

# Table des matières

<b>RESUME</b>	<b>7</b>
<b>LISTE DES ABREVIATIONS</b>	<b>8</b>
<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>9</b>
1.1 MOTIVATIONS PERSONNELLES	9
1.2 LITTERATURE EXISTANTE SUR LE SUJET	10
1.3 BUT ET SENS DE CE TRAVAIL DE BACHELOR	11
<b>2. CADRE DE REFERENCE</b>	<b>12</b>
2.1 LE SPORT EN SUISSE	12
2.2 LES SPORTS DE FORCE ET DE RESISTANCE	12
2.3 LA CONSOMMATION DE COMPLEMENTES ALIMENTAIRES	16
2.4 LA SELECTION DES COMPLEMENTES ALIMENTAIRES POUR NOTRE REVUE DE LITTERATURE	16
2.5 LES PROTEINES ET LES ACIDES AMINES	19
2.6 LA DIGESTION, L'ABSORPTION ET LE TRANSPORT DES PROTEINES	20
2.7 LE METABOLISME DES PROTEINES	21
2.8 LE METABOLISME DES PROTEINES CHEZ L'ATHLETE DE FORCE ET DE RESISTANCE	22
2.9 LES BESOINS ET LA SUPPLEMENTATION EN PROTEINES ET EN ACIDES AMINES CHEZ L'ATHLETE DE FORCE	22
2.10 LA CREATINE	24
2.11 LES POSSIBLES EFFETS SECONDAIRES DE LA CONSOMMATION DE PROTEINES ET DE CREATINE	26
2.12 LES COMPLEMENTES ALIMENTAIRES SELECTIONNES	28
<b>3. QUESTION DE RECHERCHE</b>	<b>30</b>
3.1 QUESTION DE RECHERCHE	30
3.2 QUESTION PICO	30
3.3 DEFINITION DES CONCEPTS DE NOTRE QUESTION DE RECHERCHE	30
3.4 HYPOTHESES	31
<b>4. BUTS ET OBJECTIFS</b>	<b>32</b>
4.1 PRODUIT FINI DE NOTRE TRAVAIL DE BACHELOR	32
4.2 BUTS	32
4.3 OBJECTIFS	32
<b>5. METHODES</b>	<b>33</b>
5.1 INTRODUCTION	33
5.2 DESIGN	33
5.3 STRATEGIE DE RECHERCHE DOCUMENTAIRE	34
5.4 MOTS-CLES	34
5.5 CRITERES D'INCLUSION	37
5.6 CRITERES D'EXCLUSION	39
5.7 SELECTION DES ETUDES	40
5.8 EXTRACTION DES DONNEES	41
5.9 SYNTHESE ET ANALYSE DES DONNEES	42

<b>6. RESULTATS</b>	<b>43</b>
6.1 RESULTATS DES RECHERCHES ET ETAPES DE SELECTION DES ETUDES	43
6.2 QUALITE DES ETUDES INCLUSES	44
6.3 ETUDES SUR LES ACIDES AMINES	44
6.4 RESUME DES RESULTATS	52
6.5 RESULTATS DE LA WHEY PROTEIN	54
6.6 RESULTATS DE LA CREATINE	60
6.7 RESULTATS DES ACIDES AMINES	65
<b>7. DISCUSSION DE LA WHEY PROTEIN</b>	<b>70</b>
7.1 RAPPEL DES RESULTATS DE LA WHEY PROTEIN	70
7.2 EFFETS DE LA QUANTITE ET DE LA QUALITE DES PROTEINES SUR LES RESULTATS DE LA WHEY PROTEIN	70
7.3 EFFETS DES APPORTS CALORIQUES SUR LES RESULTATS DE LA WHEY PROTEIN	77
7.4 AVIS D'EXPERT ET ASPECTS PRATIQUES DE LA SUPPLEMENTATION EN WHEY PROTEIN	78
7.5 CONCLUSION SUR LA WHEY PROTEIN	79
<b>8. DISCUSSION DE LA CREATINE</b>	<b>80</b>
8.1 RAPPEL DES RESULTATS DE LA CREATINE	80
8.2 MISE EN PERSPECTIVE DES RESULTATS DE LA CREATINE PAR RAPPORT A LA LITTERATURE EXISTANTE	80
8.3 LIEN ENTRE LA MASSE MAIGRE ET LA FORCE MUSCULAIRE	81
8.4 EFFETS DES APPORTS CALORIQUES ET PROTEIQUES SUR LA MASSE MAIGRE ET LA FORCE	81
8.5 AVIS D'EXPERTS ET ASPECTS PRATIQUES DE LA SUPPLEMENTATION EN CREATINE	81
8.6 CONCLUSION	82
<b>9. DISCUSSION DES ACIDES AMINES</b>	<b>83</b>
9.1 CITRULLINE MALATE	83
9.2 BETA-ALANINE	84
9.3 D-ASPARTIC ACID	85
<b>10. SUITE DE LA DISCUSSION</b>	<b>86</b>
10.1 PERTINENCE CLINIQUE DES RESULTATS	86
10.2 EFFETS SECONDAIRES	87
10.3 METHODOLOGIE	89
10.4 SYNTHESE	91
10.5 LIMITES	92
10.6 BIAIS	92
10.7 POINTS FORTS	93
<b>11. PERSPECTIVES</b>	<b>94</b>
<b>12. CONCLUSION</b>	<b>95</b>
<b>13. LISTE DE REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	<b>96</b>

<b>14. ANNEXES</b>	<b>102</b>
<b>ANNEXE I : PROTOCOLE DU TRAVAIL DE BACHELOR</b>	<b>102</b>
<b>ANNEXE II : TRAME DE L'ENTRETIEN AVEC LE DOCTEUR GOJANOVIC</b>	<b>121</b>
<b>ANNEXE III : TRAME DE L'ENTRETIEN AVEC LE PROFESSEUR FÉRAILLE</b>	<b>123</b>
<b>ANNEXE IV : GRILLE D'ANALYSE QUALITATIVE DE LA HAUTE ECOLE DE SANTÉ DE GENÈVE, FILÈRE NUTRITION ET DIÉTÉTIQUE (81)</b>	<b>124</b>
<b>ANNEXE V : TABLEAU 21 DES APPORTS PROTÉIQUES DES ÉTUDES SUR LA WP</b>	<b>130</b>
<b>ANNEXE VI : TABLEAU 22 DES APPORTS CALORIQUES DES ÉTUDES SUR LA WP</b>	<b>131</b>
<b>ANNEXE VII : TABLEAU 23 DES APPORTS PROTÉIQUES DES ÉTUDES SUR LA CR</b>	<b>131</b>
<b>ANNEXE VIII : TABLEAU 24 DES APPORTS CALORIQUES DES ÉTUDES SUR LA CR</b>	<b>132</b>

## Résumé

**Introduction :** La pratique de fitness et de musculation ne cesse de se populariser. En effet, 16% de la population suisse fait partie d'un centre de fitness. Dans ce milieu, les messages concernant l'alimentation sont variés et souvent contradictoires, alors que les compléments alimentaires sont présentés comme des solutions miracles par l'industrie. Ce travail cherche donc à déterminer les effets des protéines de lactosérum, de la créatine et des acides aminés sur la composition corporelle et les performances physiques chez des personnes de 18 à 45 ans pratiquant un sport de force et de résistance.

**Objectifs :** L'objectif de ce travail est de regrouper les études récentes ayant eu pour intervention la consommation de protéines de lactosérum, de créatine et/ou d'acides aminés par des pratiquants de sport de force et de résistance. Il a ainsi pour but de synthétiser et de discuter les résultats de ces études afin d'en tirer des conclusions objectives et applicables à la pratique professionnelle sportive.

**Méthode :** Une revue de littérature a été réalisée à partir de quatorze essais contrôlés randomisés effectués en double-aveugle. Ces études portaient sur les protéines de lactosérum, la créatine, la béta-alanine, la citrulline malate et le D-Aspartic acid. Les variables étudiées étaient la masse maigre, la masse maigre sèche, la masse grasse, le poids, l'eau corporelle, la force musculaire, le nombre de répétitions effectuées, la puissance anaérobie et le volume d'entraînement. Deux interviews d'experts ont également été effectuées afin d'avoir une vision pratique et concrète de cette thématique. Ces experts étaient néphrologue et médecin du sport.

**Résultats :** Les études montrent globalement des résultats contrastés. En effet, ces compléments ont permis des effets positifs sur les différentes variables, telles que la masse maigre ou la force musculaire, mais ils n'ont pas toujours présenté de plus-value comparativement à un placebo glucidique ou à d'autres compléments. Il a tout de même été possible d'effectuer une synthèse des effets de ces suppléments.

Les protéines de lactosérum amélioreraient d'une plus grande manière la composition corporelle et la puissance anaérobie qu'un placebo glucidique. Une consommation de 20 à 25 grammes de ces protéines suite à un entraînement permettrait ces effets.

La créatine augmenterait la masse maigre et la force musculaire d'une plus grande manière qu'un placebo. Néanmoins, la disparité des résultats ne permet pas d'affirmer avec certitude que ces plus-values sont possibles.

La consommation de huit grammes de citrulline malate avant un entraînement permettrait d'effectuer davantage de répétitions à un exercice en résistance qu'un placebo.

Le D-Aspartic acid et la béta-alanine ne permettraient pas de plus-value qui justifierait une supplémentation.

Il est nécessaire d'ajouter que la plupart des études de ce travail a été financée par l'industrie des compléments alimentaires. Il faut donc rester prudent quant aux résultats positifs évoqués dans les articles.

**Conclusion :** Ce travail permet d'établir des recommandations concernant la consommation de protéines de lactosérum, de créatine et de citrulline malate lors de la pratique d'un sport de force et de résistance. Néanmoins, le manque d'uniformité des études complique l'harmonisation parfaite des résultats. Ainsi, de futures études plus uniformes et ayant une méthodologie encore plus rigoureuse sont nécessaires afin de confirmer nos conclusions.

**Mots-clés :** Whey Protein, creatine, amino-acids, resistance training, body composition et Athletic performance

## Liste des abréviations

- WP : Whey Protein (protéines de lactosérum)
- WPI : Whey Protein Isolate (protéines de lactosérum isolées)
- WPH : Whey Protein Hydrolyzed (protéines de lactosérum hydrolysées)
- WPC : Whey Protein concentrate (protéines de lactosérum concentrées)
- WPC-L : Whey Protein concentrate et lactoferrine
- WPCCHO : Whey Protein Concentrate et glucides
- PIR : protéines isolées de riz
- PS : protéines isolées de soja
- PP : protéines de poulet
- PB : protéines de bœuf
- CrWP : créatine monohydrate et Whey Protein
- CrCHO : créatine monohydrate et glucides
- CHO : glucides
- CCP : CLA, créatine monohydrate et Whey Protein
- CP : créatine monohydrate et Whey Protein
- Cr : créatine
- CM : créatine monohydrate
- CEE : créatine éthyle ester
- C-M : citrulline malate
- BA : bêta-alanine
- DA : D-Aspartic acid
- PL : placebo
- BCAA : branched chain amino-acid (acides aminés branchés ou acides aminés à chaîne ramifiée)
- g/kg/j : grammes par kilogramme par jour
- kcal/kg/j : kilocalories par kilogramme par jour
- RT : resistance training (entraînement en résistance)
- 1-RM : force maximale sur une répétition

# 1. Introduction

Pratiquants de musculation dans le milieu du fitness, nous nous intéressons de près à ce qui touche l'alimentation dans ce domaine et plus particulièrement à l'effet des compléments alimentaires.

Dans ce milieu, les suppléments alimentaires sont souvent présentés comme des solutions miracles afin d'arriver à ces résultats. De plus, de nombreux messages et croyances, souvent infondés et erronés, sont véhiculés par les coachs sportifs, comme l'atteste un précédent travail de Bachelor réalisé par Mesdames Ramponi et Schneider (1).

Par ce travail, nous pouvons ainsi savoir si les compléments alimentaires les plus consommés dans ce milieu permettent d'optimiser les effets des sports de force et de résistance, c'est-à-dire une amélioration de la composition corporelle et des performances physiques.

Par ailleurs, la pratique des sports de force ne cessant d'évoluer et de se populariser, nous pensons qu'il est primordial d'avoir des connaissances pointues sur l'utilisation et les effets des compléments alimentaires, basées sur des preuves scientifiques, afin de pouvoir guider au mieux leurs consommateurs. C'est pourquoi nous avons décidé d'effectuer une revue de littérature portant sur **les effets des protéines de lactosérum, de la créatine et des acides aminés sur la composition corporelle et les performances physiques chez des personnes de 18 à 45 ans pratiquant un sport de force et de résistance.**

## 1.1 Motivations personnelles

Ce sujet nous touche particulièrement, car nous pratiquons cette activité physique depuis de nombreuses années. Ceci nous a permis d'acquérir une certaine expérience dans la pratique de ce sport. Ainsi, nous avons pu voir que toutes sortes de compléments sont vendus dans les salles de fitness, mais aussi qu'un nombre important de pratiquants en consomme.

Dans ces salles, chacun consomme à sa manière ces compléments qui sont en vente libre sans indication particulière de consommation, mises à part celles figurant sur l'emballage, les conseils donnés par les coachs ou encore par l'entourage. Pour en avoir personnellement consommé dans le passé, nous avons pu observer de façon subjective si ces compléments étaient efficaces ou non.

Il s'agit là d'une motivation supplémentaire à réaliser ce travail, car nous pouvons tenter de répondre à nos propres questions et retenir des conclusions objectives au sujet des effets des compléments alimentaires.

## 1.2 Littérature existante sur le sujet

Une première recherche de littérature a révélé l'existence de trois méta-analyses sur le sujet.

La première a porté sur les effets de la créatine sur la masse musculaire, sur la force et sur la fonction motrice chez des personnes âgées pratiquant un sport de résistance (2). L'âge moyen de cette population s'élevait à 63,6 ans. Nous pouvons donc laisser cette méta-analyse de côté, car notre travail porte sur une population âgée de 18 à 45 ans.

La seconde a examiné l'effet des protéines de lactosérum en poudre sur le poids et sur la composition corporelle dans une population adulte, pratiquante ou non d'un sport de résistance (3). Cette méta-analyse présente cependant plusieurs divergences quant à notre propre champ de recherche. En premier lieu, elle a inclus des études portant sur des personnes âgées, population qui ne concerne pas notre travail. Ensuite, elle a présenté des résultats généraux, sans distinction particulière entre les sujets d'âges différents. D'ailleurs, même les auteurs ont précisé que les effets de ce supplément varient selon la tranche d'âge. Enfin, seules huit des quatorze études ont inclus la pratique d'un sport de résistance. Les six autres se concentraient aussi bien sur la marche que sur la flexibilité ou n'incluaient pas du tout d'activité physique.

Par ailleurs, cette recherche a été supportée par le Dairy Research Institute (DRI) et le Whey Protein Research Consortium. Le Dairy Research Institute (DRI) a pour mission de rechercher et de découvrir les bénéfices sur la santé permis par la consommation de produits laitiers (4). Quant au Whey Protein Research Consortium, il se dédie depuis 2003 à découvrir et à partager les bénéfices sur la santé suite à la consommation de protéines de lactosérum. Il est précisé sur leur site internet de cette deuxième qu'ils effectuent ce travail à partir du soutien de leurs partenaires industriels. Nous ne pouvons donc pas attendre de ces deux organismes des résultats objectifs et dénués de tout conflit d'intérêts, puisque leurs publications influencent indirectement la demande des produits qu'ils vantent (5).

Malheureusement, ce système de lobbying empêche souvent un rendu impartial, et donc une lecture fiable des résultats. L'attrait du gain facilite la distorsion des faits, au détriment du consommateur. Ainsi, les soi-disant effets positifs de ces compléments ne peuvent être assurés, au contraire de l'augmentation du chiffre d'affaires des fabricants de compléments et des organisations de recherche. De ce fait, le risque de conflit d'intérêts, et donc de résultats erronés, nous fait aussi mettre cette méta-analyse de côté.

La dernière méta-analyse présente les effets de la protéine en poudre extraite de plusieurs sources, dont le lactosérum, seule ou accompagnée d'autres suppléments (dont la créatine, les acides aminés et la L-carnitine), sur la force, la masse non-grasse et la masse maigre sèche chez des pratiquants de sport de résistance (6).

Elle présente aussi certaines problématiques. En compilant plusieurs études, cet article a comparé deux groupes "intervention" avec un groupe "contrôle". Le premier groupe "intervention" est uniquement supplémenté en protéines en poudre de lactosérum. Le deuxième est supplémenté en ces protéines et en d'autres suppléments (créatine, acides aminés et L-carnitine). Le groupe "contrôle" est supplémenté en glucides, caséine ou en d'autres sources de protéines, dont celles de soja ou de riz.

Les résultats indiquent une plus grande augmentation de la masse maigre sèche lors de la supplémentation en protéines de lactosérum et en d'autres suppléments, dont la créatine, en comparaison avec la supplémentation exclusive en protéines de lactosérum. Toutefois, la recherche n'a pas déterminé quels compléments ont pu apporter cette plus-value. Celle-ci indique simplement qu'il peut s'agir de la créatine, sans inclure dans leur méta-analyse les études où la créatine n'était pas consommée avec de la protéine de lactosérum. Ces études auraient pu apporter des informations complémentaires. De plus, il aurait été intéressant d'investiguer l'effet que peuvent avoir ces autres suppléments (créatine, acides aminés et L-carnitine) lorsqu'ils ne sont pas consommés avec de la protéine de lactosérum. Enfin, GlaxoSmithKline-Maxinutrition a soutenu financièrement ce travail. Il s'agit d'une marque britannique de compléments alimentaires appartenant à un groupe commercialisant des vaccins et des produits censés protéger la santé (7). Cet investissement représente donc également un conflit d'intérêts. Pour ces raisons, cette méta-analyse est également mise de côté.

Conséquemment, en raison des éléments listés ci-dessus, nous décidons de ne pas tenir compte de ces méta-analyses. Nous souhaitons plutôt apporter des précisions et des informations, pertinentes et objectives au sujet des effets de plusieurs compléments alimentaires.

### **1.3 But et sens de ce travail de Bachelor**

Dans le futur, il est fort à parier que la pratique du fitness et la consommation de compléments alimentaires continueront d'augmenter. Il est donc important de pouvoir guider leurs consommateurs dans une supplémentation justifiée et pertinente. D'autre part, les messages véhiculés et les sources d'informations sont nombreux (internet, magazines, connaissances, expériences personnelles et discours des coachs sportifs), sans toutefois assurer toujours des études valides ou des faits avérés.

Actuellement, aucune revue ne compile les effets des compléments alimentaires au niveau de la composition corporelle et des performances physiques dans le cadre de la pratique d'un sport de force et de résistance chez notre population, du moins pas de la manière que nous souhaitons. Il est également important de noter que les sportifs de force ont un apport protéique dépassant, la plupart du temps, les recommandations, d'où la nécessité de pouvoir les conseiller dans ce domaine (8).

Il est nécessaire d'avoir connaissance de ceci, car dans la mesure où l'on ne peut pas empêcher une personne de consommer des compléments alimentaires, on se doit de l'aider à le faire d'une manière optimale et à moindre risque pour sa santé. De plus, nous pouvons lui recommander des dosages appropriés et les moments de prise où ces suppléments présentent le plus d'effets bénéfiques.

Les résultats de notre revue narrative nous permettent de formuler un consensus au sujet des effets des compléments alimentaires sélectionnés. Par ailleurs, ils sont transposables à la pratique professionnelle sportive et peuvent être utilisés dans notre propre pratique, ainsi que celle de nos collègues diététiciens. Notre but est ainsi d'établir un document synthétisant nos résultats et comprenant des recommandations au sujet de ces compléments.

Enfin, les résultats de notre travail sont premièrement destinés à l'ensemble des pratiquants de sport de force et de résistance, mais peuvent également être destinés à des athlètes d'autres sports qui pratiquent à certaines occasions un sport concerné par notre revue de littérature.

## 2. Cadre de référence

### 2.1 Le sport en Suisse

Selon l'Office Fédéral du Sport (OFSP) (9), la pratique du sport n'a cessé d'augmenter en Suisse ces dernières années. En 2014, 44% des personnes âgées entre 15 et 74 ans exercent plusieurs fois par semaine et il en ressort que seulement 26% de cette même population se décrit comme non-sportive, c'est-à-dire n'en pratiquant jamais. De 1978 à 2014, une grande évolution peut d'ailleurs s'observer dans l'augmentation continue de la proportion de sportifs actifs par rapport aux sportifs occasionnels dans cette population. En ce qui concerne directement la musculation et le bodybuilding en Suisse, l'âge moyen des pratiquants s'élève à 37 ans et concerne majoritairement des hommes. En effet, ils représentent 58% des adeptes de ces exercices.

En ce qui concerne la pratique du fitness, elle ne cesse de se populariser au fil des ans. En effet, 16% de la population suisse est actuellement membre d'un centre de fitness. Entre 2008 et 2014, on assiste à une augmentation de 7.2% de cette pratique (9). Les 15-29 ans sont les plus actifs. Ils représentent, en effet, 21% des usagers. L'âge moyen de fréquentation des fitness en Suisse est de 42 ans selon le magazine l'Hebdo (10).

En salle de fitness, il est possible de pratiquer de la musculation, du powerlifting, de la course à pied, du vélo elliptique, des cours collectifs, tels que la zumba et le bodypump, etc. Cependant, il n'existe pas d'étude, à ce jour, qui puisse nous renseigner sur les pratiques exactes de leurs usagers.

Enfin, dans notre travail, nous ciblons les pratiquants de fitness âgés de 18 à 45 ans, car selon les données observées, cette tranche d'âge est la plus représentée dans ces lieux, où des sports de force et de résistance peuvent être pratiqués.

### 2.2 Les sports de force et de résistance

#### 2.2.1 Définition

Les livres traitant du sport définissent le sport de force et de résistance comme une pratique où la force musculaire maximale est mise en avant en soulevant des charges sur une ou plusieurs répétitions ou en jetant des objets, par exemple. Cette pratique a comme objectif l'augmentation de la puissance, mais aussi dans certains cas l'amélioration de la composition corporelle (11). Cette pratique permet effectivement un renforcement musculaire, un développement de la force musculaire et une augmentation, ou un maintien, de la masse musculaire, tout en minimisant la masse grasse (11,12).

De ce fait, l'entraînement de force et de résistance est principalement représenté par des contractions musculaires concentriques, excentriques et isométrique. Les premières permettent un rapprochement, tandis que les deuxièmes permettent un repoussement. Les dernières sont caractérisées par une résistance sans qu'il n'y ait de mouvement (11). Ces mouvements peuvent être exécutés avec des poids et des haltères. Trois sports font appel à ces outils d'entraînement. Il s'agit de l'haltérophilie, de la force athlétique et du culturisme, tous trois susceptibles d'être pratiqués en salle de fitness. Les deux premières recherchent une amélioration des performances physiques, alors que le culturisme sollicite le développement musculaire et se pratique dans un but principalement esthétique. Ce sont les pratiques sur lesquelles notre travail de Bachelor peut apporter une plus-value (13).

Dans le cadre des sports cités et parfois lors d'une compétition, un ouvrage relève l'importance de l'optimisation du rapport masse maigre/masse grasse afin d'avoir la composition corporelle la plus efficace possible dans sa catégorie de poids. Malgré cela, dans certains cas, les sports de force et de résistance peuvent laisser place à une composition corporelle plus proche de celle de la population moyenne où le taux de masse grasse n'a pas besoin d'être drastiquement bas (12).

### 2.2.2 Performance physique

Selon le Larousse (14), la performance peut se définir comme un résultat chiffré obtenu à l'issue d'une épreuve. Dans la littérature étudiée, la performance physique est principalement composée de la force musculaire, du nombre de répétitions effectuées, de la puissance anaérobie et du volume d'entraînement. Nous pouvons donc la définir comme le résultat chiffré d'une de ces quatre variables obtenu suite à un exercice en force et en résistance.

Selon Boudard (15), enseignant à la faculté des sciences du sport et du mouvement humain de l'université Paul Sabatier à Toulouse : "La force musculaire est la capacité motrice qui permet à l'homme de vaincre une résistance ou de s'y opposer par un effort intense de sa musculature".

Selon le Larousse (16), la force est définie comme la "vigueur physique d'un être" et la "capacité qu'il a de fournir un effort physique". Qui plus est, la force physique se définit comme un "concept traduisant quantitativement les interactions entre objets et permettant d'expliquer leurs déformations ou les modifications de leurs mouvements".

De manière plus concrète, dans la littérature, la force musculaire est définie comme la force maximale sur une répétition à un exercice en résistance, soit la "one-repetition maximum" (1-RM) (17). Il s'agit donc de la définition que nous retenons dans le cadre de ce travail.

Une répétition est composée de deux phases. La première est celle où le muscle se contracte et permet le mouvement d'un poids qui va à l'inverse de son mouvement de base. La deuxième fait suite à cette contraction et se caractérise par la relaxation du muscle (18).

Quant au nombre de répétitions, il s'agit simplement du nombre de fois où une répétition est exécutée à un exercice de résistance (15).

Par ailleurs, la puissance anaérobie est l'énergie fournie sur une courte durée (19,20).

Enfin, le volume d'entraînement est le nombre total d'exercices, de séries et de répétitions effectués lors d'un entraînement (21).

### 2.2.3 Moyens de mesure des performances physiques

La force maximale sur une répétition (1-RM) est mesurée par le poids maximum déplacé sur une répétition à un exercice de résistance (22,23).

Les exercices de résistance permettant cette mesure sont, entre autres, le développé couché, le leg press, le squat, le deadlift et les tractions prises pronation et supination.

Le développé couché est un exercice qui travaille les pectoraux. La personne est couchée en supination sur un banc et pousse une barre ou des haltères à l'aide de ses bras au-dessus de son torse (24).

La leg press est un exercice qui travaille principalement les quadriceps. Il est effectué à une machine qui est composée d'un siège et d'une plateforme. La personne s'assied sur le siège, pose ses pieds sur la plateforme, adapte le poids à ses capacités physiques et pousse à l'aide de ses jambes (25).

Le squat est un exercice qui travaille principalement les quadriceps. La personne le débute debout. A l'aide d'un support, une barre est posée sur ses trapèzes. Puis, tout en gardant son dos droit et le plus vertical possible, elle s'accroupit jusqu'à atteindre une position assise. Enfin, elle se relève jusqu'à atteindre sa position de départ (26).

Le deadlift est un exercice qui travaille principalement les ischio-jambiers. Une barre avec des poids adaptés est posée au sol devant le pratiquant. Ensuite, il va attraper la barre en se baissant et pliant un peu ses jambes tout en gardant le dos bien droit. Pour finir, il va relever son buste en maintenant son dos droit (comme la position initiale), tout en poussant sur ses jambes (27).

Les tractions prises pronation et supination travaillent principalement le grand dorsal. Les tractions prise pronation se font en agrippant une barre à tractions avec les mains à hauteur des épaules. La paume des mains ne doit pas être face au corps de la personne. Puis, le but est de rapprocher le buste de la barre à tractions (28). Les tractions prise supination se font en agrippant une barre à tractions avec les mains à hauteur du buste. La paume des mains doit être en face du corps de la personne. Puis, à nouveau, le but est de rapprocher le buste de la barre à tractions (29).

Par ailleurs, le nombre de répétitions est mesuré en comptant simplement les répétitions complètes effectuées à un exercice de résistance.

La puissance anaérobie est mesurée par un test de 30 secondes sur une bicyclette ergométrique (19).

Le volume d'entraînement est mesuré en additionnant le nombre d'exercices, de séries et de répétitions effectué dans un entraînement en résistance (21).

#### 2.2.4 Recommandations d'entraînement en force et en résistance

Selon l'American College of Sports Medicine (30), un programme d'entraînement doit contenir entre huit et dix exercices ciblant tous les groupes musculaires. Ces exercices peuvent être le squat ou la leg press, le deadlift, les leg curl et extension, le développé couché, la press à épaules, les tractions, le tirage horizontal, les arm curls pour les biceps, les triceps extension, les calf raises pour les mollets et les crunches pour les abdominaux.

Selon eux (30), un débutant peut s'entraîner en force et en résistance entre deux et trois fois par semaine. Chacune de leur séance ne doit pas durer plus de 45 minutes. Qui plus est, ils recommandent de séparer ces séances d'un jour de repos au minimum. Durant leurs cinq premières semaines de pratique, ces débutants ne doivent pas se concentrer uniquement sur le poids soulevé et le nombre de répétitions effectué, mais leur objectif principal doit être d'acquérir une technique permettant d'effectuer ces exercices de la bonne manière, ceci afin d'éviter les blessures.

Durant les trois premières semaines de pratique, il est recommandé d'effectuer une série sur huit à dix exercices. Ces exercices sont ceux cités ci-dessus. Le poids doit être adapté afin qu'ils puissent effectuer entre 12 et 15 répétitions par série (30).

Suite à ces trois semaines, durant une certaine période, deux à trois séries peuvent être effectuées à ces mêmes exercices. Le poids doit à nouveau leur permettre d'effectuer entre 12 et 15 répétitions à ces séries (30).

Ensuite, afin de progresser, les poids, le volume et la fréquence d'entraînement doivent être augmentés, et le temps de repos entre les séries doit être diminué (21). Par ailleurs, des entraînements de différentes intensités doivent s'alterner. Ceux de faible intensité comprennent des poids peu importants et entre douze et quinze répétitions effectuées à chaque série. Ceux de moyenne activité comprennent des poids modérés et entre huit à dix répétitions par série. Enfin, ceux de haute intensité comprennent des poids conséquents et entre quatre à six répétitions par série (30).

D'une manière générale, le temps de repos entre les séries doit être adapté au poids soulevé. Si ce dernier est faible, une à deux minutes suffisent. S'il est mesuré, deux à trois minutes sont nécessaires. S'il est important, plus de trois minutes sont indispensables (30). Par la suite, ce temps doit être raccourci progressivement (21).

