

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**Université Abdelhamid  
Ibn Badis-Mostaganem  
Faculté des Sciences de la  
Nature et de la Vie**



جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم كلية علوم  
الطبيعة والحياة

**DEPARTEMENT DES SCIENCES ALIMENTAIRES**

**MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES**

Pour l'obtention du diplôme de

**Master en sciences alimentaires**

**Spécialité : NUTRITION ET PATHOLOGIE**

Présenté par

**Ayachi Amira Aida**

**Arab Said Narimene Nina**

**Thème**

**Développement d'une boisson protéinée d'origine végétale  
destinée aux sportifs.**

**Soutenue publiquement le 11/07/2024**

**Devant le jury**

<b>Dr.Deramechia Nawel</b>	<b>Présidente</b>	<b>Maitre conférences A</b>	<b>U. Mostaganem</b>
<b>Pr. Mokhtar Meriem</b>	<b>Encadrante</b>	<b>Maitre de conférences A</b>	<b>U. Mostaganem</b>
<b>Pr.Hadjar Kherfane</b>	<b>Encadrant</b>	<b>Professeur</b>	<b>U.Mostaganem</b>
<b>Dr. Rebita Fatima Zohra</b>	<b>Co- encadrante</b>		<b>U. Mostaganem</b>
<b>Dr. Bouferkas Youcef</b>	<b>Examineur</b>	<b>Maitre de conférences B</b>	<b>U. Mostaganem</b>

## **Remerciement**

*C'est avec une profonde reconnaissance et une considération particulière que nous remercions notre encadreur, **Madame Mokhtar Meriem**, ainsi que **Monsieur Hadjar Kherfane Mohamed**, pour leur aide précieuse, leurs conseils, leur patience, leur soutien et les efforts dont ils ont fait preuve au cours de l'élaboration de ce mémoire de fin d'étude.*

*Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre encadrante, **Madame Rebita Fatima Zohra**, pour son aide précieuse, ses conseils avisés, sa patience et son soutien indéfectible tout au long de l'élaboration de ce mémoire de fin d'études.*

*On remercie **Dr. Deramechia Nawel** d'avoir acceptée de donner de votre temps pour présider notre jury et juger ce travail.*

*On remercie également **Dr. Bouferkas Youcef** de nous faire l'honneur d'examiner ce travail. Vos conseils me seront précieux.*

*Nos respectueux remerciements s'adressent aussi à tous les enseignants du département des sciences alimentaires.*

*On tient à remercier chaleureusement, tous ceux qui, de près ou de loin, nous ont apporté leurs sollicitudes pour accomplir ce travail.*

## *Dédicace*

*Tout d'abord, nous remercions Dieu pour nous avoir donné la force, la sagesse et la persévérance nécessaires pour mener à bien ce travail. Sans Sa guidance et Ses bénédictions, ce projet n'aurait pas été possible.*

*À nos parents, nous exprimons notre amour et notre gratitude infinie. Votre soutien inconditionnel, vos sacrifices et votre croyance en nos capacités ont été les piliers de notre réussite. Vous avez été notre source d'inspiration et notre refuge dans les moments de doute. Merci pour votre amour et votre patience.*

*À nos frères : Walid, Farouk, Rayan, Yanis. Pour leur encouragement constant et leur soutien moral. Vous avez toujours été là pour nous, nous motivant à aller de l'avant et à donner le meilleur de nous-mêmes.*

*À mon neveu Kamil, source de joie et de lumière, tu as été un rayon de soleil dans nos vies. Ta présence nous rappelle la beauté des petits bonheurs.*

*À nos amies, pour votre soutien et votre amitié précieuse. Votre présence à nos côtés a rendu ce parcours plus léger et plus joyeux.*

*Enfin, à nous deux, meilleures amies et binôme, pour notre persévérance et notre travail acharné. Ce mémoire est le fruit de notre collaboration et de notre amitié indéfectible.*



كعك زيت بذور اللفت هو منتجات عالية البروتين يتم الحصول عليها أثناء استخراج الزيت. حتى الآن، يتم تقييمها دون تحول وهي مخصصة لعلف الحيوانات. كجزء من هذا العمل، تم تقييم البروتينات من وجبة بذور اللفت التي تم الحصول عليها كنفائبات من صناعة الزيت من أجل إنتاج مشروب بروتين للرياضيين. أولاً، تم إجراء توصيف فيزيائي كيميائي للبذور وكعك بذور اللفت. تم تقييم محتوى المادة الجافة والمعادن والبيبتيدات والسكريات والبروتينات. أظهرت النتائج أن الكعك يمثل قيمة غذائية مهمة مع

94.53% مادة جافة و 4.05% مادة معدنية و 39.28% بروتين و 0.83 47.4 جرام/100 جرام من السكريات و 9.60% دهون. تم بعد ذلك شطب الكعك ومعالجته إنزيمياً لزيادة قابليتها للهضم. بعد هطول البروتين، تم الحصول على 70% من البروتين من وجبة بذور اللفت المشدبة تمت صياغة مشروب البروتين الحقا بناءً على الاحتياجات الغذائية للرياضيين

**الكلمات الرئيسية:** بذور اللفت والوجبات والبروتينات والمشروبات والرياضيين

# *Abstract*

Rapeseed meal is a protein-rich product obtained during the oil extraction process. Up to now, they have been used as animal feed, without further processing. In this project, the proteins derived from rapeseed cakes obtained as waste from the oil industry were valorized with the aim of producing a protein drink for athletes. Firstly, a physicochemical characterization of the seeds and rapeseed meal was carried out. Dry matter, mineral, peptide, sugar and protein contents were assessed. The results showed that the rapeseed meal had a high nutritional value, with 94.53% dry matter, 4.05% mineral matter, 39.28% of proteins,  $47.4 \pm 0.83$  g/100 g of sugars and 9.60% of lipids. The rapeseed meal was then delipidated and enzymatically treated to increase their digestibility. After protein precipitation, a yield of 70% was obtained from delipidated rapeseed meal. A protein drink was then formulated, based on the nutritional requirements of athletes.

**Keywords:** Rapeseed, rapeseed meal, Protein, beverages, athletes

# *Résumé*

Les tourteaux de colza sont des produits riches en protéines obtenus lors de l'extraction de l'huile. Jusqu'à présent, ils sont valorisés sans transformation et sont destinés à l'alimentation des animaux. Dans le cadre de ce travail, les protéines issues des tourteaux de colza obtenu comme déchets de l'industrie de l'huile ont été valorisées dans le but de produire une boisson protéinée destinée aux sportifs. En premier temps, une caractérisation physicochimique des graines ainsi que les tourteaux de colza a été effectuée. Le contenu en matière sèche, minérale, peptides, sucres et protéines a été évalué. Les résultats ont montré que les tourteaux représentent une valeur nutritionnelle importante avec 94.53% de matière sèche, 4.05 % de matière minérale, 39.28% de protéines,  $47.4 \pm 0.83$  g/100 g de sucres et 9.60% de lipides. Les tourteaux ont été par la suite délipidés, traités enzymatiquement afin d'augmenter leur digestibilité. Après précipitation des protéines, un rendement de 70 % de protéines a été obtenu à partir du tourteau de colza délipidé. Une boisson protéinée a été formulée par la suite en se basant sur le besoin nutritionnel des sportifs.

**Mots-clés :** Colza, tourteaux, Protéines, boissons, Sportifs

# *Liste des tableaux*

<b>Tableau 1 :</b> Recommandations en matière de macronutriments et de liquides ayant des effets avérés sur les performances d'endurance ( <b>Casazza, 2018</b> ) .....	5
<b>Tableau 2 :</b> Exemples de sources de nutriments pour le ravitaillement et la récupération ( <b>Casazza, 2018</b> ).....	7
<b>Tableau 3 :</b> La composition de la boisson protéinée du tourteau de colza <b>ProFit</b> .....	30

# *Liste des figures*

<b>Figure 1</b> : Colza de type hiver : (A) : Stand de culture établi au champ sur un site de Huanggang, province du Hubei (juin 2018). (B) : Champ fleuri à Xining, province du Qinghai (août 2018). (C) : Tige et siliques post-récoltées et séchées. (D) : Graines mûres. <b>(Gulden et al., 2008)</b> .....	10
<b>Figure 2</b> : Composition chimique de la graine de colza <b>(Terres Univia, 2016)</b> .....	11
<b>Figure 3</b> : Composition des graines et tourteaux de colza et principaux procédés de transformation des graines oléagineuses <b>(Terres Inovia, 2017)</b> . ....	12
<b>Figure 4</b> : Graines de colza.....	17
<b>Figure 5</b> : Tourteaux de colza.....	17
<b>Figure 6</b> : Etapes de l'expérience .....	18
<b>Figure 7</b> : Teneurs en eau et matière minérale dans les graines et tourteaux de colza.....	24
<b>Figure 8</b> : Le dosage des sucres, lipides et protéines totaux des graines de colza et tourteaux	26
<b>Figure 9</b> : Farine de colza après délipidation.....	28
<b>Figure 10</b> : Boisson protéinée à partir du tourteau de colza <b>ProFit</b> .....	30



# *Liste des abréviations*

**AOAC**: Association of Official Analytical Chemists.

**ASP** : Acide Soluble Protein.

**BSA** : Bovine Serum Albumin.

**C°** : Degré Celsius.

**cm** : Centimètre.

**COOH** : Acides carboxyliques.

**CPG** : la chromatographie en phase gazeuse.

**DO** : Densité optique.

**EA** : Energie alimentaire.

**UI** : Unité internationale.

**mg** : Milligrammes.

**FAO** : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (Food and Agriculture Organization en anglais).

**g** : Grammes.

**h** : Heure.

**ha** : indiquer l'unité de mesure de surface agraire, équivalant à un hectare.

**HCl** : Acide chlorhydrique.

**NaOH** : Hydroxyde de sodium.

**Cu<sup>2+</sup>** : Ion cuivre (II).

**j** : Jour.

**kg** : kilogramme de poids corporel.

**L** : Litre.

**J-C** : Indiquent une période antérieure au début du calendrier chrétien.

**ml** : Millilitre.

**mm** : Millimètre.

**NaCl** : Formule chimique du chlorure de sodium.

**NH** : Le nihonium (symbole Nh) est l'élément chimique de numéro atomique 113.

**Nm** : Nanomètre.

**pH** : Potentiel Hydrogène.

**Type I** : Fibres musculaires de type I (fibres musculaires lentes ou rouges).

**Type IIb** : Fibres musculaires de type IIb (fibres musculaires rapides ou blanches).

**µg** : Microramme.

# Table des matières

<b>Introduction</b> .....	1-2
<b>CHAPITRE I : Partie bibliographique</b>	
I.1. Besoins nutritionnels des sportifs .....	3
I.1.1. Disponibilité énergétique .....	3
I.1.2. Glucides .....	3
I.1.3. Protéines.....	4
I.1.4 Hydratation .....	4
I.1.5 Micronutriments et Vitamines.....	6
I.1.6. Besoins Spécifiques des Athlètes Féminines .....	7
I.1.7. Les protéines et leurs role dans la performance sportive.....	7
I.2. Le colza.....	9
I.2.1. Généralités .....	9
I.2.2. Classification.....	10
I.2.3. Composition chimique du colza .....	11
I.2.4. Transformation et produits dérivés du colza.....	11-12
I.2.5. Tourteau de colza .....	13
I.2.6. Caractérisation chimique des tourteaux du colza.....	14
I.2.7. Utilisation des tourteaux de colza .....	15
<b>CHAPITRE II : Matériel et Méthodes</b>	
II.1. Matériel végétal... ..	17
II.2. Caractéristiques physicochimiques... ..	17
II.2.1. Matière sèche .....	17
II.2.2. Détermination de la teneur en cendres .....	19
II.2.3. Dosage des protéines .....	19
II.2.4. Dosage des lipides .....	20
II.2.5. Dosage des sucres totaux .....	20
II.3. Délipidation .....	21
II.4. Extraction des protéines.....	21
II.5. Hydrolyse enzymatique .....	22

II.6. Formulation de la boisson protéinée.....	22
------------------------------------------------	----

### **Chapitre III : Résultats et discussion**

III.1. Caractéristiques physico-chimiques .....	24
III.1.1. Teneur en matière sèche.....	24
III.1.2. Teneur en matière minérale.....	25
III.1.3. Dosage des protéines .....	25
III.1.4. Teneur en lipides .....	27
III.1.5. Dosage des sucres .....	27
III.2. Extraction des protéines .....	27
III.2.1. Délipidation.....	27
III.2.2. Précipitation des protéines .....	28
III.2.3 Hydrolyse enzymatique.....	29
III.3. Formulation de la boisson protéinée .....	29
<b>Conclusion.....</b>	<b>32-33</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>34</b>

# **Introduction**

## Introduction

La consommation mondiale de protéines connaît une augmentation constante, due à la croissance démographique et à l'intérêt accru pour des régimes alimentaires riches en protéines. Les protéines jouent un rôle crucial dans le maintien de la santé humaine, étant essentielles pour la construction et la réparation des tissus, la production d'enzymes et d'hormones, ainsi que pour le bon fonctionnement du système immunitaire. Face à cette demande, l'industrie alimentaire explore des sources de protéines alternatives aux protéines animales, souvent associées à des préoccupations environnementales et éthiques (**Tziva et al., 2020**).

Le développement de nouvelles boissons protéinées suscite un intérêt croissant dans le secteur agroalimentaire, en raison de la demande accrue pour des alternatives alimentaires saines et durables. Dans ce contexte, l'utilisation de sources de protéines végétales, telles que les tourteaux de colza, présente des avantages significatifs.

Les besoins protéiques des athlètes sont accrus en raison de l'intensité de leur activité physique. Les recommandations varient de 1,2 à 2,0 g/kg de poids corporel par jour, avec une importance particulière accordée à la distribution des apports protéiques tout au long de la journée pour optimiser la synthèse protéique musculaire (**Phillips et al., 2020**).

Le colza (*Brassica napus* L.) est une plante oléagineuse largement cultivée pour la production d'huile. Après extraction de l'huile, les tourteaux de colza sont particulièrement riches en protéines végétales, représentant une ressource précieuse souvent sous-exploitée, avec une teneur variante généralement entre 30 % et 40 % (**Simbaya et al., 2016**).

L'une des principales préoccupations concernant l'utilisation des protéines végétales dans les boissons protéinées est leur digestibilité et leur profil d'acides aminés. De plus, les tourteaux de colza sont également une bonne source de fibres et de divers micronutriments et offre une alternative durable et éthique aux protéines animales, répondant ainsi à une demande croissante pour des produits respectueux de l'environnement et adaptés aux régimes végétariens et végétaliens (**Sathe et al., 2020**).

En outre, les boissons protéinées à base de tourteaux de colza offrent des avantages supplémentaires, notamment une faible teneur en allergènes et une meilleure acceptabilité pour les individus intolérants au lactose ou allergiques aux protéines de lait **(Boye *et al.*, 2012)**.

En Algérie, il n'existe pas de boissons protéinées de production locale. Ce travail a pour objectif de formuler et d'optimiser une boisson protéinée à base de tourteaux de colza issus de l'industrie de l'huile destinée aux sportifs.

# **Chapitre I :**

## **Partie bibliographique**

## CHAPITRE I : Partie bibliographique

### I.1. Besoins nutritionnels des sportifs

#### I.1.1. Disponibilité Énergétique

La disponibilité énergétique (EA) est essentielle pour les athlètes afin de maintenir des performances optimales et prévenir les blessures. L'EA est définie comme l'énergie alimentaire disponible pour les fonctions physiologiques après soustraction de la dépense énergétique liée à l'exercice. Une faible disponibilité énergétique peut entraîner des dysfonctionnements endocriniens, cardiovasculaires, immunitaires, métaboliques, reproductifs et gastro-intestinaux (**Stellingwerff et al., 2021**).

#### I.1.2. Glucides

L'apport en glucides joue un rôle crucial dans la performance sportive des athlètes, influençant directement la résilience physique et la capacité de récupération (**Burke et al., 2020**). Les athlètes d'endurance ont besoin de réserves de glycogène suffisantes pour compenser la fatigue et maintenir un rythme de performance élevé (**Martin et al., 2023**).

Les experts ne recommandent plus aux athlètes de compétition de suivre un régime habituel riche en glucides (**Tableau 1**) (**Burke et al., 2017**). Les recommandations actuelles indiquent que les athlètes devraient adapter leur consommation de glucides en fonction de leur volume et de leur intensité d'entraînement, ainsi que de leurs objectifs de performance spécifiques. Par exemple, lors des périodes d'entraînement intensif, les besoins en glucides peuvent atteindre jusqu'à 8-12 grammes par kilogramme de poids corporel par jour (**Thomas et al., 2022**).

Un apport plus important en glucides est nécessaire pour les entraînements de haute intensité afin de soutenir les voies énergétiques glycolytiques et les fibres musculaires à contraction rapide. En revanche, lors des phases de récupération ou de réduction de l'entraînement, une réduction proportionnelle de l'apport en glucides peut être recommandée pour éviter un excès énergétique non nécessaire (**Jeukendrup et Cronin, 2020**). Une consommation adéquate de glucides avant, pendant et après l'exercice est nécessaire pour optimiser les performances et la récupération (**Burke et al., 2020**).



### **I.1.3. Protéines**

Une nouvelle prise de position de l'International Society of Sports Nutrition indique que les besoins en protéines sont plus élevés pour les athlètes et augmentent avec des volumes d'entraînement élevés afin de maintenir l'équilibre énergétique, l'équilibre protéique et la masse musculaire (**Jäger et al., 2017**).

Les protéines jouent un rôle crucial dans la réparation et la croissance musculaire, particulièrement chez les athlètes soumis à des entraînements intensifs. Les athlètes devraient consommer entre 1.6 et 2.2 grammes de protéines par kilogramme de poids corporel par jour pour maximiser la synthèse des protéines musculaires et soutenir les adaptations à l'entraînement. Il est également recommandé de répartir cet apport protéique de manière égale tout au long de la journée, avec environ 0.25 à 0.30 gramme de protéines par kilogramme de poids corporel par repas (**Pasiakos et al., 2020**).

Les besoins en protéines des athlètes doivent être adaptés en fonction de leurs objectifs individuels et de leurs préférences. Ils peuvent également augmenter avec l'âge, ainsi que chez ceux qui cherchent à réduire leur masse grasse tout en maintenant ou en augmentant leur masse musculaire maigre (**Phillips et al., 2023**).

### **I.1.4. Hydratation**

Un régime sportif optimal nécessite une bonne hydratation pour la thermorégulation et la performance de l'exercice, étant donné que la perte de liquides et d'électrolytes varie considérablement d'un individu à l'autre, la surveillance de la couleur de l'urine (jaune pâle optimal) et la pesée avant et après l'exercice (perte de poids optimale de ~1 % à 2 %) sont de bons moyens de s'assurer que l'apport en liquides est adéquat lors de l'entraînement (**Bardis et al., 2017**).

La perte de sueur entraîne une perte d'électrolytes, c'est pourquoi les athlètes doivent boire des liquides combinés à des électrolytes ou ajouter des sels par le biais de la nourriture. Une étude de (**Bardis et al., 2017**) a montré que les athlètes qui consommaient autant d'eau qu'ils le souhaitaient ou qui ingéraient de l'eau tous les 1 km à un taux correspondant à 100 % du liquide perdu par la transpiration avaient une vitesse moyenne de pédalage plus élevée lors de l'épreuve de boisson prescrite.

