes.
- BRISARD M. 2014. La nutrition et l'utilisation de compléments alimentaires chez le sportif d'endurance : enquête auprès de triathlètes de Franche-Comté. Thèse de doctorat en pharmacie. Besançon : Université de Franche-Comté, 128 p.
- Brosnan J.T., Brosnan M.E. Branched-chain amino acids: enzyme and substrate regulation. *J Nutr.* 2006 Jan; 136 (1 Suppl): 207S-11S .doi:10.1093/jn/136.1.207S .PMID:16365084.
- CARO L., CAYROL C., DALEM E., ESSEGHIR S., Dossier santé Thème : les compléments alimentaires, (cite le 18/06/2010).

- Caro L., Cayrol C., Dalem E., Esseghir S. 2010. Dossier santé les compléments alimentaires 6P.
- Chebli A.I., Haddad S., Oukil M., Reffai M.A., Seleyemi S., Cheradi S., Hamzaoui F. 2021. Détermination Des Teneurs En Métaux Lourds dans Les Compléments Alimentaires Mais En vente En Algérie Par Spectrométrie D'absorption Atomique. Journal of Advanced Research in Science and Technology. Volume7. Numéro2. page 44-52.
- Clean L., 2018. Protein Powder Study, Retrieved March 24, 2020 from: Clean Label Project, Broomfield, CO, 2018 <https://www.cleanlabelproject.org/protein-powder>.
- Consumer Reports, 2010. Investigation: Test Reveal Contaminants in Many Protein Drinks, Unclear Labeling May Lead to Excessive Protein Consumption Which Can Pose Health Problems, Last Modified June 1, 2010. Retrieved March 24, 2020 from: , Consumer Reports, Yonkers.
- Coqueiro AY et al. 2019. La glutamine en tant qu'acide aminé anti-fatigue dans la nutrition sportive, Nutriments, 11(4) :863.
- Delanoy J., Lafourcade P., Bigard X., Malgoyre A. 2017. Consommation de produits ergogéniques au sein d'unités de combat de l'armée en opération extérieure. Sci Sports, 32(6), 334-43.
- Deloy L. 2017. Compléments et produits alimentaires chez le sportif : consommation, risques et importance du conseil officinal. Thèse de Doctorat en pharmacie, Université de Lorraine.
- Diata M .2007. Profil et motivation à la pratique de la musculation en salle. Mémoire de maîtrise des sciences et techniques. Université Cheikh Anta Diop Sénégal.
- Patricky C. 2013. Proteines en poudre.
- Ménard M.D, 2016. Dip. Méd .Sport . Consultant en médecine sportive Direction- Protection de la santé de la force.
- DIDIER S. 2015 Automédication chez les coureurs de trail et d'ultra-trail® : enquête lors de l'Infernal Trail des Vosges 2014, 13 et 14 septembre 2014. Thèse de doctorat en médecine. Nancy : Université de Lorraine, 74p.
- FDA, 2016. Food and Drug Administration (FDA); Silver Spring, MD: Arsenic in Rice and Rice Products Risk Assessment Report. <https://www.fda.gov/media/96071/download>
- Fick M. 2016. Valorisation du lactosérum.

- Ghosh A., Majumder S., Awal M.A., Rao D.R. 2013. Arsenic exposure to dairy cows in Bangladesh. Arch. Environ. Contam. Toxicol, 64(1), 151–159.
- Gundert-Remy U., Damm G., Foth H., Freyberger A., Gebel T., Golka K., Rohl C., Schupp T., Wollin KM., Hengstler JG. 2015. High exposure to inorganic arsenic by food: the need for risk reduction. Arch. Toxicol, 89 (12), 2219–2227.
- IARC. 2012. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Arsenic, Metals, Fibres and Dusts. WHO-IARC; Lyon, France: Cadmium and cadmium compounds; pp. 121–145.
- IRBMS (Institut de Recherche du Bien-être, de la Médecine et du Sport Santé). 2017. Résultats de notre enquête sur les boissons énergisantes, disponible sur : <http://www.irbms.com/resultats-de-notreenquete-sur-la-consommation-de-boissons-energisantes>.
- Jaffiol C., Bourlioux P., Laplace J.P. 2011. Réflexions et propositions relatives aux allégations de santé, et aux compléments alimentaires. Bulletin de l'académie nationale de médecine, 195(1), 189-202.
- JECFA., 1989. Évaluation de certains additifs alimentaires et contaminants, trente-trois rapports du comité mixte FAO/OMS d'experts sur les additifs alimentaires. Genève : Série de rapports techniques de l'OMS 776.
- Joanna S. (2023). Production de compléments alimentaires : ingrédients et tendances du marché. Foodcom.
- Jovano P., Dordic V., Obradovic B., Barak O., Pezo L., Maric A., Sakac M. 2019. Prevalence, knowledge and attitudes towards using sports supplements among young athletes. int.soc.sport nutr,16 ,27.
- Khandekar R.N., Mishra U.C., Vohra K.G. Environmental lead exposure of an urban Indian population, Sci. Total Environ. 40 (1984) 269–278.
- Maisonneuve N., Raguso C.A., Jetzer J., Centon, L., Pichard C. 2001. Glutamine : métabolisme et physiopathologie. Med Hyg 59 :2327-9.
- Mameri M., Khenioui I., Aouadi I., Bechkit C. 2022. « Danger des complements alimentaires chez les sportifs ».
- Messaoudi A., Guediri N. 2021. Contribution à l'étude des risques liés à la consommation des compléments alimentaires destinés aux sportifs visant le développement musculaire. Mémoire master. Université Chedli Bendjedid El Tarf.