#### 2.2.5 Alimentation des pratiquants de sport de force et de résistance, et influence des coachs et des médias

L'alimentation est un point clé chez ces athlètes dont le but premier est d'augmenter la masse musculaire. Ainsi, il est nécessaire pour eux d'avoir une balance énergétique positive de même qu'une optimisation de la quantité de protéines et d'hydrates de carbones ingérés, des réserves musculaires en glycogène, mais aussi des moments de prise alimentaire. L'alimentation doit non seulement permettre d'atteindre les cibles caloriques et protéiques, mais aussi de subvenir aux besoins hydriques et en micronutriments (11,12). Les compléments alimentaires comme la créatine doivent alors être envisagés afin de favoriser l'anabolisme musculaire. Néanmoins, toute supplémentation doit être mise en œuvre judicieusement afin d'aider ces sportifs à atteindre leurs objectifs.

Cette dernière remarque est d'autant plus importante, car selon le travail de Bachelor cité précédemment (1), il a été vu qu'une proportion non négligeable de coachs donnent des conseils erronés sur les besoins alimentaires des sportifs, mais aussi sur la prise de compléments alimentaires.

L'alimentation des pratiquants de sport de force se base principalement sur des recommandations faites aux athlètes de haut niveau, ainsi que sur des croyances dont les bases scientifiques restent contestables. A ceci s'ajoute une industrie parfois peu scrupuleuse sur l'évidence scientifique des effets de leurs produits et qui ne cesse d'en créer de nouveaux accompagnés d'un marketing agressif. A ce titre, dans un magazine classique de musculation, il a été démontré que 30% à 40% de ses pages étaient dédiées à de la publicité pour les compléments alimentaires. Un nombre important de sites internet dédiés au bodybuilding vont aussi dans ce sens en proposant de nombreuses publicités pour ces produits et les proposant à la vente (12).

### **2.3 La consommation de compléments alimentaires**

Selon plusieurs études, entre trois (31) et huit personnes sur dix (32) fréquentant les salles de fitness consomment des compléments alimentaires (33–38).

Les compléments alimentaires les plus consommés dans ce milieu sont les multivitamines, les minéraux, les protéines en poudre, particulièrement celles du lactosérum, les barres protéinées, la créatine, la carnitine, les acides aminés, les boissons riches en glucides et les boissons isotoniques. Ces compléments ont été consommés de manière individuelle ou en combinaison (31–38).

Chez les athlètes de haut-niveau, entre 41 et 99% d'entre eux consomment des compléments. Cette proportion est plus faible chez les athlètes de moins de 18 ans. En effet, seuls 2 à 47% d'entre eux en consomment (39).

Par ailleurs, la consommation de suppléments gagne d'autres populations, comme les non-sportifs et les sportifs de tous niveaux (40,41). En effet, environ la moitié d'entre eux en consomment (41). Ce phénomène touche également les adolescents, car environ un tiers d'entre eux consomment des protéines en poudre (40,42).

Les sportifs consomment principalement des suppléments afin de prévenir des maladies, augmenter leur masse musculaire (32) et améliorer leurs performances physiques (43).

### **2.4 La sélection des compléments alimentaires pour notre revue de littérature**

Afin de faire le tri parmi la multitude de compléments alimentaires existants, nous avons décidé d'inclure ceux étant les plus utilisés dans les études citées précédemment, mais aussi ceux ayant de fortes évidences scientifiques en faveur d'un effet mesuré sur la composition corporelle et sur les performances physiques.

Les compléments les plus souvent consommés au regard des études sont les vitamines, les minéraux, les protéines de lactosérum, la créatine et les acides aminés (31–35,37,41).

Cependant, nos recherches n'ont visé que les compléments alimentaires ayant une influence sur la composition corporelle et les performances physiques. Nous avons donc exclu les vitamines et les minéraux qui participent à de nombreuses réactions métaboliques, mais qui n'ont pas d'effet direct sur les variables étudiées (44).

Puisque les vitamines et minéraux sont exclus, les compléments les plus consommés restants sont les protéines de lactosérum, la créatine et les acides aminés.

Concernant l'efficacité avérée des compléments alimentaires, nous disposons de trois sources nous ayant permis de cibler de manière pertinente les compléments alimentaires à inclure dans notre revue de littérature.

Selon Close & al. (45), les protéines de lactosérum et la créatine, sur lesquelles de nombreuses études financées par l'industrie existent, sont en tête de liste d'une catégorie fortement supportée par des évidences scientifiques. Dans la catégorie confortée modérément par des preuves, se classent les acides aminés et plus particulièrement la leucine. Enfin, dans la catégorie peu soutenue par des évidences ou comprenant des compléments considérés comme dangereux ou étant interdits, se trouvent les suppléments ou produits comme les boosters, le ZMA, le colostrum ainsi que les stéroïdes anabolisants et la testostérone.

Selon Burke (12), la créatine est grandement soutenue par des évidences scientifiques, la glutamine l'est raisonnablement et les acides aminés ne le sont pas assez. Cet ouvrage ne donne aucune indication sur les protéines de lactosérum, ni sur les suppléments protéiques de manière générale.

Selon la Swiss Sports Nutrition Society (SSNS) (47), les protéines de lactosérum et la créatine se classent dans la catégorie A, car leurs effets sont soutenus par de "bonnes" évidences scientifiques. Dans la catégorie B, où se situent les compléments n'étant pas suffisamment soutenus, se classent la bêta-alanine, la glucosamine, la carnitine, le HMB et le jus de betterave rouge/nitrate. Dans la catégorie C se situent les compléments ne présentant aucun ou presque aucun effet. On y retrouve des suppléments classés dans les catégories A et B lorsque ceux-ci ne sont pas consommés de manière adéquate ou encore ceux ne se situant pas dans la catégorie A, B ou D, c'est-à-dire tous les autres suppléments existants. Enfin, dans la catégorie D se trouvent les substances interdites ou à risque de contamination élevé par ces mêmes substances interdites. Il s'agit par exemple de stéroïdes anabolisants androgènes (46,47), de colostrum ou de glycérol.

Selon ces sources, les protéines de lactosérum et la créatine semblent donc présenter de véritables effets et sont alors incluses dans notre travail. Le niveau de soutien des acides aminés varie selon la source et le type d'acide aminé. Toutefois, en raison d'un possible effet et de sa forte consommation dans les études citées précédemment, ils sont également inclus dans notre travail.

Nous aurions pu inclure les études ayant eu pour intervention la consommation exclusive de protéines en poudre provenant d'autres sources que le lactosérum. Toutefois, ces dernières sont les seules directement citées dans les études portant sur la consommation de suppléments. Par ailleurs, elles sont les seules évoquées dans les catégories classifiant les compléments selon leur niveau de soutien par des évidences scientifiques.

Le tableau 1 représente le niveau de soutien des protéines de lactosérum, de la créatine et des acides aminés par des preuves scientifiques.

Tableau 1 : Niveau de soutien par des preuves scientifiques des compléments alimentaires

Source	Niveau d'évidence "fort" ou "A"	Niveau d'évidence "modéré" ou "B"	Niveau d'évidence "faible" ou "C"	Niveau d'évidence autre "D" ou compléments interdits ou à risque de contamination élevé
<b>SSNS (47)</b>	-Préparations de protéines, particulièrement de lactosérum -Créatine -Barres (protéinées)	-Bêta-alanine -HMB	-"Suppléments A et B quand utilisés de manière inappropriée et sans adaptation individuelle" -"Presque tous les autres suppléments. Si un supplément n'est pas classé dans la catégorie A, B ou D, un classement comme supplément C est hautement probable." -"Le listage nominal des suppléments C a conduit à un certain intérêt, car ils ont été incorrectement considérés comme des suppléments potentiels de l'avenir. Ils ne sont donc plus classés par nom"	-"Toute la liste des interdictions présente chez Antidoping Suisse"
<b>Burke (12)</b>	Créatine	Glutamine	Acides aminés (ils peuvent être amenés par l'alimentation habituelle ou les produits alimentaires pour sportifs du groupe "A")	Les suppléments ou produits bannis par l'agence mondiale antidopage (AMA).
<b>Close &amp; al. (45)</b>	-Protéines de lactosérum -Créatine -Bêta-alanine	-Leucine -BCAA -Taurine -Glutamine	-Citrulline malate -L-arginine	

## 2.5 Les protéines et les acides aminés

### 2.5.1 Les protéines

Les protéines peuvent être composées de 20 acides aminés différents reliés entre eux par des liaisons peptidiques (48,49).

Il s'agit du deuxième élément le plus important de notre corps après l'eau (48). Elles composent la majorité de l'azote présent dans le corps, forment la majorité des molécules de l'organisme et interviennent dans de nombreuses fonctions physiologiques (50).

Près de la moitié des protéines du corps humain sont contenues dans les muscles squelettiques (40).

Leur structure et leur fonction sont déterminées par l'ordre des acides aminés présents au sein de la protéine (49).

Elles ont trois fonctions. La première est structurelle, car elles constituent les membranes cellulaires et nerveuses, le collagène et la kératine. La deuxième est fonctionnelle, car elles constituent les enzymes nécessaires aux réactions chimiques, les protéines motrices et de transport, les hormones et les déclencheurs de réactions chimiques. Enfin, la troisième est salutaire, car elles constituent les molécules du système immunitaire, soit les anticorps, et participent à la transmission de l'ADN (48).

D'un point de vue énergétique, un gramme de protéine représente 4 kcal (49).

### 2.5.2 Les acides aminés

Un acide aminé est constitué d'un groupe amine (-NH<sub>2</sub>) et d'un groupe carboxylique (-COOH). Afin de former une protéine, les acides aminés sont reliés entre eux par une liaison peptidique (48). Il en existe vingt qui sont classés dans le tableau 2 situé ci-dessous.

Tableau 2 : Acides aminés

Essentiels (48,51,52)	Conditionnellement essentiels (48)	Non-essentiels (48)
<ul style="list-style-type: none"><li>• Leucine</li><li>• Isoleucine</li><li>• Valine</li><li>• Thréonine</li><li>• Méthionine</li><li>• Phénylalanine</li><li>• Tryptophane</li><li>• Lysine</li><li>• Histidine</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tyrosine</li><li>• Arginine</li><li>• Glutamine</li><li>• Glycine</li><li>• Cystéine (taurine)</li><li>• Proline</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Acide glutamique</li><li>• Sérine</li><li>• Alanine</li><li>• Acide aspartique (asparagine)</li></ul>

Les acides aminés essentiels doivent être apportés par l'alimentation. S'ils ne le sont pas, l'organisme se voit contraint de dégrader ses propres protéines afin d'en disposer de la totalité (50).

Les acides aminés potentiellement essentiels deviennent essentiels selon la situation. Par exemple, en situation d'agression, la glutamine devient essentielle, car les besoins en cet acide aminé augmentent et le corps n'est plus capable d'en produire en quantité suffisante (48).

Quant aux acides aminés non-essentiels, ils peuvent être produits par le foie par la transformation des acides cétoniques du cycle de Krebs en acides aminés (50).

### 2.5.3 Les sources alimentaires

Les protéines proviennent d'aliments d'origine animale ou végétale (48).

Les protéines d'origine animale se trouvent dans les produits carnés, les poissons et fruits de mer, les produits laitiers et les œufs. Ces aliments disposent de la totalité des acides aminés essentiels à l'organisme et leurs protéines sont facilement digestibles (48).

Quant aux protéines d'origine végétale, on en trouve particulièrement dans les céréales et les légumineuses. Leurs protéines sont moins digestibles que les protéines d'origine animale en raison des composés antinutritionnels que les aliments végétaux contiennent. De plus, ces aliments possèdent moins d'acides aminés essentiels que les produits d'origine animale. Il est tout de même possible d'obtenir tous les acides aminés essentiels en ne consommant que des aliments d'origine végétale. Afin d'y arriver, il est recommandé de consommer des céréales et des légumineuses, car leur profil en acides aminés sont complémentaires. Les céréales sont riches en acides aminés soufrés et pauvres en lysine, tandis que les légumineuses sont riches en lysine et sont pauvres en acides aminés soufrés (48).

## 2.6 La digestion, l'absorption et le transport des protéines

### 2.6.1 La digestion chimique

La digestion débute dans l'estomac. Il produit la pepsine qui scinde 10% à 15% des protéines ingérées en polypeptides et acides aminés. Les 85% à 90% de protéines restantes, les polypeptides et les acides aminés passent ensuite dans l'intestin grêle où ils sont scindés en acides aminés par plusieurs enzymes pancréatiques : la trypsine, la chymotrypsine, la carboxypeptidase, l'aminopeptidase et la dipeptidase (50).

### 2.6.2 L'absorption digestive

Les acides aminés sont absorbés grâce au transport actif du sodium. Ils peuvent également être absorbés par chaîne de deux, trois ou quatre grâce au transport actif de l'hydrogène. Ces di, tri ou tétra peptides sont ensuite scindés en acides aminés dans les entérocytes du tube digestif et passent finalement dans le sang par diffusion (50).

### 2.6.3 Leur transport

Suite à leur passage dans le sang, les acides aminés sont acheminés au foie par la veine porte hépatique. Les  $\frac{3}{4}$  sont retenus par le foie qui en utilise une partie afin de produire des protéines de coagulation et de transport. Il fait en sorte que d'autres participent au cycle de Krebs. De plus, il en transforme en acide cétonique afin de produire de l'ATP. Enfin, il en stocke sous forme de lipides. Le  $\frac{1}{4}$  restant n'est pas retenu et est acheminé aux tissus extra-hépatiques afin de participer à la protéosynthèse ou au métabolisme cellulaire d'autres cellules, du muscle ou des reins par exemple (50).

## 2.7 Le métabolisme des protéines

### 2.7.1 Introduction

Les protéines sont sans cesse dégradées par la protéolyse et remplacées par la protéosynthèse. En effet, leur durée de vie est limitée (50), et ce cycle, lorsqu'il résulte en un équilibre du bilan azoté, démontre une équivalence entre protéosynthèse et protéolyse (48). Ce fonctionnement révèle un renouvellement de 200 à 300 grammes de protéines par jour qui se produit dans le foie. Ce renouvellement est adapté en fonction de la quantité des apports en protéines. C'est-à-dire que s'il existe un apport important en protéines, ce renouvellement sera augmenté et que si les apports sont plus faibles, il sera diminué. Néanmoins, s'il existe un excès d'apports en protéines, elles seront éliminées, car elles ne peuvent pas être stockées (48).

### 2.7.2 Protéosynthèse

La protéosynthèse a pour but de produire de nouvelles protéines nécessaires à l'organisme et d'équilibrer le bilan azoté afin qu'il n'y ait pas de perte de masse protéique. Elle se fait à partir des vingt acides aminés existants. Si les acides aminés essentiels ne sont pas apportés par l'alimentation, l'organisme se voit contraint de dégrader ses propres protéines afin d'en disposer de la totalité. Quant aux acides aminés non-essentiels, ils peuvent être produits par le foie par la transformation des acides cétoniques du cycle de Krebs en acides aminés (50).

Afin de lancer ce phénomène, le noyau de la cellule a besoin d'un signal. Il peut provenir d'un nutriment, d'une hormone ou même être mécanique. Une fois donné, la transcription de l'ADN débute. Il s'agit de la formation d'un ARN-messager à partir de l'ADN de la cellule. Cet ARN-messager est ensuite transporté dans le cytosol et les ribosomes présents le traduisent en protéine. Ces ribosomes possèdent des enzymes qui forment des liaisons entre les acides aminés traduits à partir de l'ARN-messager, ce qui produit des protéines (51).

### 2.7.3 Protéolyse

Cette étape a pour but de dégrader les protéines de l'organisme en acides aminés afin qu'ils soient utilisés dans la synthèse de nouvelles protéines, de molécules azotées non protéiques, de corps cétoniques, de glucose et dans la production d'ATP (50).

Premièrement, les protéines sont dégradées en acides aminés par voie lysosomale dans le foie ou par voie cytosolique dans le muscle. Le corps humain doit oxyder au minimum huit acides aminés qui sont l'alanine, l'asparagine, l'aspartate, le glutamate, l'isoleucine, la leucine, la lysine et la valine. Quant au muscle, il est capable de dégrader les acides aminés à chaîne ramifiée que constituent l'isoleucine, la leucine et la valine (48). Par ailleurs, il a été observé que ces acides aminés à chaîne ramifiée sont les plus oxydés lors d'un effort d'endurance (48,51), ce qui n'est pas le cas lors de la pratique d'un sport de résistance (53).

Afin qu'un acide aminé soit utilisé dans les phénomènes cités dans le premier paragraphe, il doit d'abord être désaminé dans le foie. Ce phénomène lui fait perdre son groupement amine. Ensuite, cet acide aminé désaminé peut être transformé en acide pyruvique ou en différentes molécules intervenant dans le cycle de Krebs qui produit l'ATP. Ces molécules peuvent être l'acétyl CoA, l'acide alpha-cétoglutarique, le succinyl CoA, l'acide fumarique ou l'acide oxaloacétique. Les acides aminés transformés en acide pyruvique peuvent alors être convertis en glucose et participer à la néoglucogenèse (50). Quant au groupement amine éliminé auparavant, il peut être réutilisé dans la synthèse de nouvelles protéines ou éliminé directement sous forme d'urée ou d'ammoniac (48).

La protéolyse est directement influencée par les apports alimentaires. En phase postprandiale, elle est diminuée, car les acides aminés apportés par l'alimentation sont utilisés pour le renouvellement cellulaire et la synthèse d'azote. De plus, les apports alimentaires stimulent la sécrétion de l'insuline, ce qui la diminue également la protéolyse. L'anabolisme musculaire est donc augmenté (48).

Toutefois, suite à cette phase postprandiale vient la phase post-absorptive où la protéolyse est augmentée et la protéosynthèse est diminuée. Ce phénomène est expliqué par le manque d'apports énergétiques et protéiques, et par la non sécrétion d'insuline. Cela provoque alors une dégradation des protéines de l'organisme (48).

## **2.8 Le métabolisme des protéines chez l'athlète de force et de résistance**

Le métabolisme des protéines de l'athlète de force et de résistance diffère de celui de la population générale. En effet, le renouvellement des protéines est accéléré et le bilan azoté, ou protéique, est positif, ce qui indique que la protéosynthèse est plus importante que la protéolyse. Ce bilan protéique positif provoque un anabolisme musculaire. Les besoins en protéines de ces athlètes sont donc augmentés. (44).

Lors d'un entraînement en résistance, une augmentation de la protéolyse musculaire et une diminution de la protéosynthèse surviennent. Ce phénomène résulte de ce type d'entraînement, car celui-ci provoque un stress oxydatif à l'organisme (54) et des dommages musculaires (55). Cependant, l'anabolisme musculaire observé chez cette population peut être expliqué par un phénomène qui survient dès l'arrêt de l'entraînement en résistance. En réaction à ces dommages occasionnés, le corps a pour but de les réparer. Des acides aminés s'accumulent donc dans les cellules musculaires et augmentent ainsi la protéosynthèse, tout en diminuant la protéolyse ; le rapport s'inverse et le corps anabolise (44,48). La protéosynthèse dure alors au minimum 24 heures après l'entraînement de résistance (56).

Le débit sanguin local, la quantité d'acides aminés délivrés (44) et le volume d'entraînement (48) influencent également la synthèse protéique.

Plus il y a d'acides aminés délivrés, plus l'anabolisme musculaire sera stimulé. Il existe, toutefois, un plateau. Lorsque l'anabolisme musculaire l'a atteint, les acides aminés excédents sont éliminés et l'excrétion d'urée est augmentée (44).

Le bilan ne peut être positif que si l'exercice de force est accompagné d'apports protéiques, glucidiques, énergétiques (44) et hydriques (48) suffisants. Sans ces apports, cette balance est négative, ce qui peut amener à une cachexie (51).

## **2.9 Les besoins et la supplémentation en protéines et en acides aminés chez l'athlète de force**

### **2.9.1 Les besoins en protéines chez l'athlète de force**

Les besoins en protéines de l'athlète de force sont compris entre 0.8 (57) et 3 g/kg/j (48).

Il existe également des besoins spécifiques en certains acides aminés qui sont dit essentiels. Ces acides aminés essentiels doivent représenter au minimum 40% des acides aminés consommés. Ils se trouvent en grande quantité dans les aliments d'origine animale, spécifiquement dans la viande, les œufs, le poisson et les produits laitiers. On les retrouve également dans les aliments d'origine végétale, mais en plus petite quantité (44).

## 2.9.2 La supplémentation en protéines et en acides aminés chez le sportif de force

En toute logique, une supplémentation en protéines n'est pas être nécessaire si les besoins en protéines sont atteints par l'alimentation (51,57,58).

Toutefois, la supplémentation peut s'avérer nécessaire si les recommandations ne sont pas atteintes par l'alimentation, ce qui peut arriver lors d'une restriction calorique (51) ou d'un appétit insuffisant (58).

Lors d'apports protéiques de l'ordre de 2 à 3 g/kg/j, Martin tolère une certaine supplémentation en protéines, si celle-ci ne dépasse pas 1/3 du total protéique consommé (48).

De plus, même en atteignant cette cible par l'alimentation, une supplémentation en acides aminés essentiels peut s'avérer nécessaire s'ils ne sont pas apportés en quantité suffisante (48).

Quant aux effets de la supplémentation en protéines de lactosérum, elle en présente plusieurs qui sont :

- Une augmentation de la production de GH, hormone anabolisante (44).
- Une augmentation de la force musculaire lors de la prise accompagnée de glucides suite à un entraînement de résistance (56).
- Une amélioration de la composition corporelle, c'est-à-dire une augmentation de la masse maigre et une diminution de la masse grasse, lors de la prise accompagnée de glucides suite à un entraînement de résistance (56).
- Une augmentation de la masse maigre (59).
- Une amélioration de la récupération de la force et de l'énergie lors de la prise de 50 à 100 grammes de protéines en période de récupération (56).
- Une augmentation de l'anabolisme musculaire (48,51) suite à un entraînement de résistance (48).
- Une augmentation de la masse musculaire (60).

La présence importante de leucine dans les protéines de lactosérum est responsable de ses effets sur la masse maigre et la force musculaire (59).

Quant aux acides aminés :

- La supplémentation en acides aminés à chaîne ramifiée augmente la sensibilité musculaire aux effets anaboliques de l'insuline (51) et supprime la dégradation protéique musculaire (61).
- Celle en leucine, à hauteur de deux à trois grammes, augmente la sensibilité musculaire aux effets anaboliques de l'insuline (51), la synthèse protéique musculaire et l'hypertrophie musculaire (62,63).
- Celle en acides aminés essentiels stimule la synthèse protéique musculaire (56).
- Celle en bêta-alanine améliore les performances anaérobies (57).

Concernant le moment de prise et la quantité adéquats, il a été démontré que la prise de 20 grammes (51) ou de 0.2 à 0.4 g/kg/j (58) de protéines, entre 15 à 30 minutes (58) après un entraînement en résistance, suffit à favoriser l'anabolisme musculaire, car cette consommation diminue la protéolyse et stimule la protéosynthèse (51). Des apports supérieurs ne sont pas nécessaires, puisqu'ils ne servent qu'à l'oxydation protéique (51) et sont alors transformés en urée (50).

## 2.10 La créatine

### 2.10.1 La créatine

La créatine est un acide organique de l'organisme qui peut être apporté par l'alimentation, notamment par la viande. Elle est aussi synthétisée par les reins, le pancréas ou le foie à partir de trois acides aminés, la glycine, l'arginine et la méthionine (44). Nos besoins en créatine sont de l'ordre de 1,5 à 3 grammes par jour et sont couverts par l'alimentation et la synthèse endogène (48). Elle se situe majoritairement dans les muscles squelettiques (95%), ainsi que dans le cerveau, les testicules, le foie et les reins (5%) (40). Elle y est présente sous deux formes : en phosphocréatine pour les 2/3 et en créatine libre pour le 1/3 restant (44).

Suite à la synthèse de créatine par ces organes, elle est libérée dans le sang et est réceptionnée par les tissus musculaires. Puis, la créatine-kinase musculaire phosphoryle la créatine en créatine-phosphate, qui, sous cette forme, devient la réserve d'ATP du muscle et qui est utilisable lors d'efforts de très courte durée (50).

Cette synthèse est influencée par les apports alimentaires en créatine, c'est-à-dire que s'ils sont importants, cette synthèse sera diminuée et que s'ils sont faibles, cette synthèse sera augmentée (44).

La créatine est sans cesse renouvelée à hauteur de deux grammes par jour (44). Selon deux sources (12,44), il existe une différence interindividuelle, quant aux concentrations en créatine de l'organisme. En effet, certaines personnes en auraient des concentrations plus importantes que d'autres.

Une des sources explique que cette différence peut provenir d'une absorption intestinale de la créatine et que celle-ci varie entre les individus (44).

Elle peut également être liée aux apports alimentaires en produits carnés, car l'alimentation carnivore apporte en moyenne deux grammes de créatine par jour. De ce fait, selon Burke (12), les végétariens auraient des stocks de créatine moins importants que les carnivores en raison de l'absence d'apports en produits carnés. Par ailleurs, leur synthèse endogène de créatine ne semble pas compenser ce manque d'apports par l'alimentation. Toutefois, selon une autre source (44), les végétariens pourraient avoir des concentrations musculaires en créatine dans les normes, ceci probablement grâce à la synthèse endogène. Il est donc impossible de tirer une conclusion précise sur à ce point.

Il est important d'ajouter que les personnes ayant des concentrations musculaires faibles en créatine peuvent les augmenter d'une plus grande manière que les personnes en ayant des concentrations importantes (44).

### 2.10.2 Le rôle métabolique de la créatine

La contraction musculaire est possible grâce à l'ATP. Les réserves musculaires en sont toutefois très faibles et ne permettent que des efforts de courte durée (44). La poursuite de cette contraction est possible grâce à la phosphocréatine musculaire. Par sa dégradation, elle permet la synthèse d'ATP à partir d'ADP (44,48). Sa fonction est effectivement de permettre la continuité de cette contraction durant de courts instants.

### 2.10.3 La supplémentation en créatine

Premièrement, sa supplémentation ne serait pas nécessaire, car les besoins en créatine de l'organisme sont couverts par l'alimentation et la synthèse endogène (48).

Néanmoins, la consommation de créatine présente plusieurs effets qui sont les suivant :

- Une amélioration des performances physiques en cas de pratique d'un sport de force qui est composé de mouvements de courte durée, explosifs, répétés et comprenant des phases de récupération (12,40,44,48,51,57).
- Une augmentation du poids corporel de 0.6 à 2 kg ou jusqu'à 2.3% (12,48). Cette augmentation se ferait en majorité sous forme d'eau dans la masse musculaire et en minorité sous forme de masse maigre sèche (44,51).

Selon la SSNS (44), cette supplémentation augmente la concentration musculaire en créatine, ce qui permet ces bénéfices (64). En effet, sa consommation augmente cette concentration de 20 à 30%.

Afin d'arriver à ces bénéfices, la SSNS recommande deux types de consommation initiale. La première se fait sur cinq jours, où 0.3 g/kg/j de créatine doivent être consommés, ce qui représente 24 grammes de créatine pour un adulte de 80 kg. La deuxième se fait sur quatre semaines, où trois à cinq grammes par jour sont consommés. Suite à l'une ou l'autre de ces consommations, une phase d'entretien doit débiter. Celle-ci comprend une consommation de 0.035 g/kg/j de créatine durant quatre à douze semaines, ce qui représente près de trois grammes pour un adulte de 80 kg. Puis, une phase de sevrage d'au minimum quatre semaines doit suivre (64).

Selon cette institution (64), le moment de prise adéquat est celui après un entraînement, car la créatine est plus facilement absorbée par les cellules musculaires. Par ailleurs, en consommer avec des glucides améliore cette absorption. Toutefois, lors d'une des périodes initiales de supplémentation, il est également nécessaire d'en consommer plusieurs fois par jour, étant donné la quantité importante de créatine recommandée. Lors de la phase d'entretien, une seule prise de ce supplément après l'entraînement suffit.

Enfin, selon un comité composé de l'American College of Sport Nutrition, de l'International Olympic Committee et de l'International Society for Sports Nutrition (57), des effets équivalents à ceux de la créatine peuvent être atteints par la consommation de glucides et de protéines trente minutes après un entraînement. Il s'agit d'un deuxième argument justifiant la non-nécessité d'une supplémentation en créatine.

La SSNS apporte cependant une nuance à ce point. Elle explique que sa supplémentation peut être utile, mais qu'elle peut ne pas présenter de bénéfices si elle est faite de manière inappropriée (64).

## **2.11 Les possibles effets secondaires de la consommation de protéines et de créatine**

Premièrement, les apports excessifs en protéines ne semblent pas affecter la fonction rénale chez les personnes en bonne santé (40,44).

Chez les personnes ayant une pathologie rénale, la consommation trop importante de protéines pourrait accélérer la progression de la maladie rénale (51) et provoquer une hypertrophie et une vasodilatation des reins, ce qui conduit à une protéinurie (40).

De plus, il a été relevé que les apports excessifs en protéines pourraient augmenter l'excrétion urinaire d'azote et de calcium, particulièrement sous forme de compléments (44,51).

L'augmentation de l'excrétion urinaire d'azote provoque une augmentation des pertes hydriques. Il est donc nécessaire de s'hydrater davantage (44).

Concernant l'excrétion urinaire de calcium, elle représente un risque de déminéralisation osseuse et les femmes y sont particulièrement exposées. Leurs apports en calcium doivent donc être surveillés (44,51).

Il a également été relevé que la consommation importante de protéines d'origine animale pourrait avoir un impact négatif sur la santé cardiovasculaire des personnes prédisposées ou ayant des problèmes cardiovasculaires en raison de la quantité importante d'acides gras consommés avec ce type d'aliments (58).

Quant à la consommation de protéines ou d'acides aminés sous forme de compléments, il a été relevé que la consommation à haute dose d'acides aminés purifiés pourrait être carcinogène et mutagène (51).

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) indique que la consommation d'isolat de protéines de lactosérum pourrait provoquer des néphropathies interstitielles (40).

Par ailleurs, il ne s'agit pas d'un effet secondaire, mais il se peut que les compléments alimentaires soient contaminés par des substances illicites et interdites par l'agence mondiale antidopage (AMA) (51,65).

Concernant les apports en créatine, des pathologies rénales ont été attribuées à sa supplémentation (40). Cette allégation a toutefois été réfutée (51). De plus, à long terme, cette supplémentation ne semble pas affecter la fonction rénale (44,51).