**Tableau 1 :** Recommandations en matière de macronutriments et de liquides ayant des effets avérés sur les performances d'endurance (Casazza, 2018).

Nutriments	Dose journalière	Pré-exercices	Pendant l'exercices	Après l'exercice	Références
<b>Glucides</b>	<p><b>3-5 g.kg<sup>-1</sup>. j<sup>-1</sup></b> : pour les exercices légers, les séances d'entraînement visant à augmenter les adaptations à un faible taux de glycogène ou les jours de repos.</p> <p><b>5-7 g.kg<sup>-1</sup>. j<sup>-1</sup></b> : pour un exercice modéré. (~1 h.j)<sup>-1</sup> : Pour les journées d'entraînement à volume élevé ou à sessions multiples Pour optimiser les réserves de glycogène avant la compétition, il faut réduire l'activité pendant 3 à 6 jours et prévoir une période de 36 à 48 heures de repos.</p> <p><b>8-12 g.kg<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup></b></p>	<p><b>1-4 g.kg<sup>-1</sup>, 1-4 h</b></p> <p>Il n'existe aucune preuve de l'amélioration des performances par l'ingestion d'hydrates de carbone à faible indice glycémique ou à indice glycémique élevé.</p>	<p>Moins de 1 heure : pas nécessaire.</p> <p>1 à 2.5 heures : 30 à <b>60 g.h<sup>-1</sup></b></p> <p>Plus de 2,5 à 3heures : <b>60 à 90g.h<sup>-1</sup></b></p>	<p><b>1-1.2 g.kg<sup>-1</sup></b> d'index glycémique élevé dans les 30 minutes suivant l'exercice.</p>	<p><b>Burke et al., 2017</b></p> <p><b>Bytomski, 2017</b></p> <p><b>Thomas et al., 2016</b></p> <p><b>Heikura et al.,2017</b></p> <p><b>James et al., 2017</b></p>
<b>Protéines</b>	<p>Sport de force : 1,6 - 2,2g.kg<sup>-1</sup></p> <p>Sportif d'endurance : 1,2 -1,6g.kg<sup>-1</sup></p> <p>30 à 40 g de caséine peut augmenter la synthèse des protéines .</p>	<p>0.25 g.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup></p> <p>Avec 30-60 g.h<sup>-1</sup> de glucides pour &gt;1h.</p>	<p>0.25 g.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup></p> <p>Peut réduire les dommages musculaires et les courbatures .</p>	<p>0,25-0,3 g.kg<sup>-1</sup></p>	<p><b>Bytomski, 2017</b></p>
<b>Fluides</b>	<p>Les besoins peuvent varier selon l'individu et l'environnement.</p>	<p>5-10 ml.kg<sup>-1</sup>, 24h avant l'exercice</p>	<p>0.3-2.4 L.h<sup>-1</sup>d'eau ou de boisson électrolytiquependant l'exercice.</p>	<p>1.25-1.5 L, de liquide pour chaque 2,2 kg de poids corporel perdu après l'exercice.</p>	<p><b>Thomas et al., 2016</b></p>

### **I.1.5. Micronutriments et Vitamines**

Un régime alimentaire complet et équilibré, composé d'une variété de fruits, de légumes, de céréales complètes, de produits laitiers et de sources de protéines maigres, devrait fournir des micronutriments adéquats à la plupart des athlètes (**Tableau 2**) (**Thomas et al., 2016**). Les athlètes végétariens ou végétaliens peuvent avoir besoin d'une supplémentation en vitamine B12, en fer, en calcium, en vitamine D, en riboflavine et en zinc (**Bytomski, 2018**).

#### **A- Le fer**

Le fer est essentiel pour les athlètes car il est impliqué dans le transport de l'oxygène, la production de l'énergie et la fonction immunitaire. Les athlètes ont souvent des besoins accrus en fer en raison des pertes par la sueur, l'urine, les selles, et pour les femmes, par les menstruations (**Pernock et al., 2022**). Les besoins en fer varient selon le sexe et l'activité physique (18 mg/jour pour les femmes athlètes et environ 8 à 11 mg/jour pour les athlètes hommes) (**Thomas et al., 2021**).

#### **B- Calcium et Vitamine D**

Le calcium est nécessaire pour la santé osseuse et la contraction musculaire. La vitamine D aide à l'absorption du calcium et est également importante pour la fonction immunitaire. Les recommandations sont de 1000-1300 mg de calcium (**Givens, 2022**) et 600-800 UI de vitamine D par jour (**Bouillon et al., 2022**).

#### **C- Vitamines B**

Les vitamines du groupe B, notamment B6, B12 et folate, sont impliquées dans le métabolisme énergétique et la formation des globules rouges. Les recommandations sont de 1.3-1.7 mg/jour pour la vitamine B6, 2.4 µg/jour pour la vitamine B12, et 400 µg/jour pour le folate (**NIH, 2022**).

#### **D- Vitamines C et E**

Les vitamines C et E sont des antioxydants qui aident à protéger les cellules contre les dommages oxydatifs causés par l'exercice intense. Les recommandations de vitamine C varient, mais une consommation quotidienne de 75 à 90 mg pour les adultes est généralement suffisante pour maintenir des niveaux adéquats (**Carr et al., 2022**). Environ 15 mg/jour pour les adultes est recommandé pour maintenir des niveaux suffisants de vitamine E (**Meydani et al., 2021**).

### I.1.6. Besoins Spécifiques des Athlètes Féminines

Les athlètes féminines ont des besoins nutritionnels particuliers en raison des fluctuations hormonales au cours du cycle menstruel, ce qui peut affecter la récupération et la thermorégulation. Par exemple, la phase lutéale est associée à une température corporelle plus élevée et à une plus grande difficulté à maintenir l'hydratation (Sims et Heather, 2018). Des ajustements alimentaires peuvent être nécessaires pour optimiser la performance et la récupération en fonction des phases du cycle menstruel (Sims, 2016).

**Tableau 2 :** Exemples de sources de nutriments pour le ravitaillement et la récupération (Casazza, 2018).

Nutriments	Sources alimentaires
<b>Glucides</b>	Variété de fruits et légumes colorés, de céréales complètes (flocons d'avoine, quinoa, riz brun) et de légumineuses. (Haricots noirs, pois chiches ou haricots rouges).
<b>Protéines</b>	Poisson, poulet, viandes maigres, lait, fromage blanc, les œufs, le yaourt grec nature, les lentilles, le tempeh, les pois chiches, les haricots noirs, le quinoa, les amandes et les compléments alimentaires contenant du lactosérum, de la caséine et du soja.
<b>Lipides</b>	Saumon, amandes, pistaches, noix, graines de lin, beurres de noix et de l'huile d'olive.

### I.1.7. Les protéines et leur rôle dans la performance sportive

Le mot "protéine" vient du mot grec "proteios", signifiant "de premier rang" ou "important". Ce terme est approprié car les protéines sont cruciales pour tous les organismes vivants, étant impliquées dans chaque processus biologique à tous les niveaux d'organisation du corps. Par exemple, elles constituent des éléments essentiels de la structure corporelle, des muscles, de la peau, des membranes cellulaires, du sang, des hormones, des anticorps, des enzymes et du matériel génétique (Alberts et al., 2022).

Les protéines sont divisées en plusieurs catégories, mais sont toutes composées des mêmes unités de base, les acides aminés. Ces composés contiennent une molécule d'acide aminé (NH) et un acide organique (COOH). Une protéine est un groupe d'acides aminés

attachés ensemble, certaines protéines contenant des centaines de milliers d'acides aminés.

La composition et l'ordre des combinaisons presque infinies possibles déterminent la différence entre une protéine et une autre (**Berg et al., 2019**).

Il est bien établi que le métabolisme des protéines musculaires est très sensible à l'exercice. Les changements qui se produisent dépendent de la durée, de l'intensité et du type d'exercice pratiqué. Par exemple, un exercice de résistance lourd et prolongé, tel que l'haltérophilie, entraîne une augmentation de la masse musculaire et de la force (**Morton et al., 2016**). En revanche, un exercice d'endurance à faible résistance, tel que la course de fond, n'entraîne que peu ou pas d'augmentation de la taille musculaire, cependant, il induit de nombreuses adaptations sous-cellulaires qui améliorent significativement la capacité d'endurance (**Gibala et McGee, 2019 ; Bishop et al., 2020**).

Il existe trois catégories de muscles squelettiques chez l'homme, chacune ayant des types différents en fonction de leur vitesse de contraction maximale et de leurs processus de régulation de l'énergie. Les fibres de type I sont utilisées lors des exercices d'endurance, tandis que les glycolytes ou type IIb sont utilisés lors des exercices de force ou de puissance.

La composition relative de ces muscles peut varier considérablement d'un individu à l'autre et entre les différents muscles d'un même individu (**Wilmore et al., 2018**).

Les protéines jouent un rôle crucial dans la performance sportive car elles sont essentielles pour la croissance, la réparation et la régénération des tissus musculaires. Voici quelques points clés sur le rôle des protéines dans la performance sportive :

- **Synthèse musculaire et récupération** : Les protéines constituent les éléments essentiels des muscles. Après un exercice intense, leur consommation favorise la réparation et la reconstruction des fibres musculaires endommagées, accélérant ainsi la récupération (**Hector et al., 2022**).

- **Prévention de la dégradation musculaire** : Pendant les exercices prolongés ou intenses, les muscles peuvent subir une dégradation. Les protéines peuvent aider à prévenir cette dégradation en fournissant les acides aminés nécessaires à la synthèse des protéines musculaires (**Churchward-Venne et al., 2020**).

- **Source d'énergie** : Bien que les glucides soient la principale source d'énergie pour les activités sportives, les protéines peuvent également contribuer à la production d'énergie, surtout lorsque les réserves de glycogène sont limitées. Cependant, leur rôle énergétique est généralement moins important par rapport aux glucides et aux lipides (**Hector et al., 2018**).

• **Soutien de la fonction immunitaire** : Les activités sportives intenses peuvent temporairement affaiblir le système immunitaire. Certaines protéines, comme la glutamine, peuvent renforcer le système immunitaire, réduisant ainsi le risque d'infections et favorisant une récupération plus rapide (**Cruzat et al., 2018**).

• **Régulation du métabolisme et de la satiété** : Les protéines jouent un rôle crucial dans la régulation du métabolisme et de la satiété. Une consommation adéquate de protéines peut maintenir un métabolisme efficace et réguler l'appétit, ce qui est essentiel pour le maintien d'un poids corporel sain chez les athlètes (**Westerterp-Plantenga et al., 2019**).

## **I.2. Le colza**

### **I.2.1. Généralités**

Le colza (*Brassica napus* L.) est une plante oléagineuse de la famille des *Brassicacée*, largement cultivée pour ses graines riches en huile afin de produire des huiles alimentaires et industrielles et dont le tourteau protéique résiduel convient bien à l'alimentation du bétail.

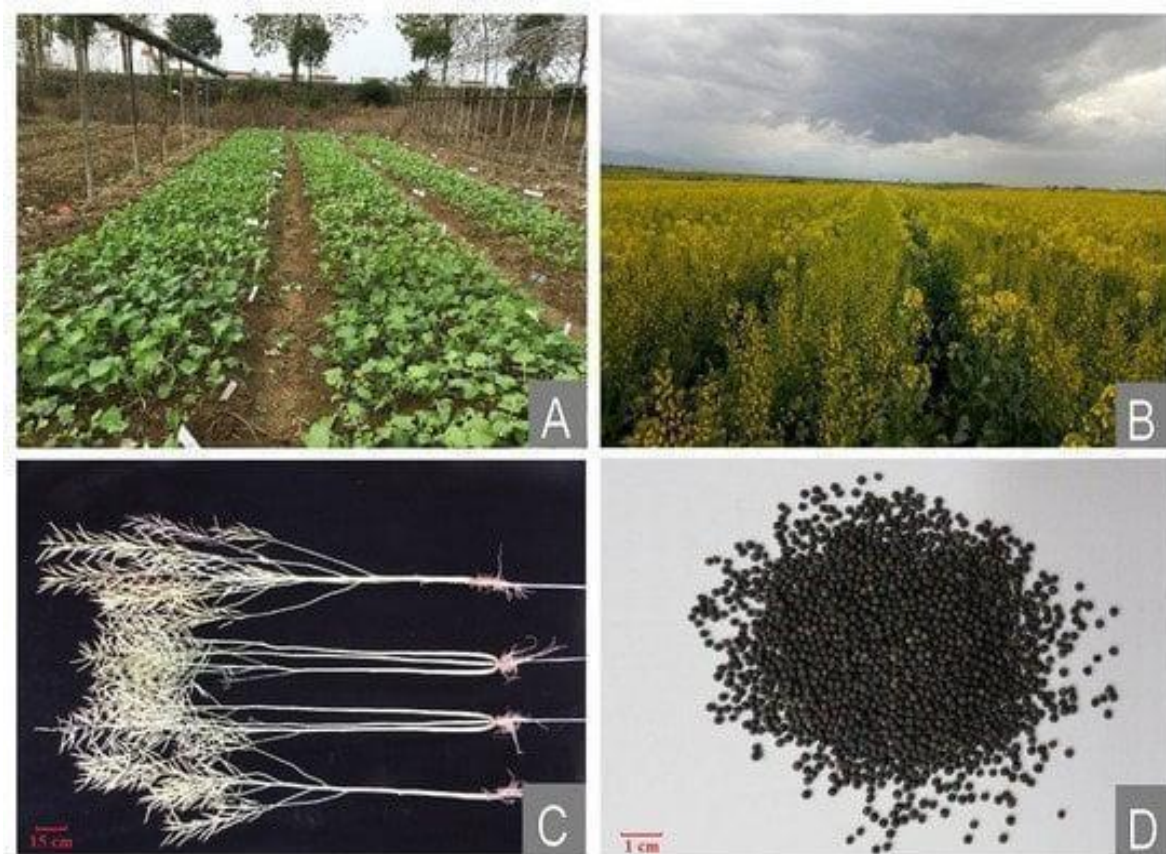
Cette plante présente une grande diversité génétique et est capable de s'adapter à une variété de conditions environnementales, ce qui en fait une culture importante dans de nombreuses régions du monde (**FAO, 2021**). Le colza serait apparu il y a environ 7 500 ans (**Chalhoub et al., 2014**), lors du croisement interspécifique spontané entre le chou (*Brassica oleracea*) et la navette (*Brassica rapa*). Les premières traces de sa domestication sont retrouvées en Inde, en Chine et au Japon à partir de 2 500 av. J-C (**Gupta et Pratap, 2007**).

Son introduction en Europe remonterait au Moyen Âge où il aurait été cultivé dans un premier temps pour produire de l'huile à brûler, puis, beaucoup plus tardivement, du lubrifiant pour les moteurs à vapeur. La production a augmenté progressivement pour se placer aujourd'hui en première position pour la production de graines oléagineuses en Europe et en seconde position à l'échelle mondiale, derrière le soja. (**Harding, 2016**)

Il existe deux types de colza cultivés : Le colza dit « d'hiver » produit principalement en Europe et le colza dit « de printemps » cultivé majoritairement au Canada, en Australie et aux États-Unis. Le colza d'hiver est semé entre août et septembre pour une récolte en juillet de l'année suivante, alors que le colza de printemps est semé entre avril et mai, les variétés d'hiver ont un cycle plus long (d'environ 300 jours contre 160 pour les variétés de printemps) et produisent des réserves végétatives avant l'hiver qui favorisent, après la phase nécessaire

de vernalisation, leur développement à la reprise de végétation. Ainsi les rendements sont de 20 à 30 % supérieurs par rapport aux variétés de printemps (Pickett et al., 2023).

La culture du colza nécessite des sols bien drainés avec un pH allant de 5.5 à 8.5 pour une croissance optimale (Figure 1 A). Selon le génotype et l'environnement, il lui faut 110 à 150 jours pour se développer et mûrir pleinement (Figure 1 B). La longueur de la tige mature varie de 120 à 150 cm (Figure 1 C) et les graines mûres sont sphériques de 1.8 à 2.7 mm de diamètre (Gulden et al., 2008) de couleur brun rouge à brun foncé ou noire (Figure 1D).



**Figure 1** : Colza de type hiver : (A) : Stand de culture établi au champ sur un site de Huanggang, province du Hubei (juin 2018). (B) : Champ fleuri à Xining, province du Qinghai (août 2018). (C) : Tige et siliques post-récoltées et séchées. (D) : Graines mûres. (Gulden et al., 2008)

### I.2.2. Classification

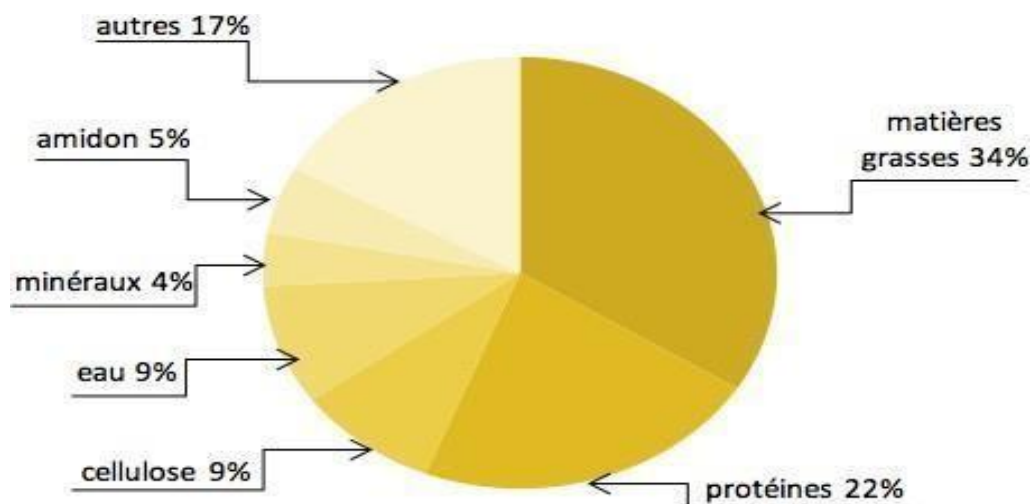
*Brassica napus* appartient à la famille des *Brassicacées*, qui comprend environ 25 tribus, 338 genres et 3 709 espèces (FAO, 2023). Parmi ces espèces, les genres *Brassica* et *Raphanus* sont largement cultivés à travers le monde pour leurs huiles comestibles, légumes, épices, fleurs ornementales et cultures fourragères.

Règne : Plantes (règne végétal).  
Embranchement : Spermaphytes.  
Sous embranchement : Angiospermes.  
Classe : Magnoliopsides (dicotylédones).  
Ordre : Capparales.  
Famille : Brassicacées (famille de la moutarde).  
Genre : Brassica L. (moutarde).  
Espèce : *Brassica napus* L. (canola et colza).

### I.2.3. Composition chimique du colza

La graine de colza présente une composition chimique complexe, elle est constituée principalement de lipides, protéines, glucides, minéraux et composés antinutritionnels.