- Muller L.L. 1982. Manufacture of caseins, caseinates and coprecipitates. In: Developments in dairy chemistry. 1. Proteins (P.E Fox, ed.) Applied Science Publishers, Londres et New-York, pp. 315-337.
- Nathalie M. 2023. Tout savoir sur les compléments alimentaires pour sportifs. Apyforme.
- Perrine V .2022 . Des effets indésirables sur le foie.
- Quilliot D., Micho N., Brunaud L., Malgras A. 2017. Déficit en vitamine B1 : comment prévenir et traiter. Nutr Clint Métabol 2017 ;(31):176-80.
- Renieri E.A., Safenkov I.V., Alegakis A.K., Slutskaia E.S., Kokaraki V., Kentouri M., Dzantiev B.B., Tsatsakis A.M. 2019. Cadmium, lead and mercury in muscle tissue of gilthead seabream and seabass: risk evaluation for consumers. Food Chem. Toxicol, 124,439-449.
- RICHE D. L'alimentation du sportif en 80 questions. Vigot, Paris, France. 2015, 237 p.
- ROGEAU R. 2013. Enquête sur la consommation de boissons énergisantes chez les sportifs: consommation banalisée ou conduite addictive ou dopante ? Thèse de doctorat en médecine. Université du droit et de la santé, 52 p.
- RUSSO G.L. 2008. Dietary n-6, n-3 Polyunsaturated Fatty Acids: from Biochemistry to Clinical Implications in Cardiovascular Prevention. Biochemical Pharmacology .doi:10.1016/j.bcp.2008.10.020.
- SAKAMI W., HARRINGTON H. 1963. AMINO ACID METABOLISM. Annu Rev Biochem. 32:355-98.doi: 10.1146/annurev.bi.32.070163.002035. PMID: 14144484.
- SFNS (Société Française de la Nutrition Spécialisée). 2017. La nutrition sportive un marché en croissance ayant besoin d'une réglementation renforcée, disponible sur <http://www.syndicatfrancaisdelanutritionspecialisee.fr/index.php/dietetique-sportive/12-actualitesdietetique-sportive/29-actualites-dietetique-sportive>
- USP. 2012. Les nouvelles USP <232> (Elemental Impurities-Limits) et USP <233> (Elemental Impurities-Procedures). http://www.chemicalsolutionsltd.com/Cap_USP.htm.
- VASSON M.P. 2015. Compléments alimentaires : les clés pour les conseiller à l'officine. Les Éditions le Moniteur des pharmacies. Paris, France. 241 p.
- Villepin D., Breton T., Clément P., Bertrand X., Bussereau D. 2006. Décret du N°352du 20 mars relatif aux compléments alimentaires. Paris.

Webographie

- 1- <https://www.larousse.fr>
- 2- <https://nhco-nutrition.com/journal/a-quoi-sert-la-glutamine-en-musculation/>
- 3- <https://www.overstims.com/conseil/lipides-roles-et-besoins-chez-le-sportif-endurance/>
- 4- <https://conseilspport.decathlon.fr/nutrition-a-quoi-sert-la-creatine>
- 5- <https://www.health.belguim.be>
- 6- <https://ecologie.gouv.fr>
- 7- <https://www.health.belguim.be/>
- 8- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia>

ANNEXES :

Annexe 1 : Questionnaire

A-DEMOGRAPHIE

- 1- Sexe :
- 2- Age : moins 18ans 19-35ans 35-45 ans plus 45
- 3- Poids :
- 4- Taille :

B-SANTE ET MODE DE VIE

- 1-Quel est votre style de vie ? Actif calme stressé Aucun
- 2-Est-ce que vous souffrez d'une maladie ? Oui Non
- Si oui citer votre maladie.....