Des effets secondaires mineurs ont été relevés, mais ils n'ont pas pu être attribués exclusivement à cette supplémentation. Il s'agit de nausées, de vomissements, de troubles du transit et de crampes musculaires (44,51,56).

Tableau 3 : Récapitulatif des compléments alimentaires sélectionnés

Complément	Définition	Effets	Effets secondaires	Commentaires
<b>Protéines de lactosérum</b>	Protéines provenant du lactosérum.	Amélioration de la force, de la composition corporelle et de la récupération.	Les apports excessifs en protéines ne semblent pas péjorer la fonction rénale chez les personnes en bonne santé. Néanmoins, chez les personnes ayant une maladie rénale, des apports trop importants pourraient accélérer la progression de cette pathologie et provoquer une protéinurie. La supplémentation en protéines de lactosérum pourrait provoquer des néphropathies interstitielles.	Leur supplémentation n'est pas nécessaire. Toutefois, en cas de restriction calorique, elles peuvent le devenir. Un apport de 20 à 25 grammes de protéines après un entraînement provoque ces effets.
<b>Acides aminés</b>	Constituants des protéines et composés des groupes amine et acide carboxylique.	Amélioration des performances physiques, augmentation de la synthèse protéique et de la sensibilité musculaire aux effets anaboliques de l'insuline, et diminution de la dégradation protéique.	Les suppléments en ces protéines et en acides aminés pourraient être carcinogène et mutagène.	
<b>Créatine</b>	Composé de l'organisme apporté par l'alimentation ou synthétisé par le foie, les reins et le pancréas.	Amélioration des performances physiques et augmentation du poids corporel, de la masse maigre et de la masse musculaire.	Sa supplémentation ne semble pas affecter la fonction rénale. Des effets secondaires mineurs n'ont pas pu être attribués exclusivement à sa supplémentation. Ces effets sont les nausées, les vomissements, les troubles du transit et les crampes musculaires.	Sa supplémentation n'est pas nécessaire. Néanmoins, elle peut provoquer ces effets si elle est réalisée de manière adéquate.

## 2.12 Les compléments alimentaires sélectionnés

### 2.12.1 Les compléments alimentaires

Selon l'European Food Safety Authority (EFSA) (66), les compléments alimentaires sont des concentrés de nutriments. Comme leur nom l'indique, ils ont pour but de compléter l'alimentation, peuvent prévenir et/ou corriger des déficits en certains nutriments, mais peuvent également péjorer la santé lorsqu'ils sont consommés en quantités trop importantes.

Selon l'article 22 de l'ordonnance du Département Fédéral de l'Intérieur (DFI) sur les aliments spéciaux (67), les compléments alimentaires sont des produits qui contiennent sous forme concentrée des vitamines, des sels minéraux, des acides aminés ou d'autres substances qui ont un effet physiologique ou nutritionnel et qui complètent l'alimentation. Ils sont disponibles sous plusieurs formes : en poudre, en liquide, en comprimé et en capsule. Une ration quotidienne doit contenir au maximum 15% de l'apport journalier recommandé pour un adulte du nutriment en question. Pour certaines populations, elle peut être augmentée jusqu'à 300% dans le cas des vitamines.

Selon la Société Suisse de Nutrition (SSN) (68), les compléments alimentaires comprennent aussi bien des vitamines, des minéraux et des oligo-éléments que des protéines, des omégas 3 ou encore de la phytothérapie. Selon son Président (69), Dr. Ulrich Moser : "les compléments nutritionnels ne font que compléter l'alimentation. Ils peuvent combler un éventuel déficit et prévenir l'apparition de carences".

### 2.12.2 Les protéines de lactosérum en poudre

Les protéines de lactosérum, Whey Protein en anglais, est une poudre de protéines provenant du lactosérum. Ce dernier provient du lait. Afin de constituer cette poudre de protéine et d'extraire uniquement les protéines du lactosérum, plusieurs étapes sont nécessaires. Le lait est d'abord pasteurisé puis maintenu une nuit à 40 degrés Celsius. Le lendemain, la température est diminuée à 30 degrés puis le lait incube durant 30 minutes avec une culture d'acide lactique. Par la suite, de l'extrait de présure y est ajouté, ce qui provoque une coagulation du lait et le sépare en caillé et lactosérum. L'extrait de présure contient une enzyme, la chymosine, qui provient du quatrième estomac des veaux. Le lactosérum passe ensuite à travers un écran en acier et est chauffé à 30 puis 45 degrés. De l'acide citrique y est ajouté et son pH passe à 3. Puis, ce liquide est filtré afin qu'il ne reste plus que 20% de son volume d'origine, ce qui résulte en un concentré de lactosérum composé à 80% de protéines. Ce concentré peut être micro-filtré afin de parvenir à un pourcentage de 95% de protéines. Finalement, ce concentré est transformé en poudre sous l'action de la chaleur et par pulvérisation (59).

Ce produit brut est donc la Whey Protein ou Whey Protein Concentrate. Lorsque cette protéine est travaillée, sa composition nutritionnelle change et un autre nom lui est donné. Celle où il a été extrait une partie du lactose et des matières grasses restants est appelée Whey Protein Isolate. Celle où les protéines ont été hydrolysées en peptides ou en acides aminés est appelée Whey Protein Hydrolysate. Enfin, celle où il a été ajouté des glucides est appelée Gainer (59). La composition nutritionnelle de ces différents types de Whey Protein est détaillée dans le tableau 4.

Tableau 4 : Composition nutritionnelle des Whey Proteins

	Whey Protein (70)	Whey Protein Isolate (71)	Whey Protein Hydrolysate (72)	Gainer (73)
<b>Lipides (g)</b>	3.06	1.92	1.25	4.83
<b>Glucides (g)</b>	4.42	1.92	5.5	58.62
<b>Protéines (g)</b>	82.31	88	75	27.09
<b>Calories (kcal)</b>	374.15	376	342.5	389.16

Les protéines contenues dans la Whey Protein sont d'excellente qualité nutritionnelle et sont équivalentes à celles de l'œuf, qui contient les protéines de référence (74).

### 2.12.3 Les acides aminés et la créatine en poudre

La structure et l'utilité des acides aminés et de la créatine sont détaillées aux points 2.5.2 et 2.10, respectivement.

Plusieurs types de créatine sont en vente, notamment la créatine monohydrate et la créatine éthyle ester. La créatine monohydrate est similaire à la créatine produite par le corps (75), tandis que la créatine éthyle ester est la créatine produite par le corps auquel il a été ajouté un groupe éthyle (76).

### **3. Question de recherche**

La question de recherche nous a permis de guider notre revue narrative, car l'objectif était d'y répondre. Nous tenons à préciser que cette question de recherche a deux aboutissements.

#### **3.1 Question de recherche**

Quels sont les effets positifs et négatifs sur la composition corporelle et les performances physiques de la consommation de protéines de lactosérum, de créatine et d'acides aminés en poudre par des pratiquants de sport de force et de résistance ?

#### **3.2 Question PICO**

Population (P) : Pratiquants adultes de sport de force et de résistance.

Intervention (I) : Consommation de protéines de lactosérum, d'acides aminés et/ou de créatine en poudre.

Comparaison (C) : Pratiquants adultes de sport de force et de résistance ne consommant pas de protéines de lactosérum, d'acides aminés et/ou de créatine en poudre.

1<sup>er</sup> Outcome (O) : Effets sur la composition corporelle (poids, masse maigre, masse musculaire, masse grasse et eau corporelle).

2<sup>ème</sup> Outcome (O) : Effets sur les performances physiques (force musculaire, nombre de répétitions effectué, puissance anaérobie et volume d'entraînement).

#### **3.3 Définition des concepts de notre question de recherche**

##### **3.3.1 Pratiquants de sport de force et de résistance**

Cette population se définit comme des personnes pratiquant un sport de force et de résistance. La définition de cette pratique se situe au point 1.2.1 de ce travail.

##### **3.3.2 Consommation**

Selon le Larousse (77), la consommation se définit comme une action où l'on absorbe un aliment ou une boisson. Nous entendons donc le fait d'ingérer les compléments alimentaires sélectionnés. Nous ne ressortons pas une fréquence de consommation commune à tous les suppléments, car elle peut s'exprimer, en g/kg/j ou en prises plus précises de X grammes par prise. Il s'agit justement d'un élément où nous cherchons à avoir une réponse.

##### **3.3.3 Effet**

Selon le Larousse (78), l'effet est le "Résultat attendu de l'action d'un produit, d'un comportement, d'un acte, etc., conçus, utilisés à cette fin". Nous retenons donc l'effet comme le résultat attendu suite à la consommation des compléments alimentaires sélectionnés.

##### **3.3.4 Composition corporelle**

De façon globale, le corps est composé de masse grasse et de masse non-grasse. Cette dernière est composée d'eau, d'os et de masse musculaire, également nommée masse maigre sèche (79,80).

### 3.3.5 Performance physique

Pour rappel, la performance physique est le résultat chiffré obtenu suite à un exercice en force et en résistance de la force musculaire, du nombre de répétitions effectué, de la puissance anaérobie ou du volume d'entraînement.

Sa définition complète et celles de ces quatre variables se situent au point 2.2.2 de ce travail.

### 3.3.6 Compléments alimentaires

Les compléments alimentaires ont pour but de compléter l'alimentation et de corriger de possibles déficits (66). Davantage d'informations au sujet de la Whey Protein, de la créatine et des acides aminés sont disponibles au point 2.12 de cette revue.

## 3.4 Hypothèses

D'après les recherches effectuées lors de nos lectures en lien avec le thème, la consommation de protéines de lactosérum, d'acides aminés et/ou de créatine en poudre par des pratiquants de sport de force et de résistance augmenterait la masse maigre et la masse maigre sèche, ou masse musculaire, et améliorerait les performances physiques par l'augmentation de la force musculaire, du nombre de répétitions effectué, de la puissance anaérobie et du volume d'entraînement.

## 4. Buts et objectifs

### 4.1 Produit fini de notre travail de Bachelor

Ce travail est une revue de littérature regroupant et synthétisant les résultats des études récentes portant sur les effets de la consommation de protéine de lactosérum, d'acides aminés et de créatine en poudre, par des pratiquants de sport de force et de résistance, sur la composition corporelle et les performances physiques.

Grâce à ce travail, les professionnels du milieu sportif auront à disposition une mise à jour des connaissances et des effets des compléments alimentaires, utilisable lors des apports conseils à leurs patients ou clients.

### 4.2 Buts

Les buts de cette revue de littérature sont de :

- Regrouper les études récentes ayant pour intervention une consommation de protéine de lactosérum, d'acides aminés et/ou de créatine en poudre, par des pratiquants de sport de force et de résistance, et ayant pour résultat un effet sur la composition corporelle et/ou les performances physiques.
- Présenter, synthétiser et discuter les résultats de ces études afin d'en tirer des conclusions objectives et applicables à la pratique professionnelle sportive.

### 4.3 Objectifs

Les objectifs de cette revue de littérature étaient de/d' :

- Définir les mots-clés permettant d'effectuer les recherches de littérature sur les trois bases de données choisies.
- Rechercher de manière efficace et pertinente, à partir de nos mots-clés, les articles répondant à notre question de recherche.
- Sélectionner les études répondant à notre question de recherche à partir de nos critères de sélection et de la lecture de leur titre, de leur extrait et/ou de l'intégralité de l'article.
- Évaluer la qualité des études sélectionnées à partir de la grille d'analyse qualitative de la Haute Ecole de Santé de Genève, filière Nutrition et diététique (81).
- Extraire et présenter les informations pertinentes et les résultats des études sélectionnées.
- Discuter de ces études et de leurs résultats afin d'en tirer des conclusions objectives et applicables à la pratique professionnelle sportive.

## **5. Méthodes**

### **5.1 Introduction**

Ce travail de Bachelor est une revue narrative comportant également deux interviews d'experts.

Un protocole de ce travail a été rendu au mois de décembre 2016 afin d'en clarifier le but, de situer et de le justifier. De plus, nous avons déterminé précisément sur quels points nous allions travailler, tant les compléments alimentaires sont nombreux. Pour y arriver, nous avons recherché des définitions et des statistiques concernant les différents concepts de notre question de recherche. Ces recherches ont été effectuées sur Pubmed et sur d'autres moteurs de recherches plus conventionnels comme Google. Des ouvrages spécialisés sur la nutrition sportive et le sport ont été empruntés au CEDOC et ont également contribué à débiter notre travail. Ce protocole est présenté en annexe I.

Nous avons ensuite présenté le séminaire de ce protocole au mois de février 2017. Plusieurs points en sont ressortis et nous ont permis d'enrichir notre travail de Bachelor.

Suite à ça, nous avons débuté notre travail de Bachelor. Nous avons construit son cadre de référence à partir de notre protocole. Nous avons retravaillé ce dernier, y avons ajouté certains points ressortis lors du séminaire et avons défini précisément chaque terme abordé dans ce travail.

Puis, nous avons effectué plusieurs recherches de littérature sur les plateformes sélectionnées. A partir de nos critères d'inclusion et d'exclusion, nous avons sélectionné les études répondant à notre question de recherche et avons analysé leur qualité.

Enfin, nous avons présenté ces études et leurs résultats, en avons discuté et en avons tiré des conclusions.

### **5.2 Design**

Ce travail de Bachelor est une revue narrative permettant de répondre à notre question de recherche. Il comporte également deux interviews d'experts.

Grâce aux mots-clés recherchés lors de la rédaction du protocole, nous avons effectué plusieurs recherches de littérature sur les plateformes suivantes : PubMed, Cinahl et Embase. Ces recherches ont été effectuées à partir des concepts de notre question de recherche qui sont : les effets, l'entraînement de force et de résistance, la protéine de lactosérum, les acides aminés, la créatine, la composition corporelle et les performances physiques.

Deux interviews d'experts ont été effectuées aux mois de mai et de juin 2017. Elles ont eu pour but d'enrichir la discussion de notre travail en y apportant une vision pratique, scientifique et concrète du sujet. La premier est le Docteur Gojanovic, médecin du sport. Le deuxième est le Professeur Féraille qui est néphrologue.

Par l'entretien avec le Docteur Gojanovic, nous souhaitons recueillir ses connaissances au sujet des effets de ces compléments alimentaires, ainsi que son expérience avec ses patients et les conseils qu'il peut leur donner.

Quant à l'entretien avec le Professeur Féraille, nous souhaitons recueillir ses connaissances au sujet des possibles effets négatifs sur le système rénal de la consommation de ces compléments alimentaires, tels que nous les avons relevé lors de la réalisation de notre cadre de référence.

Les trames utilisées lors de ces deux entretiens sont présentées en annexes II et III.

### **5.3 Stratégie de recherche documentaire**

A l'aide de notre directrice de travail de Bachelor, Madame Laurence Vernay Lehmann, nous avons sélectionné trois bases de données comme les plus pertinentes permettant de recueillir un nombre important d'études répondant à notre question de recherche. Ces bases de données sont PubMed, Cinahl et Embase.

Puis, en compagnie de notre directrice de travail, nous avons eu un entretien avec le bibliothécaire du site des Caroubiers de la Haute Ecole de Santé de Genève/du CEDOC en octobre 2016. Cet entretien nous a permis de recueillir son avis au sujet des mots-clés que nous souhaitions utiliser pour nos recherches de littérature. De plus, il nous a expliqué la procédure afin d'établir les équations de recherche sur les plateformes sélectionnées.

Suite au séminaire de notre protocole, nous avons envisagé d'effectuer des recherches sur d'autres bases de données telles que le British Journal of Sports Medicine, Google Scholar, BioMed Control, etc. Néanmoins, les recherches effectuées sur les premières plateformes nous ont permis de recueillir un nombre plus que suffisant d'études répondant à notre question de recherche. C'est pourquoi nous n'avons pas sélectionné d'autres plateformes.

Au mois de mai 2017, nous avons rencontré à nouveau le bibliothécaire du CEDOC, car les recherches effectuées sur les bases de données ont résulté en un nombre trop important d'études. Cette rencontre a donc eu pour but de lui présenter les équations de recherche utilisées et de bénéficier de son aide afin de filtrer les études recueillies.

La recherche effectuée sur PubMed a été validée. Néanmoins, ses conseils ont permis d'ajuster les mots-clés utilisés sur Cinahl et Embase et d'ajouter des filtres aux recherches sur ces plateformes. Ces filtres ont permis d'exclure les doublons et de cibler efficacement les années de parution des études.

Afin d'accéder aux études parues en 2017 et dont les mots-clés n'ont pas encore été référencés par PubMed, il nous a recommandé d'effectuer une nouvelle recherche sur cette plateforme en définissant nos mots-clés comme "all fields" et non pas "MeSH Terms", car il s'agit de la seule manière de les identifier.

En raison du délai de reddition de notre travail de Bachelor, le 31 juillet 2017, nous avons décidé de ne pas inclure les études parues après le 23 mai 2017.

### **5.4 Mots-clés**

Les mots-clés utilisés sur PubMed provenaient de la base de données de termes MeSH : HeTOP. Sur cette plateforme, les recherches ont donc été effectuées à partir de ces MeSH Terms auxquels nous avons ajouté 2 termes libres.

Concernant les termes utilisés lors de nos recherches sur Cinahl et Embase, nous avons adapté ces MeSH Terms à ces deux plateformes en fonction de leur capacité d'identification de ces termes. Nous y avons également ajouté 2 termes libres.

Les mots-clés utilisés sont présentés en tableau 5.

Tableau 5 : Mots-clés utilisés lors des recherches de littérature

Concepts principaux	HeTop Select (MeSH en français)	PubMed	Cinahl	Embase
<b>Effets</b>	/	Effect [All fields] / Effects [All fields]	Effect [All fields] / Effects [All fields]	Effect [All fields] / Effects [All fields]
	Evaluation des impacts sur la santé	health impact assessment [MeSH] / assessment, health impact [MeSH] / impact assessments, health [MeSH]	health impact assessment [MeSH]	health impact assessment [MeSH] / impact assessments, health [All fields]
<b>Effets secondaires</b>	Effets indésirables à long terme	Long Term Adverse Effects [MeSH] / Adverse Effects, Long Term [MeSH]	Long Term Adverse Effects [All fields] / Adverse Effects, Long Term [All fields]	Long Term Adverse Effects [All fields] / Adverse Effects, Long Term [All fields]
<b>Sport de force</b>	Entraînement en résistance	Resistance training [MeSH]	Resistance training [MeSH]	Resistance training [MeSH]
	Entraînement en force	exercise program, Weight-Bearing [MeSH] / strength training [MeSH] / strengthening programs, Weight-Lifting [MeSH] / weight bearing strengthening program [MeSH] / Weight-Bearing exercise programs [MeSH] / Weight-Lifting strengthening programs [MeSH]	Weight-Bearing [MeSH] / Weight Lifting [MeSH] / Strength training [All fields] / Muscle strengthening [MeSH]	Weight Bearing [MeSH] / Weight Lifting [MeSH]

<b>Composition corporelle</b>	Composition corporelle	Body composition [MeSH] / composition, body [MeSH] / Body compositions [MeSH] / compositions, body [MeSH]	Body composition [MeSH]	Body composition [MeSH] / body compositions [All fields]
<b>Protéines en poudre</b>	Protéine de lactosérum	Whey proteins [MeSH] / Protein, Whey [MeSH] / Proteins, Whey [MeSH] / Whey Protein [MeSH]	Whey proteins [All fields] / Proteins, Whey [All fields] / Protein, Whey [All fields] / Whey Protein [All fields]	Whey Protein [MeSH]
<b>Créatine</b>	Créatine	Creatine [MeSH]	Creatine [MeSH]	Creatine [MeSH]
<b>Acides aminés</b>	Acides aminés	amino acids [MeSH] / acids, amino [MeSH]	Amino Acids [MeSH]	Amino Acid [MeSH] / acid, amino [All fields]
	Acides aminés à chaîne ramifiée	acids, branched-chain amino [MeSH] / amino acids, branched chain [MeSH] / branched-chain amino acids [MeSH]	Amino Acids, Branched-Chain [MeSH]	branched-chain amino acids [MeSH] / amino acids, branched chain [All fields]
<b>Performance sportive</b>	Performance athlétique	Athletic performance [MeSH] / Athletic performances [MeSH] / performances, sports [MeSH] / performance, athletic [MeSH] / sports performance [MeSH] / sports performances [MeSH]	Athletic Performance [MeSH]	Athletic Performance [MeSH] / Athletic performances [All fields] / sport performances [All fields] / sports performance [All fields]

## 5.5 Critères d'inclusion

- Adultes âgés de 18 à 45 ans.
- Sportifs amateurs et professionnels.
- Études parues dans les 10 dernières années.
- Études ayant eu pour intervention la consommation de Whey Protein, d'acides aminés et/ou de créatine.
- Études ayant eu pour intervention l'entraînement exclusif en force et en résistance.
- Essais contrôlés randomisés en double-aveugle.
- Études de qualité positive et neutre.

### 5.5.1 Définition du terme adulte

Selon l'OMS (82,83), en ce qui concerne l'activité physique, on parle d'une personne adulte lorsque son âge est compris entre 18 et 64 ans.

Sur la base de nos recherches sur les statistiques de fréquentation des fitness en Suisse, il en est ressorti que la tranche d'âge 15-44 ans est celle qui les fréquente en majorité. Cette proportion diminue ensuite considérablement, plus l'âge avance. Néanmoins, puisque ça n'avait pas de sens d'exclure une personne de 45 ans, nous avons envisagé de nous focaliser sur une population adulte au sens plus large du terme et donc, de 19 à 64 ans, ce qui est en adéquation avec la tranche d'âge définie par l'OMS concernant la personne adulte (82,83).

Finalement, étant donné le nombre trop important d'études portant sur des populations âgées entre 19 et 64 ans, le fait que certaines de ces études incluent également des personnes de plus de 64 ans ou présentant une ou des maladies, et que le métabolisme d'une personne de 64 ans est différent de celui d'un jeune adulte, nous avons décidé de restreindre la tranche d'âge de la population ciblée à 18-45 ans. Ceci correspond donc à la population fréquentant en majorité les fitness en Suisse et qui est alors susceptible de pratiquer un sport de force et de résistance.

### 5.5.2 Sportifs amateurs et professionnels

Initialement, le but de notre travail était d'étudier les effets de la consommation de ces compléments, exclusivement, par des sportifs amateurs, en raison du milieu que nous fréquentons. Néanmoins, nous avons jugé comme non pertinent d'exclure les études portant sur des sportifs professionnels. Nous avons donc décidé d'inclure les sportifs de force et de résistance au sens large du terme. De plus, nos résultats sont ainsi transposables à l'une ou l'autre de ces populations.

Selon le Larousse (84), un sportif amateur se définit comme une personne pratiquant un sport de manière non-professionnelle afin d'en retirer du plaisir. Quant au sportif professionnel, il se définit comme une personne rémunérée afin de pratiquer un sport (85).

### 5.5.3 Études parues dans les 10 dernières années

Nous avons décidé de ne sélectionner que les études parues lors des 10 dernières années afin d'obtenir des résultats pertinents. Le but de ce travail est d'apporter de nouvelles connaissances et non pas de rester sur des éléments devenus culture générale ou aujourd'hui réfutés.

#### 5.5.4 Consommation de Whey Protein, d'acides aminés et/ou de créatine

Notre travail portant sur ces suppléments, il était logique de n'inclure que des articles les étudiant.

#### 5.5.5 Entraînement exclusif en force et en résistance

Etant donné que notre travail porte sur l'entraînement de force et de résistance, il n'aurait pas été pertinent d'inclure des études où cette activité physique n'a pas été pratiquée. De plus, inclure des études où cette pratique a été combinée à une autre activité aurait pu fausser les variables que nous souhaitons étudier. C'est pourquoi nous avons inclus les études où cette activité physique a été pratiquée de manière exclusive.

#### 5.5.6 Essais contrôlés randomisés en double-aveugle

Notre revue narrative n'inclut que des essais contrôlés randomisés, car selon la HAS (86), ils constituent le plus haut niveau de preuve scientifique d'une étude. Sélectionner exclusivement de telles études nous a donc permis de donner une valeur scientifique maximale à notre travail et d'accroître sa qualité. De plus, n'y inclure que des études effectuées en double-aveugle a apporté un gage de qualité supplémentaire.

Ce critère a été ajouté et appliqué lors de la sélection finale des articles, car nous en disposions d'un nombre trop important. De plus, il a eu pour but de pallier au fait que la grande majorité de ces études soit de qualité neutre selon la grille d'analyse qualitative de la Haute Ecole de Santé de Genève (81).

#### 5.5.7 Etudes soutenues financièrement par l'industrie des compléments alimentaires

Il est nécessaire de préciser qu'un nombre important d'études portant sur notre sujet de recherche ont été soutenues financièrement par l'industrie des compléments alimentaires, ce qui peut créer un conflit d'intérêt. Si ces études présentent un effet positif, ces institutions pourraient donc en retirer un bénéfice financier.

Toutefois, nous avons décidé de ne pas exclure ces études. Nous avons fait le choix de distinguer leurs résultats de celles qui n'ont pas été soutenues par cette industrie. Ceci nous a permis de comparer leurs résultats et d'évoquer alors une possible influence de ces institutions.

#### 5.5.8 Études de qualité positive et neutre

Nous avons pris la décision de conserver les études d'une qualité au minimum neutre selon la grille d'analyse qualitative de la Haute Ecole de Santé de Genève (81). Selon nous, une qualité au minimum neutre indique que la méthodologie des études était suffisamment rigoureuse pour présenter des résultats sérieux et pertinents. Quant à une qualité négative, elle indique que la méthodologie n'était pas rigoureuse, ce qui a pu biaiser les résultats.

## 5.6 Critères d'exclusion

- Sujets ayant moins de 18 ans ou plus de 45 ans.
- Sujets ayant une maladie aiguë ou chronique.
- Sujets consommant ou utilisant des substances interdites par l'agence mondiale antidopage (AMA).
- Études ayant porté sur des espèces animales.
- Études parues avant 2007.
- Essais non contrôlés randomisés en double aveugle.
- Études n'ayant pas eu pour intervention l'entraînement exclusif en force et en résistance.
- Études de qualité négative.

### 5.6.1 Enfants et adolescents ayant jusqu'à 18 ans

Lors de l'enfance et de l'adolescence, le corps est soumis à un développement osseux et sexuel, ainsi qu'à une modification de la composition corporelle et du système cardiorespiratoire (51). Pour ces raisons, il est difficile d'étudier les effets des compléments sélectionnés chez cette population, car ces modifications peuvent représenter des facteurs de confusion.

De plus, selon le groupe de travail "nutrivi-gilence" et un comité d'experts spécialisés en nutrition humaine (40), la consommation de suppléments visant à développer la masse musculaire est déconseillée chez les enfants et adolescents.

Ces deux points ont justifié l'exclusion des sujets de moins de 18 ans.

### 5.6.2 Adultes de plus de 45 ans et personnes âgées

Selon l'OMS (87), en ce qui concerne l'activité physique, une personne est considérée comme âgée dès 65 ans. Néanmoins, d'une manière plus générale, l'OMS considère une personne comme âgée dès qu'elle a plus de 60 ans.

Au niveau biologique, une personne est considérée comme âgée lorsqu'une dégradation progressive des fonctions de l'organisme survient. Il s'agit de la sénescence. La masse musculaire, la force et la synthèse protéique de l'organisme diminuent tandis que la masse grasse augmente (88–90).

De plus, la perte de masse musculaire survient particulièrement entre 40 et 60 ans chez l'homme tandis qu'elle survient après 60 ans chez la femme (88,89). Ce point a également justifié le fait d'exclure les sujets ayant plus de 45 ans.

En raison de ces arguments et ceux évoqués au point 5.5.1, nous avons pris la décision d'exclure les personnes âgées de plus de 45 ans.

### 5.6.3 Sujets ayant une maladie aiguë ou chronique

Nous avons décidé d'exclure les études portant sur des sujets ayant une maladie aiguë ou chronique, car selon la maladie, leur métabolisme peut être altéré (91), ce qui peut fausser les effets des compléments alimentaires étudiés et créer un facteur de confusion.

#### 5.6.4 Sujets consommant ou utilisant des substances interdites

La consommation ou l'utilisation de ces substances peut stimuler les processus anaboliques, développer la masse musculaire, augmenter les performances et influencer le métabolisme des lipides et des acides aminés (92). Ces substances sont principalement les stéroïdes anabolisants androgènes, les modulateurs hormonaux et les diurétiques (46).

Pour ces raisons, les études qui ont inclus des sujets ayant eu recours à ces substances ont été exclues de notre revue narrative.

#### 5.6.5 Espèces animales

Nous avons exclu les études effectuées sur des espèces animales, car leurs résultats ne sont pas forcément représentatifs et transposables aux êtres humains.

### 5.7 Sélection des études

Afin de sélectionner de manière pertinente les études répondant à notre question de recherche, nous avons procédé à plusieurs étapes.

#### 5.7.1 Sélection à partir du titre

Un premier tri a été fait à partir de la lecture du titre de l'article. S'il semblait répondre à notre question de recherche, il était retenu. Néanmoins, si un critère d'exclusion était identifié, il était exclu.

#### 5.7.2 Sélection à partir de l'abstract

Lorsque le titre semblait répondre à notre question de recherche et qu'un critère d'exclusion n'était pas identifié, l'extrait était lu. Puis, en fonction de nos critères d'inclusion et d'exclusion, l'article était retenu ou non en vue de la prochaine étape de sélection, sa lecture.

#### 5.7.3 Sélection à partir de l'intégralité de l'article

Les articles retenus ont ensuite été lus. S'ils répondaient à notre question de recherche, s'ils correspondaient à nos critères d'inclusion et s'ils ne comportaient pas de critères d'exclusion, ils étaient, dans un premier temps, conservés.

#### 5.7.4 Sélection à partir de la grille d'analyse qualitative

Puis, la qualité des articles retenus a été évaluée à partir de la grille d'analyse qualitative de la Haute Ecole de Santé de Genève, filière Nutrition et diététique (81). Cette grille est une traduction libre du document "Worksheet template and Quality criteria checklist : Primary Research" de l'Academy of Nutrition and Dietetics (AND), Evidence Analysis Library. Ce document est présenté en annexe IV.