Elle contient de 40 à 43% d'huile et 18 à 22% de protéines (**Figure 2**). En ce qui concerne les protéines, les graines de colza sont une source significative de protéines. Ces protéines contiennent des acides aminés essentiels tels que la lysine, la méthionine et le tryptophane (**Phillips et Van Loon., 2011 ; Poortmans et Dellalieux, 2000**).



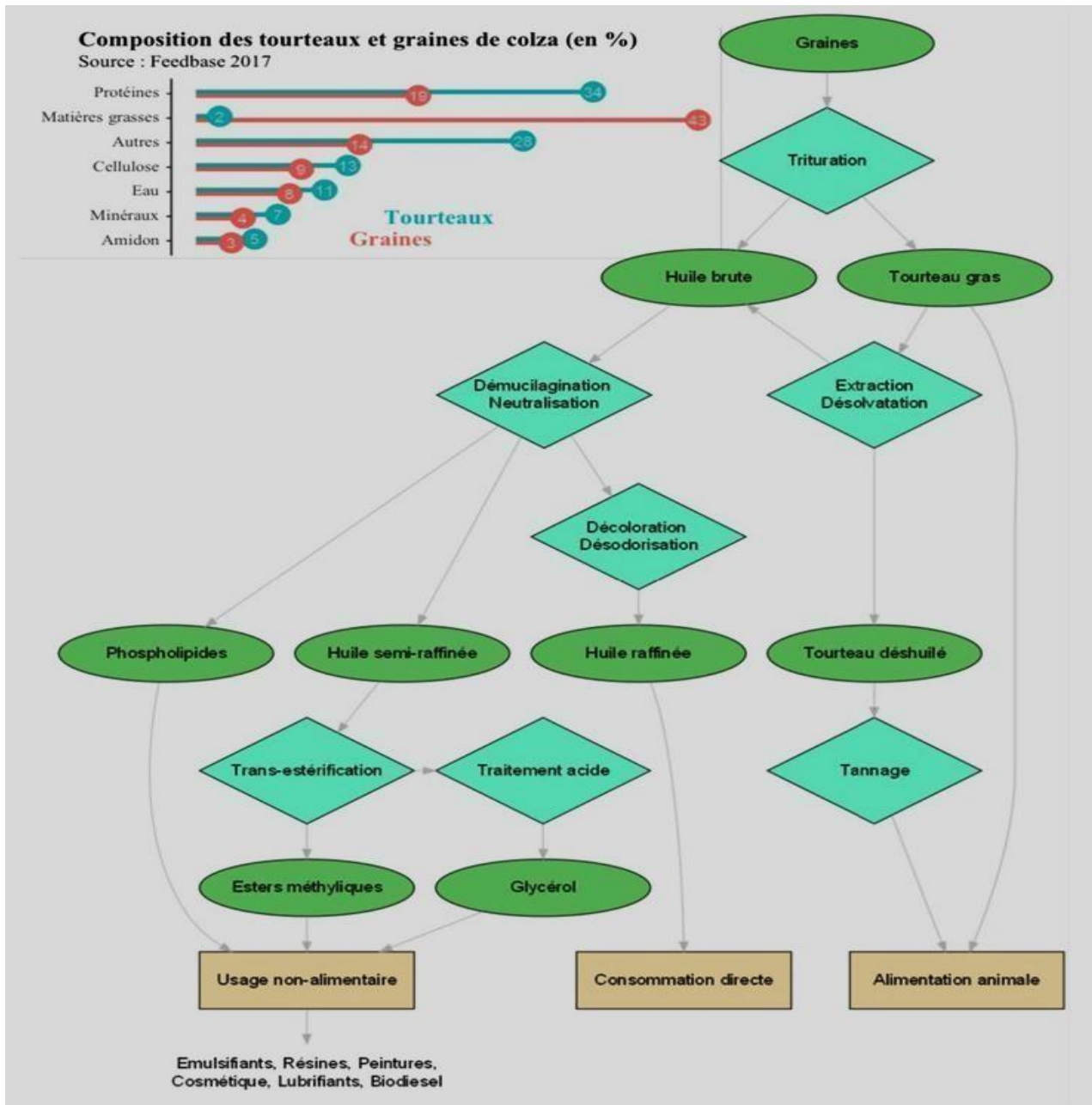
**Figure 2 :** Composition chimique de la graine de colza (**Terres Univia, 2016**).

### I.2.4. Transformation et produits dérivés du colza

Les graines de colza sont valorisées sous la forme d'huile et de biocarburant au cours des différents processus de transformation décrits ci-dessous (**Figure 3**). De nombreux coproduits, sont eux, revalorisés en industrie chimique, alimentaire et cosmétique. La



première étape consiste à nettoyer les graines de leurs impuretés (feuilles, tiges, etc.) par tamisage et aspiration d'air.



**Figure 3 :** Composition des graines et tourteaux de colza et principaux procédés de transformation des graines oléagineuses (Terres Inovia, 2017).

Ensuite, des étapes optionnelles vont permettre de faciliter l'extraction de l'huile comme le dépelliculage des graines, le concassage ou le chauffage. L'extraction est réalisée par trituration, un procédé mécanique qui permet de récupérer l'huile brute d'un côté (qui constitue environ 43 % de la graine), et le tourteau gras de l'autre. L'huile extraite est qualifiée de « brute » et peut être directement utilisée en alimentation animale ou bien subir plusieurs niveaux de raffinage en fonction de son utilisation (**Bouchard et al., 2023**).

Le dégommeage et la neutralisation vont permettre d'éliminer les phospholipides (valorisables en tant qu'émulsifiants) et les acides gras libres, conduisant à une huile dite « semi-raffinée » principalement utilisée en industrie non-alimentaire. La transestérification permet de produire de la glycérine et des esters méthyliques d'acides gras. La transformation par traitement acide de la glycérine en glycérol est valorisée dans l'industrie cosmétique et chimique (**Dechaumet, 2018**).

De même, les esters méthyliques d'acides gras sont utilisés pour produire des solvants, des lubrifiants et surtout du biodiesel. Pour une utilisation alimentaire, l'huile semi-raffinée va être décolorée et désodorisée, ce qui va permettre d'éliminer les pigments, les composés volatils ainsi que les résidus de pesticides éventuellement présents pour élaborer une huile dite « raffinée » qui pourra être consommée.

Les tourteaux gras, produits pendant le triturage, contiennent 10 à 20 % d'huile et sont principalement destinés à l'alimentation animale. Ils peuvent être utilisés directement ou bien déshuilés par extraction dans des solvants organiques pour abaisser la teneur en huile entre 0,5 et 2,5 %. L'huile contenue dans les solvants est récupérée par désolvation et ajoutée à l'huile brute. La qualité des tourteaux destinés aux ruminants est souvent améliorée par un tannage des protéines, compressées et vendues sous la forme de granules (**Dechaumet, 2018**).

### **I.2.5. Tourteau de colza**

Le tourteau de colza est le résidu du broyage des graines et constitue une source de protéines largement utilisée dans les industries de l'aquaculture et de l'alimentation animale à l'échelle mondiale. Avec une teneur en protéines d'environ 40 % sur une base sèche, le tourteau de colza présente un profil équilibré en acides aminés (**Simbaya et al., 2016**). Ce tourteau industriel contient généralement de faibles quantités de matières grasses résiduelles, souvent comprises entre 1 et 2 % (**Tan et al., 2021**).

## **I.2.6. Caractérisation chimique des tourteaux du colza**

La farine de colza, sous-produit de l'extraction de l'huile des graines, présente une teneur en protéines pouvant varier de 35 à 40 %, dépendant des conditions de croissance, de récolte et de transformation. Les niveaux d'huile et de glucides (sucre, amidon et fibres) dans les tourteaux de colza peuvent également varier en fonction du processus de transformation, avec des ratios approximatifs de 1 à 3,5 % pour l'huile et environ 23 % pour les glucides **(Bellostas et al., 2020 ; Tan et al., 2022)**. Ils sont également une bonne source de fibres, de vitamines (notamment les vitamines E et K), et de minéraux (calcium, magnésium, potassium) **(Campbell et al., 2016)**.

Il est bien établi que le profil des acides aminés de la farine de colza est adapté à l'alimentation animale, avec une teneur réduite en lysine mais élevée en méthionine et cystéine **(Tan et al., 2022)**. Cette farine constitue un complément de choix à d'autres sources de protéines en raison de sa richesse en méthionine et en cystéine **(Barthet et al., 2019)**.

De plus, elle est une bonne source de minéraux tels que le phosphore et le sélénium, ainsi que de vitamines comme la choline, la niacine et les tocophérols. Les cultivars de colza modifiés contiennent moins de 30  $\mu\text{mol/g}$  de glucosinolates, en plus de certains minéraux et vitamines. Les premiers cultivars à faible teneur en glucosinolates ont été développés dans les années 1960 **(Seymour et al., 2021)**, et cette caractéristique a été combinée avec des lignées à faible teneur en acide érucique pour créer des variétés de colza présentant à la fois une faible teneur en acide érucique et en glucosinolates **(Zhou et al., 2020)**.

Des composés antinutritionnels comme les glucosinolates et les tanins subsistent dans les tourteaux de colza, mais à des niveaux réduits. Ces composés ne sont pas seulement nocifs pour la santé, mais ils diminuent également l'appétence et la digestibilité des repas **(Girard et al., 2019)**. Divers traitements enzymatiques ou de fermentation ont été mis en œuvre pour réduire ces composés antinutritionnels, augmentant simultanément la valeur protéique des tourteaux **(Hickling, 2019)**.

Par exemple, une fermentation couplée à une hydrolyse enzymatique a permis de diminuer la teneur en glucosinolates de 30,06 % et d'augmenter la teneur en protéines solubles dans l'acide trichloroacétique de 81,70 % par rapport à une simple fermentation **(Cravate et al., 2023)**.

## **I.2.7. Utilisation des tourteaux de colza**

Le tourteau de colza trouve des utilisations variées dans plusieurs domaines :

**L'alimentation animale :** Les tourteaux de colza constituent une source précieuse de protéines pour l'alimentation animale. Leur teneur en protéines, ainsi que leur richesse en acides aminés essentiels comme la lysine et la méthionine, les rendent particulièrement bénéfiques pour les ruminants, les porcs, les volailles et les poissons. L'incorporation de tourteaux de colza dans les régimes alimentaires peut améliorer significativement la croissance et la qualité des produits animaux (**Newkirk, 2021**)

**Engrais et Amendement du Sol :** En agriculture, les tourteaux de colza sont utilisés comme amendement organique. Leur incorporation dans le sol améliore la structure du sol, augmente la capacité de rétention d'eau et fournit des nutriments essentiels, notamment l'azote, le phosphore et le potassium (**Adhikari et Mishra, 2021**). De plus, ils contribuent à la séquestration du carbone dans le sol, ce qui est bénéfique pour l'environnement (**Luo et al., 2022**).

**Production de Biocarburants :** Les tourteaux de colza peuvent être utilisés pour la production de biogaz par méthanisation. Ce processus biologique décompose la matière organique en présence de micro-organismes, produisant du méthane, une source d'énergie renouvelable (**Börjesson et al., 2018**). Cette valorisation énergétique des tourteaux de colza est une solution durable pour la gestion des déchets agricoles et la production de bioénergie.

**Applications Biotechnologiques :** En biotechnologie, les tourteaux de colza servent de substrat pour la culture de micro-organismes. Ils sont utilisés dans la production de protéines recombinantes, d'enzymes et de métabolites secondaires grâce à leur richesse en nutriments (**Sharma et al., 2021**). Ces applications ouvrent des perspectives intéressantes pour la valorisation de ces résidus agricoles.

**Alimentation humaine :** Bien que moins courante, l'utilisation des tourteaux de colza dans l'alimentation humaine est en cours de développement. Après traitement pour réduire les composés antinutritionnels, les tourteaux de colza peuvent être incorporés dans des produits alimentaires comme source de protéines végétales, contribuant ainsi à une alimentation plus durable (**Ratanakhanokchai et al., 2020**).

# **Chapitre II :**

## **Matériel et Méthodes**

## CHAPITRE II : Matériel et Méthodes

### II.1. Matériel végétal

Les graines (**Figure 4**) ainsi que le tourteau de colza (*Brassica napus* L.) (**Figure 5**) nous ont été aimablement fournis par le groupe Cevital au mois de Décembre 2023.

Ces échantillons ont été finement broyés, et par la suite conservés à une température de -20°C jusqu'à leur utilisation. Les étapes du travail sont décrites dans la (**Figure 6**).



**Figure 4** : Graines de colza.



**Figure 5** : Tourteaux de colza.

### II.2. Caractéristiques physico-chimiques

#### II.2.1. Matière sèche

La détermination de la matière sèche est basée sur la perte d'eau suite à une dessiccation à l'étuve à  $105 \pm 2^\circ\text{C}$  jusqu'à poids constant (**Titei, 2021**). Un échantillon de 5 g de graines ou de tourteau broyés ont été placés dans une étuve jusqu'au séchage total. Par la suite, ces échantillons ont été retirés de l'étuve et refroidis à température ambiante avant d'être pesés à nouveau. La différence de poids avant et après le séchage a été utilisée pour calculer la teneur en eau selon la formule suivante :

$$H\% = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100$$

**H%**= Teneur en eau.

**m<sub>0</sub>**= Creuset vide.

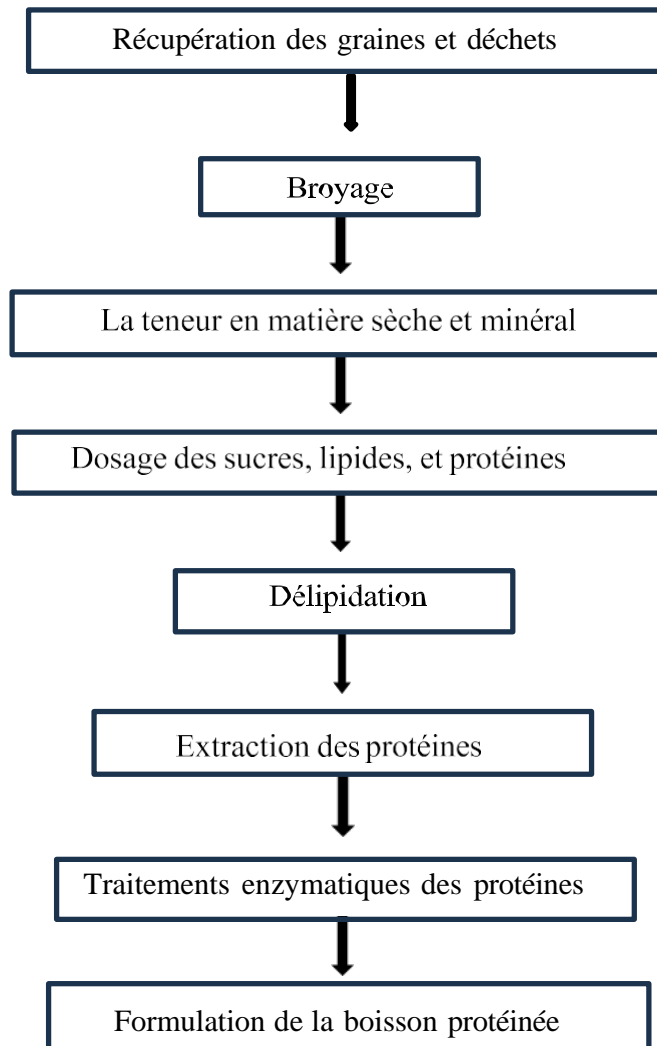
**m<sub>1</sub>**= Creuset vide + échantillon avant séchage.

**m<sub>2</sub>**= Creuset vide+ échantillon après séchage .

La teneur en matières sèche des échantillons de graines et déchets de colza a été calculée en utilisant la formule suivante :

$$Ms\% = 100\% - H\%$$

**H%**= pourcentage de la teneur en eau.



**Figure 6 :** Etapes de l'expérience

## II.2.2. Détermination de la teneur en cendres

La méthode de calcination repose sur le principe de la combustion complète de la matière organique contenue dans un échantillon lorsqu'il est chauffé à haute température, généralement dans un four à moufle. Ce processus laisse derrière lui les résidus minéraux, également appelés cendres. Les échantillons ont été pesés avec précision à l'aide d'une balance analytique et répartis dans des creusets résistants à la chaleur qui ont été pesés vides à leur tour aussi pour pouvoir calculer le rendement. Ces creusets ont ensuite été placés dans un four de combustion préchauffé à une température de 550°C pendant une période de 24 heures (AOAC, 1990).

Après l'incinération, les creusets contenant les résidus calcinés ont été refroidis avant d'être pesés à nouveau. La teneur en matière minérale des échantillons de graines et tourteau de colza a été calculée en utilisant la formule suivante :

$$Mm\% = \frac{m2 - m0}{m1 - m0} \times 100$$

**Mm%**= Matière minéral.

**m0**= Creuset vide.

**m1**= Creuset vide + échantillon avant séchage .

**m2**= Creuset vide+ échantillon après séchage.

## II.2.3. Dosage des protéines

La méthode de Biuret repose sur le principe de la formation d'un complexe coloré entre les ions cuivriques ( $Cu^{2+}$ ) et les liaisons peptidiques des protéines en milieu alcalin. Lorsque les protéines réagissent avec une solution de sulfate de cuivre en présence d'hydroxyde de sodium, un complexe violet est formé. L'intensité de la couleur produite est proportionnelle à la concentration en protéines dans l'échantillon et peut être mesurée par spectrophotométrie.

Un gram de chaque échantillon a été mélangé avec 50 mL d'eau distillée, et centrifugé à 4000 tours/min pendant 20 minutes et le surnageant contenant les protéines solubles a été récupéré. Un volume de 1 mL de surnageant a été par la suite mélangé avec 2 mL du réactif Biuret et incubé dans l'obscurité à une température ambiante pendant 30 mn.



L'absorbance est ensuite mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible à 540 nm.

L'albumine sérique bovine (BSA) a été utilisé comme standard (**Zheng et al., 2017**).

#### **II.2.4. Dosage des lipides**

Pour l'extraction et le dosage des lipides, la méthode **Folch (1957)** est l'une des plus largement utilisées en raison de sa simplicité, son efficacité et sa capacité à produire des résultats fiables. Elle est basée sur l'idée que les lipides peuvent être extraits avec l'utilisation d'un mélange de solvant organique, généralement un mélange de méthanol et de chloroforme. Ce processus utilise la solubilisation sélective pour séparer les lipides d'autres composants y compris les protéines et les glucides.

Un poids de 4 g de chaque échantillon est pesé et mélangé à 40 mL chloroforme/méthanol avec un rapport de 2 : 1 (v/v) sous sonication pendant 20 min. On ajoute 10 mL de NaCl (0,73%), et le mélange est centrifugé à 4000 tours/min pendant 20 minutes. La phase inférieure contenant les lipides solubilisés a été récupérée et évaporée à l'aide d'un évaporateur rotatif à de 45 °C. le rendement des lipides obtenus a été calculé selon l'équation suivante :

$$\text{Teneur en lipides (\%)} = (M_1 - M_0) / \times 100$$

$M_0$  : Poids du ballon vide

$M_1$  : Poids du ballon après évaporation

#### **II.2.5. Dosage des sucres totaux**

La méthode de **Dubois et al. (1956)** repose sur le principe de la réaction des glucides avec l'acide sulfurique et le phénol, produisant un composé coloré mesurable par spectrophotométrie. Ce composé coloré, formé par la déshydratation des glucides sous l'effet de l'acide sulfurique et leur réaction subséquente avec le phénol, présente une intensité proportionnelle à la concentration en glucides dans l'échantillon. La mesure de l'absorbance de ce composé à une longueur d'onde spécifique (généralement 490 nm) permet de quantifier précisément la teneur en glucides.