C-PRATIQUE SPORTIVE

- 1- Depuis quand pratiquez-vous le sport ou la musculation ?.....
- 2- Quel est l'objectif de votre pratique ? (But)
 - Perte de poids Prise de masse musculaire
 - Entretien physique Esthétique
- 3- Combien faites- vous d'entraînements en moyenne par semaine ?
1 2 3 et plus
- 4- Combien d'heures d'entraînements par séance

D-ALIMENTATION ET COMPLEMENTES ALIMENTAIRES

- 1- Avez-vous suivi un régime alimentaire depuis que vous avez commencé à pratiquer le sport ?
Oui non
- 2- Utilisez- vous des compléments alimentaires ? Oui Non
- 3- Pour quelle raison consommez –vous des compléments alimentaires ?
Prise de masse réduction de la masse grasse
booster l'énergie autre
- 4- Quel type de complément : mentionnez le nom de la molécule utilisée :
 - Compléments à base de protéines
 - Bruleurs de graisse
 - Compléments à base d'acides aminés (BCAA, Alanine,).....
 - Créatine.....
 - Dérivés hormonaux.....
 - Oméga3 et acides gras.....
 - Vitamines et minéraux.....

- Boissons énergisantes et énergétiques
 - Autres
- 5- Connaissez-vous les compléments alimentaires à base d'extraits de plantes :
oui non
- 6- Avez- vous déjà pris un complément à base des plantes : oui non
- 7- Prenez-vous un seul complément alimentaire à la fois ou plusieurs et est-ce que vous les associez à d'autres types de produits (substances médicamenteuses par exemple) ?
.....
- 8- Quand prenez- vous ces compléments ?
avant l'entraînement après l'entraînement
- 9- Quelle est la marque de ce complément
- 10- Quelle est la quantité de votre consommation ?
- 11- Pourquoi avez-vous choisi ce complément ?.....
- 12- D'où achetez-vous ce complément :
sur internet salle de sport magasin spécialisé pharmacie
- 13- A quelle fréquence prenez-vous ce complément :
1 à 3 fois par jour 2 à 3 fois par semaine
2 à 3 fois par mois rarement
- 14- Depuis quand prenez-vous ce complément ?.....
- 15- Au bout de combien de temps avez-vous constaté un résultat ?.....
- 16- Avez-vous constaté des effets secondaires de ce complément ?
oui non
- 17- Si oui ces effets sont :
- Maux de tête
 - Fourmillements des membres / Tremblements
 - Troubles du sommeil (insomnie)
 - Anxiété/ nervosité
 - Palpitations/ douleur thoracique
 - Troubles digestifs (Diarrhée, nausées, vomissements...)
 - Difficultés respiratoires
 - Troubles dermatologiques
 - Troubles hépatiques
 - Troubles uro-néphrologiques (coloration des urines, insuffisance rénale...)
 - Autres :

Annexe 02 : Bulletin d'analyses Laboratoire Horizon



LABORATOIRE HORIZON
Analyse du Sol et des Eaux

Laboratoire Horizon
Laboratoire d'analyses des sols & des eaux
204 logements BL 11 N120 CNEP Bicha Youcef,
Route pont blanc Annaba 23000
Tél. : 038 42 77 38. Mobil : 0662 44 24 76 / 0662 17 28 82
Fax : 038 42 77 38.
E-Mail : labohorizon@yahoo.fr

Autorisation N° : 1811/06 **IMMF** : 29712301126933 **N.L** : 23019113237 **N°RIB** : Agence BNA. Annaba : 00100811020003917243

BULLETIN D'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE

NATURE DES ECHANTILLONS :
02 ECHANTILLONS PREPARATIONS.

Date de réception : 27/05/2024.

Echantillons Paramètres	Echantillon Capsules (mg/kg)	Echantillon Liquide (mg/l)	Méthodes
Arsenic (AS)	0.185	0.029	Méthode argent Diethyldithiocarbamate
Plomb (Pb)	4.30	2.94	Méthode à la Dithizone.
Cadmium (Cd)	0.180	6.90	Méthode à la Dithizone.

Bulletin établi à Annaba le: 28/05/2024

وحدة مخبر التحاليل عنابة

رقم الهاتف / فاكس : 038.55.77.38