Lorsque ces études étaient d'une qualité au minimum neutre, elles étaient conservées en vue de ce travail.

L'évaluation de leur qualité a été effectuée par les deux personnes ayant réalisé ce travail. Suite à cela, une mise en commun de ces évaluations a été faite.

### 5.7.5 Sélection finale

Malgré l'application de nos critères d'inclusion et d'exclusion, et l'élimination des doublons, un nombre trop important d'études subsistait après les différentes étapes de sélection. Nous avons donc décidé d'ajouter de nouveaux critères d'exclusion. Ils sont les suivants :

- Études ayant eu pour intervention la consommation d'autres suppléments que la Whey Protein, les acides aminés et la créatine ou n'ayant pas comparé la prise exclusive d'un de ces trois suppléments à la prise d'un placebo.
- Études ayant eu un taux d'abandon largement supérieur à 20%.
- Essais non contrôlés randomisés en double aveugle.

### 5.7.6 Consommation d'autres suppléments

Nous avons pris la décision d'exclure les études où d'autres suppléments que ceux sélectionnés ont été consommés, car leur consommation peut biaiser les effets de ceux que nous avons sélectionnés.

### 5.7.7 Taux d'abandon largement supérieur à 20%

Lorsqu'une étude comporte un taux d'abandon supérieur à 20%, elle n'est pas robuste (81), ce qui justifie l'exclusion de ce travail. Néanmoins, il n'est pas pertinent d'exclure une étude où il existe un taux d'abandon de 21%. C'est pourquoi nous avons pris la décision de n'exclure que les études où ce taux est largement supérieur à ces 20%.

### 5.7.8 Essais non contrôlés randomisés en double aveugle

Les raisons qui nous ont fait appliquer ce critère sont présentées au point 4.4.6 de ce travail.

Il est nécessaire de rappeler que ce critère a été ajouté et appliqué lors de la sélection finale des études, car nous en disposons d'un nombre trop important et, parce que la très grande majorité d'entre elles est de qualité neutre selon la grille d'analyse qualitative de la Haute Ecole de Santé de Genève (81).

## 5.8 Extraction des données

Premièrement, nous avons extrait les données des études dans la grille d'analyse qualitative. Par la suite, nous avons construit le tableau descriptif 7. Ainsi, leurs caractéristiques sont présentées de manière simple et claire. Nous avons pris la décision d'y synthétiser la totalité des étapes des études. Il comprend donc une description des sujets, des variables, des interventions, des aboutissements, des possibles conflits d'intérêt et des notes qualitatives obtenues. De plus, dans la présentation des résultats, nous avons construit des tableaux contenant les valeurs des différentes variables.

Ces tableaux ont eu pour but de nous guider dans la rédaction et la présentation narrative des résultats et de la discussion.

## 5.9 Synthèse et analyse des données

Le tableau 7 qui décrit les études a été construit afin de synthétiser leur contenu. Une présentation narrative de ces résultats a également été réalisée selon la variable et le complément alimentaire.

Puis, leurs résultats ont été analysés, discutés et mis en perspective par rapport à la littérature étudiée.

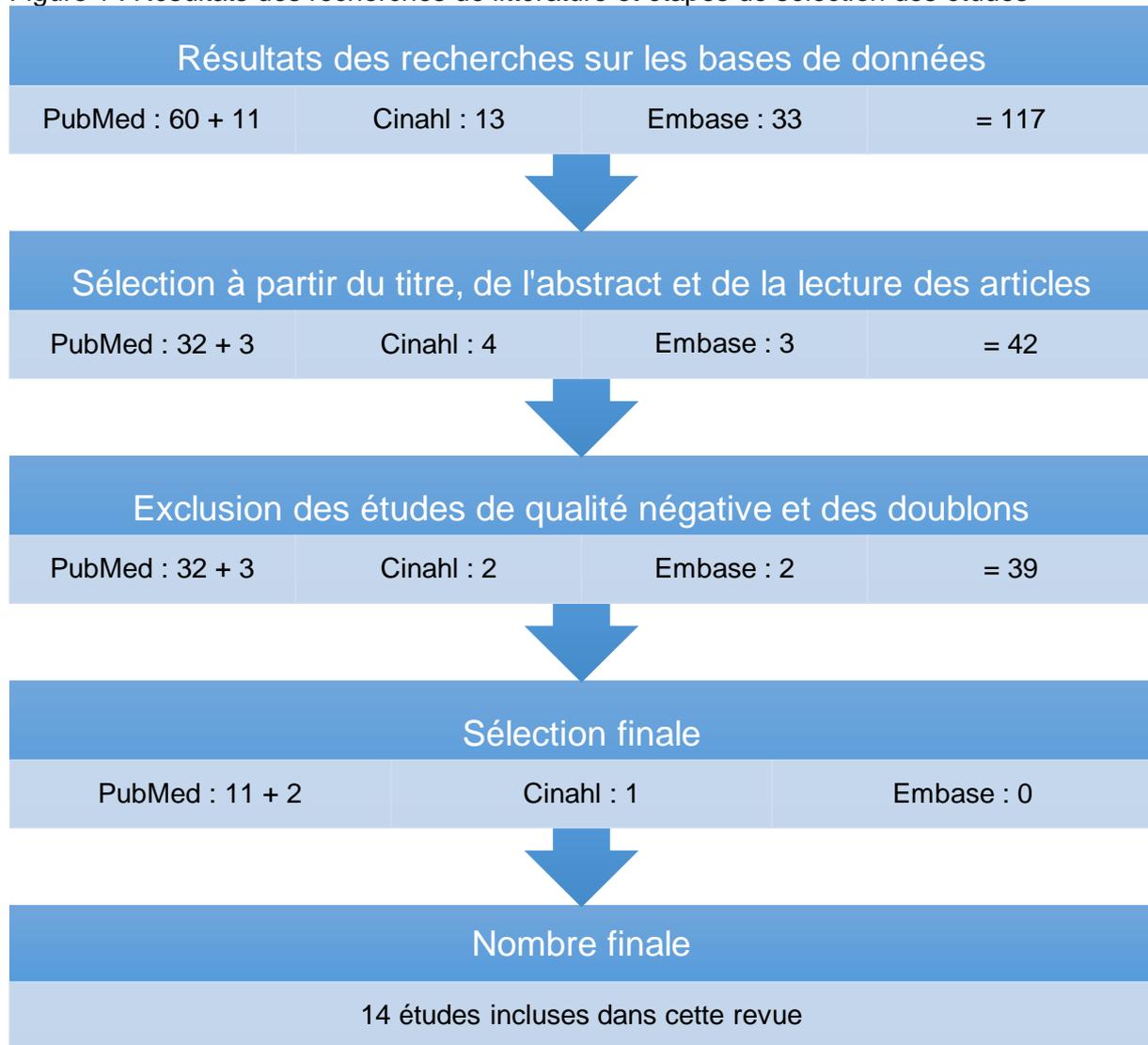
Par la suite, leur méthodologie, les limites, les biais, les points forts et les perspectives de ce travail ont été présentés.

Enfin, nous avons répondu à notre question de recherche, avons synthétisé les résultats des études et avons tiré des conclusions.

## 6. Résultats

Le but de cette revue de littérature était de répondre à la question de recherche suivante : Quels sont les effets positifs et négatifs sur la composition corporelle et les performances physiques de la consommation de protéines de lactosérum, de créatine et d'acides aminés en poudre par des pratiquants de sport de force et de résistance ?

Figure 1 : Résultats des recherches de littérature et étapes de sélection des études



### 6.1 Résultats des recherches et étapes de sélection des études

Au total, 117 articles sont apparus grâce aux recherches effectuées sur les trois bases de données : PubMed, Cinahl et Embase. La lecture du titre, de l'extrait et de l'intégralité des études a permis d'en exclure 75, ce qui a donc permis de n'en retenir que 42. Puis, une étude de qualité négative et deux doublons ont été exclus, ce qui a donc permis d'en conserver 39. Enfin, en raison du nombre d'études trop important et afin de rehausser la qualité de cette revue, les critères d'exclusion supplémentaires ont été appliqués, ce qui nous a permis d'exclure 25 études supplémentaires. Ces différentes étapes nous ont donc permis d'inclure 14 études dans cette revue de littérature.

## 6.2 Qualité des études incluses

La totalité des études incluses dans ce travail a répondu de manière positive aux questions portant sur leur pertinence.

Concernant leur qualité, elles ont toutes été jugées comme neutres. Une même question les a empêché d'être jugées de qualité positive. Il s'agit de la question deux de la grille d'analyse qualitative : "Est-ce que la sélection des sujets de l'étude était exempte de biais ?" (81). En effet, aucune d'entre elles a répondu de manière positive à celle-ci.

Dans la majorité des articles inclus, la sélection des sujets n'est pas détaillée (93–100). En ce qui concerne les autres études, les sujets étaient volontaires à y participer (101–106). Ce volontariat a pu biaiser leur sélection, car ces personnes pouvaient avoir davantage de temps à consacrer aux études et pouvaient être plus motivées à y participer et intéressées par leur thème que d'autres par exemple. Il est donc possible qu'il ne s'agisse pas d'un échantillon représentatif de la population visée.

Afin de palier au fait que la très grande majorité de ces études soit de qualité neutre et en raison du nombre trop important dont nous en disposions, nous avons pris la décision de n'inclure que les essais contrôlés randomisés en double-aveugle dans cette revue de littérature. Comme nous l'avons expliqué précédemment, l'application de ce critère a eu pour but d'accroître la valeur scientifique et la qualité de cette revue.

Selon nous, deux hypothèses peuvent expliquer le fait que la très grande majorité soit de qualité neutre. La première est que la question deux de cette grille comporte des critères de qualité trop élevés. La deuxième est que la sélection des sujets de ces articles n'a pas été faite de manière rigoureuse.

## 6.3 Etudes sur les acides aminés

En raison de nos critères d'inclusion et d'exclusion, il n'a pas été possible d'inclure des études portant sur les acides aminés listés au point 2.5.2 de cette revue.

Néanmoins, des études portant sur d'autres acides aminés ont été incluses, car, même s'il ne s'agit pas des acides aminés listés, leur structure est proche. Ils peuvent donc être considérés comme tels. Ces suppléments sont la citrulline malate, la bêta-alanine et le D-Aspartic acid.

La citrulline malate est définie comme un acide aminé non-essentiel. Elle est composée de L-citrulline et de malate. La L-citrulline est faite d'ornithine et phosphate carbamoyl, tandis que le malate est un intermédiaire du cycle de l'acide tricarboxylique (104,107).

La bêta-alanine est, comme son nom l'indique, un acide aminé bêta, contrairement à l'alanine qui est alpha. Cet acide aminé est formé dans l'organisme à partir de la dégradation de dihydrouracile et de carnosine (108).

Le D-Aspartic acid est un isomère-D de l'acide aspartique qui est un acide aminé non-essentiel. Ce D-Aspartic acid est présent dans les tissus nerveux et les grandes endocrines (95,109).

Tableau 6 : Compléments alimentaires étudiés dans les différents articles

Sup. \ REF	(94)	(103)	(100)	(105)	(106)	(98)	(96)	(99)	(101)	(93)	(104)	(97)	(102)	(95)
<b>Whey Protein</b>	■	■	■	■	■	■								
<b>Créatine</b>						■	■	■	■					
<b>Citrulline malate</b>										■	■	■		
<b>Bêta-alanine</b>													■	
<b>D-Aspartic acid</b>														■

Légendes :

- Sup. = Suppléments étudiés
- REF = Référence de l'étude

Tableau 7 : Données descriptives des études incluses

REF	Population				Variables			Intervention(s)		
	Croisement	N	Age	Niveau (RT)	Variables étudiées	Tests	Moments de mesure	Durée	Familiarisation	RT
(94)	Non	24H/0F = 24	21.3	≥ 6 mois ≥ 3 j/sem. ≥ 1 an d'expérience totale	Composition corporelle (masse maigre, hypertrophie des muscles squelettiques et masse grasse), force, puissance anaérobie, récupération et douleurs musculaires.	DEXA : composition corporelle. « Ultrasonography » : hypertrophie des muscles squelettiques. 1-RM au développé couché et à la leg press : force. « Cycle ergometer » (Wingate) : puissance anaérobie.	Composition corporelle, force et puissance anaérobie : sem. 0, 4 et 8.	8 sem.	Non	2 j/sem.
(103)	Non	68H/0F = 68	34.7	Non-entraînés. ≤ 2 j/sem. d'endurance	Composition corporelle (masse maigre, épaisseur musculaire, masse grasse et % de masse grasse), force et taux plasmatiques de lipides (CHT, HDL, LDL et TG).	DEXA : composition corporelle. « B-mode axial plane ultrasound » : épaisseur musculaire. 1-RM à la leg press : force.	Composition corporelle et force : sem. -4, 0 et 12. Epaisseur musculaire : sem. 0 et 12.	12 sem.	Oui : 2 séances par sem. durant 4 sem.	2 à 3 j/sem.
(100)	Non	37H/26F = 63	23	Non-entraînés depuis ≥ 1 an	Composition corporelle (masse maigre, masse grasse et % de masse grasse), poids, force et taux plasmatiques d'acides aminés.	DEXA : composition corporelle. Balance : poids. 1-RM au développé couché et au squat : force.	Composition corporelle, poids et force : sem. 0, 32, 64 et 96.	36 sem. (8 mois)	Oui : 1 séance	2 à 3 j/sem.
(105)	Non	56H/0F = 56	21.4	≥ 3 mois ≥ 3 j/sem.	Composition corporelle (masse maigre, masse maigre sèche et masse grasse), poids, force, nombre de répétitions et taux plasmatiques de glucose, de lipides (TG, HDL et LDL), d'urée, de créatinine et de créatine kinase.	DEXA : composition corporelle. Balance : poids. 1-RM au développé couché et au squat : force. Répétitions à 80% de la 1-RM au développé couché et au squat : endurance anaérobie.	Composition corporelle, poids, force et endurance anaérobie : sem. 0 et 8.	8 sem.	Non	4 j/sem.
(106)	Non	19H/22F = 41	20.75	≥ 2 ans	Composition corporelle (masse maigre et masse grasse), force, puissance anaérobie, perception de la récupération et symptômes gastro-intestinaux.	DEXA : composition corporelle. 1-RM au développé couché et au deadlift : force. Cycle ergometer » (Wingate) : puissance anaérobie.	Composition corporelle, force et puissance anaérobie : sem. 0 et 8.	8 sem.	Oui : 2 séances	5 j/sem. (y compris 2 j/sem. de HIIT : High Intensity Interval Training)
(98)	Non	26H/0F = 26	24.4	≥ 6 mois ≥ 3-5 j/sem.	Composition corporelle (masse maigre, épaisseur et fibres musculaires, masse grasse et % de masse grasse), poids, force, taux musculaires de créatine et plasmatiques de protéines contractiles.	DEXA : composition corporelle. Biopsie musculaire : épaisseur et fibres musculaires. Balance : poids. 1-RM au développé couché, au squat et aux tractions prise supination : force.	Composition corporelle et force : pas d'indications (supposition : sem. 0 et 11). Poids : toutes les sem.	11 sem.	Oui : 8 à 12 sem. Pas d'indic. sur le nombre de séances	11 sem. Pas d'indications sur le nombre de séances par sem.

Tableau 7 : Données descriptives des études incluses

(96)	Non	52H/ 17F = 69	22.5 5	≥ 1 an	Composition corporelle (masse maigre, épaisseur musculaire et masse grasse), poids, force et indicateurs du catabolisme protéique et calcique, du stress oxydatif et de la fonction rénale.	BOD POD : composition corporelle. « B-mode ultrasound » : épaisseur musculaire. 1-RM au développé couché et à la leg press : force.	Composition corporelle et force : sem. 0 et 5.	5 sem.	Non	~ 5 j/sem. : composés de cycles d'entraînements répétés (3 j. d'entraînements et 1 j. de repos)
(99)	Non	30H/0F = 30	20.4 3	Non-entraînés depuis ≥ 1 an	Composition corporelle (masse maigre, masse grasse et eau totale, intra et extracellulaire), poids, force, puissance anaérobie, taux plasmatiques de créatine et de créatinine, et taux musculaires de créatine.	DEXA : composition corporelle. Balance : poids. 1-RM au développé couché et à la leg press : force. Cycle ergometer » (Wingate) : puissance anaérobie.	Composition corporelle, poids, force et puissance anaérobie : sem. 1, 4, et 7.	7 sem.	Non	4 j/sem.
(101)	Non	27 H/0F = 27	23.4 1	Non-entraînés depuis ≥ 6 mois	Composition corporelle (masse maigre, masse grasse et % de masse grasse), poids, force, taux urinaire de créatinine et taux plasmatiques de myostatine et de GASP-1.	DEXA : composition corporelle. Balance : poids. 1-RM au développé couché et à la leg press : force.	Composition corporelle et poids : sem. 0, 4 et 8. Force : sem. 0, 2, 4, 6 et 8.	8 sem.	Oui : 1 séance	3 j/sem. (uniquement les groupes CR+RT et PL+RT)
(93)	Oui, 1 sem. de « wash-out »	41H/0F = 41	29.8	≥ 6 mois ≥ 3 h/sem.	Nombre de répétitions et douleurs musculaires.	8 séries de développé couché à 80% de la 1-RM : nombre de répétitions.	Nombre de répétitions : sem. 1 et 2.	2 sem.	Oui : 1 séance	5 j/sem.
(104)	Oui, 1 sem. de « wash-out »	40H/0F = 40	23.3	≥ 1 an ≥ 3 j/sem. ≥ 10 tractions	Nombre de répétitions, lactate sanguin, rythme cardiaque et pression artérielle.	Tractions prise pronation et supination, et pompes : nombre de répétitions.	Nombre de répétitions : sem. 0, 1 et 2.	2 sem.	Oui : 1 séance	Habituel : ≥ 3 j/sem. (non-supervisé)
(97)	Oui, 1 sem. de « wash-out »	0H/15F = 15	23	≥ 1 an ≥ 2 j/sem.	Nombre de répétitions, effort perçu et rythme cardiaque.	6 séries de développé couché et de leg press à 80% de la 1-RM : nombre de répétitions.	Nombre de répétitions : sem. 1 et 2.	2 sem.	Non	Pas d'indications
(102)	Non	0H/16F = 16	21	Non-entraînées depuis ≥ 2 ans	Composition corporelle (masse maigre, masse grasse et % de masse grasse), force, nombre de répétitions, volume d'entraînement, performances aux sauts vertical et en longueur, Vo2Max, et puissance anaérobie.	DEXA : Composition corporelle. 1-RM au développé couché et à la leg press : force. RT à 65% de la 1-RM : nombre de répétitions. « Cycle ergometer » (Wingate) : puissance anaérobie.	Composition corporelle, force, nombre de répétitions et puissance anaérobie : sem. 0, 4 et 8.	8 sem.	Non	4 j/sem.
(95)	Non	20H/0F = 20	22.8	≥ 1 an ≥ 3 j/sem.	Composition corporelle (masse maigre, masse grasse, % de masse grasse et eau corporelle), poids, force et taux hormonaux de l'axe hypothalamo-pituitaire-gonadique.	DEXA : composition corporelle. BIA : eau corporelle. Balance : poids. 1-RM au développé couché et à la leg press : force.	Composition corporelle, poids et force : sem. 0 et 4.	4 sem.	Non	4 j/sem.

Tableau 7 : Données descriptives des études incluses

REF	Intervention(s)			Outcome(s)					Alimentation	Financement	AND
	Supplémentation	Prises	Masse maigre	Masse grasse	Poids	Force 1-RM	Nb de répétitions	Autre(s)			
(94)	WPI : Whey Protein Isolate (48 g)	2 j/sem. : après les 2 entraînements par sem.	Augmentation : WPI = PIR	Diminution : WPI = PIR	///////// /////////	Augmentation aux 2 exercices : WPI = PIR	///////// /////////	Puissance anaérobie : augmentation : WPI = PIR Hypertrophie des muscles squelettiques : augmentation : WPI = PIR	Relevée et supervisée 2 sem. avant et pendant : kcal adaptés aux besoins, 50% de G, 25% de P et 25% de L. Pas d'indications si identique ou non	Oui (a)	+-
	PIR : Protéines isolées de riz (48 g)										
(103)	WPC : Whey Protein Concentrate (37.5 g)	2 à 3 j/sem. : après les 2 à 3 entraînements par sem.	Augmentation : WPC = WPCCHO > CHO	Diminution et diminution du % : WPC = WPCCHO. Pas de changement pour le groupe CHO, mais diminution du %	///////// /////////	Augmentation : WPC = WPCCHO = CHO	///////// /////////	Epaisseur musculaire : augmentation : WPC = WPCCHO = CHO	Habituelle et relevée : identique entre les groupes	Oui (n)	+-
	WPCCHO : Whey Protein Concentrate (37.5 g) + maltodextrine (34.5 g)										
	CHO : Maltodextrine (34.5 g)										
(100)	WPC : Whey Protein Concentrate (30 g)	1/j. : après l'entraînement et le matin lors des jours de repos	Augmentation : WP > PS = CHO	Pas de changement, mais diminution du % : WP = PS = CHO	Augmentation : WP = PS = CHO	Augmentation aux 2 exercices : WP = PS = CHO	///////// /////////	Taux de retrait : 43%	Relevée et supervisée : kcal et protéines (1.2-1.5 g/kg/j) adaptées aux besoins. Identique entre les groupes	Oui (a)	+-
	PS : Protéines isolées de soja (30 g)										
	CHO : Maltodextrine (45 g)										
(105)	WPH : Whey Protein Hydrolyzed (37.5 g)	2/j. : avant et après l'entraînement, et entre les repas lors des jours de repos	Augmentation : WPH = WPC = WPC-L = PL	Diminution : WPH. Pas de changement pour les groupes WPC, WPC-L et PL	Pas de changement	Augmentation aux 2 exercices : WPH = WPC = WPC-L = PL	Augmentation : WPH = WPC = WPC-L = PL	Masse maigre sèche : augmentation : WPH = WPC = WPC-L = PL	Habituelle et relevée : identique entre les groupes	Oui (a)	+-
	WPC : Whey Protein Concentrate (37.5 g)										
	WPC-L : Whey Protein Concentrate-Lactoferrine (37.5 g)										
	PL : Dextrose (30 g)										

Tableau 7 : Données descriptives des études incluses

<b>(106)</b>	WPC : Whey Protein Concentrate (46 g) PP : Protéines de poulet (46g) PB : Protéines de bœuf (46 g) CHO : Maltodextrine (46 g)	1/j. : après l'entraînement et au même moment de la journée lors des jours de repos	Augmentation : WPC = PP = PB. Pas de changement pour le groupe PL	Diminution : WPC = PP = PB. Pas de changement pour le groupe PL	///////// /////////	Augmentation aux 2 exercices : WPC = PP = PB = PL	///////// /////////	Puissance anaérobie : augmentation : WPC. Pas de changement pour les groupes PP, PB et PL.	Relevée et supervisée : kcals adaptées aux besoins, 50% de G, 25% de P et 25% de L. Identique entre les groupes	Oui (a)	+-
<b>(98)</b>	WP : Whey Protein Isolate (1.5 g/kg/j) CrWP : Créatine monohydrate (sem. 1 : 0.3 g/kg/j, puis : 0.1 g/kg/j) + Whey Protein (1.5 g/kg/j) CrCHO : Créatine monohydrate (sem. 1 : 0.3 g/kg/j, puis : 0.1 g/kg/j) + glucides (1.5 g/kg/j) CHO : Glucides (1.5 g/kg/j)	Réparties : 3/j. : en matinée, après l'entraînement et avant le coucher, et aux mêmes moments de la journée lors des jours de repos	Augmentation : CrCHO > WP = CrWP = CHO	Pas de changement ni pour le %	Augmentation : WP = CrWP = CrCHO = CHO	Augmentation aux 3 exercices : WP = CrWP = CrCHO > CHO	///////// /////////	Epaisseur musculaire : augmentation : CrWP = CrCHO > WP > CHO. Fibres musculaires : pas de changement	Habituelle et relevée : identique entre les groupes	Non*	+-
<b>(96)</b>	CCP : CLA (6 g) + créatine monohydrate (9 g) + Whey Protein (36 g) CP : Créatine monohydrate (9 g) + Whey Protein (36 g) + huile de tournesol (6 g) P : Whey Protein (45 g) + huile de tournesol (6 g)	Réparties : 3/j. : avant et après l'entraînement, et avant le coucher (pas d'indications sur les jours de repos)	Augmentation : CCP > CP. Diminution : P	Pas de changement ni pour le %	Augmentation : pas d'indications entre les groupes	Augmentation aux 2 exercices : CCP > CP > P	///////// /////////	Epaisseur musculaire : augmentation : CCP = CP = P	Habituelle et relevée : identique entre les groupes	Oui (a)	+-
<b>(99)</b>	CM : Créatine monohydrate (j. 1-5 : 0.3 g/kg de masse maigre/j, puis : 0.075 g/kg de masse maigre/j) CEE : Créatine éthyle ester (j. 1-5 : 0.3 g/kg de masse maigre/j, puis : 0.075 g/kg de masse maigre/j) PL : Dextrose (pas d'indications sur la quantité)	Réparties : j. 1-5 : 2/j. matin et soir. Puis, 1/j. matin	Augmentation : CM = CEE = PL	Diminution : CM = PL. Pas de changement pour le groupe CEE	Augmentation : CM = CEE = PL	Augmentation aux 2 exercices : CM = CEE = PL	///////// /////////	Eau totale, intra et extracellulaire : augmentation : CM = CEE = PL Puissance anaérobie : augmentation : CM = CEE = PL	Habituelle et relevée : identique entre les groupes	Oui (a)	+-

\*Investigateur principal de l'étude : consultant pour une marque de compléments alimentaires.

Tableau 7 : Données descriptives des études incluses

(101)	CM + RT : Créatine monohydrate (sem. 1 : 0.3 g/kg/j, puis : 0.05 g/kg/j) + RT	Réparties : sem. 1 : 3/j. Puis, 1/j.	Augmentation : CM + RT > PL + RT. Pas de changement pour le groupe PL	Pas de changement ni pour le %	Pas de changement	Augmentation aux 2 exercices : CM + RT > PL + RT. Pas de changement pour le groupe PL	///////// /////////	///////// /////////	Habituelle et relevée : identique entre les groupes	Pas d'indication	+-
	PL + RT : cellulose (pas d'indications sur la quantité) + RT										
	PL : cellulose (pas d'indications sur la quantité)										
(93)	C-M : Citrulline malate (8 g)	2 : 1 heure avant les 2 mesures	///////// /////////	///////// /////////	///////// /////////	///////// /////////	C-M > PL	///////// /////////	Habituelle et non-relevée	Pas d'indication	+-
	PL : Sucre (10 g)										
(104)	C-M : Citrulline malate (8 g)	2 : 1 heure avant les 2 mesures	///////// /////////	///////// /////////	///////// /////////	///////// /////////	Aux 3 exercices : C-M > PL	///////// /////////	Habituelle et relevée : identique entre les groupes	Non	+-
	PL : maltodextrine (8 g)										
(97)	C-M : Citrulline malate (8 g) + dextrose (8 g)	2 : 1 heure avant les 2 mesures	///////// /////////	///////// /////////	///////// /////////	///////// /////////	Aux 2 exercices : C-M > PL. Plus grande différence à la leg press qu'au développé couché	///////// /////////	Habituelle et relevée : non-identique entre les groupes. Kcals, P et L : C-M > PL. G : PL > C-M	Non	+-
	PL : dextrose (8 g)										
(102)	BA : Bêta-alanine (3.4 g) + Whey Protein Isolate (WPI) (28 g) + maltodextrine (1.6 g)	4 j/sem. : BA ou PL avant et WPI après les 4 entraînements par sem. (pas d'indications sur les jours de repos)	Augmentation : BA = PL	Diminution et diminution du % : BA = PL	///////// /////////	Augmentation aux 2 exercices : BA = PL	Augmentation à la leg press : BA. Pas de changement pour le groupe PL. Pas de changement au développé couché	Volume d'entraînement : augmentation : BA = PL Puissance anaérobie : pas de changement Saut vertical : augmentation : BA = PL Saut en longueur : pas de changement	Habituelle et relevée : identique entre les groupes	Pas d'indication	+-
	PL : Maltodextrine (5 g) + Whey Protein Isolate (WPI) (28 g)										
(95)	DA : D-Aspartic acid (3 g)	4/j. (pas d'indications sur les moments et les jours de repos)	Augmentation : DA = PL	Pas de changement	Augmentation : DA = PL	Augmentation à la leg press : DA = PL. Pas de changement au développé couché	///////// /////////	Eau corporelle : pas de changement	Habituelle et relevée : identique entre les groupes	Oui (n)	+-
	PL : Gomme guar (3 g)										

Tableau 8 : Légendes du Tableau 7 des données descriptives des études incluses

REF : Référence de l'étude	Croisement : Croisement des groupes durant l'étude	N : Nombre de sujets	Age : Age moyen des sujets
Niveau (RT) : Niveau en entraînement de résistance	Tests : Tests effectués afin de mesurer les variables	Moments de mesure : Moments de mesure des variables	Familiarisation : Familiarisation à l'entraînement en résistance
RT : Resistance training = entraînement en résistance	H : Hommes	Femmes : Femmes	« Wash-out » : période de « lavement » entre les prises de supplément
1-RM : force maximale sur une répétition	Financement : Financement par l'industrie des compléments alimentaires	AND : Note obtenue à la grille d'analyse qualitative (AND) (81)	G : Glucides
P : Protéines	L : Lipides	Oui (a) : Financement en argent	Oui (n) : Financement en nature
+ : Note positive	+ - : Note neutre	- : Note négative	

## 6.4 Résumé des résultats

### 6.4.1 Masse maigre et masse maigre sèche

D'une manière générale, la Whey Protein a permis une plus grande augmentation de la masse maigre qu'un placebo glucidique et que les protéines de soja. Néanmoins, les protéines de poulet, de bœuf et de riz ont augmenté de la même manière la masse non-grasse que les protéines de lactosérum.

La prise de créatine monohydrate a permis une plus grande augmentation de la masse maigre que la prise de cellulose. Néanmoins, les prises de créatine monohydrate ou éthyle ester a augmenté cette masse maigre de la même manière que la prise d'un placebo glucidique.