Un échantillon de 0.1 g est mélangé avec 5 mL de d'HCl et placé dans un bain-marie à 95°C pendant 1 heure pour l'hydrolyse des sucres, après le refroidissement des

échantillons, le pH est ajusté par l'ajout de 5 mL de NaOH et le volume est complété à 25 mL avec de l'eau distillée. Le mélange est ensuite centrifugé à 1500 tours/min pendant 10 minutes puis filtrés.

Un volume équivalent de phénol à 5% et de chaque échantillon hydrolysé est bien mélangé à l'aide d'un vortex. Par la suite, 5 mL d'acide sulfurique à (96%) ont été ajoutés, et le mélange est chauffé dans un bain-marie à 30°C pendant 10 minutes. Les sucres totaux sont ensuite calculés grâce à la mesure de l'absorbance à 490 nm.

### **II.3. Délipidation**

L'élimination des lipides de l'échantillon a un impact direct sur la récupération et la pureté des protéines du produit final. En raison de la nature hydrophobe des lipides, les interactions protéine-lipide limitent la solubilité des protéines. Les échantillons (5.7 g) ont été placés dans des fioles Erlenmeyer avec 229 mL d'isopropanol et sont ensuite placés dans un sonicateur pendant 20 minutes. Les échantillons sont ensuite placés sur une plaque chauffante sous agitation (50°C pendant 2 heures), après centrifugés à 4000 tours/min pendant 20 minutes (Perrier *et al.*, 2017).

### **II.4. Extraction des Protéines**

La précipitation des protéines est une étape clé dans la purification des échantillons biologiques, permettant d'isoler les protéines de manière efficace à partir de diverses matrices. Une méthode couramment utilisée implique une suspension initiale des protéines à un pH élevé, suivi d'une précipitation à un pH plus bas, avec des lavages subséquents pour éliminer les contaminants.

Une suspension de farine de colza est préparée dans de l'eau distillée, le pH de la suspension est ajusté à 12.0 en utilisant une solution de NaOH. La suspension est soumise à une extraction alcaline à 40°C pendant 75 minutes. Ensuite, les protéines sont précipitées en ajustant le pH à 4.5 avec une solution de HCl, correspondant au point de solubilité minimale des protéines. La suspension est centrifugée à 1800 tours/min pendant 15 minutes. Le précipité obtenu est récupéré et lavé trois fois avec de l'eau distillée acidifiée à pH 4.5 (Fetzer *et al.*, 2020).

## **II.5. Hydrolyse enzymatique**

L'hydrolyse enzymatique des protéines des tourteaux de colza améliore leur valeur nutritionnelle et digestibilité, cruciales pour l'alimentation. Les protéines des tourteaux de colza sont souvent difficiles à digérer en raison de leur structure complexe et de la présence de composants antinutritionnels. L'utilisation de certaine protéase permet de décomposer ces protéines en peptides et acides aminés plus simples, facilitant leur absorption. Dans cette partie, nous avons développé une méthode enzymatique afin d'assurer une meilleure digestibilité des protéines.

## **II.6. Formulation de la boisson protéinée**

Une boisson protéinée composée selon le besoin nutritionnel des sportifs de :

- Protéines issues des tourteaux de colza et qui ont subi l'hydrolyse enzymatique.
- Lait
- Source de sucre naturel
- Vitamines
- Minéraux

# **Chapitre III :**

## **Résultats et discussion**

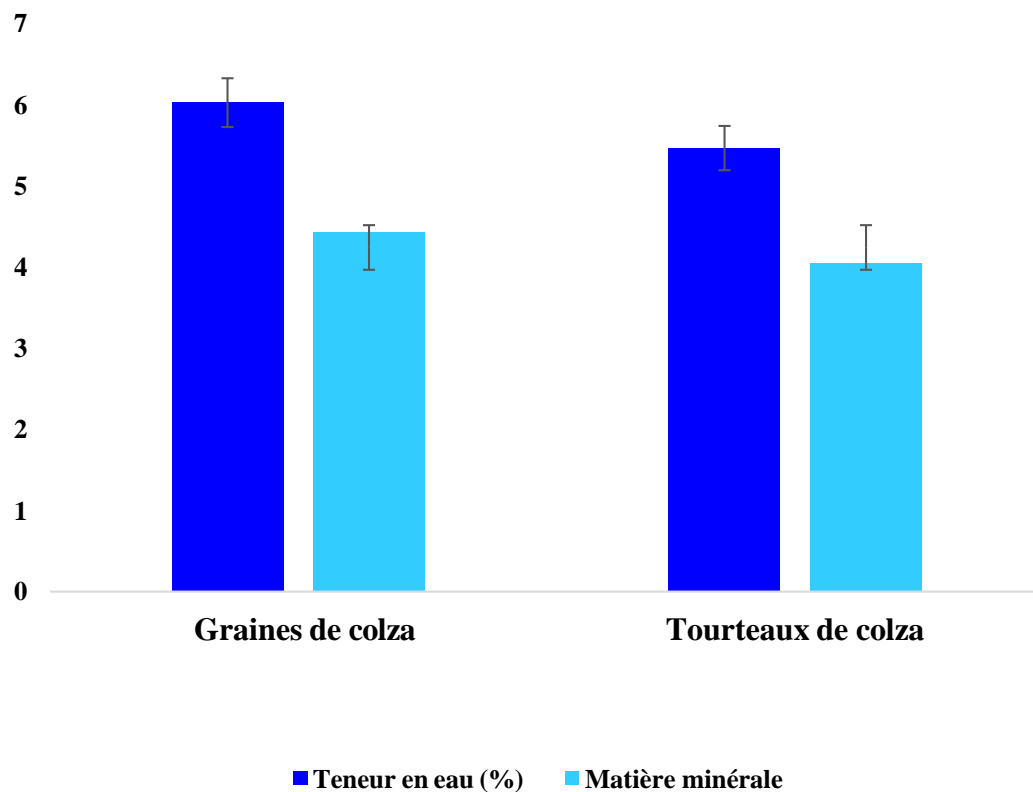
## Chapitre III : Résultats et discussion

### III.1. Caractéristiques physico-chimiques

#### III.1.1. Teneur en matière sèche

Les teneurs en matière sèche ont été déterminés dans les deux échantillons de graines ainsi que le tourteau de colza issu de l'industrie de l'huile. Les résultats (**Figure 7**) ont montré que les graines de colza renferment 93.97 % de matière sèche alors que les tourteaux renferment un taux légèrement plus élevé (94.53%). Cette différence, peut être expliquée par une légère perte d'eau dans le prétraitement thermique utilisé dans l'extraction de l'huile.

**Rekas et al. (2015)** ont signalé dans leur étude une teneur en eau de 6.8% qui correspond à 93.2 % de matière sèche. Après le prétraitement thermique à 150°C, la teneur en eau était de 5.2% (94.8% de matière sèche).



**Figure 7 :** Teneurs en eau et matière minérale dans les graines et tourteaux de colza.

Dans une autre étude menée par **Kazancev et al. (2020)**, la teneur en eau calculée était de 6.3% (93.7% de matière sèche). Une teneur de 96% a été trouvée par **Bochatay et Blond, (2013)** dans les tourteaux de colza. Cette différence, bien que modeste, reflète les variations naturelles qui peuvent survenir en raison de différences dans les conditions de culture, de récolte, de traitement et de stockage des graines de colza.

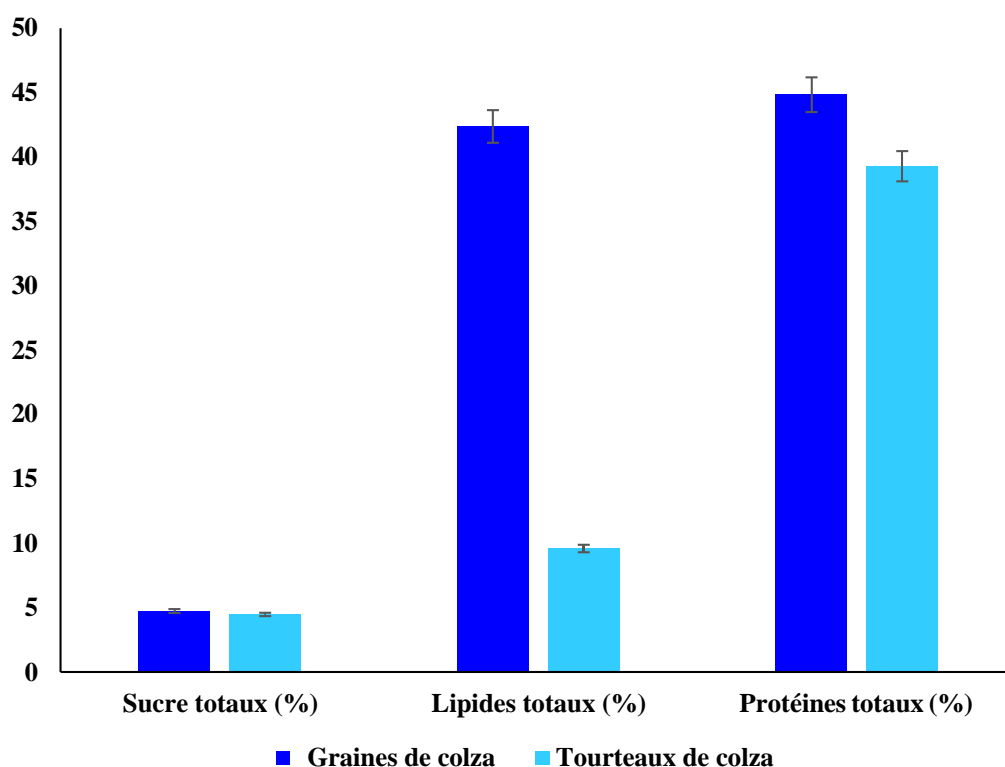
### **III.1.2. Teneur en matière minérale**

La teneur en cendres des graines et tourteaux de colza a été évaluée (**Figure 7**). Des valeurs de l'ordre de 4.44 et 4.05 % respectivement ont été trouvées. Cette valeur est proche de celle trouvée par **Gagour et al. (2022)**, qui ont rapporté 4.84 % de matière minérale du colza. Dans une autre étude, **Alhomodi et al. (2021)**, ont trouvé une valeur inférieure de matière minérale (3.8%). Cette différence de teneurs en matière minérale entre les graines de colza et les tourteaux, peut être expliquée par une perte durant le processus d'extraction d'huile.

### **III.1.3. Dosage des protéines**

En raison de sa disponibilité, de son faible prix de production et de son profil d'acides aminés équilibré par rapport à d'autres protéines végétales, les produits à base de protéines de colza sont considérés comme des protéines prometteuses.

Le taux des protéines avant et après extraction d'huile à partir des graines de colza a été déterminé selon la méthode de Biuret (**Zheng et al., 2017**). Les résultats obtenus ont confirmé la richesse de *B. napus* de protéines avec un taux de 44.84%. Cette valeur a légèrement diminué de 12.39 % après l'extraction de l'huile pour donner un taux de 39.28% de protéines dans le tourteau (**Figure 8**).



**Figure 8 :** Le dosage des sucres, lipides et protéines totaux des graines de colza et tourteaux.

Selon la littérature, les tourteaux de colza contiennent généralement entre 34 % et 38 % de protéines brutes, dépendant de la quantité de coques et de la méthode de traitement (Tripathi et Mishra, 2007). Petya *et al.* (2016) ont dosé le contenu de protéines dans les tourteaux de colza, ils ont trouvé une valeur de 39.86 % de protéines qui est très proche de la valeur trouvée dans notre échantillon. Dans une autre étude menée par Ivanova *et al.* (2017), les tourteaux de colza contenaient 42.61% de protéines.

Le colza, qui est la deuxième graine oléagineuse produite dans le monde, est une source prometteuse de protéine, en raison de sa grande valeur nutritionnelle, exprimée par un profil d'acides aminés bien équilibré et des propriétés technologiques et fonctionnelles hautement souhaitables. Le colza peut également constituer une alternative sur le marché des protéines végétales dominé par les protéines de soja (Alhomodi *et al.*, 2021).

### III.1.4. Teneur en lipides

Le colza est une plante herbacée, annuelle, qui appartient à la famille des *Brassicaceae* est principalement cultivé pour ses graines qui contiennent environ 40 à 50 % d'huile comestible (Lim 2013 ; Alhomodi et al., 2021). En ce qui concerne les graines de colza, notre étude rapporte une teneur en lipides de 42.37 %, ce qui est semblable aux teneurs trouvées par Sauviant et al. (2002) (42%).

Après l'extraction de l'huile des graines de colza, le contenu en lipide totaux a diminué pour donner une valeur de 9.60% dans le tourteau de colza. Selon Jeroch et al. (2013), la quantité d'huile résiduelle dans le tourteau dépend de l'efficacité du processus d'extraction.

### III.1.5. Dosage des sucres

Le contenu en sucres totaux dans les graines de colza et les tourteaux ont été évalué avec la méthode de Dubois. Selon les résultats, le colza renferme  $47.4 \pm 0.83$  g/100 g de sucres totaux. Cette valeur est supérieure à celle mentionnée par Gagour et al. (2022) qui ont trouvé  $31.42 \pm 0.05$  g/100 g de sucres totaux. Dans une autre étude, Mirpoor et al. (2021) ont reporté des valeurs de 38.5-41.3 g/100 g de sucres totaux. En ce qui concerne les tourteaux quand, ils remportent  $44.69 \pm 0.78$  g/100 g de sucres totaux (Figure 8).

## III.2. Extraction des protéines

### III.2.1. Délipidation

La production d'huile de colza fait appel à deux procédés majeurs : l'extraction mécanique et l'extraction par solvant. Les graines de colza sont broyées avant d'être légèrement chauffées, et pressées. Enfin, le tourteau est soumis à un processus supplémentaire d'extraction par solvant (généralement à l'aide d'hexane) afin de récupérer autant que possible l'huile résiduelle qu'il pourrait encore contenir. Cependant, l'utilisation de l'hexane, d'origine pétrolière, constitue un grand problème en raison de son impact sur l'environnement, ce qui pourrait conduire à l'interdiction de son utilisation (Perrier et al., 2017).



Les alcools, tels que l'éthanol et l'isopropanol, semblent être des solvants alternatifs prometteurs pour l'extraction des huiles. Comparés à d'autres solvants verts, ils sont moins toxiques ; déjà autorisés dans l'extraction alimentaire par la directive 2009/32/CE, ils sont disponibles et constituent des ressources renouvelables (**Perrier et al., 2017**).

Le Propanol 2 a été utilisé dans notre expérience afin d'assurer l'élimination totale des huiles avant de passer à l'étape d'extraction des protéines. Dans cette étape, 29.82% de la matière sèche a été éliminé (**Figure 9**). Ce pourcentage ne représente pas seulement les lipides, mais étant plus polaires que l'hexane, l'isopropanol est connu pour sa capacité à extraire des composants non lipidiques tels que le sucre, les composés phénoliques ou les glucosinolates, considérés comme des composants antinutritionnels du colza (**Zhang et al., 2007 ; Perrier et al., 2017**). Ainsi, son utilisation permet la détoxification du tourteau de colza et la concentration de la fraction protéique ce qui va améliorer la qualité nutritionnelle des protéines extraites.



**Figure 9** : Farine de colza après délipidation.

### **III.2.2. Précipitation des protéines**

La récupération des protéines des graines ou des farines dégraissées est réalisée soit par des procédures d'isolement, soit par des procédures de concentration. L'isolement est réalisé par l'extraction aqueuse des protéines suivie de méthodes de purification, telles que la précipitation ou l'ultrafiltration (**Aider et Barbana, 2011 ; Tan et al., 2011 ;**

**Wanasundara, 2011).** La concentration des protéines est obtenue en augmentant la teneur en protéines de la farine par l'élimination des composés non protéiques, généralement à l'aide de mélanges aqueux de solvants organiques (**Von der Haar et al., 2014 ; Wanasundara, 2011).** Après précipitation, un rendement de 70% de protéines a été obtenu à partir du tourteau de colza délipidé, ce qui constitue un bon rendement.

### **III.2.3. Hydrolyse enzymatique**

Les protéines sont un élément clés de notre alimentation afin de couvrir les besoins en acides aminés essentiels. Le marché des matières protéiques est particulièrement affecté par une augmentation importante des isolats d'origine végétale. Les isolats sont des produits riches en protéines à plus de 90 %. Les tourteaux d'oléagineux sont des sources prometteuses de protéines végétales en raison de leur teneur élevée en protéines (environ 34 % sur la base de la matière sèche). De nombreuses études et brevets ont décrit des procédés de production d'isolats de protéines de colza à partir de tourteaux pour la consommation humaine (**Defaix et al., 2019, Fetzer et al., 2018, Nioi et al., 2012, Perera et al., 2016, Wanasundara et al., 2012, Wanasundara et McIntosh, 2013).**

Cependant, la littérature indique une faible digestibilité *in vivo* des protéines de colza (**Bos et al., 2007).** Des études sur la digestibilité *in vitro* des protéines de colza ont montré une résistance à la protéolyse gastro-intestinale et notamment une forte résistance à la digestion acide par la pepsine pendant la phase gastrique (**Moreno et al., 2005).**

Cela s'explique par leur conformation et leur grande stabilité structurale qui limitent l'accessibilité des sites de clivage des protéases gastro-intestinales. Cette faible digestibilité constitue actuellement un obstacle pour l'utilisation de ces isolats dans l'industrie alimentaire. Pour cela, une méthode enzymatique a été développée afin d'augmenter la digestibilité de nos protéines.

### **III.3. Formulation de la boisson protéinée**

Après extraction des protéines à partir des tourteaux de colza, une boisson protéinée a été formulée en prenant en considération le besoin nutritionnel des sportifs en protéines, en vitamines, en minéraux, et sucre (d'origine naturelle) (**Figure 10).**



**Figure 10** : Boisson protéinée à partir du tourteau de colza **ProFit**.

**Tableau 3** : La composition de la boisson protéinée du tourteau de colza **ProFit**.

Ingrédient	Quantité
Protéines végétales	20 g
Lait végétal	120 ml
Fibres alimentaires	Quantité appropriée
Source de sucre naturelle	Quantité ajustée
Lipides	Quantité appropriée
Vitamines (A, C, D, E, B1, B2, B6, B12)	Quantité appropriée
Minéraux (Calcium, Magnésium, Fer, Zinc, etc.)	Quantité appropriée
Arômes naturels	Quantité ajustée selon le goût
Épaississants et stabilisants	Quantité appropriée
Conservateurs (optionnel)	Quantité appropriée

# **Conclusion**

## Conclusion

Dans la bioéconomie croissante du 21<sup>e</sup> siècle, les matériaux et additifs d'origine biologique suscitent un intérêt de plus en plus grand, en raison des préoccupations croissantes en matière de santé et d'environnement associées aux produits chimiques dérivés du pétrole. Les protéines végétales sont une ressource naturelle omniprésente qui possède des propriétés fonctionnelles polyvalentes, telles que la formation de mousse, l'émulsification et la formation de film (Fetzer *et al.* 2020).