La combinaison de créatine monohydrate et de Whey Protein a présenté des résultats contradictoires par rapport à la consommation de ces protéines seules. Toutefois, la combinaison de créatine monohydrate et de glucides a permis une plus grande augmentation de cette variable que la prise de glucides seuls et que la combinaison de créatine monohydrate et de Whey Protein.

Les consommations de bêta-alanine et de D-Aspartic acid ont permis une augmentation de la masse non-grasse semblable à celles de glucides et de gomme guar.

En ce qui concerne la masse maigre sèche, cette variable a été augmentée de manière similaire par la Whey Protein et un placebo.

### 6.4.2 Masse grasse

Les protéines de lactosérum ont, en général, permis une diminution de la masse grasse, contrairement à un placebo glucidique et aux protéines de soja. Toutefois, les protéines de poulet, de bœuf et de riz ont permis une diminution semblable à celle de la Whey Protein.

Les prises de créatine monohydrate ou éthyle ester, de D-Aspartic acid et de leur placebo n'ont pas diminué cette variable.

La prise de bêta-alanine a permis une diminution de la masse grasse semblable à celle de glucides.

### 6.4.3 Poids

La consommation de Whey Protein a permis une augmentation du poids semblable à celles d'un placebo glucidique ou de protéines de soja.

La supplémentation en créatine monohydrate ou éthyle ester a permis une augmentation du poids semblable à celles en cellulose, en glucides et en combinaison ou non de Whey Protein ou de glucides et de créatine monohydrate.

La supplémentation en D-Aspartic acid a permis une augmentation du poids similaire à celle en gomme guar.

### 6.4.4 Eau

Les prises de créatine monohydrate, de créatine éthyle ester et d'un placebo glucidique ont augmenté de la même manière l'eau totale, intra et extracellulaire.

Les consommations de D-Aspartic acid et de gomme guar n'ont, quant à elles, pas permis d'augmenter l'eau totale.

#### 6.4.5 Force maximale sur une répétition (1-RM)

La prise de protéines de lactosérum a permis une augmentation de la force semblable à celles de protéines de riz, de soja, de poulet et de bœuf, et d'un placebo glucidique.

Quant à la créatine monohydrate ou éthyle ester, elle a systématiquement permis une amélioration de la force. Cette augmentation était plus grande que celle de la cellulose, mais similaire à celle de glucides.

La combinaison de créatine monohydrate et de Whey Protein a, à nouveau, présenté des résultats contradictoires par rapport à la prise de ces protéines seules. Néanmoins, cette combinaison ainsi que celle de créatine monohydrate et de glucides ont augmenté d'une plus grande manière cette variable que la prise de glucides seuls.

La bêta-alanine et un placebo de glucides ont amélioré cette variable de manière identique.

Les prises de D-Aspartic acid et d'un placebo de gomme guar ont permis une augmentation semblable de la force à la leg press. Ces deux consommations n'ont toutefois pas augmenté cette variable au développé couché.

#### 6.4.6 Nombre de répétitions

Le nombre de répétitions effectué a été augmenté de la même manière par les consommations de Whey Protein et d'un placebo glucidique.

La prise de citrulline malate a systématiquement permis d'effectuer davantage de répétitions que la prise d'un placebo de glucides.

La bêta-alanine a permis d'effectuer davantage de répétitions et d'augmenter davantage ce nombre à la leg press qu'un placebo glucidique. Ces deux prises n'ont toutefois pas eu d'effet au développé couché.

#### 6.4.7 Puissance anaérobie

Quant à la puissance anaérobie, la prise de Whey Protein a permis une augmentation de cette variable. Seule la consommation de protéines de riz a présenté la même augmentation. En effet, les prises de protéines de poulet et de bœuf, et d'un placebo glucidique n'ont pas augmenté cette variable.

Cette puissance a été augmentée de manière identique par les prises de créatine monohydrate, de créatine éthyle ester et d'un placebo de glucides.

Les consommations de bêta-alanine et d'un placebo de glucides n'ont pas permis l'augmentation de cette variable.

#### 6.4.8 Autres

Le volume d'entraînement et les performances au saut vertical ont été améliorés de manière identique par les prises de bêta-alanine et d'un placebo de glucides. Ces deux consommations n'ont toutefois pas amélioré les performances au saut en longueur.

## 6.5 Résultats de la Whey Protein

Six études portant sur la Whey Protein ont été incluses dans ce travail (94,98,100,103,105,106). Ces études ont été réalisées sur une durée de 8 (94,105,106) à 12 semaines (103), à l'exception de l'étude de J. S. Volek (100) se déroulant sur 36 semaines, soit 9 mois.

La majorité d'entre elles comportait une population exclusivement masculine (94,98,103,105). Deux études ont, toutefois, inclus des sujets féminins et masculins (100,106).

Un total de 278 sujets a été réparti entre ces six études, dont 230 hommes pour seulement 48 femmes. Parmi ces études, le nombre de sujets variait entre 24 (94) et 68 (103).

Quant à l'âge, les sujets étaient âgés de 21 (94) à 34 ans (103) et leur âge moyen était de 24.3 ans.

Deux des six études comprenaient des sujets qui n'étaient pas entraînés en résistance avant leur début (100,103). Parmi ces deux études, seule celle de J. J. Hulmi (103) a mis en place une période de familiarisation importante à l'entraînement de résistance, soit de deux séances par semaine sur une période de quatre semaines. La deuxième n'a instauré qu'une séance de familiarisation à cet entraînement (100).

En ce qui concerne les quatre études où les sujets étaient précédemment entraînés en résistance (94,98,105,106), seules deux d'entre elles ont mis en place une période ou une séance de familiarisation à cette pratique (98,106). Celle de P. J. Cribb comportait une période de familiarisation de longue durée, soit de 8 à 12 semaines sans indications sur le nombre de séances par semaine (98), tandis que celle de M. H. Sharp ne comportait que deux séances (106).

L'évaluation de la force maximale sur une répétition (1-RM) et de la composition corporelle, notamment de la masse maigre et de la masse grasse, a été effectuée dans toutes les études (94,98,100,103,105,106) où la Whey Protein a été confrontée à un groupe « contrôle ». Selon l'étude, d'autres variables ont également été étudiées, telles que le poids (98,100,105), la masse maigre sèche (105), l'hypertrophie des muscles squelettiques (94), l'épaisseur musculaire (98,103), les types de fibres musculaires (98), le nombre de répétitions effectué (105) et la puissance anaérobie (94,106).

A l'exception de l'étude de P. J. Cribb (98), chacune d'entre elles a détaillé le protocole d'entraînements de résistance mis en place. Le nombre de séances par semaine variait entre un (100) et cinq (106). Ces entraînements recherchaient l'hypertrophie musculaire et l'augmentation de la force.

Quant à l'étude de P. J. Cribb (98), il est indiqué qu'un protocole d'entraînements en résistance a été mis en place durant l'étude, mais il n'est pas détaillé.

Plusieurs types et différentes quantités de Whey Protein ont été consommés. Ces types étaient l'isolée (94,98), l'hydrolysée (105) et la concentrée (100,103,106). Les quantités consommées étaient de 30 (100), 37,5 (103,105), 46 (106) ou 48 grammes (94), ou d'1.5 g/kg/j (98).

Quant au groupe « contrôle », il consommait un placebo composé de glucides (98,100,103,105,106) ou des protéines d'une autre source, telle que le riz (94), le soja (100), le bœuf ou le poulet (106).

Les moments de prise des compléments différaient entre les études. Dans certaines, ils ont été consommés uniquement lors des jours d'entraînement et après celui-ci (94,103). Dans d'autres, ils ont été consommés tous les jours (98,100,105,106), à fréquence d'une (100,106), deux (105) ou trois (98) fois par jour. Le point commun de ces études est que la prise unique ou une des prises était systématiquement réalisée après l'entraînement.

Dans la moitié de ces études, l'alimentation des sujets a été supervisée et relevée (94,100,106), tandis que dans l'autre moitié, elle a simplement été relevée (98,103,105). Lorsqu'elle a été supervisée, les apports en énergie et en macronutriments étaient adaptés aux besoins nutritionnels des sujets et un plan alimentaire leur était distribué.

Parmi ces six études, cinq ont indiqué que les apports en énergie et en macronutriments des sujets étaient significativement identiques entre les groupes (98,100,103,105,106). Concernant la dernière (94), il n'a pas été précisé si ces apports étaient identiques entre les groupes, mais leur alimentation a été supervisée.

Quatre de ces six études ont été soutenues financièrement par des marques de compléments alimentaires (94,103,105,106). Une autre a été soutenue de la même manière par une institution pouvant tirer un bénéfice financier d'effets positifs relevés dans les études (100). Ces soutiens financiers ont été faits sous forme monétaire (94,100,105,106) ou matériel (103), par l'apport en compléments alimentaires.

Quant à la sixième (98), elle n'a pas été soutenue par ces marques ou une institution, mais son investigateur principal est consultant pour une marque de compléments alimentaires.

#### 6.5.1 Résultats de la Whey Protein sur la masse maigre et la masse maigre sèche

L'opposition de la Whey Protein à un placebo glucidique a montré des résultats contradictoires. Parmi les cinq études les ayant comparés (98,100,103,105,106), trois montrent que la prise de ces protéines a augmenté d'une plus grande manière la masse maigre que la prise de ce placebo (100,103,106). Deux études ont, toutefois, observé une augmentation comparable entre ces deux prises (98,105).

La Whey Protein a également été opposée à d'autres sources de protéines (94,100,106). Les protéines de poulet, de bœuf (106) et de riz (94) ont démontré des bénéfices comparables à ceux de la Whey Protein. Quant aux protéines de soja, leurs bénéfices ont été moins importants que ceux des protéines de lactosérum (100).

Concernant la masse maigre sèche, seule l'étude de C. M. Lockwood l'a mesuré (105). Cette variable a augmenté de la même manière dans les différents groupes de l'étude, qu'ils aient consommé de la Whey Protein ou du dextrose. Par ailleurs, cette étude a également relevé une augmentation de la masse maigre similaire entre ces groupes.

La méthode de mesure de la masse non-grasse était similaire entre les différentes études puisqu'elles ont toutes utilisé la DEXA.

Tableau 9 : Evolution de la masse maigre et de la masse maigre sèche des études sur la WP

REF	Whey Protein	Autres protéines	Autres protéines	Glucides
(94)	59.6 ± 5.2 kg à 62.8 ± 5.2 kg soit un gain de 3.2 kg	Protéines isolées de riz : 58.5 ± 5.5 kg à 61.0 ± 5.6 kg soit un gain de 2.5 kg	///////// /////////	///////// /////////
(103)	Pas de chiffres	Pas de chiffres	/////////	Pas de chiffres
(98)	59.0 ± 3.2 kg à 61.3 ± 3.0 kg soit un gain de 2.3 kg	///////// /////////	///////// /////////	62.3 ± 2.8 kg à 63.0 ± 2.7 kg soit un gain de 0.7 kg
(100)	51.7 ± 10.7 kg à 55 kg soit un gain de 3.3 kg	Protéines isolées de soja : 48.5 ± 10.0 kg à 50.3 kg soit un gain d'1.8 kg	///////// /////////	49.8 ± 9.8 kg à 52.1 kg soit un gain de 2.3 kg
(105)	WP Hydrolyzed : 59.7 kg à 61.7 kg soit un gain de 2 kg Masse maigre sèche : 35.2 kg à 36.6 kg soit un gain d'1.4 kg  WP Concentrate : 64.4 kg à 66.2 kg soit un gain d'1.8 kg Masse maigre sèche : 37.2 kg à 38.7 kg soit un gain d'1.5 kg	WP Concentrate-Lactoferrine : 62.3 kg à 64 kg soit un gain d'1.7 kg Masse maigre sèche (musculaire) : 37 kg à 38.4 kg soit un gain d'1.4 kg	///////// /////////	60.4 kg à 61.7 kg soit un gain d'1.3 kg Masse maigre sèche : 34.2 kg à 35.3 kg soit un gain d'1.1 kg
(106)	52.48 ± 10.89 kg à 54.96 ± 11.48 kg soit un gain de 2.48 kg	Protéines de poulet : 52.97 ± 12.12 kg à 54.89 ± 13.43 kg soit un gain d'1.92 kg	Protéines de bœuf : 52.53 ± 7.67 kg à 54.65 ± 8.61 kg soit un gain de 2.12 kg	53.14 ± 11.35 kg à 54.96 ± 10.74 kg soit un gain d'1.82 kg

### 6.5.2 Résultats de la Whey Protein sur la masse grasse

Les effets de la Whey Protein sur la masse grasse étaient également contradictoires. Cette supplémentation l'a diminué dans certaines études (94,103,105,106), tandis qu'elle ne l'a pas affecté dans d'autres (98,100).

Lorsque ces protéines l'ont diminué, le placebo glucidique n'en a pas été capable (103,105,106). Lorsqu'elles ne l'ont pas diminué (98,100), le placebo glucidique (98,100) et les protéines isolées de soja (100), auxquels la Whey Protein a été comparée, ne l'ont également pas diminué.

Les protéines de bœuf, de poulet (106) et de riz (94) ont montré des bénéfices semblables sur cette variable à ceux de la Whey Protein.

Enfin, la combinaison de protéines de lactosérum et de glucides a permis une diminution de la masse grasse semblable à la prise seule de ces protéines (103).

Tout comme la masse maigre, la masse grasse a été mesurée par la DEXA.

Tableau 10 : Evolution de la masse grasse des études sur la WP

REF	Whey Protein	Autres protéines	Autres protéines	Glucides
(94)	16.3 ± 5.1 kg à 15.6 ± 4.9 kg soit une perte de 0.7 kg	Protéines isolées de riz : 17.8 ± 6.0 kg à 15.6 ± 4.9 kg soit une perte de 2.2 kg	///////// /////////	///////// /////////
(103)	Pas de chiffres	Pas de chiffres	/////////	Pas de chiffres
(98)	10.6 ± 1.9 kg à 11.0 ± 1.6 kg soit un gain de 0.4 kg	///////// /////////	///////// /////////	13.2 ± 2.8 kg à 14.0 ± 2.9 kg soit un gain de 0.8 kg
(100)	19.4 ± 11.3 kg à 18.8 kg soit une perte de 0.6 kg	Protéines isolées de soja : 20.5 ± 11.3 kg à 20.7 kg soit un gain de 0.2 kg	///////// /////////	19.5 ± 9.0 kg à 19 kg soit une perte de 0.5 kg
(105)	WP Hydrolyzed : 17.2 kg à 16.2 kg soit une perte d'1.0 kg  WP Concentrate : 16.6 à 16.5 kg soit une perte de 0.1 kg	WP Concentrate-Lactoferrine : 14.1 kg à 14.0 kg soit une perte de 0.1 kg	///////// /////////	13.4 kg à 14.0 kg soit un gain de 0.6 kg
(106)	WP Concentrate : 18.71 ± 7.38 kg à 17.18 ± 7.18 kg soit une perte d'1.53 kg	Protéines de poulet : 17.58 ± 5.57 kg à 15.87 ± 6.07 kg soit une perte d'1.71 kg	Protéines de bœuf : 16.43 ± 5.71 kg à 14.65 ± 5.41 kg soit une perte d'1.78 kg	16.29 ± 7.14 kg à 14.95 ± 7.72 kg soit une perte d'1.34 kg

### 6.5.3 Résultats de la Whey Protein sur le poids

Parmi ces six études, la moitié seulement a mesuré l'évolution du poids (98,100,105). Deux d'entre elles ont observé une augmentation semblable entre les différents groupes (98,100), qu'ils consomment de la Whey Protein (98,100), des protéines isolées de soja (100) ou un placebo glucidique (98,100). Quant à la troisième, elle n'a relevé aucun changement dans les différents groupes (105).

Tableau 11 : Evolution du poids des études sur la WP

REF	Whey Protein	Autres protéines	Autres protéines	Glucides
(98)	69.7 ± 5.0 kg à 72.3 ± 4.3 kg soit un gain de 2.6 kg	///////// /////////	///////// /////////	75.6 ± 4.7 kg à 77.0 ± 4.8 kg soit un gain d'1.4 kg
(100)	74.1 ± 15.7 kg à 77.2 kg soit un gain de 3.1 kg	Protéines isolées de soja : 72.0 ± 8.4 kg à 74.2 kg soit un gain de 2.2 kg	///////// /////////	72.4 ± 14.9 kg à 74.2 kg soit un gain d'1.8 kg
(105)	WP Hydrolyzed : 82.3 kg à 82.9 kg soit un gain de 0.6 kg  WP Concentrate : 83.5 kg à 85 kg soit un gain d'1.5 kg	WP Concentrate-Lactoferrine : 82.2 kg à 83.7 kg soit un gain d'1.5 kg	///////// /////////	70.7 kg à 73.1 kg soit un gain de 2.4 kg

#### 6.5.4 Résultats de la Whey Protein sur les performances physiques

Lorsque nous avons défini le terme de performances physiques, nous entendons principalement la force musculaire, le nombre de répétitions effectué, la puissance anaérobie et la volume d'entraînement.

Dans les études incluses, les performances physiques ont été mesurées par la force maximale sur une répétition (1-RM) (94,98,100,103,105,106), la puissance anaérobie (94,106) et le nombre de répétitions effectué (105).

Les tests ayant permis la mesure de la force sont les exercices de résistance suivants : le développé couché (94,98,100,105,106), la leg press (94,103), le squat (98,100,105), les tractions prise supination (98) et le deadlift (106).

La puissance anaérobie a, quant à elle, été mesurée par le « Cycle ergometer » ou Wingate (94,106).

Enfin, le nombre de répétitions effectué a été mesurée avec une charge à 80% de la 1-RM aux exercices de développé couché et de squat (105).

Ces six études ont observé que la consommation de Whey Protein a permis une augmentation de la force maximale sur une répétition (1-RM) à tous les exercices cités ci-dessus (94,98,100,103,105,106).

Dans la grande majorité de ces études, cette augmentation était similaire à celle provoquée par les protéines de riz (94), de soja (100), de bœuf et de poulet (106), et par un placebo glucidique (100,103,105,106).

Seule une étude a démontré un effet bénéfique supplémentaire de la Whey Protein par rapport à un placebo glucidique (98).

La puissance anaérobie a été augmentée par la supplémentation en Whey Protein (94,106). Les protéines de riz ont, néanmoins, permis une augmentation similaire (94), ce qui n'est pas le cas des protéines de bœuf et de poulet, et d'un placebo glucidique (106). En effet, ces derniers n'ont pas augmenté cette variable.

Enfin, le nombre de répétitions effectué a été augmenté de la même manière par la prise de Whey Protein ou d'un placebo glucidique (105).

Tableau 12 : Evolution des performances physiques des études sur la WP

REF	Whey Protein	Autres protéines	Autres protéines	Glucides
(94)	Force (1-RM) : au développé couché : 89.5 ± 18.5 kg à 98.5 ± 16.4 kg soit un gain de 9 kg A la leg press : 209.5 ± 35.0 kg à 289.7 ± 40.1 kg soit un gain de 80.2 kg  Puissance anaérobie : 687.1 ± 125.3 watts à 785.0 ± 101.1 watts soit un gain de 97.9 watts	Protéines isolées de riz : force (1-RM) : au développé couché : 85.9 ± 20.5 kg à 95.5 ± 21.4 kg soit un gain de 9.6 kg A la leg press : 220.0 ± 38.5 kg à 286.8 ± 37.2 kg soit un gain de 66.8 kg  Puissance anaérobie : 638.4 ± 117.2 watts à 753.9 ± 115.6 watts soit un gain de 115.5 watts	///////// /////////	///////// /////////
(103)	Pas de chiffres	Pas de chiffres	/////////	Pas de chiffres
(98)	Pas de chiffres	/////////	/////////	Pas de chiffres
(100)	Force (1-RM) : au développé couché : 52 ± 5 kg à 70.1 kg soit un gain de 20.1 kg Au squat : 83 ± 6 kg à 118.8 kg soit un gain de 35.8 kg	Protéines isolées de soja : force (1-RM) : au développé couché : 45 ± 5 kg à 60.9 kg soit un gain de 15.9 kg Au squat : 60 ± 5 kg à 99.8 kg soit un gain de 39.8 kg	///////// /////////	Force (1-RM) : au développé couché : 45 ± 5 kg à 61 kg soit un gain de 16.0 kg Au squat : 71 ± 5 kg à 114.7 kg soit un gain de 43.7 kg
(105)	WP Hydrolyzed : force (1-RM) : au développé couché : 101 kg à 105 kg soit un gain de 4 kg Au squat : 164 kg à 204 kg soit un gain de 40 kg Nombre de répétitions : pas de chiffres  WP Concentrate : force (1-RM) : au développé couché : 104 kg à 110 kg soit un gain de 6 kg Au squat : 141 kg à 191 kg soit un gain de 50 kg Nombre de répétitions : pas de chiffres	WP Concentrate-Lactoferrine : force (1-RM) : au développé couché : 101 kg à 107 kg soit un gain de 6 kg Au squat : 171 kg à 216 kg soit un gain de 45 kg Nombre de répétitions : pas de chiffres	///////// /////////	Force (1-RM) : au développé couché : 89 kg à 95 kg soit un gain de 6 kg Au squat : 167 kg à 210 kg soit un gain de 43 kg Nombre de répétitions : pas de chiffres
(106)	Force (1-RM) : au développé couché : 62 ± 22 kg à 73 ± 26 kg soit un gain de 11 kg Au deadlift : 101 ± 34 kg à 116 ± 32 kg soit un gain de 15 kg Puissance anaérobie : 563 ± 181 watts à 661 ± 221 watts soit un gain de 98 watts	Protéines de poulet : force (1-RM) : au développé couché : 71 ± 32 kg à 83 ± 34 kg soit un gain de 12 kg Au deadlift : 126 ± 49 kg à 141 ± 54 kg soit un gain de 15 kg Puissance anaérobie : 639 ± 228 watts à 675 ± 247 watts soit un gain de 36 watts	Protéines de bœuf : force (1-RM) : au développé couché : 66 ± 32 kg à 76 ± 32 kg soit un gain de 10 kg Au deadlift : 101 ± 27 kg à 119 ± 25 kg soit un gain de 18 kg Puissance anaérobie : 601 ± 148 watts à 632 ± 164 watts soit un gain de 31 watts	Force (1-RM) : au développé couché : 64 ± 27 kg à 71 ± 37 kg soit un gain de 7 kg Au deadlift : 117 ± 42 kg à 132 ± 48 kg soit un gain de 15 kg Puissance anaérobie : 631 ± 262 watts à 655 ± 300 watts soit un gain de 24 watts

## 6.6 Résultats de la créatine

Quatre études portant sur la créatine ont été incluses dans ce travail (96,98,99,101). Leur durée était comprise entre 5 (96) et 11 (98) semaines.

Un total de 152 sujets a participé à ces études. Les hommes étaient 135 contre seulement 17 femmes. Parmi ces quatre études, trois comptaient une population exclusivement masculine (98,99,101). La quatrième a inclus des femmes, mais de façon minoritaire par rapport au nombre d'hommes, 17 contre 52 (96).

L'âge moyen des participants était de 22.7 ans. Leur âge allait de 20 (99) à 24 ans (98).

La moitié de ces études a inclus des participants ne s'étant pas entraînés en résistance dans les six mois (101) à l'année (99) précédant l'étude. Seule une d'entre elles a souhaité familiariser ses sujets à l'entraînement de résistance (101). Cette familiarisation consistait en une séance d'entraînement.

Quant aux deux autres études, leurs participants étaient entraînés en résistance depuis au minimum six mois (98) à un an (96). Ceux étant entraînés depuis au minimum 6 mois le faisaient trois à cinq fois par semaine (98). A nouveau, seule une d'entre elles a familiarisé ses sujets à ce type d'entraînement (98). Cette familiarisation a duré entre huit et douze semaines et aucune indication n'a été donnée quant au nombre de séances par semaine.

Les variables ayant été systématiquement étudiées sont le poids, la masse maigre, la masse grasse et la force musculaire maximale sur une répétition (1-RM). Selon l'étude, l'eau totale, intra et extracellulaire (99), l'épaisseur musculaire (96,98), les types de fibres musculaires (98) et la puissance anaérobie (99) ont également été étudiées.

Trois de ces quatre études ont détaillé le protocole d'entraînements de résistance instauré (96,99,101). Ces protocoles comprenaient entre trois (101) à cinq (96) entraînements par semaine. Néanmoins, l'étude d'A. Saremi (101) n'a proposé ce type d'entraînements qu'à deux des trois groupes compris dans l'étude.

La quatrième étude (98) a indiqué qu'un protocole d'entraînements en résistance a été mis en place durant l'étude, mais il n'est pas détaillé.

La totalité de ces études portait sur la créatine monohydrate (96,98,99,101). Néanmoins, l'une d'entre elles (99) étudiait également les effets de la créatine éthyle ester.

Trois de ces quatre études (98,99,101) ont supplémenté les groupes "intervention" en adaptant la quantité de créatine donnée au poids de corps des sujets. Cette quantité était de 0.3 g/kg/j (98,99,101) lors de la première semaine d'étude, puis, de 0.05 (101), de 0.075 (99) ou de 0.1 g/kg/j (98). Par exemple, un homme de 80 kg a consommé 24 grammes de créatine lors de cette première semaine (98,99,101), puis, 4 (101), 6 (99) ou 8 grammes (98).

Néanmoins, dans l'article de S. M. Cornish (96), il a été donné une même quantité de créatine à tous les participants et durant la totalité de l'étude. Elle était de neuf grammes.

Deux études ont supplémenté les groupes "intervention" exclusivement en créatine (99,101). Dans celles-ci, les groupes « contrôle » ont consommé du cellulose (101) ou du dextrose (99).

Les deux autres études ont supplémenté les groupes « intervention » en créatine, mais également en Whey Protein (96,98), en huile de tournesol (96) et/ou en glucides (98). Dans celles-ci, les groupes « contrôle » ont uniquement consommé de la Whey Protein (96,98), de l'huile de tournesol (96) et/ou des glucides (98).

La consommation de ces compléments a systématiquement été répartie sur la journée (96,98,99,101). Dans les  $\frac{3}{4}$  de ces études (96,98,101), trois prises par jour étaient effectuées. Dans la dernière (99), deux prises par jour étaient indiquées.

Trois de ces quatre articles ont précisé que les sujets ont été supplémentés chaque jour d'étude (98,99,101), contrairement à la quatrième qui n'a indiqué que les moments de prise lors des jours d'entraînement (96).

Dans ces quatre études, l'alimentation des sujets a uniquement été relevée et il a été démontré que les apports en énergie et en macronutriments étaient significativement identiques entre les groupes (96,98,99,101).

Deux de ces quatre études ont bénéficié d'un soutien monétaire de la part de l'industrie des compléments alimentaires, (96,99). Une étude n'a donné aucune indication à ce sujet (101) et la dernière n'a pas été soutenue financièrement, mais son investigateur principal est consultant pour une marque de compléments alimentaires (98).

#### 6.6.1 Résultats de la créatine sur la masse maigre

Les deux études, où les groupes « intervention » ont été supplémentés en créatine de manière exclusive ont démontré des résultats opposés (99,101). L'une d'elles (101) a montré que la consommation de créatine monohydrate permettait une augmentation de la masse maigre supérieure à la prise de cellulose. A contrario, la deuxième (99) a observé une augmentation de la masse maigre similaire entre les prises de créatine, monohydrate ou éthyle ester, et de glucides.

Quant à la combinaison de créatine monohydrate et de Whey Protein, dans une première étude (96), elle a permis une augmentation de la masse maigre, tandis que la consommation de Whey Protein seule l'a diminué. Néanmoins, une autre étude a montré une augmentation similaire entre les prises de créatine monohydrate seule et de celle-ci accompagnée de Whey Protein (98).

La créatine monohydrate a également été combinée à des glucides (98). Cette combinaison a permis une augmentation de la masse maigre supérieure à la prise de glucides seuls. De plus, dans cette même étude, cette alliance a permis une augmentation plus importante que celle de Whey Protein et de créatine monohydrate.

Tableau 13 : Evolution de la masse maigre des études sur la Cr

REF	Créatine	Autre groupe	Autre groupe	Glucides
(101)	60.40 ± 1.0 kg à 63.00 ± 1.3 kg soit un gain de 2.6 kg	PL + RT : 60.28 ± 1.5 kg à 62.31 ± 1.3 kg soit un gain de 2.03 kg	PL sans RT : 59.75 ± 1.1 kg à 59.81 ± 1.3 kg soit un gain de 0.06 kg	///////// /////////
(96)	Evolution tous groupes confondus : 60.0 ± 11.6 kg à 61.1 ± 11.6 kg soit un gain d'1.1 kg. Pas de chiffres concernant chaque groupe.			
(98)	CrCHO : 67.0 ± 2.6 kg à 71.3 ± 3.0 kg soit un gain de 4.3 kg	CrWP : 67.9 ± 2.6 kg à 71.3 ± 2.8 kg soit un gain de 3.4 kg	WP : 59.0 ± 3.2 kg à 61.3 ± 3.0 kg soit un gain de 2.3 kg	62.3 ± 2.8 kg à 63.0 ± 2.7 kg soit un gain de 0.7 kg
(99)	CM : 63.27 (10.79) kg à 65.12 (11.39) kg soit un gain d'1.85 kg	CEE : 59.06 (8.46) kg à 60.11 (8.11) kg soit un gain d'1.05 kg	///////// /////////	54.55 (10.05) kg à 56.25 (10.22) kg soit un gain d'1.7 kg

### 6.6.2 Résultats de la créatine sur l'eau corporelle

Seule l'étude de M. Spillane (99) a étudié les effets de la créatine sur l'eau totale, intra et extracellulaire. Ces trois compartiments ont augmenté de manière identique dans les trois groupes consommant de la créatine monohydrate ou éthyle ester, ou un placebo glucidique.