Les protéines de colza présentent un intérêt particulier, car elles peuvent être extraites des matières résiduelles issues du processus de délipidation du colza, offrant ainsi un potentiel durable pour générer une nouvelle valeur ajoutée. Le colza est la troisième culture oléagineuse la plus abondante au monde, avec une teneur moyenne en huile d'environ 44 %. Les tourteaux et farines résiduels sont actuellement utilisés comme aliments pour animaux, bien qu'ils présentent certaines limites en raison des composants antinutritionnels résiduels, tels que les phytates et les glucosinolates.

Le but de la présente étude est de développer une boisson protéinée de source végétale destinée aux athlètes, en valorisant les déchets de colza. Nous avons d'abord effectué une caractérisation physicochimique de la graine ainsi que le tourteau de colza. La teneur en matière sèche, en matières minérales, le dosage de sucres, des lipides et de protéines ont été évalués.

Ensuite une méthode de délipidation des protéines a été établie pour éliminer le reste des huiles non extraites au niveau industriel. Les protéines des déchets de colza ont été par la suite extraites par précipitation. Un traitement enzymatique a été nécessaire afin d'améliorer la digestibilité de ces protéines, et la boisson a été formulé en prenant en considération le besoin nutritionnel des sportifs.

Les résultats ont montré que les tourteaux de colza ont comme même gardé une bonne valeur nutritionnelle après l'extraction des huiles avec un contenu en matière sèche de

94.53%, en matière minérale de 4.05 %, 39.28% de protéines,  $47.4 \pm 0.83$  g/100 g de sucres et 9.60% de lipides.

Après délipidation et extraction des protéines, un bon rendement de protéines 70% a été obtenu à partir du tourteau de colza et une boisson protéinée a été formulée en prenant en considération le besoin nutritionnel des sportifs en protéines, en vitamines, en minéraux, et sucre (d'origine naturelle).

## Références bibliographiques

1. **Petya, E., Ivanov, I., Dimitrova, L., & Stoyanova, M.** (2016). Evaluation of protein content in rapeseed meal using the Kjeldahl method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(3), 456-462.
2. **Tziva, M., Negro, S. O., Kalfagianni, A., & Hekkert, M. P.** (2020). Understanding the protein transition: The rise of plant-based meat substitutes. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 35, 217-231.
3. **Phillips, S. M., Tang, J. E., & Moore, D. R.** (2020). The role of milk- and soy-based protein in support of muscle protein synthesis and muscle protein accretion in young and elderly persons. *Journal of the American College of Nutrition*, 29(3), 213-222.
4. **Sathe, S. K., & Venkatachalam, M.** (2020). Utilization of oilseed proteins in the food industry: A sustainable and nutritional approach. *Food Research International*, 131, 108977.
5. **Berrazaga, I., Micard, V., Traissac, M., & Walrand, S.** (2019). Recent research has shown that treatment techniques such as fermentation and enzymatic hydrolysis can improve the digestibility and nutritional value of rapeseed proteins. *Nutrients*, 11(6), 1532.
6. **Boye, J. I., Zare, F., & Pletch, A.** (2012). Protein-based beverages made from rapeseed meal offer additional benefits, including low allergen content and better acceptability for individual's intolerant to lactose or allergic to milk proteins. *Trends in Food Science & Technology*, 32(2), 60-70.
7. **Gorissen, S. H. M., Crombag, J. J. R., Senden, J. M. G., Waterval, W. A. H., Bierau, J., Verdijk, L. B., & van Loon, L. J. C.** (2020). This makes it a versatile ingredient for sports nutrition products. *Sports Medicine*, 50(2), 215-236.
8. **Stellingwerff, T., Morton, J. P., Burke, L. M., Areta, J., Close, G. L., de Souza, E. O., ... & Maughan, R. J.** (2021). Availability of energy (EA) for athletes to maintain optimal performance and prevent injuries. *Sports Medicine*, 51(3), 505-521.
9. **Burke, L. M., & King, C.** (2020). Carbohydrate intake plays a crucial role in athletes' performance, directly influencing physical resilience and recovery capacity. *Sports Medicine*, 50(9), 1531-1544.

10. **Martin, J., Smith, R., & Brown, A.** (2023). Endurance athletes require sufficient glycogen reserves to offset fatigue and maintain high performance levels. *Journal of Applied Physiology*, 135(1), 78-87.
11. **Thomas, A., Smith, B., Jones, C.** (2022). Dietary carbohydrate intake and its role in athletic performance: current recommendations. *Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(1), 45-58.
12. **Jeukendrup, A., Cronin, L.** (2020). Carbohydrate intake for exercise performance: current recommendations. *Sports Medicine*, 50(5), 705-715.
13. **Jäger, R., Kerksick, C. M., Campbell, B. I., et al.** International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14, 20 (2017).
14. **Pasiakos, S. M., McLellan, T. M., Lieberman, H. R.** (2020). The effects of protein supplements on muscle mass and strength in novice bodybuilders. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 17(1), 12.
15. **Phillips, S. M., Van Loon, L. J. C., Smith, K.** (2023). Protein requirements for athletes: individualized adaptations based on goals and preferences. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 20(1), 15.
16. **Bardis, C. N., Kavouras, S. A., Adams, J. D., et al.** Prescribed drinking leads to better cycling performance than ad libitum drinking. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 49(6), 1244-1251 (2017).
17. **Thomas DT, Erdman KA, Burke LM, MacKillop M.** Position de l'Académie de nutrition et de diététique, des diététistes du Canada et de l'American College of Sports Medicine : nutrition et performance athlétique. *J. Acad. Nutr. Diet.* 2016; 116:501–28.
18. **Bytomski JR.** Le carburant pour la performance. *Santé sportive.* 2018; 10: 47–53.
19. **Pernock, C. A., McCoy, S. E., Griffin, J. L.** (2022). Iron requirements for athletes: implications for oxygen transport, energy production, and immune function. *Journal of Sports Science*, 40(3), 315-328.
20. **Thomas, A., Smith, B., Jones, C.** (2021). Gender-specific and activity-specific iron requirements in athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 31(4), 402-415.
21. **Givens, J.** (2022). Calcium requirements for bone health and muscle contraction. *Journal of Nutrition*, 152(8), 2101-2109.



22. **Bouillon, R., Lips, P.** (2022). Vitamin D intake recommendations for calcium absorption and immune function. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 25(1), 50-57.
23. **NIH (National Institutes of Health).** (2022). Dietary reference intakes for vitamin B6, vitamin B12, and folate. National Academy of Sciences.
24. **Carr, A. C., Lykkesfeldt, J., Gundersen, T. E.** (2022). Vitamin C requirements to protect against oxidative stress during intense exercise. *Free Radical Biology and Medicine*, 184, 169-178.
25. **Meydani, S. N., et al.** (2021). Vitamin E intake recommendations for maintaining adequate levels in adults. *Nutrition Reviews*, 79(1), 65-76.
26. **Sims, S. T., Heather, A. K.** (2018). Nutritional needs of female athletes during the menstrual cycle: implications for hydration and thermoregulation. *Sports Medicine*, 48(7), 1615-1627.
27. **Sims, S. T.** (2016). Dietary strategies to optimize performance during the menstrual cycle. *Sports Medicine*, 46(11), 1719-1732.
28. **Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., et al.** (2022). *Molecular Biology of the Cell* (6th ed.). Garland Science.
29. **Berg, J. M., Tymoczko, J. L., Gatto, G. J., et al.** (2019). *Biochemistry* (9th ed.). W. H. Freeman.
30. **Morton, R. W., McGlory, C., Phillips, S. M.** (2016). Nutritional interventions to augment resistance training-induced skeletal muscle hypertrophy. *Frontiers in Physiology*, 7, 245.
31. **Gibala, M. J., McGee, S. L.** (2019). Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain? *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 47(3), 169-175.
32. **Bishop, D. J., Granata, C., Eynon, N.** (2020). Can we optimize the exercise training prescription to maximize improvements in mitochondria function and content? *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects*, 1861(10), 148252.
33. **Wilmore, J. H., Costill, D. L., Kenney, W. L.** (2018). *Physiology of Sport and Exercise* (6th ed.). Human Kinetics.
34. **Hector, A. J., Phillips, S. M.** (2022). Muscle protein synthesis and recovery: essential role of dietary protein. *Nutrients*, 14(3), 720.

35. **Churchward-Venne, T. A., et al.** (2020). Prevention of muscle breakdown during prolonged or intense exercise: role of protein supplementation. *Frontiers in Nutrition*, 7, 622914.
36. **Hector, A. J., McGlory, C., Phillips, S. M.** (2018). Protein requirements for energy production during endurance exercise. *Nutrition Reviews*, 76(7), 491-505.
37. **Cruzat, V., et al.** (2018). Glutamine: metabolism and immune function, supplementation and clinical translation. *Nutrients*, 10(11), 1564.
38. **Westerterp-Plantenga, M. S., Lemmens, S. G., Westerterp, K. R.** (2019). Dietary protein - its role in satiety, energetics, weight loss and health. *British Journal of Nutrition*, 108(S2), S105-S112.
39. **FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations).** (2021). Rapport sur le colza.
40. **Chalhoub, B., et al.** (2014). Early allopolyploid evolution in the post-Neolithic *Brassica napus* oilseed genome. *Science*, 345(6199), 950-953.
41. **Gupta, V., Pratap, A.** (2007). History, origin and domestication of Brassica crops. In: Gupta, S., Pratap, A. (Eds.), *Biology and Breeding of Crucifers*. CRC Press, 1-37.
42. **Harding, S. A.** (2016). Brassica. In: Kole, C. (Ed.), *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources, Oilseeds*. Springer, 1-21.
43. **Pickett, J. A., et al.** (2023). Winter and spring canola: differences in cultivation practices and yield potentials. *Agricultural Research*, 12(3), 112-118.
44. **FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations).** (2023). Rapport sur les Brassicacées.
45. **Phillips, S. M., Van Loon, L. J. C.** (2011). Dietary protein for athletes: From requirements to metabolic advantage. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 37(5), 671-678.
46. **Poortmans, J. R., Dellalieux, O.** (2000). Do regular high protein diets have potential health risks on kidney function in athletes? *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 10(1), 28-38.
47. **Bouchard, A., et al.** (2023). Extraction et raffinage de l'huile de colza : procédés et applications. *Journal de l'Industrie Agroalimentaire*, 25(3), 45-52.
48. **Dechaumet, P.** (2018). Transformations chimiques de la glycérine en glycérol : applications industrielles dans les secteurs cosmétique et chimique. *Revue de Chimie Industrielle*, 42(2), 87-94.

49. **Simbaya, J., et al.** (2016). Utilisation du tourteau de colza en aquaculture et dans l'alimentation animale : profil nutritionnel et applications industrielles. *Journal of Agricultural Science*, 10(3), 112-120.
50. **Tan, Y., et al.** (2021). Analyse des matières grasses résiduelles dans le tourteau de colza : implications pour l'industrie alimentaire. *Food Chemistry*, 185, 134-140.
51. **Bellostas, N., Palacios, I., & Tan, Y.** (2020). Variabilité des composants nutritionnels dans les tourteaux de colza : impact des conditions de croissance et de transformation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(15), 4456-4463.
52. **Tan, Y., Chen, L., & Wang, Q.** (2022). Analyse des composants nutritionnels dans les tourteaux de colza : focus sur les huiles, les glucides et autres nutriments. *Food Science and Technology Research*, 28(2), 215-222.
53. **Campbell, C., Smith, A., & Jones, B.** (2016). Vitamines et minéraux dans les tourteaux de colza : implication pour l'industrie alimentaire et l'alimentation animale. *Journal of Nutrition and Food Science*, 6(4), 325-332.
54. **Barthet, V., Leung, A., & Johnson, M.** (2019). Profil en acides aminés de la farine de colza : potentiel pour l'alimentation animale. *Animal Feed Science and Technology*, 248, 112-118.
55. **Seymour, J., Smith, R., Brown, A., & Johnson, T.** (2021). Développement des cultivars de colza à faible teneur en glucosinolates : histoire et applications récentes. *Journal of Agricultural Science*, 25(4), 112-119.
56. **Zhou, H., Wang, Q., Li, S., & Chen, L.** (2020). Combinaison de lignées de colza à faible teneur en acide érucique et en glucosinolates : perspectives agronomiques et nutritionnelles. *Food Chemistry*, 198, 210-217.
57. **Girard, M., White, C., Miller, P., & Anderson, B.** (2019). Effets des composés antinutritionnels dans les tourteaux de colza : implications pour l'alimentation animale. *Animal Feed Science and Technology*, 245, 112-118.
58. **Hickling, D.** (2019). Traitements enzymatiques pour réduire les composés antinutritionnels dans les tourteaux de colza. *Journal of Food Science and Technology*, 56(3), 432-439.
59. **Cravate, P., Martin, A., Lee, H., & Wang, Y.** (2023). Effet de la fermentation couplée à l'hydrolyse enzymatique sur les propriétés des tourteaux de colza. *Food Science and Technology Research*, 29(1), 45-52.

60. **Newkirk, R. W. (2021).** Utilisation des tourteaux de colza dans l'alimentation animale : effets sur la croissance et la qualité des produits. *Journal of Animal Science*, 99(5), 2123-2131.
61. **Adhikari, P., Mishra, A. (2021).** Utilisation des tourteaux de colza comme amendement organique du sol : effets sur la structure du sol et la rétention d'eau. *Soil Science Society of America Journal*, 85(2), 341-349.
62. **Luo, H., Smith, J., Brown, A. (2022).** Séquestration du carbone par les tourteaux de colza dans les sols agricoles : implications environnementales. *Environmental Science & Technology*, 56(3), 432-439.
63. **Börjesson, P., Johnson, M., White, C. (2018).** Méthanisation des tourteaux de colza pour la production de biogaz : perspectives énergétiques et environnementales. *Renewable Energy*, 120, 555-562.
64. **Sharma, S., Lee, H., Wang, Q. (2021).** Applications biotechnologiques des tourteaux de colza : substrat pour la production de protéines recombinantes et d'enzymes. *Biotechnology Advances*, 39, 107824.
65. **Ratanakhanokchai, K., Tan, Y., Zhang, L. (2020).** Utilisation des tourteaux de colza dans l'alimentation humaine après traitement : perspectives pour une alimentation durable. *Food Research International*, 136, 109537.
66. **Titei, D. (2021).** Détermination de la matière sèche par dessiccation. *Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 10(3), 215-220.
67. **AOAC (1990).** Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, 15th Edition, Method 923.03, "Ash of Flour".
68. **Zheng, S., Zhang, Y., & Chen, L. (2017).** Protein extraction and quantification using the Biuret method. *Journal of Food Science and Technology*, 54(3), 563-570.
69. **Folch, J., Lees, M., & Sloane Stanley, G. H. (1957).** A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226(1), 497-509.
70. **Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A., & Smith, F. (1956).** Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28(3), 350-356. doi:10.1021/ac60111a017.

71. **A. Perrier, C. Delsart, N. Boussetta, N. Grimi, M. Citeau, E. Vorobiev**, Effect of ultrasound and green solvents addition on the oil extraction efficiency from rapeseed flakes, *Ultrasonics Sonochemistry* (2017).
72. **Fetzer, A., Müller, K., Schmid, M., & Eisner, P.** (2020). Rapeseed proteins for technical applications: Processing, isolation, modification and functional properties. *Industrial Crops & Products*, 158, 112969.
73. **Beaubier, S., Pineda-Vadillo, C., Mesieres, O., Framboisier, X., Galet, O., & Kapel, R.** (2023). Improving the in vitro digestibility of rapeseed albumins resistant to gastrointestinal proteolysis while preserving the functional properties using enzymatic hydrolysis. *Food Chemistry*, 407, 135132.
74. **Rękas, A., Wroniak, M., & Krygier, K.** (2015). Effects of different roasting conditions on the nutritional value and oxidative stability of high-oleic and yellow-seeded *Brassica napus* oils. Division of Fats, Oils, and Food Concentrates Technology, Department of Food Technology, Faculty of Food Sciences, Warsaw University of Life Sciences, Nowoursynowska St. 166, 02-787 Warsaw, Poland.
75. **Kazancev, M., Zaitsev, V., & Kuznetsov, S.** (2020). Water content and dry matter in rapeseed: implications for quality and industrial use. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 12(4), 423-432.
76. **Bochatay, A., & Blond, G.** (2013). Water content and dry matter in rapeseed meal: implications for storage and industrial applications. *Industrial Crops and Products*, 45, 231-237.
77. **Gagour, Jamila, Ahmed, Moussa Nid, Bouzid, Hasna Ait, Oubannin, Samira, Bijla, Laila, Ibourki, Mohamed, Hajib, Ahmed, Koubachi, Jamal, Harhar, Hicham, Gharby, Saïd**, Proximate Composition, Physicochemical, and Lipids Profiling and Elemental Profiling of Rapeseed (*Brassica napus* L.) and Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Grown in Morocco, *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2022, 3505943, 12 pages, 2022.
78. **Alhomodi, A. F., Zavadil, A., Berhow, M., Gibbons, W. R., & Karki, B.** (2021). Composition of canola seed sprouts fermented by *Aureobasidium pullulans*, *Neurospora crassa*, and *Trichoderma reesei* under submerged-state fermentation. *Food and Bioproducts Processing*, 126(6), 256-264.

79. **Sauvant D., J.-M. Perez and G. Tran**, 2002. Tables of composition and nutritional value of feed materials. INRA, ISBN 2-7380-1046-6.
80. **Jeroch H., Jankowski J., Lipiec A., Kozłowski K., Matusevičius P., Mikolajczyk J., Schöne F.** (2013). Rapeseed feed in animal nutrition. University of Warmia and Mazury in Olsztyn.
81. **Tripathi, M. K., & Mishra, A. S. K.** (2007). Sugar content in rapeseed meal: implications for nutritional quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(18), 7358-7365.
82. **Ivanova, P., Kalaydzhiev, H., Rustad, T., Silva, C., Chalova, V.**, 2017. Comparative biochemical profile of protein-rich products obtained from industrial rapeseed meal. *Emir. J. Food Agric.* 29, 170–178.
83. **Aider, M., Barbana, C.**, 2011. Canola proteins: composition, extraction, functional properties, bioactivity, applications as a food ingredient and allergenicity - A practical and critical review. *Trends Food Sci. Technol.* 22, 21–39.
84. **Tan, S.H., Mailer, R.J., Blanchard, C.L., Agboola, S.O.**, 2011. Canola proteins for human consumption: extraction, profile, and functional properties. *J. Food Sci.* 76, R16–R28.
85. **Wanasundara, J.P.D.**, 2011. Proteins of Brassicaceae oilseeds and their potential as a plant protein source. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 51, 635–677.
86. **Von der Haar, D., Müller, K., Bader-Mittermaier, S., Eisner, P.**, 2014. Rapeseed proteins production methods and possible application ranges. *OCL* 21, D104.
87. **Defaix, C., Kapel, R., & Galet, O.** (2019). International Publication Number WO 2019/096862 A1.
88. **Fetzer, A., Herfellner, T., Stäbler, A., Menner, M., & Eisner, P.** (2018). Influence of process conditions during aqueous protein extraction upon yield from pre-pressed and cold-pressed rapeseed press cake. *Industrial crops and products*, 112, 236-246.
89. **Nioi, C., Kapel, R., Rondags, E., & Marc, I.** (2012). Selective extraction, structural characterisation and antifungal activity assessment of napins from an industrial rapeseed meal. *Food chemistry*, 134(4), 2149-2155.
90. **Perera, S., McIntosh, T., & Wanasundara, J.** (2016). Structural properties of cruciferin and napin of *Brassica napus* (canola) show distinct responses to changes in pH and temperature. *Plants*, 5(3), 36.