Tableau 14 : Evolution de l'eau corporelle de l'étude sur la Cr

(99)	CM	CEE	PL
<b>Eau totale</b>	46.34 (6.38) kg à 48.98 (7.28) kg soit un gain de 2.64 kg	41.51 (5.77) kg à 43.46 (6.10) kg soit un gain de 1.95 kg	42.36 (8.68) kg à 44.79 (7.49) kg soit un gain de 2.42 kg
<b>Eau intracellulaire</b>	27.91 (3.97) kg à 30.43 (4.62) kg soit un gain de 2.52 kg	25.03 (3.98) kg à 26.04 (4.03) kg soit un gain d'1.01 kg	24.90 (5.94) kg à 27.42 (4.30) kg soit un gain de 2.51 kg
<b>Eau extracellulaire</b>	18.44 (2.52) kg à 18.55 (2.73) kg soit un gain de 0.11 kg	16.47 (2.06) kg à 17.42 (2.24) kg soit un gain de 0.95 kg	16.94 (3.80) kg à 17.36 (3.29) kg soit un gain de 0.42 kg

### 6.6.3 Résultats de la créatine sur la masse grasse

Une seule étude a relevé une diminution de la masse grasse (99). Les prises de créatine monohydrate ou de glucides l'ont permis de façon identique, contrairement à la prise de créatine éthyle ester.

Les trois autres études n'ont relevé aucun changement (96,98,101).

Tableau 15 : Evolution de la masse grasse des études sur la Cr

REF	Créatine	Autre groupe	Autre groupe	Glucides
(101)	14.51 ± 2.6 kg à 14.03 ± 2.3 kg soit une perte de 0.48 kg	PL + RT : 13.64 ± 1.9 kg à 13.15 ± 1.8 kg soit une perte de 0.49 kg	PL sans RT : 13.86 ± 2.8 kg à 13.82 ± 2.9 kg soit une perte de 0.04 kg	///////// /////////
(96)	Pas de chiffres	Pas de chiffres	/////////	/////////
(98)	CrCHO : 16.6 ± 2.6 kg à 17.0 ± 2.1 kg soit un gain de 0.4 kg	CrWP : 15.9 ± 2.5 kg à 16.6 ± 2.6 kg soit un gain de 0.7 kg	WP : 10.6 ± 1.9 kg à 11.0 ± 1.6 kg soit un gain de 0.4 kg	13.2 ± 2.8 kg à 14.0 ± 2.9 kg soit un gain de 0.8 kg
(99)	CM : 21.55 (12.63) kg à 20.08 (12.15) kg soit une perte d'1.47 kg	CEE : 10.44 (7.28) kg à 10.88 (7.88) kg soit un gain de 0.44 kg	///////// /////////	14.34 (8.92) kg à 13.68 (8.94) kg soit une perte de 0.66 kg

#### 6.6.4 Résultats de la créatine sur le poids

Trois des quatre études ont observé une augmentation du poids similaire entre les groupes (96,98,99). La quatrième n'a, toutefois, relevé aucun changement (101).

Tableau 16 : Evolution du poids des études sur la Cr

REF	Créatine	Autre groupe	Autre groupe	Glucides
(101)	77.71 ± 2.0 kg à 79.83 ± 2.2 kg soit un gain de 2.12 kg	PL + RT : 77.0 ± 2.2 kg à 78.58 ± 2.3 kg soit un gain d'1.58 kg	PL sans RT : 76.74 ± 2.1 kg à 76.77 ± 1.9 kg soit un gain de 0.03 kg	///////// /////////
(96)	Evolution tous groupes confondus : 76.8 ± 13.3 kg à 78.1 ± 13.3 kg soit un gain d'1.3 kg. Pas de chiffres concernant chaque groupe.			
(98)	CrCHO : 84.2 ± 4.9 kg à 88.2 ± 5.0 kg soit un gain de 4 kg	CrWP : 83.9 ± 4.8 kg à 87.9 ± 5.0 kg soit un gain de 4 kg	WP : 69.7 ± 5.0 kg à 72.3 ± 4.3 kg soit un gain de 2.6 kg	75.6 ± 4.7 kg à 77.0 ± 4.8 kg soit un gain d'1.4 kg
(99)	CM : 89.42 (22.08) kg à 90.09 (22.86) kg soit un gain de 0.67 kg	CEE : 73.69 (14.94) kg à 75.32 (15.21) kg soit un gain d'1.63 kg	///////// /////////	77.91 (18.36) kg à 78.80 (18.50) kg soit un gain de 0.89 kg

#### 6.6.5 Résultats de la créatine sur les performances physiques

Dans ces études, les performances physiques ont été mesurées par la force maximale sur une répétition (1-RM) (96,98,99,101) et, pour une d'entre elles, par la puissance anaérobie (99).

Ces quatre études ont relevé une augmentation de la force maximale sur une répétition (1-RM) lors de la consommation de créatine (96,98,99,101).

Parmi les deux études où la créatine a été consommée de manière exclusive dans les groupes « intervention », celle d'A. Saremi (101) a relevé que l'amélioration de la force (1-RM) était plus grande dans le groupe consommant de la créatine monohydrate que dans les groupes consommant de la cellulose. L'article de M. Spillane (99) a, néanmoins, observé que l'augmentation de cette variable était semblable entre les groupes consommant de la créatine monohydrate, de la créatine éthyle ester ou du dextrose.

Quant aux deux autres études, celle de S. M. Cornich (96) a eu pour résultat une plus grande augmentation de la force (1-RM) dans le groupe consommant de la créatine monohydrate et de la Whey Protein que dans le groupe consommant uniquement ce type de protéines. L'étude de P. J. Cribb (98), a relevé que les groupes consommant de la créatine monohydrate, accompagnée de Whey Protein ou de glucides, ont augmenté de la même manière leur force que le groupe consommant uniquement de la Whey Protein et d'une plus grande manière que le groupe consommant uniquement des glucides.

Quant à la puissance anaérobie, l'étude de M. Spillane (99) a relevé une augmentation semblable de ce paramètre entre les groupes consommant de la créatine monohydrate, de la créatine éthyle ester ou un placebo glucidique.

Tableau 17 : Evolution des performances physiques des études sur la Cr

REF	Créatine	Autre groupe	Autre groupe	Glucides
(101)	Force (1-RM) : au développé couché : 54.5 ± 7.1 kg à 71.75 ± 7.7 kg soit un gain de 17.25 kg A la leg press : 145.62 ± 12.9 kg à 166.87 ± 12.5 kg soit un gain de 21.25 kg	PL + RT : force (1-RM) : au développé couché : 53.37 ± 8.0 kg à 63.02 ± 10.1 kg soit un gain de 9.65 kg A la leg press: 156.37 ± 14.2 kg à 172.12 ± 14.5 kg soit un gain de 15.75 kg	PL sans RT : force (1-RM) : au développé couché : 52.25 ± 7.1 kg à 52.62 ± 8.0 kg soit un gain de 0.37 kg A la leg press : 155.25 ± 13.6 kg à 155.62 ± 15.2 kg soit un gain de 0.37 kg	///////// /////////
(96)	Evolution tous groupes confondus : force (1-RM) : au développé couché : 123 ± 50 kg à 136 ± 50 kg soit un gain de 13 kg. A la leg press : 217 ± 66 kg à 235 ± 75 kg soit un gain de 18 kg. Pas de chiffres concernant chaque groupe.			
(98)	Pas de chiffres	Pas de chiffres	Pas de chiffres	Pas de chiffres
(99)	CM : force (1-RM) "relative" : au développé couché : 1.06 (.20) kg/kg à 1.21 (.22) kg/kg soit un gain de 0.5 kg/kg A la leg press : 3.37 (.53) kg/kg à 3.85 (.81) kg/kg soit un gain de 0.48 kg/kg Puissance anaérobie : 679 (128) (W/kg) à 713 (128) (W/kg) soit un gain de 34 (W/kg)	CEE : force (1-RM) "relative" : au développé couché : 1.05 (.28) kg/kg à 1.12 (.29) kg/kg soit un gain de 0.07 kg/kg A la leg press: 3.46 (.71) kg/kg à 3.87 (.72) kg/kg soit un gain de 0.41 kg/kg Puissance anaérobie : 615 (93) (W/kg) à 648 (97) (W/kg) soit un gain de 33 (W/kg)	///////// /////////	Force (1-RM) "relative" : au développé couché : 1.04 (.26) kg/kg à 1.15 (.20) kg/kg soit un gain de 0.11 kg/kg A la leg press : 3.55 (.93) kg/kg à 3.83 (.96) kg/kg soit un gain de 0.28 kg/kg Puissance anaérobie : 623 (136) (W/kg) à 657 (177) (W/kg) soit un gain de 34 (W/kg)

## 6.7 Résultats des acides aminés

Cinq études portant sur les acides aminés ont été incluses dans ce travail (93,95,97,102,104). Parmi elles, trois ont étudié la citrulline malate (93,97,104), une a étudié la bêta-alanine (102) et une a étudié le D-Aspartic acid (95). Etant donné qu'il ne s'agit pas d'un seul et même acide aminé, ceux-ci ont été abordés de manière individuelle.

### 6.7.1 Résultats de la citrulline malate

Les trois études ayant étudié la citrulline malate ont eu une durée de deux semaines (93,97,104)

Un total de 96 sujets, dont 81 hommes et 15 femmes, a été inclus dans ces études (93,97,104). Une seule d'entre elles a inclus des sujets féminins (97).

L'âge des participants allait de 23 (97) à 29 (93) ans et sa moyenne était de 25.3 ans.

Ces 96 sujets étaient entraînés en résistance avant le début des différentes études. Ils l'étaient depuis au minimum six mois (93) à un an (97,104) et s'entraînaient entre deux (97) et trois (93,104) fois par semaine.

Deux de ces études ont instauré une séance de familiarisation à l'entraînement de résistance avant leur début (93,104), contrairement à celle de J. M. Glenn (97).

Elles ont toute étudié les performances physiques en mesurant le nombre de répétitions effectué par les sujets (93,97,104). Selon l'étude, les douleurs musculaires (93) le lactate sanguin (104), le rythme cardiaque (97,104), la pression artérielle (104) et l'effort perçu (97) ont également été étudiés.

Dans deux de ces trois articles (93,104), il est indiqué que les sujets se sont entraînés en résistance durant ces études. Dans celle de J. Perez-Guisado (93), les participants se sont entraînés cinq jours par semaine. Tandis que dans l'étude de B. Wax (104), ils se sont entraînés trois jours par semaine. L'étude de J. M. Glenn (97) n'a pas donné d'indications quant à ce point.

Dans ces trois études (93,97,104), les groupes ont été croisés entre les deux moments de mesure. Les sujets ayant consommé la citrulline malate lors de la première mesure, ont donc consommé le placebo lors de la deuxième et les sujets ayant consommé le placebo lors de la première, ont consommé la citrulline malate lors de la deuxième.

De plus, une semaine séparait ces deux moments de mesure, ce qui a permis une élimination des possibles effets de ces suppléments.

La citrulline malate et le placebo ont été consommés à deux reprises, une heure avant les deux moments de mesure. Huit grammes de citrulline malate ont systématiquement été consommés. Le placebo était composé de glucides simples dans la totalité de ces études (93,97,104).

L'alimentation des participants été relevée dans deux de ces études. Dans celle de B. Wax (104), les apports en calories et en macronutriments des sujets étaient significativement identiques entre les groupes. Dans celle de J. M. Glenn (97), le groupe "intervention" a consommé davantage de calories, de protéines et de lipides, et moins de glucides que le groupe « contrôle ».

Quant au financement de ces études, deux n'ont pas été soutenues financièrement par l'industrie des compléments alimentaires (97,104). Celle de J. Perez-Guisado (93) n'a donné aucune indication à ce sujet.

Enfin, le nombre de répétitions effectué était systématiquement plus grand dans le groupe supplémenté en citrulline malate que dans le groupe « contrôle » (93,97,104). De plus, l'étude de J. M. Glenn (97) a relevé que cette différence était plus grande à la leg press qu'au développé couché.

Tableau 18 : Evolution des performances physiques des études sur la C-M

REF	Citrulline malate	Glucides	Différence
(93)	Troisième série : 8.22 ± 1.56 répétitions Huitième série : 5.49 ± 1.53 répétitions	Troisième série : 7.44 ± 1.58 répétitions Huitième série : 3.59 ± 1.40 répétitions	Troisième série : 0.78 ou 10.48% de répétitions supplémentaires effectuées par le groupe "intervention" Huitième série : 1.9 ou 52.92% de répétitions supplémentaires effectuées par le groupe "intervention"
(104)	Somme des répétitions effectuées aux tractions prise pronation : 32.2 ± 5.6 répétitions Somme des répétitions effectuées aux tractions prise supination : 32.1 ± 7.1 répétitions Somme des répétitions effectuées aux pompes : 97.7 ± 36.1 répétitions	Somme des répétitions effectuées aux tractions prise pronation : 28.4 ± 7.1 répétitions Somme des répétitions effectuées aux tractions prise supination : 26.6 ± 5.6 répétitions Somme des répétitions effectuées aux pompes : 89.1 ± 37.4 répétitions	Tractions prise pronation : 3.8 répétitions supplémentaires effectuées par le groupe "intervention" Tractions prise supination : 5.5 répétitions supplémentaires effectuées par le groupe "intervention" Pompes : 8.6 répétitions supplémentaires effectuées par le groupe "intervention"
(97)	Somme des répétitions effectuées au développé couché : 34.1 ± 5.7 répétitions Somme des répétitions effectuées à la leg press : 66.73 ± 30.49 répétitions	Somme des répétitions effectuées au développé couché : 32.9 ± 6.0 répétitions Somme des répétitions effectuées à la leg press : 55.13 ± 20.64 répétitions	Développé couché : 1.2 répétitions supplémentaires effectuées par le groupe "intervention" Leg press : 11.6 répétitions supplémentaires effectuées par le groupe "intervention"

### 6.7.2 Résultats de la bêta-alanine

Une étude portant sur ce supplément a été incluse dans ce travail (102). Sa durée était de huit semaines.

Elle a comporté 16 sujets qui étaient tous de sexe féminin. Leur âge était de 21 ans en moyenne.

Les participantes ne s'entraînaient pas en résistance depuis au minimum deux ans. De plus, une séance de familiarisation à cette pratique n'a pas été mise en place. Néanmoins, quatre entraînements en résistance par semaine ont été instaurés durant l'étude.

Les variables ayant été étudiées sont la masse maigre, la masse grasse, la force, le nombre de répétitions effectué, le volume d'entraînement, les performances aux sauts vertical et en longueur, la puissance anaérobie et la VO2Max.

Le groupe "intervention" a consommé 3.4 grammes de bêta-alanine et 1.6 grammes de maltodextrine, tandis que le groupe « contrôle » a consommé cinq grammes de maltodextrine. Ces suppléments ont été consommés avant chaque entraînement. De plus, après chacune de ces séances, 28 grammes de Whey Protein Isolate ont été consommés par les deux groupes.

L'alimentation des sujets a été relevée et il est apparu que leurs apports en calories et en macronutriments étaient significativement identiques entre les groupes.

Concernant les sources de financement de cette étude, les auteurs n'ont donné aucune précision.

Finalement, les deux groupes ont augmenté leur masse maigre et ont diminué leur masse grasse de la même manière. Ils ont également augmenté de manière identique leur force maximale sur une répétition (1-RM), leur volume d'entraînement et leurs performances au saut vertical.

Quant au nombre de répétitions effectué à la leg press, seul le groupe supplémenté en bêta-alanine a vu ce nombre augmenter.

Enfin, aucun des groupes n'a augmenté le nombre de répétitions effectué au développé couché, sa puissance anaérobie et ses performances au saut en longueur.

Tableau 19 : Evolution des variables de l'étude sur la BA

(102)	Masse maigre	Masse grasse	Force (1-RM)	Nombre de répétitions	Volume d'entraînement	Puissance anaérobie	Sauts vertical et en longueur
<b>BA</b>	40.2 ± 3.4 kg à 41.1 ± 2.4 kg soit un gain de 0.9 kg	17.5 ± 5.7 kg à 17.3 ± 5.7 kg soit une perte de 0.2 kg	Développé couché : 91.4 ± 9.0 kg à 100.0 ± 11.9 kg soit un gain de 8.6 kg Leg press : 466.4 ± 81.1 kg à 652.1 ± 102.0 kg soit un gain de 185.7 kg	Développé couché : 17.2 ± 4.8 à 20.4 ± 6.4 répétitions soit un gain de 3.2 répétitions Leg press : 26.6 ± 9.9 à 27.5 ± 7.9 répétitions soit un gain de 0.9 répétition	Pas de chiffres concernant l'évolution. Moyenne : 43.055 ± 4.579 kg	667.1 ± 141.1 watts à 690.0 ± 14.9 watts soit un gain de 22.9 watts	Vertical : 51.2 ± 4.3 cm à 55.1 ± 5.6 cm soit un gain de 3.9 cm En longueur : 189.3 ± 21.8 cm à 195.3 ± 18.6 cm soit un gain de 6 cm
<b>PL</b>	38.7 ± 4.7 kg à 39.9 ± 4.6 kg soit un gain d'1.2 kg	18.4 ± 5.2 kg à 17.7 ± 4.5 kg soit une perte de 0.7 kg	Développé couché : 77.8 ± 13.7 kg à 90.0 ± 12.5 kg soit un gain de 12.2 kg Leg press : 466.1 ± 49.4 kg à 628.3 ± 59.2 kg soit un gain de 162.2 kg	Développé couché : 18.7 ± 6.1 à 23.3 ± 4.3 répétitions soit un gain de 4.6 répétitions Leg press : 26.3 ± 8.3 à 21.8 ± 3.9 répétitions soit une perte de 4.5 répétitions	Pas de chiffres concernant l'évolution. Moyenne : 34.646 ± 3.965 kg	564.0 ± 119.3 watts à 620.3 ± 125.9 watts soit un gain de 56.3 watts	Vertical : 48.5 ± 4.9 cm à 50.1 ± 5.0 cm soit un gain d'1.6 cm En longueur : 169.3 ± 17.1 cm à 174.0 ± 19.2 cm soit un gain de 4.7 cm

### 6.7.3 Résultats du D-Aspartic acid

Une étude investiguant les effets de ce supplément a été incluse dans ce travail (95). Elle a eu une durée de quatre semaines.

20 hommes âgés en moyenne de 22.8 ans y ont participé. Ces sujets s'entraînaient en résistance depuis au moins un an et trois jours par semaine au minimum.

Une séance de familiarisation à ce type d'entraînement n'a pas été instaurée, mais un protocole d'entraînements a été mis en place durant l'étude. Ce protocole comprenait quatre entraînements par semaine.

Les variables étudiées sont la masse maigre, la masse grasse, l'eau corporelle, le poids, la force et les taux hormonaux de l'axe hypothalamo-pituitaire-gonadique.

Chaque jour, le groupe « intervention » consommait trois grammes de D-Aspartic acid, tandis que le groupe « contrôle » consommait un placebo composé de gomme guar.

L'alimentation des sujets a été relevée. Les apports en calories et en macronutriments étaient significativement similaires entre les deux groupes.

Cette étude a été soutenue financièrement par une marque de compléments alimentaires. Ce soutien s'est fait sous forme matérielle.

#### 5.4.3.1 Résultats du D-Aspartic acid sur les différentes variables

La masse maigre et le poids ont augmenté de manière identique dans les deux groupes. La masse grasse et l'eau corporelle n'ont, toutefois, pas évolué à travers l'étude.

La force maximale sur une répétition (1-RM) a augmenté de la même manière au sein des deux groupes, mais uniquement à la leg press. La force au développé couché n'a, quant à elle, pas changé.

Tableau 20 : Evolution des variables de l'étude sur la DA

(95)	Masse maigre	Masse grasse	Poids	Eau corporelle	Force (1-RM)
<b>DA</b>	56.43 ± 7.04 kg à 57.74 ± 7.05 kg soit un gain d'1.31 ± 1.37 kg	9.59 ± 3.66 kg à 8.72 ± 3.13 kg soit une perte de 0.86 ± 1.22 kg	74.03 ± 8.06 kg à 75.60 ± 7.90 kg soit un gain d'1.57 ± 1.14 kg	45.04 ± 3.52 kg à 45.36 ± 3.66 kg soit un gain de 0.31 ± 2.22 kg	Développé couché : 1.14 ± 0.18 kg/kg à 1.29 ± 0.16 kg/kg soit un gain de 0.15 ± 0.04 kg/kg Leg press : 4.71 ± 0.77 kg/kg à 5.53 ± 0.69 kg/kg soit un gain de 0.81 ± 0.23 kg/kg
<b>PL</b>	58.88 ± 7.71 kg à 60.32 ± 8.91 kg soit un gain d'1.44 ± 2.41 kg	15.35 ± 10.34 kg à 13.43 ± 8.10 kg soit une perte de 1.91 ± 3.12 kg	80.99 ± 18.43 kg à 82.30 ± 17.53 kg soit un gain d'1.31 ± 1.32 kg	46.52 ± 5.76 kg à 46.00 ± 5.48 kg soit une perte de 0.51 ± 0.69 kg	Développé couché : 1.07 ± 0.35 kg/kg à 1.19 ± 0.39 kg/kg soit un gain de 0.12 ± 0.05 kg/kg Leg press : 3.85 ± 1.22 kg/kg à 4.38 ± 1.42 kg/kg soit un gain de 0.53 ± 0.33 kg/kg

## 7. Discussion de la Whey Protein

### 7.1 Rappel des résultats de la Whey Protein

La majorité des études montre que les groupes consommant de la Whey Protein ont augmenté leur masse maigre d'une plus grande manière qu'un placebo glucidique (100,103,106) et que les protéines de soja (100). Ces groupes ont également vu une diminution plus forte de leur masse grasse que ceux sous placebo (103,105,106). Les sujets supplémentés en Whey Protein n'ont cependant pas perçu plus de bénéfices sur ces mêmes variables que ceux consommant des protéines de bœuf, de poulet (106) et de riz (94).

Quant aux autres variables, la masse maigre sèche a été améliorée de manière similaire par ces protéines et par des glucides (105). Il en est de même pour le poids qui a effectivement été augmenté de façon identique par ces mêmes protéines, celles du soja et des hydrates de carbone (98,100).

En ce qui concerne les performances physiques, les résultats diffèrent. La force (94,100,103,105,106) et le nombre de répétitions effectué (105) se sont accrus de manière similaire entre les groupes consommant ces protéines, celles du bœuf, du poulet (106), du riz (94) et du soja (100), et des glucides (100,103,105,106).

Par ailleurs, la puissance anaérobie a été augmentée d'une plus grande manière par la prise de Whey Protein que par celle de glucides et de protéines de bœuf et de poulet (106), mais de façon identique par la consommation de protéines de riz (94).

D'autre part, seuls 48 des 278 participants de ces études étaient de sexe féminin.

### 7.2 Effets de la quantité et de la qualité des protéines sur les résultats de la Whey Protein

#### 7.2.1 Introduction

Bien que les apports alimentaires en protéines étaient statistiquement identiques dans toutes les études, des différences notoires subsistent lorsque les valeurs absolues sont prises en compte. Nous avons remarqué que dans la majorité d'entre elles (98,100,105,106), la supplémentation en protéines des groupes "intervention" leur a permis d'avoir des apports protéiques totaux supérieurs à ceux des groupes "contrôle". Nous pouvons ainsi nous demander si les bénéfices supplémentaires sur la masse maigre, la masse grasse et la puissance anaérobie, observés chez les groupes "intervention", ont été permis par les qualités de la Whey Protein ou si un apport protéique équivalent, par l'alimentation ou un autre supplément protéique, aurait permis ces mêmes effets.

Afin d'illustrer cette interrogation, nous avons un exemple : si les apports protéiques des sujets sont identiques dans les différents groupes, supplémenter un de ces groupe en protéines augmente son apport protéique total, ce qui pourra peut-être lui permettre de présenter davantage de bénéfices sur ces variables que le groupe non-supplémenté. Afin d'observer si cette supplémentation présente réellement des bénéfices, l'idéal aurait été d'augmenter l'apport protéique par l'alimentation du groupe non-supplémenté.

## 7.2.2 Masse maigre

### *Données*

Selon le tableau 21 présenté en annexe V, l'apport protéique total de tous les sujets était compris entre 1.1 et 3.3 g/kg/j. Selon l'étude, ce total comptabilisait ou non la supplémentation protéique. Ces apports correspondent ainsi aux recommandations en protéines citées dans le cadre de référence de ce travail qui vont de 0.8 à 3 g/kg/j. Par conséquent, leurs besoins en protéines étant couverts, ces apports suffisaient à promouvoir l'anabolisme musculaire (44).

Tel que nous l'avons mentionné dans le cadre de référence, la supplémentation en Whey Protein a permis une augmentation de la masse maigre dans la totalité des études (56,59).

Trois de ces études (100,103,106) ont observé que les participants consommant des protéines de lactosérum ont davantage augmenté leur masse maigre que les sujets consommant des glucides, malgré que ces derniers aient eu un apport protéique compris dans les recommandations citées précédemment.

Le premier de ces articles (103) indique que les apports protéiques totaux des sujets étaient identiques entre les différents groupes, qu'ils aient été supplémentés en protéines ou pas. Malgré cela, les groupes supplémentés ont davantage augmenté leur masse maigre que le groupe "contrôle".

Dans l'étude de J. S. Volek (100), les groupes supplémentés en protéines ont eu un apport protéique total identique. Il était néanmoins supérieur à celui du groupe "contrôle". Malgré cette consommation similaire entre les groupes supplémentés, le groupe WP a davantage augmenté sa masse maigre que celui supplémenté en protéines de soja. Par ailleurs, ce dernier l'a augmenté de la même manière que le groupe consommant des glucides.

Le troisième article (106) montre des apports en protéines alimentaires supérieurs à 2 g/kg/j dans chacun des groupes. Les trois groupes supplémentés en protéines ont cependant eu un apport protéique total supérieur à celui du groupe "contrôle". Malgré ces apports importants, le groupe "contrôle" n'a pas augmenté sa masse maigre. A l'inverse, les groupes supplémentés l'ont fait de manière semblable, qu'ils aient consommé des protéines de lactosérum, de poulet ou de bœuf.

Quant aux deux études ayant relevé des bénéfices comparables sur la masse maigre entre les différentes prises (98,105), les groupes supplémentés en protéines ont eu un apport protéique total supérieur à celui des groupes "contrôle".

### *Développement*

Trois articles (100,103,106) laissent penser que la supplémentation en Whey Protein apporte une plus-value sur le gain de masse maigre par rapport à la consommation d'un placebo. Cependant, dans deux de ces études (100,106), les groupes supplémentés ont consommé plus de protéines que les groupes "contrôle", créant de fortes différences dans les apports.

Il n'est pas possible de dire avec certitude que ces bénéfices additionnels ont été apportés par la supplémentation en Whey Protein. En effet, ils ont pu être acquis par la quantité supplémentaire de protéines consommée plutôt que par les qualités des protéines du lactosérum. Il est logique de supposer que des effets équivalents auraient pu être obtenus par une consommation équivalente en protéines.

Cette supposition peut être partiellement levée par les résultats de plusieurs études (94,100,106). En effet, les protéines du riz (94), du poulet et du bœuf (106) ont permis une amélioration de la masse maigre semblable à celle de la Whey Protein. Seules les protéines du soja n'en ont pas été capables (100). Qui plus est, dans ces études, les apports protéiques des sujets supplémentés étaient similaires (100,106). Ceci renforce l'idée que les gains additionnels sur la masse maigre proviennent des apports protéiques supplémentaires plutôt que de la consommation de Whey Protein en tant que telle.

Le doute subsiste quant à la possibilité d'arriver à de tels résultats par des apports protéiques alimentaires. Par l'explication donnée ci-dessus, nous pouvons imaginer que oui, ce qui confirmerait qu'une supplémentation en protéines n'est pas indispensable, comme nous l'avons expliqué dans le cadre de référence (51,57,58). D'autres études sont nécessaires afin de le confirmer. Néanmoins, nous tenons à rappeler qu'elle peut l'être en cas de restriction calorique (51), mais uniquement afin d'atteindre ses besoins protéiques et non pas en raison des possibles plus-values de la Whey Protein.

Les éléments mentionnés ci-dessus sont contredits par un autre article (103). Celui-ci a montré que la supplémentation en Whey Protein a permis une augmentation plus forte de la masse maigre que des apports protéiques alimentaires. En effet, à apports protéiques totaux égaux, les groupes supplémentés ont vu leur masse maigre augmenter davantage que le groupe "contrôle". Ceci peut être expliqué par la teneur en leucine de cette source protéique.

Au sujet des deux dernières études (98,105), malgré des apports protéiques plus élevés dans les groupes supplémentés, ces derniers ont augmenté leur masse non-grasse de la même manière que le groupe "contrôle" ce qui laisse entendre qu'une supplémentation en Whey Protein n'apporte pas de plus-value.

Afin de confirmer ces phénomènes, il aurait été pertinent d'avoir d'autres études où la totalité des sujets a consommé la même quantité de protéines, avec ou sans suppléments.

#### *Moment de prise des suppléments protéiques*

Comme nous l'avons expliqué, des apports protéiques plus élevés et/ou une supplémentation en Whey Protein peuvent justifier une augmentation plus forte de la masse maigre dans les groupes supplémentés. Par ailleurs, une autre information peut expliquer ces bénéfices additionnels. Il s'agit du moment de prise de ces compléments protéiques.

En effet, les sujets supplémentés ont systématiquement consommé une dose de protéines après l'entraînement (94,98,100,103,105,106). Or, dans le cadre de référence de ce travail, nous avons expliqué qu'un apport protéique de 20 grammes, suite à un entraînement en résistance, favorise l'anabolisme musculaire (51,58). Cette information a été confirmée par le Dr. Gojanovic, médecin du sport, qui recommande un apport de 20 à 25 grammes de protéines suite à l'entraînement afin de favoriser cette synthèse protéique musculaire. Cette donnée peut expliquer pourquoi les groupes supplémentés en protéines ont en général présenté une plus grande augmentation de la masse maigre que les groupes prenant un placebo glucidique (100,103,106).

A partir de ces éléments, nous pouvons penser que la consommation de protéines après un entraînement en résistance joue un rôle-clé dans l'augmentation de la masse non-grasse.

## *Apports en leucine*

Tel que nous l'avons expliqué dans le cadre de référence de cette revue, la leucine serait responsable des effets positifs provoqués par la Whey Protein sur la masse maigre et la force (59). La teneur de ces protéines en cet acide aminé peut donc expliquer pourquoi sa consommation a permis une plus grande augmentation de la masse maigre que la prise de glucides ou de protéines en poudre provenant d'autres sources (100,103,106).