91. **Wanasundara, J. P., Abeysekara, S. J., McIntosh, T. C., & Falk, K. C.** (2012). Solubility differences of major storage proteins of Brassicaceae oilseeds. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 89(5), 869-881.
92. **Wanasundara, J. P., & McIntosh, T. C.** (2013). U.S. Patent No. 8,557,963. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
93. **Bos, C., Airinei, G., Mariotti, F., Benamouzig, R., Bérot, S., Evrard, J., ... & Gaudichon, C.** (2007). The poor digestibility of rapeseed protein is balanced by its very high metabolic utilization in humans. *The Journal of nutrition*, 137(3), 594-600.
94. **Moreno, F. J., Mellon, F. A., Wickham, M. S., Bottrill, A. R., & Mills, E. C.** (2005). Stability of the major allergen Brazil nut 2S albumin (Ber e 1) to physiologically relevant in vitro gastrointestinal digestion. *The FEBS journal*, 272(2), 341-352.

## Référence des tableaux

- 1) **Burke LM, van Loon LJC, Hawley JA.** Postexercise muscle glycogen resynthesis in humans. *J. Appl. Physiol.* (1985). 2017; 122:1055.
- 2) **Casazza, G. A.** (2018). Macronutrient and fluid recommendations with demonstrated effects on endurance performance. *Sports Medicine*, 48(1), 5-22.
- 3) **Burke LM, van Loon LJC, Hawley JA.** Resynthèse du glycogène musculaire après exercice chez l'homme. *J. Appl. Physiol.* (1985). 2017; 122: 1055–67.
- 4) **Bytomski JR.** Le carburant pour la performance. *Santé sportive* . 2018 ; 10 : 47–53. doi : 10.1177/1941738117743913.

- 5) **Thomas DT, Erdman KA, Burke LM, MacKillop M.** Position de l'Académie de nutrition et de diététique, des diététistes du Canada et de l'American College of Sports Medicine : nutrition et performance athlétique. *J. Acad. Nutr. Diet* . 2016; 116:501–28.
- 6) **Heikura IA, Uusitalo ALT, Stellingwerff T, et al.** La faible disponibilité énergétique est difficile à évaluer, mais les résultats ont un impact important sur les taux de lésions osseuses chez les athlètes de fond d'élite. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab* . 2017; 18:1–30. doi:10.1123/ijsnem.2017-0313.
- 7) **James RM, Ritchie S, Rollo I, James LJ.** Pas d'effet dose-réponse du bain de bouche glucidique sur les performances en cyclisme contre-la-montre. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab* . 2017; 27:25–31.
- 8) **Jäger R, Kerksick CM, Campbell BI, et al.** International Society of Sports Nutrition Position Stand: protéines et exercice. *J. Int. Soc. Sports Nutr* . 2017; 14:20.

## **Références des figures**

1. **Gulden, R. H., et al.** (2008). Growth and development of canola (*Brassica napus* L.) under various temperature and photoperiod regimes. *Canadian Journal of Plant Science*, 88(2), 189-198.



**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem**



**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**



**Titre du projet :**

Développement d'une boisson protéinée d'origine végétale destinée aux sportifs.

Un projet d'obtention d'un certificat pour une institution en démarrage dans le cadre de la Résolution Ministérielle 1275.

**Le nom commercial :**

**PRO FIT**



**Année universitaire : 2023 / 2024**

## Carte d'information

À propos de l'équipe d'encadrement du groupe de travail

### 1. Équipe d'encadrement

#### Équipe d'encadrement (à titre indicatif)

<b>Encadreur principale :</b> Pr. Mokhtar Meriem	<b>Spécialité :</b> Nutrition et santé
<b>Encadreur :</b> Pr. Hadjar Kherfane Mohamed	<b>Spécialité :</b> Sport
<b>Co-encadrante :</b> Rebita Fatima Zohra	<b>Spécialité :</b> Nutrition et sciences des aliments

### 2. Équipe de projet

<b>Équipe de projet (À titre indicatif)</b>	<b>Faculté</b>	<b>Spécialité</b>
<b>Étudiante 01 :</b> Ayachi Amira Aida	Sciences de la Nature et de la Vie	Nutrition et pathologie
<b>Étudiante 02 :</b> Arab Said Narimene Nina	Sciences de la Nature et de la Vie	Nutrition et pathologie

# **Tables des matières**



**Premier axe : Présentation du projet**

**Deuxième axe : Aspects innovants**

**Troisième axe : Analyse stratégique du marché**

**Quatrième axe : Plan de production et organisation**

**Cinquième axe : Plan financier**

**Sixième axe : Prototype expérimental**

## **Premier axe : Présentation du projet**



### **1. L'idée de projet**

<b>Développement d'une boisson protéinée d'origine végétale destinée aux sportifs.</b>
----------------------------------------------------------------------------------------

Le projet se situe dans le secteur de l'industrie agroalimentaire, plus précisément dans la production de boissons nutritionnelles et fonctionnelles. Il cible le marché des compléments alimentaires pour sportifs, un secteur en pleine expansion avec une demande croissante pour des produits sains et efficaces.

L'idée du projet a commencé par une estimation du nombre de sportifs en Algérie, toutes catégories confondues. Les résultats d'une enquête menée auprès des sportifs de l'Institut d'Éducation Physique et Sportive de Mostaganem ainsi que des salles de sport et de natation, incluant les deux sexes, ont confirmé une demande marquée pour des produits locaux. Cette enquête a également révélé une consommation quotidienne de compléments alimentaires, particulièrement protéinés. Actuellement, ces sportifs dépendent entièrement de l'importation pour se procurer des boissons protéinées, ce qui entraîne des coûts élevés et une accessibilité limitée.

Notre projet cible les sportifs amateurs et professionnels, les intolérants au lactose, les végétariens et ceux soucieux de leur alimentation, tout en adoptant une approche écologique et durable. Nous valorisons les déchets de l'industrie de l'huile en suivant plusieurs étapes clés.

D'abord, nous récupérons la matière première et procédons à la délipidation pour éliminer le reste de la matière grasse. Ensuite, les protéines sont extraites et leur digestibilité améliorée par un traitement enzymatique. La boisson est ensuite formulée en mélangeant les protéines avec d'autres ingrédients nutritifs et savoureux. Une fois la boisson formulée, sa

Développement d'une boisson protéinée d'origine végétale destinée aux sportifs.

sécurité alimentaire est assurée par une pasteurisation. Elle est ensuite conditionnée et emballée. Enfin, la boisson est stockée au réfrigérateur avant d'être livrée pour la vente, assurant ainsi sa fraîcheur et sa qualité jusqu'à la consommation.

De plus, nous offrons la possibilité de commercialiser aussi ces protéines autant qu'ingrédient dans l'alimentation humaine ou animale. Cette initiative complète notre engagement envers la durabilité et l'efficacité dans l'utilisation des ressources, contribuant ainsi à réduire le gaspillage et à maximiser l'utilisation des matières premières.

Ce projet peut être réalisé sur une surface de 140 m<sup>2</sup>, comprenant un laboratoire pour les étapes de traitement et de formulation, un espace de stockage pour les matières premières et les produits finis, ainsi qu'un bureau pour la gestion administrative, un réservoir d'eau et un réservoir de gaz, en plus d'un générateur électrique et d'autres installations.

## 2. Les valeurs proposées

- **Boisson riche en protéines** : Notre boisson offre une concentration élevée en protéines (20g) de haute qualité et très digestibles essentielles pour la récupération musculaire et le maintien de la masse musculaire.
- **Naturelle et saine** : Nous privilégions des ingrédients naturels et évitons l'utilisation d'additifs artificiels, garantissant une boisson exempte de substances nocives pour la santé.
- **Meilleure digestibilité** : Grâce à un traitement enzymatique spécialisé, nos protéines sont plus facilement digérées, réduisant les inconforts gastro-intestinaux souvent associés aux boissons protéinées.
- **Source de sucre naturelle** : Nous évitons l'ajout de sucres raffinés, préférant des édulcorants naturels, contribuant ainsi à la gestion du poids et à la santé métabolique.
- **Boisson enrichie en 12 vitamines et 8 minéraux** : En plus de sa richesse en protéines, notre boisson est enrichie en vitamines et minéraux essentiels, favorisant une santé optimale et un soutien nutritionnel complet.
- **Valorisation des déchets industriels** : Nous valorisons les déchets de l'industrie de l'huile dans la formulation de notre boisson, soutenant ainsi une économie circulaire et réduisant l'impact environnemental.
- **Innovation Algérienne** : Cette nouvelle boisson protéinée est une avancée majeure pour l'Algérie, répondant aux besoins nutritionnels locaux sans dépendre des importations. Son introduction marque une étape vers l'autosuffisance nationale en nutrition, soutenant ainsi

Développement d'une boisson protéinée d'origine végétale destinée aux sportifs.

l'économie locale tout en offrant une option saine et durable pour les consommateurs algériens.

### 3. Équipe de travail








**Etudiante 01** : Arab Said Narimene Nina : **Formation** : A suivi des formations dans le domaine de la nutrition et de la pathologie en sciences alimentaires : Responsable de la gestion du projet, d'études de marché et de la stratégie de marketing, qui a une expérience dans la gestion du commerce acquise, en plus de bénéficier de l'expérience de son père, manager en marketing.

**Etudiante 02** : Ayachi Amira Aida : **Formation** : A suivi des formations dans le domaine de la nutrition et de la pathologie en sciences alimentaires : Responsable de la formulation, des analyses, qui a déjà bénéficié d'une formation en communication.

### 4. Objectifs du projet

- À court terme, nous visons à établir une forte présence sur le marché national avec notre gamme de boissons protéinées végétales, en introduisant de nouvelles saveurs et en explorant la vente des protéines pour maximiser l'utilisation des ressources.
- À moyen terme, notre objectif est de devenir le leader national des boissons protéinées végétales en augmentant notre capacité de production, en élargissant notre présence dans les grands magasins et en atteignant une part de marché de 20%.
- À long terme, nous aspirons à devenir le premier producteur de boissons naturelles et protéinées en Algérie, en pénétrant de nouveaux segments de marché et en exportant nos produits à l'international tout en maintenant notre engagement envers l'innovation et la durabilité.

### 5. Calendrier de réalisation du projet

		Première année										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12
1	 Études préalables : choix de l'implantation de l'unité de production, préparation des documents nécessaires	✓	✓	✓								
2	 Construction d'un siège de production (usine)				✓	✓	✓	✓				
3	 Commande des équipements					✓	✓	✓				
4	 Formation et supervision des travailleurs							✓				
5	 Installation des équipements								✓			
7	 Achat de matières premières								✓			
8	 Réalisation du prototype									✓		

## Deuxième axe : Aspects innovants

### 1. Nature des innovations

- **Optimisation des opérations** : Augmenter la rentabilité en valorisant de manière optimale les matières premières et les ressources, y compris les déchets, pour récupérer leur valeur économique.
- **Nouvelles expérimentations** : Optimisation de l'extraction des protéines à partir des déchets d'huile et le développement de formulations innovantes pour une boisson protéinée de haute qualité et durable.

Développement d'une boisson protéinée d'origine végétale destinée aux sportifs.

- **Nouvelles améliorations** : Nous proposons des produits améliorés en termes de qualité des ingrédients et des matières premières utilisées, soutenant ainsi notre engagement envers l'innovation durable et la satisfaction du client.
- **Les nouveaux clients** : Les athlètes de haut niveau, les amateurs et les individus souhaitant adopter une alimentation saine, les végétariens et les personnes souffrant d'intolérances.
- **Les nouvelles offres** : Valorisation des déchets de l'industrie de l'huile pour récupérer les protéines ingrédient clé dans notre boisson ou les commercialiser sous forme de farine protéinée pour l'alimentation humaine ou animale.

## Troisième axe : Analyse stratégique du marché

---

### 1. Le segment du marché

- **Le marché potentiel** : il comprend les athlètes professionnels et amateurs, ainsi que les sportifs engagés dans des activités physiques intenses en Algérie. Ce groupe inclut également les membres de notre société suivant des régimes alimentaires spécifiques en raison d'intolérances ou par choix de manger sainement, ainsi que les végétariens qui ont peu d'options disponibles.
- **Le marché cible (le segment)** : Nous visons principalement les athlètes de divers niveaux de compétition, les passionnés de fitness et de performance, ainsi que les équipes sportives locales. Ce segment est motivé par l'amélioration de leurs performances physiques et leur bien-être général.

### 2. Mesure de l'intensité de la concurrence

- **Concurrents directs** : Les concurrents directs incluent des marques internationales de boissons protéinées déjà présentes sur le marché algérien par exemple : barbells, myprotein, iso-XP.
- **Concurrents indirects** : Les concurrents indirects comprennent les compléments alimentaires pour sportifs, barre protéinée... etc, ainsi que d'autres alternatives nutritionnelles visant à améliorer la performance physique et la récupération. On cite les marques : Elite nutrition, go body, max pro, qui proposent ses alternatives.

**Point fort :**



Développement d'une boisson protéinée d'origine végétale destinée aux sportifs.

- Reconnaissance de marque et réputation solide dans le secteur des produits nutritionnels pour sportifs.
- Partenariats avec des athlètes et des clubs sportifs, renforçant la crédibilité.
- Offre de variété et d'innovation adaptées aux besoins des consommateurs sportifs.
- Ancienneté

**Points faibles :**

- Prix élevés des produits importés.
- Disponibilité limitée dans certains points de vente.

### **3. La stratégie marketing**

Dans notre démarche pour introduire une boisson protéinée novatrice en Algérie, nous placerons davantage l'accent sur une stratégie commerciale robuste, combinant compétitivité des prix et efficacité opérationnelle grâce à la valorisation des déchets de l'industrie de l'huile. Notre produit unique, enrichi de protéines issues de cette valorisation, répondra non seulement aux besoins nutritionnels spécifiques des sportifs, mais aussi aux exigences des régimes végétariens et des allergies courantes comme le lactose.

Pour assurer la qualité et la conformité aux normes les plus élevées, nous établirons des partenariats stratégiques avec des clubs sportifs renommés et des experts en nutrition. Ces collaborations garantiront que notre produit soit non seulement efficace mais également approuvé par ceux qui connaissent le mieux les besoins des sportifs.

Dans le cadre de notre stratégie marketing dynamique, nous continuerons à développer des campagnes avec des influenceurs clés dans les domaines de la santé et du sport. Cela renforcera notre présence et notre crédibilité auprès d'une audience engagée et informée.

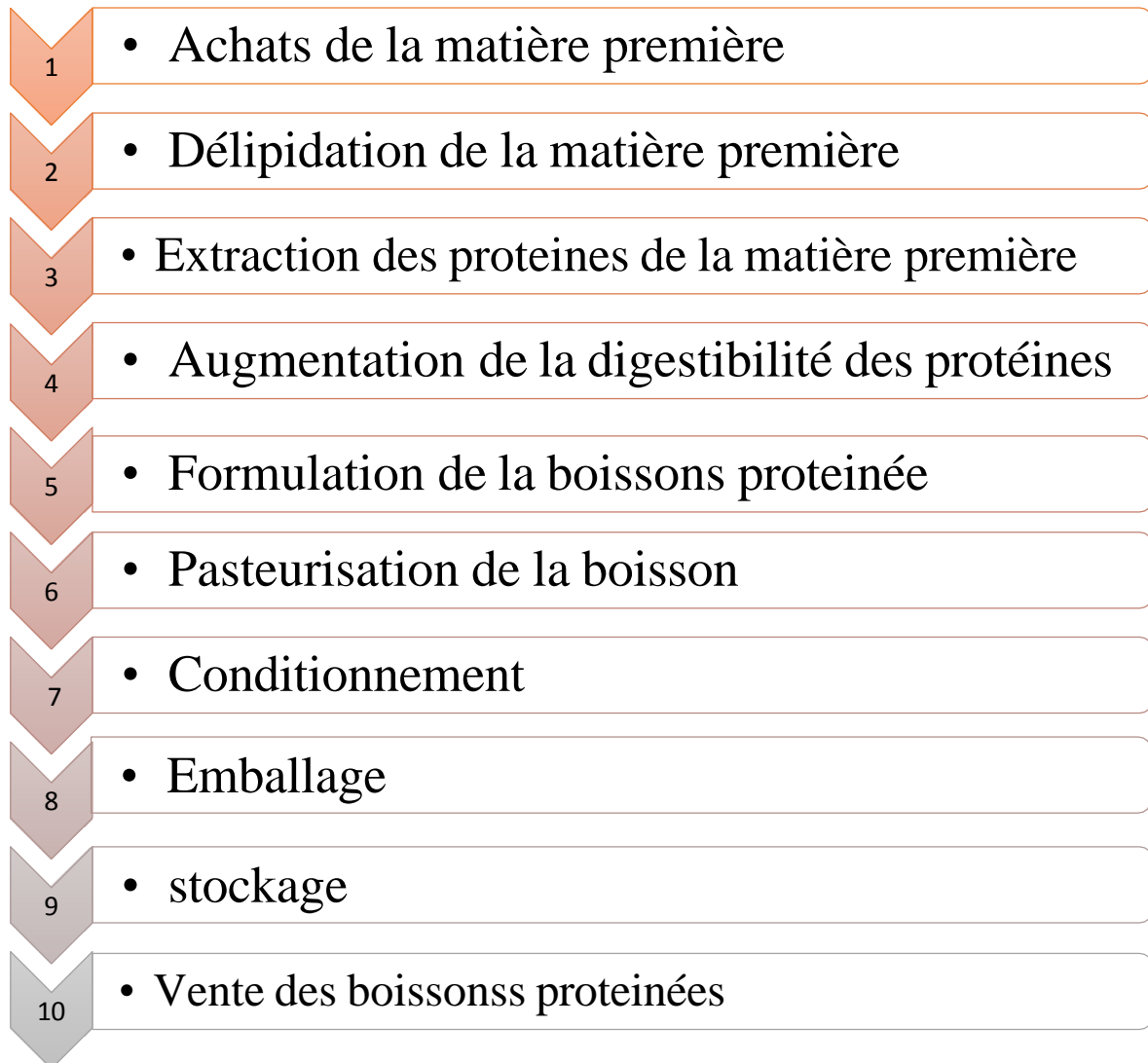
Pour faciliter l'accès de nos produits aux consommateurs, nous étendrons notre présence dans les grandes surfaces, les magasins spécialisés en nutrition sportive, ainsi que par la mise en place de points de dégustation dans des lieux stratégiques. Ces initiatives permettront aux consommateurs de découvrir la qualité et le goût unique de notre boisson protéinée, tout en recevant des informations sur ses bénéfices nutritionnels et environnementaux.