Les protéines d'origine animale contiennent davantage de leucine que les protéines d'origine végétale. Ceci permet aux protéines d'origine animale de provoquer une plus grande synthèse protéique musculaire et une plus grande hypertrophie musculaire que celles d'origine végétale (62). Ces effets ont été vérifiés dans une partie des études incluses.

En ce qui concerne l'étude ayant comparé diverses sources protéiques d'origine animale, les protéines de poulet et de bœuf ont permis des effets similaires à ceux des protéines de lactosérum (106), ce qui rejoint les données ci-dessus.

Quant aux articles ayant comparé la Whey Protein à des protéines d'origine végétale, ceux-ci démontrent que les protéines de soja n'ont pas permis de bénéfices semblables à ces protéines (100), ce qui confirme à nouveau la littérature étudiée. Néanmoins, les protéines de riz ont permis une augmentation de la masse non-grasse équivalente aux protéines de lactosérum (94).

Ces différents résultats peuvent être expliqués par la quantité de leucine apportée par ces compléments. En effet, il est nécessaire d'en consommer entre deux et trois grammes par jour afin de maximiser ses effets sur la synthèse protéique musculaire et l'hypertrophie musculaire (62). Au-delà de cette quantité, un plateau est atteint (63,110). Le Docteur Gojanovic recommande également cette quantité de leucine afin de stimuler la synthèse protéique. Il précise que ces deux à trois grammes peuvent substituer la prise de protéines suite à un entraînement en résistance.

Nous supposons que les protéines du riz ont permis les mêmes bénéfices sur la masse non-grasse que la Whey Protein, car, dans cette étude (94), les deux groupes ont eu des apports en leucine excédant les recommandations citées ci-dessus. En effet, par la supplémentation en protéines de riz, 3.8 grammes de leucine ont été apportés. Tandis que celle en Whey Protein en a fourni 5,5 grammes.

Malgré des apports en leucine plus importants dans le groupe supplémenté en Whey Protein, il n'a pas été observé de bénéfices additionnels, ce qui indique que les deux groupes ont atteint le plateau mentionné auparavant. Ces résultats démontrent donc que ces bénéfices sont possibles en consommant deux à trois grammes de leucine, quelle que soit sa source, et qu'un apport supérieur à cette recommandation ne présente pas d'intérêt (63,110).

Quant à la comparaison entre la Whey Protein et les protéines de soja (100), nous pouvons expliquer que ces premières ont permis une plus grande augmentation de la masse maigre, car elles ont apporté la quantité recommandée de leucine, contrairement aux protéines de soja. En effet, 2,2 grammes de leucine ont été fournis par la supplémentation en protéines de lactosérum. Tandis que celle en protéines de soja n'en a fourni que 1.37 grammes, ce qui est insuffisant en regard des recommandations. Ces résultats indiquent que la teneur en leucine d'une source protéique joue un rôle majeur dans l'augmentation de la masse maigre.

Finalement, les apports en leucine joueraient un rôle majeur dans l'anabolisme musculaire, qu'ils proviennent d'une source animale ou végétale. Pour une même quantité, les protéines d'origine animale en contiennent plus que les protéines d'origine végétale. Il est tout de même possible d'atteindre les deux à trois grammes recommandés en consommant des protéines d'origine végétale. Il sera néanmoins nécessaire d'en consommer une quantité plus importante. Il est ainsi plus aisé d'atteindre ces recommandations par la consommation de protéines d'origine animale.

Par exemple, 35 grammes de protéines de riz apportent 2.75 grammes de leucine (94). Cette quantité de protéines est volumineuse et contraignante. De plus, il est compliqué de la consommer en une prise. D'un point de vue pratique, il est donc plus facile de se supplémenter en Whey Protein, car 24 grammes de cette poudre permettent un apport de 2.75 grammes de leucine.

### *Conclusion*

Les gains additionnels provoqués sur la masse maigre par la consommation de Whey Protein, par rapport à celle de glucides, peuvent donc être expliqués par de plus grands apports protéiques chez les groupes supplémentés, par la prise de protéines suite à l'entraînement en résistance et/ou par les apports en leucine permis par sa supplémentation.

#### 7.2.3 Masse maigre sèche

Seule une étude a mesuré la masse maigre sèche (105). Pour rappel, la supplémentation en Whey Protein a permis une augmentation de cette variable, ce qui rejoint les données que nous avons relevé dans le cadre de référence (60). Sa consommation permettrait donc un gain en masse musculaire, ce qui est un effet davantage concret et pertinent que l'augmentation de la masse maigre. En effet, un gain en masse non-grasse peut être composé uniquement d'eau, ce qui ne présente pas d'intérêt. Néanmoins, la consommation de glucides a permis une augmentation similaire de cette variable. Par conséquent, la Whey Protein ne permettrait pas de gain supplémentaire par rapport à ce placebo.

D'autre part, les groupes supplémentés ont eu un apport protéique total plus élevé que celui du groupe contrôle. Cette information démontre que des apports supplémentaires en protéines ne permettraient pas une plus grande amélioration de cette variable.

En tenant compte qu'un seul de ces articles a étudié cette variable, d'autres études sont nécessaires afin de confirmer ces résultats.

#### 7.2.4 Masse grasse

##### *Données des études et développement*

Parmi ces études, quatre ont relevé que la consommation de Whey Protein a permis une diminution de la masse grasse (94,103,105,106), ce qui correspond aux données du cadre de référence de notre travail (56). Parmi elles, trois ont observé que la consommation de Whey Protein a permis une plus grande diminution de cette variable que celle de glucides (103,105,106), ce qui laisse entendre que ces protéines apportent une plus-value.

Quant aux deux autres études, il n'a pas été relevé d'effets sur cette variable malgré que les sujets supplémentés en protéines aient eu un apport protéique total plus élevé (98,100).

Parmi les trois études ayant relevé une différence entre la Whey Protein et les glucides, deux (105,106) indiquent que les groupes supplémentés en protéines ont eu un apport protéique total plus élevé que celui des groupes "contrôle". Ces effets additionnels ont donc pu être apportés par cette quantité supplémentaire de protéines plutôt que par les qualités de la Whey Protein. Ceci s'est vérifié dans plusieurs études. En effet, les protéines de poulet, de bœuf (106) et de riz (94) ont diminué cette variable de la même manière que le groupe supplémenté en protéines de lactosérum. Cette information indique donc qu'un apport supplémentaire en protéines permet ces bénéfices, quel que soit la source de cet apport. Cette affirmation ne s'applique toutefois pas aux protéines de soja, car elles n'ont pas permis de diminution de cette variable (100).

Cette déduction a néanmoins été réfutée par la troisième étude ayant relevé une différence entre les protéines du lactosérum et les glucides (103). Dans celle-ci, les différents groupes ont eu des apports protéiques équivalents, supplémentés ou non en protéines, ce qui laisse penser que ces bénéfices ont été permis par les qualités de cette source protéique. Par conséquent, ces gains additionnels peuvent à nouveau être justifiés la teneur en leucine de la Whey Protein.

De manière générale, les bénéfices sur la masse grasse de la Whey Protein, par rapport aux glucides, peuvent être justifiés de la même manière que ceux sur la masse non-grasse. En effet, les apports additionnels en protéines chez les sujets supplémentés, la teneur en leucine de cette source protéique, mais également le moment de prise de protéines peuvent les expliquer. En effet, les sujets supplémentés ont systématiquement consommé des protéines suite à l'entraînement en résistance (94,103,105,106), au contraire des groupes consommant des glucides (103,105,106).

#### 7.2.5 Poids

Trois études ont étudié cette variable (98,100,105). Deux (98,100) ont observé une augmentation semblable de celle-ci entre les différents groupes, supplémentés ou non en protéines, tandis que la troisième n'a relevé aucun changement (105).

Quant aux apports protéiques totaux de leurs sujets, ils étaient systématiquement plus élevés dans les groupes supplémentés en protéines (98,100,105). Ceci ne leur a cependant pas permis d'augmenter cette variable de manière plus conséquente (98,100).

De plus, nous pouvons mentionner que le poids a augmenté entre 0.6 (105) et 3.1 kg (100). Ces augmentations sont liées aux évolutions de la masse maigre et de la masse grasse qui ont été provoquées par l'entraînement en résistance.

Par conséquent, la supplémentation en Whey Protein n'a pas apporté de bénéfice additionnel sur cette variable. Elle ne serait donc pas nécessaire si l'objectif est un gain de poids. De plus, elle n'en a pas permis une diminution, ce qui indiquerait que sa consommation n'est pas à effectuer si l'objectif est une perte de poids. Par ailleurs, d'autres facteurs doivent être pris en compte lors de cet objectif, tels que les apports caloriques.

### 7.2.6 Performances physiques

La supplémentation en Whey Protein a permis une augmentation de la force musculaire dans toutes les études (94,98,100,103,105,106), ce qui rejoint les données situées dans le cadre de référence (56).

Cette augmentation était en générale semblable entre les groupes, qu'ils aient consommé des glucides (98,100,103,105,106), de la Whey Protein ou des protéines de riz (94), de soja (100), de bœuf et de poulet (106).

Par ailleurs, les apports protéiques totaux des groupes supplémentés étaient en général supérieurs à ceux des groupes "contrôle" (98,100,105,106), ce qui n'a néanmoins pas permis aux groupes "intervention" d'augmenter davantage cette variable. La supplémentation en Whey Protein ne serait donc pas nécessaire afin d'augmenter la force musculaire.

En outre, nous aurions pu penser que l'augmentation de la masse maigre plus favorable aux groupes supplémentés aurait permis une plus grande augmentation de la force musculaire dans cette population. Il n'en a pas été le cas, ce qui indiquerait que l'évolution de la force dépend de l'entraînement en résistance.

Il est également paradoxal que la seule étude ayant montré des effets bénéfiques additionnels sur la force à la consommation de ces protéines (98), ait relevé une augmentation de la masse maigre semblable entre les différents groupes.

Concernant la puissance anaérobie, la Whey Protein a permis une augmentation équivalente à celle provoquée par les protéines de riz (94), mais supérieure à celle des glucides et des protéines de poulet et de bœuf (106). Nous pourrions justifier sa plus-value par son apport protéique additionnel, le timing de sa prise et sa teneur en leucine. Cependant, cela n'expliquerait pas les résultats contradictoires entre les différentes protéines en poudre. Ces résultats sont donc à pondérer, car un seul article a étudié cette variable et il n'a pas été possible de justifier ces différences.

De plus, la Whey Protein et des glucides ont permis une augmentation semblable du nombre de répétitions effectué (105). Une supplémentation ne serait donc pas pertinente si l'objectif est un gain additionnel sur cette variable.

## 7.3 Effets des apports caloriques sur les résultats de la Whey Protein

### 7.3.1 Introduction

La grande majorité des études a relevé des apports alimentaires en calories statistiquement semblables entre les différents groupes (98,100,103,105,106). Néanmoins, lorsque nous regardons les valeurs absolues présentes dans le tableau 22 situé en annexe VI, nous remarquons que les groupes “contrôle” de deux études ont consommé jusqu’à presque 30% de calories en plus que les groupes supplémentés en protéines (103,105). Il est donc logique de supposer que ces différences ont pu influencer les résultats.

En regard des valeurs du tableau 22, nous ne pouvons affirmer si les besoins énergétiques des sujets ont été atteints, puisque nous ne disposons pas d’une recommandation précise comme il est le cas pour les protéines. Il est nécessaire de préciser que dans trois études (94,100,106), un plan alimentaire adapté aux besoins nutritionnels des sujets leur a été donné, ce qui ne garantit toutefois pas qu’ils aient atteints leurs besoins. Nous pouvons tout de même supposer qu’ils l’ont été, puisque la masse maigre a augmenté dans la totalité des études, que ce soit dans les groupes supplémentés ou non. Or, afin de favoriser l’anabolisme musculaire, une balance énergétique positive est nécessaire (11,12).

### 7.3.2 Masse maigre

A l’exception d’une étude (98), aucun des groupes supplémentés en Whey Protein n’a consommé davantage de calories que les groupes “contrôle”. Par conséquent, les gains supplémentaires en masse maigre observés dans les groupes “intervention” ne peuvent pas être justifiés par des apports caloriques plus importants. Ainsi, l’augmentation de la masse maigre n’aurait pas été influencée par les apports énergétiques, mais plutôt par les explications données précédemment.

### 7.3.3 Masse grasse

Pour rappel, dans deux études (103,105), les groupes “contrôle” ont eu des apports caloriques supérieurs à ceux des groupes supplémentés en protéines. Bien que ceci ne soit pas statistiquement significatif, cette différence doit être relevée. Qui plus est, dans ces études, la diminution de la masse grasse a davantage été favorable aux groupes supplémentés en Whey Protein. Donc, l’apport calorique supplémentaire des groupes “contrôle” a pu être potentiellement préjudiciable à leur perte de masse grasse.

En effet, si un apport calorique supérieur aux besoins énergétiques est recommandé afin de créer de la masse maigre, un apport calorique excessif aura pour conséquence un maintien, voire une augmentation de la masse grasse.

Il semble normal que l’impact sur la masse grasse ait été plus faible si certains sujets ont eu des apports caloriques plus élevés. Ceci laisse penser que la diminution de la masse grasse plus favorable aux groupes supplémentés n’est pas à attribuer exclusivement aux effets de la Whey Protein. Ces résultats pourraient donc être expliqués par l’apport calorique excessif des groupes “contrôle” de ces deux études (103,105). Nous pouvons également supposer que les groupes supplémentés ont davantage perdu de masse grasse, car ils ont peut-être contrôlé leurs apports caloriques d’une meilleure manière que les sujets des groupes “contrôle”.

Les résultats de l’article de M. H. Sharp (106) contredisent néanmoins ce qui a été discuté ci-dessus. En effet, les apports caloriques étaient semblables entre ses différents groupes. Cette similitude n’a toutefois pas empêché aux groupes supplémentés en protéines de diminuer davantage leur masse grasse.

Il est néanmoins nécessaire d'être critique vis-à-vis de la manière dont les apports caloriques des sujets ont été relevés dans cette étude. En effet, les participants les ont quantifiés eux-mêmes à l'aide d'une application pour smartphone, ce qui peut ne pas être fiable et objectif. Tandis que dans les autres études, l'alimentation des sujets a été relevée à partir de carnets alimentaires où les sujets inscrivaient les aliments consommés. Puis, à partir de ces relevés, les investigateurs calculaient leurs apports. Cette méthode semble être de confiance et crédible, contrairement à la première.

Par conséquent, les apports relevés dans cette étude peuvent être remis en cause, ce qui nous empêche de faire des liens entre les apports caloriques relevés et les effets sur la masse grasse de cette étude.

#### **7.4 Avis d'expert et aspects pratiques de la supplémentation en Whey Protein**

Selon le Docteur Gojanovic, une cible protéique de l'ordre d'1.5 g/kg/j semble être correcte. Lorsqu'un sportif n'atteint pas cette cible par l'alimentation, la supplémentation peut être envisagée. Il a précisé qu'il devait premièrement tenter de l'atteindre par l'alimentation.

La quantité de Whey Protein qu'il recommande est de 20 à 25 grammes, à consommer immédiatement après l'entraînement, un des moments les plus propices à l'anabolisme musculaire. Une seconde dose peut être consommée avant le coucher, puisque le sommeil est l'autre moment clé de la synthèse protéique musculaire. Par ailleurs, il a relevé qu'une boisson lactée, si elle contient la quantité appropriée de protéines, agit de la même façon que la Whey Protein.

La quantité qu'il recommande est inférieure à celle qui a été donnée aux groupes supplémentés dans les études incluses (94,98,100,103,105,106). Toutefois, si nous devons recommander une quantité, nos conseils iraient dans le sens de ce que recommande ce médecin, ainsi que dans celui de la littérature étudiée dans le cadre de référence de ce travail. En effet, nous avons relevé que la consommation de cette dose, suite à un entraînement en résistance, favorise l'anabolisme musculaire (51), car elle contient la quantité recommandée de leucine (63,110).

Un des moments de prise qu'il recommande le plus est celui après l'entraînement. Il s'agit également de celui qui a été le plus souvent relevé dans les études (94,98,100,103,105,106). A la vue de ces éléments, nous recommanderions également la prise de protéines suite à un entraînement en résistance.

Une des plus-values de la Whey Protein est, selon cet expert, l'aspect pratique de sa consommation. En effet, la supplémentation est simple, car il suffit de mélanger une quantité de Whey Protein à de l'eau. Par ailleurs, elle permet un apport protéique rapide suite à un entraînement en résistance. A l'opposé, la consommation d'aliments est contraignante et nécessite davantage de temps.

D'autre part, ce médecin nous a indiqué qu'une autre des qualités des protéines de lactosérum est sa teneur en leucine, car 20 à 25 grammes de celles-ci apportent deux à trois grammes de leucine. Il a expliqué que cet acide aminé joue un rôle-clé dans la synthèse protéique et la réponse musculaire à l'entraînement, ce que nous avons également relevé (63,110).

## **7.5 Conclusion sur la Whey Protein**

La supplémentation en Whey Protein a systématiquement permis des bénéfices sur toutes les variables. Cependant, elle n'a pas montré de meilleurs résultats sur toutes les variables par rapport à la prise d'autres sources protéiques ou de glucides.

Concernant la composition corporelle, les bénéfices supplémentaires observés peuvent être expliqués par les apports protéiques additionnels, par le moment de prise de ces compléments et, particulièrement, par les apports en leucine permis par les supplémentations.

Quant aux performances physiques, les gains additionnels sur la puissance anaérobie, constatés chez les groupes supplémentés, n'ont pas pu être expliqués. Il est donc nécessaire de les nuancer.

Finalement, ces résultats sont difficilement applicables aux femmes. En effet, seulement 17% des participants étaient de sexe féminin. Des études sont donc nécessaires afin de déterminer les effets de ce supplément sur cette population.

## **8. Discussion de la créatine**

### **8.1 Rappel des résultats de la créatine**

Dans les articles inclus, les effets de la créatine sur la masse maigre étaient contradictoires. Une partie importante de ces études (96,98,101) a présenté des bénéfices supplémentaires à la prise de créatine par rapport à d'autres compléments, tandis que les autres (98,99) ont présenté des bénéfices semblables entre les groupes "intervention" et "contrôle".

Il est nécessaire de souligner la combinaison de créatine monohydrate et de glucides a davantage amélioré cette variable que la prise de celle-ci accompagnée de Whey Protein, ce qui peut paraître incohérent, car les deux groupes ont consommé de la créatine.

La majorité des études a observé une augmentation du poids similaire entre les groupes consommant de la créatine, monohydrate ou éthyle ester, et ceux n'en consommant pas (96,98,99).

Un seul article a étudié les effets de la créatine sur l'eau corporelle (99). Ses résultats montrent que les créatine, monohydrate et éthyle ester, et des glucides ont augmenté de la même manière cette variable.

Quant à la masse grasse, une seule étude en a relevé sa diminution (99). Les prises de créatine monohydrate et de glucides l'ont diminué de façon identique, ce qui n'a pas été le cas avec la prise de créatine éthyle ester.

Les effets de de la créatine sur la force étaient également contradictoires. La moitié des études (96,101) a présenté davantage de bénéfices à la prise de créatine par rapport au groupe "contrôle", tandis que l'autre moitié (98,99) a présenté des effets similaires entre les groupes.

Seul un article a étudié la puissance anaérobie (99). Il a été relevé une augmentation similaire de celle-ci entre les groupes consommant de la créatine monohydrate ou éthyle ester, ou des glucides.

Pour rappel, parmi les 152 sujets ayant participé à ces quatre études, 17 étaient des femmes.

### **8.2 Mise en perspective des résultats de la créatine par rapport à la littérature existante**

Les effets observés de la créatine sur la masse maigre, le poids, l'eau corporelle et les performances physiques rejoignent ceux listés dans le cadre de référence (44,51,57). Par ailleurs, nous y avons relevé que cette supplémentation augmente les stocks musculaires en créatine, ce qui peut justifier ces bénéfices (64).

Dans le rappel des résultats de la créatine, nous expliquons que la combinaison de créatine et de glucides a amélioré la masse maigre d'une plus grande manière que l'association de celle-ci à de la Whey Protein (98). Cette différence peut paraître incohérente, mais nous pouvons l'expliquer par un élément que nous avons apporté dans le cadre de référence. En effet, la prise de créatine et de glucides améliore l'absorption de cette première (64). Par conséquent, il est logique de supposer que cette combinaison permet de meilleurs résultats que d'autres prises, car la créatine est davantage absorbée par cette alliance. Néanmoins, ceci s'est uniquement vérifié sur la masse maigre. Les bénéfices supplémentaires permis par la combinaison de créatine et de glucides sont donc à pondérer.

En outre, dans le cadre de référence de cette revue, nous soulevons le fait que la consommation de protéines et de glucides présente des effets équivalents à ceux de la créatine (57). Ceci s'est vérifié par les résultats de certains des articles retenus (98,99), ce qui laisse penser que le besoin de se supplémenter en créatine n'existe pas. Cette information ne peut cependant pas être avancée avec certitude, car certaines études ont démontré des gains additionnels à sa consommation (96,98,101).

### **8.3 Lien entre la masse maigre et la force musculaire**

Il est important de souligner que parmi les trois études ayant noté une augmentation plus avantageuse de la masse maigre lors de la consommation de créatine (96,98,101), deux ont souligné une plus grande amélioration de la force lors de cette consommation (96,101). Par conséquent, nous pouvons penser que l'amélioration de la force a eu pour conséquence d'augmenter la masse maigre, ou inversement.

Il est important de noter qu'un tel lien n'a pas pu être mis en évidence lors de la discussion des résultats de la Whey Protein. Cette divergence ne nous permet donc pas de confirmer ce lien.

### **8.4 Effets des apports caloriques et protéiques sur la masse maigre et la force**

Nous pouvons observer dans les tableaux 23 et 24 situés respectivement en annexes VII et VIII, que les apports caloriques et protéiques per os étaient statistiquement identiques entre les groupes de chaque étude. Cependant, dans une étude (98), la supplémentation protéique des groupes CrWP et WP leur a permis d'avoir un apport calorique et protéique total plus élevé que les autres groupes.

Dans les études où il a été remarqué un gain additionnel sur la masse non-grasse et la force à la consommation de créatine (96,101), les différents groupes ont eu des apports caloriques protéiques totaux équivalents. Concernant l'étude où il a été relevé une plus-value supplémentaire uniquement sur la masse maigre (98), le groupe qui en a bénéficié a consommé moins de calories et de protéines que les groupes supplémentés en protéines.

Ces éléments peuvent nous faire exclure l'hypothèse qu'un apport calorique et protéique plus élevé serait la raison de ces effets avantageux sur ces variables, puisque les groupes en ayant bénéficié en ont consommé une quantité similaire ou inférieure que les autres groupes.

Ces informations nous laissent penser que la supplémentation en créatine apporte de véritables plus-values par rapport à d'autres suppléments. Il ne s'agit néanmoins pas d'une certitude, car deux études ont montré le contraire (98,99).

### **8.5 Avis d'experts et aspects pratiques de la supplémentation en créatine**

Notre entretien avec le Docteur Gojanovic a mis en évidence que la créatine augmente la rétention d'eau intramusculaire et améliore les performances physiques en anaérobie, ce qui rejoint les informations du cadre de cette revue et les résultats obtenus. Quant au gain en masse musculaire possible, selon lui, il serait dû à l'entraînement et aux apports alimentaires, plutôt qu'à la supplémentation en créatine. Il a ajouté qu'il s'agit d'un complément à prendre uniquement lors de phases spécifiques d'entraînement, comme la période de préparation d'une saison de hockey sur glace par exemple. Il ne recommande donc pas sa prise de manière régulière.

Concernant la quantité de créatine à consommer durant ces phases spécifiques d'entraînement, il conseille un apport journalier de 5 grammes. Cette quantité ne correspond qu'à une partie des recommandations de la SSNS (64). En effet, cette institution conseille deux périodes initiales différentes, suivies d'une période d'entretien et d'une phase de sevrage. Parmi les quatre articles étudiés, trois ont donné des quantités de créatine, durant leur période initiale, correspondant à ces recommandations, puisque 0.3 g/kg/j de créatine ont été consommés (98,99,101). Durant leur phase d'entretien, il a cependant été donné des quantités supérieures à ces recommandations. Ces doses étaient de 0.05 (101), de 0.075 (99) et de 0.1 g/kg/j (98) de créatine, tandis que la recommandation de la SNSS est d'environ 0.035 g/kg/j de créatine, ce qui fait un apport de presque 3 grammes par jour pour un adulte de 80 kg (64).

Si nous devons donc recommander des quantités à consommer, elles suivraient celles de cette société, ainsi que celles utilisées dans trois des quatre études (98,99,101). Par conséquent, nous recommanderions un apport de 0.3 g/kg/j de créatine durant les cinq à sept jours initiaux. Puis, nous conseillerions d'en consommer 0.035 g/kg/j durant quatre à douze semaines.

Quant au moment de prise idéal, lors de la conception du cadre, nous avons relevé que la SNSS recommande de consommer ce supplément suite à un entraînement. Par ailleurs, il est nécessaire d'en consommer plusieurs fois par jour lors de la phase initiale de la supplémentation. Puis, lors de la phase d'entretien, une prise par jour après l'entraînement suffit (64). Les moments de prise observés dans les quatre études correspondent partiellement à ces recommandations. De plus, ils sont différents entre chaque article.

Si des moments de prise devaient donc être conseillés, nous pensons qu'il vaudrait mieux suivre ce que recommande la SNSS afin de maximiser les potentiels effets de la créatine.

## **8.6 Conclusion**

Les résultats obtenus sur les effets de la créatine viennent confirmer ce que la littérature référencée décrit à son sujet. En effet, sa supplémentation permet des bénéfices sur la totalité des variables. Cependant, une partie des études a relevé des gains comparables lors de la consommation d'autres suppléments (98,99), ce qui a également été indiqué dans le cadre de référence de ce travail. A partir de ces informations, sa supplémentation ne serait pas nécessaire.

Néanmoins, le fait que certains articles (96,98,101) indiquent que la créatine a présenté des plus-values par rapport à ces autres compléments, ne nous permet pas de nous positionner d'une manière définitive. D'autres études sont donc nécessaires afin de confirmer ces résultats encourageants.

Enfin, étant donné que 88% des sujets de ces études étaient de sexe masculin, ces résultats reflètent principalement les effets de la créatine sur les hommes. Des études sur des participants de sexe féminin sont donc nécessaires afin de déterminer ses effets chez cette population.

## 9. Discussion des acides aminés

Pour rappel, trois acides aminés ont été étudiés dans les articles inclus ; la citrulline malate, la bêta-alanine et le D-Aspartic acid.

### 9.1 Citrulline malate

#### 9.1.1 Rappel des résultats de la citrulline malate

Les articles ayant étudié la citrulline malate s'accordent à dire que sa prise a permis d'effectuer davantage de répétitions à plusieurs exercices en résistance que la prise de glucides (93,97,104). Il est important de rappeler que ces études ont compris 96 sujets, dont 15 femmes.

#### 9.1.2 Mise en perspective par rapport la littérature existante

Dans le cadre de référence, nous avons relevé qu'il existe un manque de preuves scientifiques concernant les effets de la citrulline malate (45). Il n'a donc pas été possible de comparer les résultats de ces trois études à de la littérature parue avant 2007. Par conséquent, la synthèse de leurs constats permet de combler ce manque, ce qui est le but de ce travail.

#### 9.1.3 Développement

La méthodologie de ces trois études était semblable sur plusieurs points. Premièrement, elles ont duré deux semaines. Elles ont croisé leurs groupes en permettant une semaine de "wash-out", c'est-à-dire qu'une semaine a séparé les prises de supplément afin que leurs possibles effets s'estompent. Leurs sujets avaient moins de 30 ans et s'entraînaient auparavant en résistance. Enfin, 8 grammes de citrulline malate étaient pris une heure avant la mesure du nombre de répétitions effectué. Par conséquent, ces similitudes renforcent l'homogénéité de leurs résultats.

Les résultats d'une de ces études peuvent en partie être expliqués par le fait que le groupe "intervention" a consommé davantage de calories et de protéines que le groupe "contrôle" (97). Toutefois, dans une autre étude (104), nous avons pu observer des apports caloriques et protéiques identiques dans les différents groupes, ce qui a tout de même permis au groupe "intervention" d'exécuter davantage de répétitions que le groupe "contrôle". Quant aux apports des participants de la troisième étude, ils n'ont pas été relevé (93).

Par ailleurs, deux de ces trois études n'ont pas été financées par l'industrie des compléments alimentaires (97,104). Quant à la dernière, aucune précision n'a été donnée concernant une possible source de financement (93). Ces informations augmentent donc la crédibilité de ces études.

Enfin, les auteurs de ces études (93,97,104) ont expliqué que la citrulline malate diminue la sensation de fatigue en augmentant la production d'ATP (111). Par conséquent, ils ont justifié les bénéfices de ce supplément par ce phénomène.

#### 9.1.4 Conclusion

L'uniformité de ces résultats permet de conclure que la consommation de 8 grammes de citrulline malate, une heure avant un entraînement, apporterait un vrai bénéfice sur le nombre de répétitions effectué à un exercice de résistance. Néanmoins, ces résultats sont davantage applicables aux hommes qu'aux femmes, car seulement 16% des sujets de ces études étaient de sexe féminin.

### 9.2 Bêta-alanine

#### 9.2.1 Rappel des résultats de la bêta-alanine

La prise de bêta-alanine a présenté davantage de bénéfices sur le nombre de répétitions effectué à la leg press que la consommation d'un placebo glucidique. Concernant la masse maigre, la masse grasse, la force, le volume d'entraînement et les performances au saut vertical, ces variables ont été améliorées de manière identique chez les deux groupes. Quant au nombre de répétitions effectué au développé couché, à la puissance anaérobie et aux performances au saut en longueur, ils n'ont pas été augmentés (102).

Il est nécessaire de rappeler que cette étude a exclusivement inclus des sujets masculins.