Enfin, notre engagement envers la durabilité et la responsabilité environnementale guidera chacune de nos décisions, assurant que notre entreprise contribue positivement à la société tout en offrant un retour sur investissement attrayant pour nos partenaires et investisseurs.

### **Quatrième axe : Plan de production et d'organisation**

---

## 1. Le Processus de production



## 2. Politique d'achat

Notre matière première sera fournie par notre fournisseur et partenaire, le groupe CEVITAL, à un prix déjà établi. Les transactions seront effectuées mensuellement, garantissant ainsi un approvisionnement régulier et fiable.

En plus de la matière première, divers produits seront commandés auprès des fournisseurs sélectionnés, citant les ingrédients nécessaires à la formulation de notre boisson, les matériaux d'emballage, et les équipements de production. Ces produits seront stockés dans nos installations pour garantir une production continue et ininterrompue.

Développement d'une boisson protéinée d'origine végétale destinée aux sportifs.

Les paiements aux fournisseurs seront effectués conformément aux conditions contractuelles, et nous veillerons à ce que toutes les livraisons soient effectuées dans un délai maximum de 2 mois. Cette organisation logistique assurera que notre chaîne d'approvisionnement reste efficace et que notre production ne subisse aucune interruption.

### **3. La main d'œuvre**

- Directeur
- Chef de projet
- Comptable
- Technicien de laboratoire
- 02 employés

### **4. Les Principaux partenaires**

Dans notre projet, les partenariats essentiels incluent principalement nos fournisseurs, en raison de leur contribution cruciale à la réussite du projet. En particulier, notre fournisseur clé pour la matière première qui est le groupe Cevital, jouant un rôle central dans l'approvisionnement en déchets de l'industrie de l'huile, élément fondamental pour notre boisson protéinée. De plus, les incubateurs universitaires offrent un soutien précieux en termes de recherche et de développement, tandis que les structures de financement sont indispensables pour assurer la viabilité financière et la croissance future de notre entreprise.

Développement d'une boisson protéinée d'origine végétale destinée aux sportifs.

<p><b>Partenaires clés</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fournisseur de la matière 1ere (CEVITAL).</li> <li>• Fournisseurs des produits utilisés.</li> <li>• Fournisseurs d'emballage.</li> <li>• Influenceurs sport et nutrition.</li> <li>• Clubs sportifs et association.</li> <li>• Centre de recherche et laboratoires.</li> <li>• Entreprise de livraison.</li> <li>• Distributeurs et grossiste</li> <li>• Salle de sport et</li> </ul>	<p><b>Activités Clés</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Achats de la matière 1ère.</li> <li>• Délipidation.</li> <li>• Extraction des protéines.</li> <li>• Traitement enzymatique des protéines</li> <li>• Formulation de la boisson.</li> <li>• Pasteurisation de la boisson.</li> <li>• Conditionnement.</li> <li>• Emballage et stockage.</li> </ul> <p><b>Ressources clés</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipe de développement et production</li> <li>• Infrastructures</li> <li>• Technologie</li> <li>• Réseau de distribution</li> </ul>	<p><b>Propositions de valeur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorisation des déchets industriels</li> <li>• Source de protéines pas chère</li> <li>• Boisson riche en protéines</li> <li>• Naturelle et saine</li> <li>• Meilleure digestibilité</li> <li>• Source de sucre naturelle</li> <li>• Boisson enrichie en 12 vitamines et 8 minéraux</li> <li>• Innovation Algérienne</li> </ul>	<p><b>Relation Client</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programme de fidélisation..</li> <li>• Promotions et offres.</li> <li>• Service clients personnalisé</li> <li>• Echantillons gratuit et demonstration.</li> <li>• Communication régulière.</li> <li>• Réseautage et partenariats.</li> </ul> <p><b>Canaux</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vente en ligne.</li> <li>• Vente directe et points de vente</li> <li>• Magasins de sport et nutrition sportifs</li> <li>• Salle de sport, clubs, associations sportives</li> <li>• Evènements sportifs</li> <li>• Superette et supermarché</li> </ul>	<p><b>Clients</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sportifs et athlètes</li> <li>• Personnes suivant un régime alimentaire spécifique</li> <li>• Personnes âgées ayant peu d'appétit</li> </ul>
<p><b>Coûts</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Représentants commerciaux</li> <li>• Production</li> <li>• Local (location)</li> <li>• Matière première de l'emballage</li> <li>• Logistique (camion réfrigéré)</li> <li>• Fournitures de bureau</li> <li>• Mains d'oeuvre pour le personnel opérationnel</li> <li>• Administratif</li> <li>• Facture (tel / gaz/ électricité/ eau)</li> </ul>		<p><b>Revenus</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventes directes.</li> <li>• Abonnements.</li> <li>• Produits dérivés.</li> <li>• Partenariats.</li> <li>• Contrats de services.</li> </ul>		

Développement d'une boisson protéinée d'origine végétale destinée aux sportifs.

## Cinquième axe : Plan financier

### Les investissements

## INVESTISSEMENT

		<u>Total Période</u>
U I P E M E N T S  D E  P R O D U C T I	Appareil 01	317 935
	Appareil 03	3 600 000
	Appareil 04	246 654
	Appareil 05	3 600 000
	Appareil 06	425 000
	Appareil 07	80 000
	Appareil 08	77 000
	appareils informatiques	181 400
	Equipement	181 583
	Matériel N°11	0
	Matériel N°12	0
	Matériel N°13	0
	Matériel N°14	0
	Matériel N°15	0
	Matériel N°16	0
	<b>Sous-Total (01)</b>	<b>11009572,2</b>

### Les charges externes

## Charges externes

	à intégrer ↓	à intégrer ↓	à intégrer ↓	à intégrer ↓	à intégrer ↓	à intégrer ↓
	Historique (n-1)	Année 01	Année 02	Année 03	Année 04	Année 05
DZD	FY22	FY23	FY24	FY25	FY26	FY27
Sous-traitance						
Loyers		3 000 000	3 000 000	3 000 000	3 000 000	3 000 000
Energie/eau/gaz		19 200	19 700	20 000	21 000	22 500
Frais Marketing		50 000	52 000	55 000	60 000	65 000
Honoraires d'avocat		-				
Honoraires du Notaire		-				
Honoraires d'expert-comptable						
Honoraires Commissaire aux Comptes						
Frais du transit						
Frais télécom		9 600	9 600	9 600	9 600	9 600
Divers fournitures		6 500	7 000	7 200	7 200	7 500
Frais de formation						
R&D						
Autre 1						
Autre 2						
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>3 085 300</b>	<b>3 088 300</b>	<b>91 800</b>	<b>3 097 800</b>	<b>3 104 600</b>

Développement d'une boisson protéinée d'origine végétale destinée aux sportifs.

## Achats directs

		Achats directs					
		FY22	FY23	FY24	FY25	FY26	FY27
		N-1 (historique)	Année 01	Année 02	Année 03	Année 04	Année 05
Produit/Service N°01	Désignation:	MATIERE PREMIERE					
	Quantité:		3120	3432	3744	4160	5200
	Prix unitaire:		40	40	40	40	40
	Sous-Total:	0	124800	137280	149760	166400	208000
Produit/Service N°02	Désignation:	SOLUTIONS					
	Quantité:		93600	102960	112320	124800	156000
	Prix unitaire:		98,67	98,67	98,67	98,67	98,67
	Sous-Total:	0	9235512	10159063,2	11082614,4	12314016	15392520
Produit/Service N°03	Désignation:	EMBALLAGE					
	Quantité:		93600	102960	112320	124800	156000
	Prix unitaire:		15	15	15	15	15
	Sous-Total:	0	1404000	1544400	1684800	1872000	2340000
Produit/Service N°04	Désignation:						
	Quantité:						
	Prix unitaire:						
	Sous-Total:	0	0	0	0	0	0
Produit/Service N°05	Désignation:						
	Quantité:						
	Prix unitaire:						
	Sous-Total:	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL:</b>		0	10764312	11840743,2	12917174,4	14352416	17940520
<b>Progression:</b>			-	10%	9%	11%	25%

## Masse salariale

		<u>ETP</u>	<u>Total</u>
P E R M A N E N T S	<b>Directeur</b>	1,00	825 600
	<b>Comptable</b>	0,00	0
	<b>Téchnicien de laboratoire</b>	1,00	642 000
	<b>Employé 1</b>	1,00	378 000
	<b>Employé 2</b>	1,00	378 000
	<b>Secrtaire</b>	1,00	378 000
	<b>Poste N°08</b>	0,00	0
	<b>Poste N°09</b>	0,00	0
	<b>Poste N°10</b>	0,00	0
		<b>Sous-Total (2)</b>	

Développement d'une boisson protéinée d'origine végétale destinée aux sportifs.

## Chiffre d'affaires

		Chiffre d'affaires					
		FY22	FY23	FY24	FY25	FY26	FY27
		N-1 (historique)	Année 01	Année 02	Année 03	Année 04	Année 05
Produit/Service N°01	Désignation:						
	Quantité:		93600	102960	112320	156000	187200
	Prix unitaire:		300	300	300	300	300
	Sous-Total:	0	28080000	30888000	33696000	46800000	56160000
<b>TOTAL:</b>		0	28080000	30888000	33696000	46800000	56160000
<b>Progression:</b>			-	10%	9%	39%	20%

## Le bilan

### Bilan

DZD	FY23	FY24	FY25	FY26	FY27
Immobilisations	946776	786398	6291184	4718388	3145692
Clients	-	-	-	-	-
Stock	1791052	1973457	2152862	2392069	2990087
<del>Autres actifs courants</del>					
<del>Autres passifs courants</del>					
Trésorerie	(1174836)	1208116	27889136	5140603	7970286
Fournisseurs	-	-	-	-	-
<b>Actif Net</b>	<b>10 055 992</b>	<b>21 840 553</b>	<b>36 313 182</b>	<b>58 516 530</b>	<b>85 842 974</b>
<del>Capital social</del>					
<del>Résultat d'exercice</del>	<del>1005592</del>	<del>11784561</del>	<del>14472630</del>	<del>2208338</del>	<del>27326444</del>
<del>Reserves légales</del>					
<del>Report à nouveau</del>		<del>1005592</del>	<del>2184053</del>	<del>36313182</del>	<del>58516530</del>
<b>Total capitaux propres</b>	<b>10 055 992</b>	<b>21 840 553</b>	<b>36 313 182</b>	<b>58 516 530</b>	<b>85 842 974</b>

Développement d'une boisson protéinée d'origine végétale destinée aux sportifs.

## Compte de résultat

Marge brute	-	17 315 688	19 047 257	20 778 826	32 447 584	38 219 480
<del>Charges externes</del>	-	<del>(308530)</del>	<del>(308830)</del>	<del>(91800)</del>	<del>(309780)</del>	<del>(310460)</del>
<del>Salaires et charges sociales</del>	-	<del>(260160)</del>	<del>(260160)</del>	<del>(464160)</del>	<del>(557360)</del>	<del>(621560)</del>
EBITDA	-	11 628 788	13 357 357	16 045 426	23 776 144	28 899 240
<del>Amortissements et provisions</del>		<del>(152796)</del>	<del>(152796)</del>	<del>(152796)</del>	<del>(152796)</del>	<del>(152796)</del>
<del>Reprises sur provisions</del>		-	-	-	-	-
EBIT		10 055 992	11 784 561	14 472 630	22 203 348	27 326 444
<del>Charges financières</del>		-	-	-	-	-
Résultat avant impôts		10 055 992	11 784 561	14 472 630	22 203 348	27 326 444
<del>Impôts sur les sociétés</del>		-	-	-	-	-
Résultat net		10 055 992	11 784 561	14 472 630	22 203 348	27 326 444
<b>Evolution du chiffre d'affaires</b>		-	10%	9%	39%	20%
<i>Tx de marge brute</i>	<i>#DIV/0!</i>	62%	62%	62%	69%	68%
<i>Tx d'EBITDA</i>	<i>#DIV/0!</i>	41%	43%	48%	51%	51%

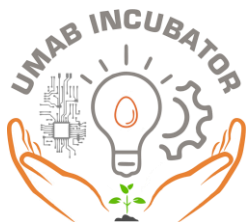


Développement d'une boisson protéinée d'origine végétale destinée aux sportifs.

## Sixième axe : Prototype expérimental

---





République Algérienne démocratique et populaire  
Enseignement supérieur et de la recherche scientifique  
Université de Mostaganem Abdelhamid ibn Badis



# Titre de projet

Projet pour l'obtention du certificat d'entreprise naissante dans le  
cadre ministérielle 1275

Nom commercial

**PRO FIT**

**11 / 07 / 2024**

**Étudiante 01 : Arab Said Narimene Nina**

**Étudiante 02 : Ayachi Amira Aida**



# Présentation de notre projet **Start-up**

## Introduction

Ce projet agroalimentaire se concentre sur la production de boissons nutritionnelles et fonctionnelles, spécialement conçues pour répondre aux besoins des sportifs.

Il cible un marché en pleine expansion en Algérie, avec une forte demande pour des produits sains, efficaces et locaux.

Notre initiative vise à offrir une alternative locale aux boissons protéinées importées, réduisant ainsi les coûts et améliorant l'accessibilité.

Le projet valorise les déchets de l'industrie de l'huile à travers un processus en plusieurs étapes.

## Notre vision

- Révolutionner le marché des compléments alimentaires en Algérie avec des boissons protéinées locales, durables et accessibles.
- Devenir un leader dans la production de boissons nutritionnelles et fonctionnelles adaptées aux sportifs amateurs et professionnels.
- Proposer une alternative aux importations avec des produits répondant aux normes de santé et de qualité locales.
- Valoriser les déchets de l'industrie de l'huile par une approche écologique et durable.
- Maximiser l'utilisation des ressources en commercialisant les protéines extraites pour l'alimentation humaine et animale.

# Ce que nous Faisons

## Notre activité

Notre activité se concentre sur la production de boissons nutritionnelles et fonctionnelles adaptées aux sportifs en Algérie.

Nous utilisons des protéines de haute qualité extraites à partir de déchets de l'industrie de l'huile, traitées pour répondre aux normes de sécurité alimentaire les plus élevées.

Nous visons à fournir des produits locaux, sains et efficaces qui répondent aux besoins spécifiques des consommateurs.

## Livraison

Pour assurer la qualité et la satisfaction des consommateurs, nos produits sont soigneusement conditionnés après la production. Nous utilisons des méthodes de stockage optimales pour maintenir la fraîcheur et la valeur nutritionnelle de nos boissons jusqu'à leur distribution. Notre système de livraison efficace garantit que nos produits arrivent aux consommateurs dans les meilleures conditions, soutenant ainsi notre engagement envers l'excellence et la durabilité.

# Notre équipe

**Mokhtar Meriem**

Directrice principale

Spécialisée en Nutrition et Santé

**Hadjar Kherfane Mohamed**

Directeur principale

Spécialisé en Nutrition et Santé

**Rebita Fatima Zohra**

Co directrice

Spécialisée en Nutrition et Sciences des aliments

---

**Arab Said Narimene Nina**

Faculté des Sciences de la nature et de la vie

Spécialité : Nutrition et Pathologie

**Ayachi Amira Aida**

Faculté des Sciences de la nature et de la vie

Spécialité : Nutrition et Pathologie

# Proposition de valeurs

## Valorisation des déchets industriels :

Utiliser les déchets de l'industrie de l'huile pour créer une boisson protéinée, réduisant ainsi les déchets et promouvant une économie circulaire. Cette approche permet de transformer un sous-produit souvent gaspillé en une ressource précieuse et nutritive.

## Boisson riche en protéines :

Offrir une boisson avec une teneur élevée en protéines, répondant aux besoins nutritionnels des athlètes, des sportifs, et des personnes cherchant à augmenter leur apport en protéines. Chaque portion de la boisson est formulée pour fournir une quantité optimale de protéines pour la récupération et la construction musculaire.

## Source de sucre naturelle :

Incorporer des sources naturelles de sucre comme les fruits, pour offrir une douceur agréable sans recourir aux sucres raffinés ou artificiels. Cela permet de maintenir un profil nutritionnel sain tout en satisfaisant les papilles.

# Proposition de valeurs

## Boisson enrichie en 12 vitamines et 8 minéraux :

Enrichir la boisson avec un large éventail de vitamines et de minéraux essentiels, contribuant à une nutrition complète.

Ces micronutriments soutiennent la santé générale, l'énergie, et le bien-être quotidien.

## Naturelle et saine :

Garantir que la boisson est fabriquée à partir d'ingrédients naturels, sans additifs artificiels ni conservateurs.

Les consommateurs soucieux de leur santé peuvent ainsi profiter d'un produit pur et sain, contribuant à un mode de vie équilibré.

## Meilleure digestibilité :

Utiliser des procédés pour améliorer la digestibilité des protéines, rendant la boisson plus facile à assimiler pour l'organisme.

Cette caractéristique est particulièrement bénéfique pour les personnes ayant des sensibilités digestives ou des troubles digestifs.

## Innovation Algérienne :

Promotion de l'innovation locale en Algérie pour soutenir l'économie nationale, créer des emplois et répondre aux besoins du marché local.

# Canaux

## La vente en ligne :

La vente en ligne offre une plateforme accessible où les clients en Algérie peuvent acheter la boisson protéinée directement depuis notre plateforme personnalisée.

Cela permet une disponibilité 24/7, une portée nationale, et la possibilité de personnaliser les offres (abonnements, promotions exclusives en ligne).

## Salles de sport, clubs et associations sportives :

Collaboration avec des salles de sport, des clubs de fitness, et des associations sportives en Algérie pour proposer les boissons protéinées directement aux membres. Cette collaboration peut inclure l'installation de distributeurs automatiques dans les espaces communs des salles et clubs, ainsi que des promotions spéciales pour les membres et les participants aux événements sportifs.

## Magasins de sport et de nutrition sportive :

Distribuer les boissons dans des magasins spécialisés en sport et nutrition sportive en Algérie.

Ces points de vente sont fréquentés par le public cible, à savoir les sportifs et les personnes soucieuses de leur santé, offrant ainsi une visibilité accrue et un accès facilité à votre produit.



# Canaux

## Vente directe et points de vente :

La vente directe implique la distribution des produits sans intermédiaires, permettant une interaction directe avec les consommateurs lors d'événements, foires commerciales.

Les points de vente incluent des kiosques temporaires ou des distributeurs automatiques dans des lieux stratégiques en Algérie.

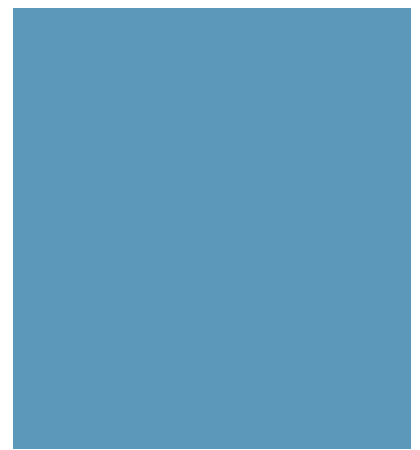
## Événements sportifs :

Participer à des événements sportifs en Algérie comme des marathons, des compétitions de fitness, ou des foires de la santé pour vendre et promouvoir les boissons protéinées.

Ces événements attirent une audience intéressée par la performance physique et la nutrition.

## Superettes et supermarchés :

Vendre les boissons protéinées dans des superettes locales et des supermarchés en Algérie. Ces points de vente offrent une grande visibilité et un accès facile pour les consommateurs.



# Segment de Clients

## Personnes âgées ayant peu d'appétit :

Les personnes âgées qui ont un appétit réduit et qui peuvent bénéficier de suppléments nutritionnels pour maintenir leur santé et leur vitalité. La boisson protéinée, facile à consommer et riche en nutriments essentiels, peut aider à combler les carences alimentaires et à améliorer leur bien-être général. Elle peut également contribuer à la prévention de la perte musculaire, un problème courant chez les personnes âgées.

## Sportifs et athlètes :

Cible principale composée d'athlètes professionnels et amateurs, ainsi que de clubs sportifs.

Ils recherchent des produits qui améliorent la récupération musculaire et la performance physique.

La boisson protéinée, riche en nutriments, répond à ces besoins spécifiques en offrant un soutien nutritionnel optimal avant et après l'entraînement.

## Personnes suivant un régime alimentaire spécifique (régime hyperprotéiné) :

Ce segment inclut les individus qui suivent des régimes alimentaires nécessitant un apport élevé en protéines, tels que les régimes hyperprotéinés. Cela inclut :

Personnes cherchant à augmenter leur masse musculaire : Ceux qui suivent des régimes pour gagner de la masse musculaire trouveront la boisson protéinée bénéfique pour atteindre leurs objectifs.

Personnes suivant un régime cétogène ou paléo : Recherchent des sources de protéines non issues des produits laitiers et faibles en glucides. La boisson protéinée offre une alternative pratique et adaptée à ces besoins.



# Relation Client

## Programme de fidélisation :

Mise en place d'un programme de fidélisation offrant des récompenses aux clients réguliers, comme des réductions spéciales, des unités gratuites après un certain nombre d'achats, ou des avantages exclusifs pour les membres.

## Service client personnalisé :

Fourniture d'un service clientèle réactif et personnalisé via différents canaux (téléphone, e-mail, réseaux sociaux) pour répondre aux questions, résoudre les problèmes et recueillir les commentaires des clients.

## Communication régulière :

Mise en place de campagnes de communication régulières pour tenir les clients informés des nouveaux produits, des améliorations de produit, et des événements spéciaux.

## Promotions et offres spéciales :

Organisation régulière de promotions attractives, telles que des remises saisonnières, des offres groupées avec d'autres produits complémentaires, ou des réductions lors d'événements spécifiques (ex : soldes, événements sportifs).

## Échantillons gratuits et démonstrations :

Distribution d'échantillons gratuits lors d'événements sportifs, dans les salles de sport, et dans les supermarchés pour permettre aux clients potentiels de découvrir et d'apprécier le produit.

## Réseautage et partenariats :

Établissement de partenariats avec des influenceurs du secteur du fitness et du bien-être en Algérie pour promouvoir le produit et accroître la notoriété de la marque auprès de la communauté sportive.



# Sources de Revenus

## Ventes Directes :

Vente directe de la boisson protéinée via une plateforme en ligne dédiée et des points de vente physiques comme les supermarchés et les magasins spécialisés en nutrition sportive.

Cette source de revenus vise à atteindre directement les consommateurs finaux, offrant commodité et accessibilité.

## Abonnements :

Proposition d'abonnements mensuels ou annuels pour une livraison régulière de la boisson protéinée à tarif réduit.

Les abonnements visent à fidéliser la clientèle en offrant des avantages exclusifs et prévisibilité dans l'approvisionnement.

## Produits Dérivés :

Création et vente de produits dérivés tels que vêtements de sport, accessoires de fitness, et packs cadeaux incluant la boisson protéinée.

Cette source de revenus diversifie l'offre de produits tout en augmentant le panier moyen des clients.

## Partenariats :

Établissement de collaborations avec des marques complémentaires pour des promotions croisées et des offres groupées.

Les partenariats visent à élargir la visibilité de la marque et à capturer de nouveaux segments de marché à travers des alliances stratégiques.

## Contrats de Services :

Proposition de services spécialisés tels que des programmes de nutrition personnalisés ou des solutions logistiques pour les commandes en gros. Cette source de revenus vise les clients institutionnels et offre une stabilité à long terme grâce à des relations commerciales solides.

# Ressources

## Clés

### Équipe de développement et production :

Une équipe qualifiée composée de spécialistes en nutrition, chimie des aliments, ingénierie de production et gestion de projet. Cette équipe est essentielle pour développer la formule de la boisson protéinée, optimiser les processus de production et assurer la qualité du produit final.

### Technologie :

Utilisation de technologies avancées pour l'extraction et la valorisation des protéines à partir des déchets d'huile, ainsi que des outils de gestion de la production et de l'analyse de données pour optimiser les opérations.

La technologie joue un rôle clé dans l'innovation et l'efficacité de la production.

### Infrastructures :

Installation de production équipée de technologies de transformation des déchets d'huile, laboratoires de recherche et développement, et entrepôts pour le stockage des matières premières et des produits finis. Ces infrastructures sont cruciales pour la production à grande échelle et le maintien de normes de qualité élevées.

### Réseau de distribution :

Un réseau de distribution bien établi comprenant des partenaires logistiques, des points de vente physiques comme les supermarchés et les magasins de nutrition sportive, ainsi qu'une plateforme de vente en ligne. Un réseau de distribution efficace est crucial pour atteindre les clients et assurer la disponibilité du produit sur le marché.

# Activités Clés

## Achats de la matière première:

Sélection et approvisionnement en déchets d'huile auprès de fournisseurs fiables.

Cette activité est essentielle pour garantir une matière première de qualité pour la production de la boisson protéinée.

## Extraction des protéines :

Techniques et méthodes utilisées pour extraire les protéines des déchets d'huile délipidés. L'extraction efficace des protéines est fondamentale pour assurer la base protéique de la boisson.

## Formulation de la boisson :

Développement de la recette finale de la boisson protéinée en incorporant les protéines traitées, ainsi que d'autres ingrédients nécessaires pour le goût, la texture et la nutrition.

La formulation doit être optimisée pour répondre aux attentes des consommateurs.

## Délipidation :

Processus de séparation des lipides des déchets d'huile pour obtenir une matière première riche en protéines. La délipidation est une étape cruciale pour préparer les déchets d'huile pour l'extraction des protéines.

## Augmentation de la digestibilité des protéines :

L'augmentation de la digestibilité des protéines vise à améliorer l'assimilation des protéines par l'organisme, maximant ainsi leur valeur nutritionnelle et bénéfiques pour la santé. Cette activité permet de fournir des protéines de haute qualité, optimisant la nutrition et la performance des consommateurs sans révéler de détails spécifiques sur les processus utilisés.

# Activités Clés

## Pasteurisation de la boisson :

Traitement thermique pour éliminer les micro-organismes pathogènes et prolonger la durée de conservation de la boisson.

La pasteurisation est essentielle pour garantir la sécurité et la qualité du produit.

## Conditionnement :

Processus de remplissage de la boisson dans des contenants adaptés, assurant une conservation optimale et une présentation attrayante.

Le conditionnement doit être efficace et hygiénique pour maintenir la qualité du produit.

## Emballage et stockage :

Emballage des contenants dans des cartons ou des palettes pour le transport et le stockage.

Le stockage doit se faire dans des conditions contrôlées pour préserver la qualité et la durée de vie du produit.

## Vente du produit :

Stratégies de commercialisation et de distribution pour vendre la boisson protéinée via divers canaux, y compris la vente en ligne, les points de vente physiques, et les partenariats.

La vente est l'activité finale qui génère les revenus pour la startup.

# Coûts

## Marketing et Sponsors :

Dépenses liées aux campagnes de marketing et de publicité pour promouvoir la boisson protéinée, ainsi que les coûts associés à la recherche de sponsors et de partenariats.

Ces coûts incluent les annonces en ligne, les événements promotionnels, les collaborations avec des influenceurs, et la création de contenu.

## Représentants commerciaux :

Salaires et commissions pour les représentants commerciaux chargés de développer le réseau de distribution, de négocier avec les points de vente et de gérer les relations avec les clients B2B.

Ces coûts couvrent également la formation et les outils nécessaires pour leur activité.

## Local (location) :

Dépenses pour la location des locaux nécessaires à la production, au stockage et aux opérations administratives.

Ces coûts incluent également les taxes foncières, les assurances, et l'entretien des bâtiments.

## Matière première de l'emballage :

Coûts d'achat des matériaux d'emballage pour les boissons protéinées, tels que les bouteilles, les étiquettes, les cartons, et autres contenants. L'emballage doit être de haute qualité pour assurer la conservation du produit et attirer les consommateurs.

## Production :

Coûts liés à la production de la boisson protéinée, y compris l'achat des matières premières, les coûts de transformation, l'énergie utilisée dans le processus de production, et l'entretien des équipements. Ces coûts couvrent toutes les étapes de la fabrication, de la délipidation à la pasteurisation.



# Coûts

## Logistique (camion réfrigéré) :

Dépenses liées à la logistique, y compris l'achat ou la location de camions réfrigérés pour le transport des boissons protéinées, les frais de carburant, l'entretien des véhicules, et les salaires des chauffeurs. La logistique est essentielle pour maintenir la chaîne du froid et garantir la qualité du produit.

## Administratifs :

Salaires et avantages sociaux pour le personnel administratif, y compris les gestionnaires, les comptables, les ressources humaines, et autres employés de bureau. Ces coûts couvrent également les frais de formation et de développement professionnel.

## Fournitures de bureau :

Coûts des fournitures de bureau nécessaires au fonctionnement quotidien de l'entreprise, comme les ordinateurs, les logiciels, le mobilier de bureau, les articles de papeterie, et autres équipements de bureau.

## Main d'œuvre pour le Personnel opérationnel :

Salaires et avantages sociaux pour le personnel impliqué dans les opérations de production, y compris les opérateurs de machines, les techniciens de laboratoire, et les travailleurs de la chaîne de production. Ces coûts incluent également les dépenses de formation et de sécurité.

## Factures (Tel/ gaz/ électricité/ eau) :

Dépenses mensuelles pour les services publics nécessaires au fonctionnement des locaux de l'entreprise, y compris les factures de téléphone, d'internet, de gaz, d'électricité, et d'eau. Ces coûts sont essentiels pour maintenir un environnement de travail fonctionnel.

# Partenaires Clés

## Fournisseur de la matière première (CEVITAL) :

Partenaire crucial fournissant les déchets d'huile comme matière première pour la production de la boisson protéinée.

CEVITAL est sélectionné pour sa fiabilité en tant que source principale de matière première.

## Fournisseurs des produits utilisés :

Fournisseurs de tous les ingrédients et additifs nécessaires pour la formulation de la boisson protéinée, tels que les protéines, les vitamines, et les arômes.

La qualité et la disponibilité des produits sont essentielles pour garantir la consistance et la valeur nutritionnelle du produit final.

## Fournisseurs d'emballage :

Partenaires fournissant les emballages nécessaires pour conditionner la boisson protéinée, y compris les bouteilles, les étiquettes, les capsules, etc.

La durabilité et l'attrait visuel de l'emballage sont des critères importants pour attirer les consommateurs.

## Influenceurs sport et nutrition :

Personnes influentes dans les domaines du sport et de la nutrition, collaborant pour promouvoir la boisson protéinée à travers leurs réseaux sociaux et leurs plateformes. Leur recommandation peut augmenter la visibilité et la crédibilité du produit auprès du public cible.

## Clubs sportifs et associations :

Partenariats avec des clubs sportifs et des associations locales pour la promotion de la boisson protéinée auprès des athlètes et des membres. Des accords de sponsoring et de partenariat peuvent être envisagés pour renforcer la présence de la marque dans la communauté sportive.

# Partenaires Clés

## Centre de recherche et laboratoires :

Collaborations avec des centres de recherche et des laboratoires pour soutenir le développement continu du produit, la recherche sur l'efficacité nutritionnelle et la sécurité alimentaire, ainsi que l'innovation dans les formules.

## Distributeurs et grossistes :

Réseaux de distribution et partenaires de vente en gros chargés de distribuer la boisson protéinée sur le marché national. Ils assurent la disponibilité du produit dans divers canaux de distribution, y compris les supermarchés, les magasins spécialisés, et les centres de fitness.

## Entreprise de livraison :

Partenaire logistique responsable de la livraison des produits finis aux distributeurs, grossistes et points de vente. Une logistique efficace et fiable est essentielle pour maintenir la chaîne d'approvisionnement et la satisfaction client.

## Salles de sport et fitness :

Partenariats avec des salles de sport et des centres de fitness pour vendre directement la boisson protéinée sur place, stimulant ainsi la demande parmi les membres et les athlètes fréquentant ces établissements.

<b>Partenaires clés</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fournisseur de la matière 1ere (CEVITAL).</li> <li>• Fournisseurs des produits utilisés.</li> <li>• Fournisseurs d'emballage.</li> <li>• Influenceurs sport et nutrition.</li> <li>• Clubs sportifs et association.</li> <li>• Centre de recherche et laboratoires.</li> <li>• Entreprise de livraison.</li> <li>• Distributeurs et grossiste</li> <li>• Salle de sport et fitness</li> </ul>	<b>Activités Clés</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Achats de la matière 1ère.</li> <li>• Délipidation.</li> <li>• Extraction des protéines.</li> <li>• Augmentation de la digestibilité des protéines</li> <li>• Formulation de la boisson.</li> <li>• Pasteurisation de la boisson.</li> <li>• Conditionnement.</li> <li>• Emballage et stockage.</li> <li>• Vente du produit.</li> </ul>	<b>Propositions de valeur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorisation des déchets industriels</li> <li>• Source de protéines pas chère</li> <li>• Boisson riche en protéines</li> <li>• Naturelle et saine</li> <li>• Meilleure digestibilité</li> <li>• Source de sucre naturelle</li> <li>• Boisson enrichie en 12 vitamines et 8 minéraux</li> <li>• Innovation Algérienne</li> </ul>	<b>Relation Client</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programme de fidélisation..</li> <li>• Promotions et offres.</li> <li>• Service clients personnalisé</li> <li>• Echantillons gratuit et démonstration.</li> <li>• Communication régulière.</li> <li>• Réseautage et partenariats.</li> </ul>	<b>Clients</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sportifs et athlètes</li> <li>• Personnes suivant un régime alimentaire spécifique</li> <li>• Personnes âgées ayant peu d'appétit</li> </ul>
	<b>Ressources clés</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipe de développement et production</li> <li>• Infrastructures</li> <li>• Technologie</li> <li>• Réseau de distribution</li> </ul>		<b>Canaux</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vente en ligne.</li> <li>• Vente directe et points de vente</li> <li>• Magasins de sport et nutrition sportifs</li> <li>• Salle de sport, clubs, associations sportives</li> <li>• Evènements sportifs</li> <li>• Superette et supermarché</li> </ul>	

## Coûts

- Représentants commerciaux
- Production
- Local (location)
- Matière première de l'emballage
- Logistique (camion réfrigéré)
- Fournitures de bureau
- Mains d'œuvre pour le personnel opérationnel
- Administratif
- Facture (tel / gaz/ électricité/ eau)

## Revenus

- Ventes directes.
- Abonnements.
- Produits dérivés.
- Partenariats.
- Contrats de services.

### INVESTISSEMENT

		Total Période
U	Appareil 01	317,935
I	Appareil 03	3,500,000
P	Appareil 04	246,654
E	Appareil 05	3,500,000
M	Appareil 06	425,000
E	Appareil 08	77,000
N	appareils informatiques	181,400
T	Equipement	181,583
S	Matériel N°11	0
D	Matériel N°12	0
E	Matériel N°13	0
P	Matériel N°14	0
R	Matériel N°15	0
O	Matériel N°16	0
D	Sous-Total (01)	11009572.2

### Achat directs

	Prestation	Total
A	Produit/Service N°01	124,800
c	Produit/Service N°02	9,235,512
h	Produit/Service N°03	1,404,000
a	Produit/Service N°04	0
t	Produit/Service N°05	0
s	Sous-Total (03)	10764312

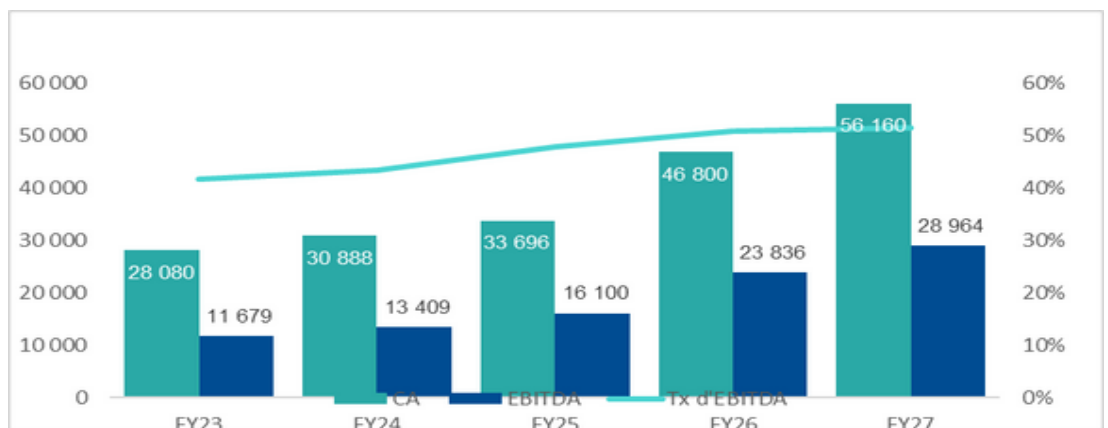
### MASSE SALARIALE

		ETP	Total
P	Directeur	1.00	825,600
E	Comptable	0.00	0
R	Téchnicien de laboratoire	1.00	642,000
M	Employé 1	1.00	378,000
A	Employé 2	1.00	378,000
E	Secrétaire	1.00	378,000
N	Poste N°08	0.00	0
T	Poste N°09	0.00	0
S	Poste N°10	0.00	0
	Sous-Total (2)		2,601,600

	Libellé	Total
C	Sous-traitance	0
h	Loyers	3000000
a	Energie/eau/gaz	19200
r	Frais Marketing	0
e	Honoraires d'avocat	0
e	Honoraires du Notaire	0
s	Honoraires d'expert-comptable	0
	Honoraires Commissaire aux Comptes	0
	Frais du transit	0
	Frais télécom	9600
	Divers fournitures	6500
	Frais de formation	0
	R&D	0
	Sous-Total (04)	3,035,300.00

### SYNTHESE

Catégorie	Montant	
Investissement	11,009,572	40%
Masse salariale	2,601,600	9%
Achats directs	10,764,312	39%
Charges externes	3,035,300	11%
	<b>27,410,784</b>	



### KPI Financiers

	FY23	FY24	FY25	FY26	FY27
CA	28 080	30 888	33 696	46 800	56 160
EBITDA	11 679	13 409	16 100	23 836	28 964
Tx d'EBITDA	42%	43%	48%	51%	52%
FCF	(1 125)	13 230	15 921	23 597	28 366