#### 9.2.2 Mise en perspective par rapport à la littérature existante

Dans le cadre de référence, nous avons noté que la supplémentation en bêta-alanine permet une amélioration des performances anaérobies (57). Selon une première source (47), ses effets sont modérément soutenus par des preuves scientifiques. Cependant, selon une autre source (45), ils sont fortement épaulés par des évidences scientifiques.

Par conséquent, les résultats observés ne correspondent qu'en partie à la littérature étudiée. En effet, parmi les sept variables portant sur les performances physiques, quatre ont été améliorées. De plus, une seule a été augmentée d'une plus grande façon par cette supplémentation que par la prise d'un placebo.

#### 9.2.3 Développement

Premièrement, les apports caloriques et protéiques des deux groupes étaient statistiquement identiques, ce qui crédibilise les résultats obtenus. En effet, si ces apports avaient été supérieurs dans un des groupes, le niveau de fiabilité des résultats aurait diminué.

Par ailleurs, la littérature étudiée ne précise pas sur quelles variables des performances anaérobies la bêta-alanine permet une amélioration (57). De plus, les deux sources classifiant le niveau de preuve de ses effets ne précisent pas les effets en question (45,47). Donc, l'absence de ces détails peut en partie expliquer la disparité entre les résultats observés et la littérature.

Quant aux effets physiologiques de la bêta-alanine, sa prise permettrait une diminution de la fatigue neuromusculaire, ce qui expliquerait ses bénéfices sur les performances physiques (112). Ceci ne s'est néanmoins pas vérifié sur toutes les variables.

#### 9.2.4 Conclusion

Les résultats de cette étude laissent penser que la prise de bêta-alanine ne serait pas nécessaire. Néanmoins, en tenant compte que nous disposons d'une seule étude, il est impossible d'établir une synthèse au sujet des effets de ce complément. De nouvelles études sont donc nécessaires afin de confirmer les résultats observés.

### 9.3 D-Aspartic acid

#### 9.3.1 Rappel des résultats du D-Aspartic acid

Sa consommation a permis une augmentation de la masse maigre, du poids et de la force à la leg press semblable à la prise d'un placebo de gomme guar. De plus, aucune de ces consommations n'a été en mesure d'influer sur la masse grasse, l'eau corporelle et la force au développé couché (95). Qui plus est, seuls des hommes ont participé à cette étude.

#### 9.3.2 Mise en perspective par rapport à la littérature existante

A notre connaissance, il n'existe pas d'étude ayant relevé les effets de ce supplément sur la composition corporelle et les performances physiques. De plus, les auteurs de cet article n'en ont également pas relevé l'existence (95).

Ces auteurs ont contextualisé leur travail en expliquant qu'une étude a observé une augmentation des concentrations de testostérone et de LH, hormone stimulant la production de testostérone (113), lors de la prise de ce supplément (114). Par conséquent, ils ont cherché à déterminer si l'augmentation de ces concentrations se traduisait en une amélioration de la composition corporelle et des performances physiques.

#### 9.3.3 Développement

Premièrement, cette étude a également étudié les effets de ce supplément sur les concentrations de testostérone et de LH. Contrairement aux résultats de l'étude citée ci-dessus (113), ces concentrations n'ont pas évolué dans ce travail. Il est donc impossible d'affirmer que cette supplémentation augmente ces concentrations.

De plus, il est impossible de faire un lien entre ces hormones, la composition corporelle et les performances physiques, puisque dans cette étude, la masse maigre, le poids et la force à la leg press ont augmenté, contrairement aux deux hormones (95). Néanmoins, cette absence de lien n'est pas une certitude, car la masse grasse, l'eau corporelle et la force au développé couché n'ont également pas augmenté.

Par ailleurs, il est ressorti de cet article que les apports caloriques et protéiques des deux groupes étaient statistiquement identiques (95). Cette information renforce donc la fiabilité de ces résultats.

#### 9.3.4 Conclusion

Etant donné la similitude entre les résultats des deux groupes, la supplémentation en D-Aspartic acid ne serait pas nécessaire. Néanmoins, les constats de cette seule étude ne nous permettent pas de tirer de conclusion généralisable. Il s'agit donc d'un complément à étudier dans le futur afin de confirmer les résultats observés dans ce travail.

## 10. Suite de la discussion

### 10.1 Pertinence clinique des résultats

Si certains résultats sont statistiquement significatifs, il est important d'évaluer s'ils le sont de manière clinique, ce qui permet d'évaluer concrètement leurs bénéfices.

Prenons l'exemple des sujets supplémentés en Whey Protein ; leur gain en masse maigre était statistiquement significatif et était compris entre 1.7 (105) et 3.3 kg (100). Selon nous, ces bénéfices ont une significativité clinique, car il s'agit de gains conséquents, ce qui est le but recherché.

Il est également nécessaire d'évaluer la significativité clinique des gains entre les différents groupes. En effet, dans une de ces études (98), les gains en masse non-grasse des groupes "intervention" et "contrôle" étaient statistiquement équivalents. Néanmoins, le premier de ces groupes en a gagné 1.6 kg de plus que le deuxième. Par conséquent, selon nous, cette différence a une significativité clinique malgré qu'elle ne le soit pas de manière statistique.

Chez ces mêmes consommateurs de Whey Protein, leur perte en masse grasse, considérée comme statistiquement significative, était comprise entre 0.7 et 1.53 kg (94). La perte de 0.7 kg a été évaluée comme statistiquement significative, mais, selon nous, elle ne l'est pas forcément de manière clinique. En effet, il peut s'agir d'une perte peu importante par rapport aux attentes d'un consommateur qui en espère davantage d'un supplément permettant une réduction de la masse grasse, comme nous l'avons relevé dans le cadre de référence (56). Par ailleurs, des pertes de l'ordre de 0.6 kg ont été considérées comme non-significatives d'un point de vue statistique (100). Il n'est donc pas pertinent de considérer une perte de 0.7 kg comme cliniquement significative et de ne pas en faire de même avec une réduction de 0.6 kg.

Concernant l'évolution de la force musculaire chez ces consommateurs de protéines de lactosérum, leur gain était statistiquement significatif et était compris entre 4 (105) et 20.1 kg (100). Il est nécessaire de préciser que ce deuxième chiffre a été relevé après huit mois d'étude (100). Ce gain de 4 kg est considéré comme statistiquement significatif. Néanmoins, il peut ne pas être considéré comme cliniquement significatif, car il peut être insuffisant pour un athlète.

Il est nécessaire de préciser que treize des quatorze études incluses ont eu une durée comprise entre deux (93,97,104) et douze (103) semaines, ce qui peut justifier que certains des chiffres obtenus ne soient pas extraordinaires. Nous pouvons supposer que les gains observés se seraient accentués si les études avaient eu une durée plus longue, ce qui a été vérifié sur certaines variables par l'étude ayant eu une durée de huit mois (100).

Nous pensons qu'il est nécessaire d'évaluer la significativité clinique d'une valeur au cas par cas. Un nombre peut être considéré comme cliniquement significatif dans le cas d'une variable et ne pas l'être pour une autre. Par ailleurs, ce nombre peut être considéré comme conséquent pour un sportif, mais pas par un autre athlète ayant par exemple un niveau plus avancé.

## 10.2 Effets secondaires

Un seul article a étudié les effets secondaires possibles de la supplémentation en créatine et en Whey Protein (96). Les variables observées étaient le catabolisme musculaire et osseux, le stress oxydatif et la fonction rénale.

La consommation de ces deux suppléments n'a eu aucun effet sur ces variables. Dans le cadre de référence, nous avons indiqué que leur supplémentation peut provoquer des néphropathies interstitielles et des pathologies rénales (40), ce qui a été démenti par cette étude (96). Leur supplémentation serait alors sans danger.

De plus, dans cette étude (96), les apports protéiques totaux des sujets étaient compris entre 1.8 et 2.6 g/kg/j, ce qui correspond aux recommandations citées dans le cadre de référence qui vont de 0.8 à 3 g/kg/j de protéines. Ces apports n'étant pas excessifs, il n'est pas pertinent de comparer les résultats de cette étude aux effets indésirables, de la consommation trop importante de protéines, relevés dans le cadre de référence.

L'absence d'effets secondaires peut être expliquée par plusieurs points. D'après nos observations, la très grande majorité des études portant sur ces suppléments comportent des sujets jeunes qui sont âgés entre 18 et 30 ans. Par conséquent, il y a de très fortes chances que ces participants soient en excellente santé. Par ailleurs, ces études ont une durée de quelques semaines, ce qui peut être insuffisant afin de relever des effets indésirables. De plus, très peu d'études sont effectuées sur plusieurs mois, ce qui empêche la collecte de données sur de possibles effets secondaires à long terme.

Les interviews d'experts effectuées permettent d'enrichir ce point. Par ailleurs, leur avis s'oppose clairement quant aux effets secondaires de la consommation trop importante de protéines.

Premièrement, le Pr. Féraïlle, néphrologue, préconise de limiter la prise de protéines, qu'elles proviennent de l'alimentation ou de la supplémentation. Il indique qu'avoir un apport protéique supérieur à 1 g/kg/j peut accélérer le vieillissement de la fonction rénale et, par conséquent, la péjorer à long terme chez la personne saine, notamment par le développement de calculs rénaux. Selon lui, il s'agit avant tout d'une précaution afin de conserver le capital rénal que nous possédons.

Cette information ne rejoint pas les résultats obtenus dans l'étude ci-dessus (96). Néanmoins, cette différence peut s'expliquer par le fait que l'étude a eu une durée de cinq semaines, tandis que ce médecin a précisé que ces conséquences peuvent survenir à long terme.

Chez les personnes ayant une maladie rénale préexistante, des apports supérieurs à sa recommandation peuvent accélérer le développement de cette pathologie. Il s'agit donc d'une population qui doit d'autant plus être attentive à ses apports protéiques.

Quant aux sources protéiques, il indique que les protéines d'origine animale ont une charge acide plus importante que celles d'origine végétale. La consommation trop importante de ces premières péjorerait davantage la fonction rénale.

Concernant les acides aminés, il a précisé qu'aucune donnée n'est actuellement disponible au sujet de leurs effets sur la fonction rénale.

Enfin, la supplémentation en créatine semble être inoffensive sur la santé des reins à court terme. Il a signalé qu'il n'existe pas, à sa connaissance, d'études portant sur ses effets à long terme. Par conséquent, son opinion confirme les résultats observés qui indiquent que la consommation de créatine est inoffensive sur la fonction rénale (96).

Quant au Dr. Gojanovic, il soutient qu'aucun problème rénal n'a été observé chez des sujets sains consommant des suppléments protéiques et/ou ayant des apports en protéines supérieurs à 1 g/kg/j, ce qui rejoint les résultats que nous avons obtenu (96). Il a soutenu cette information en précisant que la fonction rénale de 1600 sportifs suisses a été mesurée et qu'aucune altération de celle-ci n'a été observée, malgré des apports protéiques probablement supérieurs aux recommandations du néphrologue. Selon lui, une personne en bonne santé peut consommer 1.5 g/kg/j de protéines sans affecter la santé de ses reins.

Concernant les acides aminés, il s'agit du même cas que les protéines. Par ailleurs, il ne recommande jamais leur supplémentation, car ils sont disponibles dans une alimentation variée.

En ce qui concerne la créatine, les connaissances de ce médecin rejoignent celles du néphrologue. Sa supplémentation ne provoque pas d'effets secondaires à court terme. Néanmoins, il a relevé qu'elle peut indirectement provoquer des blessures. En effet, sa prise permet une optimisation de la répétition des efforts, sans que le corps de l'athlète ne se soit adapté à ces nouvelles conditions, ce qui peut provoquer des dommages.

Le fait que ces experts ne prennent pas en charge le même type de population peut expliquer pourquoi leur avis diverge au sujet de la consommation trop importante de protéines. Par conséquent, des évidences scientifiques supplémentaires sont nécessaires afin de prendre position. De plus, une seule étude a permis d'enrichir ce point (96), ce qui entrave également la possibilité de tirer des conclusions au sujet des suppléments protéiques.

Concernant la créatine, leur opinion rejoint les résultats relevés dans l'étude, soit une absence d'effets secondaires (96).

Il est nécessaire de rappeler la distinction qui doit être faite entre les personnes en santé et celles ayant une atteinte rénale préexistante. En effet, ces deux experts contre-indiquent la consommation importante de protéines chez ces deuxièmes.

En conclusion, il n'est pas possible d'attribuer des effets secondaires à la consommation de ces suppléments, tout comme il est impossible de confirmer leur innocuité. D'autres études de plus longue durée sont donc nécessaires.

### 10.3 Méthodologie

Malgré l'application de critères de sélection exigeants, bien des différences subsistent entre la méthodologie des études.

#### 10.3.1 Niveau d'entraînement

Tout d'abord, nous avons inclus des études comprenant des sujets entraînés en résistance (93–98,104–106) et d'autres où ils ne l'étaient pas (99–103). De cette manière, le niveau d'entraînement des participants était hétérogène. Or, cette différence a pu influencer les résultats, car il ne s'agit pas exactement de la même population.

Qui plus est, seulement deux études ont mis en place une période de familiarisation conséquente à ce type d'entraînement. Dans ces articles, elle durait entre quatre (103) et douze (98) semaines, et comprenait plusieurs séances d'entraînement hebdomadaires. Ces périodes ont eu pour but d'harmoniser le niveau d'entraînement des participants. Il s'agit d'une valeur ajoutée, car cela valorise leurs résultats et diminue les différences interindividuelles entre les sujets. Ainsi, leurs constats sont davantage généralisables.

Il aurait été pertinent de n'avoir à disposition que des études où le niveau d'entraînement des participants était équivalent. Ainsi, les résultats auraient été destinés à une population spécifique.

#### 10.3.2 Durée d'étude

A l'exception d'un article (100), la durée des études était comprise entre deux (93,97,104) et douze semaines (103), ce qui est relativement court et ne permet pas d'évaluer les effets bénéfiques et indésirables de ces supplémentations à long terme. Par conséquent, les résultats de ces études portent sur une supplémentation à court terme, soit sur plusieurs semaines et non pas à long terme.

Concernant l'étude dont la durée n'est pas comprise dans cette fourchette (103), elle s'est déroulée sur un peu plus de huit mois. Ses résultats pourraient donc justifier une supplémentation en Whey Protein à long terme. Néanmoins, d'autres études d'une durée équivalente sont nécessaires afin de confirmer ses conclusions.

#### 10.3.3 Participants

Le nombre de personnes ayant participé à ces études est peu important. En effet, une moyenne de 38 participants par étude a été relevée. Il aurait été intéressant d'avoir des échantillons plus grands afin d'augmenter la puissance des études.

De plus, 82% des sujets étaient des hommes. Les résultats obtenus portent donc principalement sur les hommes. Afin de pouvoir les appliquer à ces deux populations de la même manière, il aurait été nécessaire d'avoir une répartition plus équilibrée entre les deux sexes.

#### 10.3.4 Source de financement

La source de financement des études reste un des points les plus importants à discuter dans ce travail. En effet, un conflit d'intérêt a pu exister lorsque que certaines des études incluses ont été soutenues financièrement par l'industrie des compléments alimentaires. Il est nécessaire de rappeler que cette industrie a tout avantage à ce que les études scientifiques présentent des bénéfices à la consommation de suppléments, car cela peut leur permettre d'en vendre davantage par la suite.

Parmi les quatorze études, huit ont été financées par l'industrie des compléments alimentaires (95,96,99,100,103,105,106,114). Chez ces dernières, cinq ont montré une véritable plus-value à la prise de Whey Protein (100,103,105,106) et de créatine (96). A partir de ces chiffres, nous observons que la majorité des études financées a présenté une valeur ajoutée à la consommation de ces suppléments. Par conséquent, il est possible de supposer que le soutien financier de cette industrie a influencé les résultats de ces études.

Cette industrie a soutenu de manière financière cinq des six études ayant porté sur la Whey Protein (94,100,103,105,106). La sixième ne l'a pas été, mais son investigateur principal est consultant pour une marque de compléments alimentaires (98). Il est donc nécessaire de pondérer leurs résultats, car ces études ont pu être réalisées de manière subjective. Il est fort dommage qu'un nombre équivalent d'études ayant été réalisées de manière indépendante n'ai pas pu être inclus dans ce travail. Ainsi, nous aurions pu comparer les résultats de ces dernières à ceux des études soutenues et conclure au sujet d'une possible influence de ces financeurs.

Concernant les quatre articles ayant porté sur la créatine, deux ont été soutenus financièrement (96,99), un n'a pas indiqué sa source de financement (101) et le dernier est celui dont l'investigateur principal est consultant pour une marque de compléments alimentaires (98). En tenant compte de ces indications, leurs résultats doivent être nuancés, car il est impossible d'affirmer que ces travaux ont été réalisés de manière objective.

Quant à la citrulline malate, deux des études n'ont pas été soutenues de manière financière (97,104) et la troisième n'a pas communiqué à ce sujet (93). Par conséquent, nous pourrions nous fier entièrement à leurs résultats.

Enfin, l'étude portant sur la bêta-alanine n'a pas précisé sa source de financement (102), tandis que celle portant sur le D-Aspartic acid a été soutenue financièrement (95). Etant donné qu'il n'a pas été relevé de valeur ajoutée par la prise de ces suppléments, leurs résultats peuvent être pris au sérieux. En effet, si l'inverse avait été observé, nous nous serions posés des questions sur leur impartialité.

#### 10.3.5 Conclusion

Ces divergences montrent qu'il est extrêmement compliqué d'obtenir d'une étude une méthodologie, non seulement, sans faille, mais également semblable à celle d'autres articles. Si cela était possible, nous arriverions à un consensus au sujet de ces suppléments. Par ailleurs, l'entretien mené avec le médecin du sport a confirmé ceci, car il a mis en évidence qu'il est impossible de contrôler la totalité des éléments lorsqu'une étude est menée chez l'être humain.

#### 10.4 Synthèse

En tenant compte des éléments tirés de notre revue de littérature et de l'entretien avec le médecin du sport, nous pouvons ressortir les points suivants :

- La Whey Protein apporterait une plus-value sur la masse maigre et la masse grasse par rapport à un placebo. Ces bénéfices pourraient néanmoins être atteints par d'autres sources protéiques. En ce qui concerne ses effets sur les performances physiques, sa consommation permettrait uniquement un gain additionnel sur la puissance anaérobie, ce qui reste néanmoins à confirmer. De plus, un apport de 20 à 25 grammes de Whey Protein suite à un entraînement en résistance permettrait ces bénéfices. Par ailleurs, ces gains seraient possibles, car cet approvisionnement apporte la quantité nécessaire de leucine.
- Etant donné les résultats divergents au sujet de la créatine, d'autres études sont nécessaires afin de confirmer ses possibles bénéfices.
- La supplémentation aiguë en citrulline malate amènerait une plus-value sur les performances physiques en permettant d'effectuer un plus grand nombre de répétitions à un exercice de force et de résistance. La consommation de huit grammes serait donc indiquée une heure avant un entraînement de ce type.
- La consommation de bêta-alanine et de D-Aspartic acid n'apporterait pas de bénéfices supplémentaires sur la composition corporelle et les performances physiques. Leur prise ne serait donc pas nécessaire.

## 10.5 Limites

Notre travail comporte plusieurs limites. Premièrement, cette revue inclut un nombre important de suppléments et de variables. Par conséquent, beaucoup d'informations ont été données et discutées, ce qui a pu péjorer sa clarté. Afin de le simplifier, il aurait été nécessaire d'effectuer cette revue uniquement sur un supplément et un type de variable, telle que la composition corporelle par exemple.

Une autre limite concerne le manque d'uniformité entre la méthodologie des études, ce qui a rendu impossible la parfaite harmonisation de leurs résultats. Les différents aspects de leur méthodologie sont présentés au point 10.3 de ce travail.

Par ailleurs, un manque d'études sur certains suppléments s'est fait ressentir. Afin de prendre position au sujet de la créatine et de confirmer les résultats observés de la bêta-alanine et du D-Aspartic acid, d'autres articles auraient été nécessaires.

De plus, des informations manquaient dans certaines études. Elles concernaient, entre autres, le nombre de séances d'entraînement par semaine (97,98), les apports caloriques et protéiques des sujets (94), et les valeurs de l'évolution de différentes variables (96,98,102,103,105). Par conséquent, la comparaison et la discussion de ces variables n'ont pas pu être effectuées de manière complète.

D'autre part, nous avons observé une augmentation de la masse maigre dans de nombreuses études. Or, si ce gain était composé uniquement d'eau, il ne représente pas d'intérêt, car un des objectifs des pratiquants de sports de force et de résistance est d'augmenter leur masse musculaire et non pas leur eau corporelle. Malheureusement, un seul article a déterminé si cette augmentation représentait un gain concret en masse musculaire {Citation}. Une des limites de cette revue est donc de ne pas avoir eu à disposition d'autres études où le gain en masse musculaire a été mesuré. Ainsi, nous aurions pu observer si ces suppléments permettent des gains considérés comme pertinents et concrètement utiles.

Finalement, l'application de critères de sélection exigeants a rendu impossible l'inclusion d'études portant sur la leucine. Tel que nous l'avons relevé, cet acide aminé joue un rôle majeur dans la synthèse protéique et l'hypertrophie, musculaire (62). De plus, nous avons en partie justifié les bénéfices de la Whey Protein par sa teneur en leucine. L'intégration de ces études nous aurait donc permis de vérifier ses effets.

## 10.6 Biais

Lors de notre entretien avec le Docteur Gojanovic, nous avons discuté du fait qu'une partie des études portant sur ces compléments soit peut-être indisponible. Il s'agit du biais de publication. En effet, lorsque qu'une étude ne montre pas de résultats bénéfiques, il est plus compliqué de la faire publier. Par conséquent, nous n'avons peut-être pas eu à disposition la totalité des études existantes, ce qui a pu compromettre les résultats de ce travail.

Il est également possible que les études ayant été soutenues financièrement et n'ayant pas eu des résultats allant dans le sens de leurs financeurs, n'ont tout simplement pas été publiées, ce qui a également pu contribuer à l'indisponibilité de certaines études.

Par ailleurs, le fait qu'une partie importante des études incluses ai été soutenue par l'industrie des compléments alimentaires a pu biaiser leurs résultats. Tel que le médecin du sport l'a expliqué, les groupes supplémentés ont pu être mis dans des conditions idéales, ce qui a pour conséquence de favoriser l'apparition d'effets bénéfiques.



Enfin, nous avons relevé un autre biais qui concerne la sélection des sujets des articles. La plupart de ces études a inclus des sujets qui étaient volontaires à y participer (101–106). Tel que nous l'avons expliqué au point 6.2, des volontaires ne constituent pas un échantillon représentatif de la population visée.

### **10.7 Points forts**

Tout d'abord, nous avons exclusivement sélectionné des essais contrôlés randomisés. Ce type d'essai représente le plus haut niveau d'évidence scientifique que peut avoir une étude (86). L'inclusion de ce type d'articles a donc garanti une certaine qualité à cette revue de littérature.

Par ailleurs, les études incluses ont toutes été effectuées en double-aveugle, ce qui confirme qu'elles ont été réalisées de manière objective.

De plus, seuls les articles parus depuis 2007 ont été sélectionnés, ce qui a donc permis à ce travail d'apporter une mise à jour quant aux effets de ces suppléments.

Nous avons également inclus des études d'une qualité au minimum neutre selon la grille d'analyse qualitative de l'AND (81). Ceci assure que leur méthodologie était rigoureuse, ce qui accroît la qualité de ce travail.

D'autre part, à l'exception d'une étude (100), la totalité des articles inclus a eu un taux d'abandon inférieur à 20%, ce qui indique que leurs résultats sont robustes.

Les interviews des experts ont apporté une plus-value à ce travail, car cela a enrichi sa discussion et a permis de recueillir une vision bien plus pratique et concrète du sujet.

Finalement, chaque étape de ce travail a été effectuée par les deux personnes ayant mené cette recherche, que ce soit lors de la lecture et l'analyse des articles, ou lors de la rédaction de chacune de ses parties. Ceci nous a permis d'avoir un regard critique quant à ce travail et, par conséquent, garantit qu'il a été réalisé avec exigence.

## 11. Perspectives

Premièrement, des études mesurant l'évolution de la masse musculaire sont nécessaires afin d'observer les gains concrets que permettent ces suppléments.

Par ailleurs, lorsqu'un nombre suffisant d'études portant sur la bêta-alanine et le D-Aspartic acid seront disponibles, il sera possible d'obtenir des conclusions au sujet de leurs effets.

D'autres études portant sur la créatine sont indispensables afin de se positionner clairement quant à ses possibles bénéfices.

La méthodologie des études incluses ayant été très variée, il serait intéressant d'effectuer une revue de littérature en ne comprenant que des études dont la méthodologie serait similaire, ce qui permettrait d'effectuer des comparaisons de très haute qualité. Ceci relève néanmoins de l'imaginaire.

Afin d'obtenir des réponses quant aux effets positifs et négatifs de ces suppléments à long terme, notamment sur la fonction rénale, des études de longue durée et portant sur des sujets âgés entre 40 et 65 ans sont nécessaires.

Il serait intéressant de réaliser des études comparant les effets d'une supplémentation protéique à des apports alimentaires en protéines équivalents. Ainsi, nous pourrions confirmer s'il existe oui ou non une plus-value à cette supplémentation par rapport aux protéines alimentaires. De plus, nous pourrions conforter ou non l'idée qu'il existe le besoin de se supplémenter.

Des études comparant les effets d'une supplémentation en leucine à une supplémentation protéique, contenant la même quantité de leucine, seraient nécessaires. Les effets concrets de cet acide aminé pourraient donc être observés. De plus, il pourrait être confirmé que les suppléments protéiques permettent des bénéfices grâce à leur teneur en leucine.

Des articles étudiant les effets de ces suppléments sur des populations féminines devraient inéluctablement être réalisées, car les résultats de cette revue ne peuvent pas être appliqués à ce groupe.

De plus, davantage d'études réalisées de manière autonome sont indispensables. Ainsi, il serait possible de comparer leurs résultats à ceux des études soutenues financièrement par l'industrie des compléments alimentaires.

Enfin, il serait utile de connaître les chiffres de la consommation de ces suppléments chez les sportifs suisses et les raisons qui les encouragent à en prendre. Ainsi, nous pourrions les prendre en charge d'une façon plus personnalisée.

## 12. Conclusion

Le but de ce travail de Bachelor était de répondre à la question de recherche suivante : Quels sont les effets positifs et négatifs sur la composition corporelle et les performances physiques de la consommation de protéines de lactosérum, de créatine et d'acides aminés en poudre par des pratiquants de sport de force et de résistance ? Cette revue de littérature et les entretiens menés avec les experts ont permis d'y répondre.

De manière générale, ces suppléments ont permis des effets positifs sur les différentes variables. Néanmoins, ces mêmes effets ont parfois été atteints par la consommation d'un placebo ou d'un autre complément. Nous avons donc comparé leurs bénéfices afin de déterminer sur quelles variables les suppléments étudiés ont réellement permis une plus-value.

Premièrement, la Whey Protein provoquerait de plus grandes améliorations de la composition corporelle que des glucides. Toutefois, d'autres sources protéiques permettraient des gains comparables. Quant aux performances physiques, les protéines du lactosérum apporteraient uniquement une plus-value sur la puissance anaérobie.

La créatine augmenterait d'une plus grande manière la masse maigre et la force musculaire par rapport à d'autres compléments. Néanmoins, en tenant compte de la disparité des résultats, il est impossible d'affirmer avec certitude que ces bénéfices seraient atteints par sa supplémentation.

En revanche, il serait concevable d'assurer que la citrulline malate permet d'effectuer un plus grand nombre de répétitions à un exercice en résistance qu'un placebo.

Concernant les derniers suppléments, la bêta-alanine et le D-Aspartic acid n'ont pas permis de résultats suffisamment significatifs qui pourraient justifier leur supplémentation.

D'autre part, il a été impossible de conclure de manière sûre au sujet des effets négatifs et à long terme de ces suppléments, car nous ne disposons pas d'un nombre suffisant d'études abordant ces conséquences.

De plus, nous tenons à rappeler que la méthodologie changeait d'une étude à l'autre, ce qui a rendu difficile l'uniformité parfaite des résultats. L'industrie a pu avoir un fort pouvoir sur les résultats des études qu'elle a financé. Il est donc nécessaire d'être prudent quant aux bénéfices observés dans ces articles.

Grâce à ce travail, il est désormais possible aux professionnels du domaine sportif de conseiller de manière actualisée la consommation d'un de ces suppléments à un sportif de force et de résistance.

### 13. Liste de références bibliographiques

1. Ramponi F, Schneider L. Discours nutritionnel des coachs de fitness francophones à travers les médias, en regard des recommandations [Internet]. Haute école de santé Genève; 2015 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <http://doc.rero.ch/record/257115>
2. Devries MC, Phillips SM. Creatine supplementation during resistance training in older adults-a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc.* juin 2014;46(6):1194-203.
3. Miller PE, Alexander DD, Perez V. Effects of whey protein and resistance exercise on body composition: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Am Coll Nutr.* 2014;33(2):163-75.
4. Dairy Research Institute. Nutrition Research [Internet]. 2015 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <http://researchsubmission.nationaldairycouncil.org/Pages/Home.aspx>
5. Whey Protein Research Consortium. The Source for Whey Protein Science & Resources [Internet]. 2015 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <http://www.wheyconsortium.org/Pages/Home.aspx>
6. Naclerio F, Larumbe-Zabala E. Effects of Whey Protein Alone or as Part of a Multi-ingredient Formulation on Strength, Fat-Free Mass, or Lean Body Mass in Resistance-Trained Individuals: A Meta-analysis. *Sports Med Auckl NZ.* janv 2016;46(1):125-37.
7. MaxiNutrition. GSK UK [Internet]. 2017 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <http://uk.gsk.com/en-gb/products/our-consumer-healthcare-products/nutrition/maxinutrition/>
8. Stark M, Lukaszuk J, Prawitz A, Salacinski A. Protein timing and its effects on muscular hypertrophy and strength in individuals engaged in weight-training. *J Int Soc Sports Nutr.* 14 déc 2012;9:54.
9. Lamprecht M, Fischer A, Stamm H. Activité et consommation sportives de la population suisse [Internet]. 2014 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: [http://www.sportobs.ch/fileadmin/sportobs-dateien/Downloads/Sport\\_Schweiz\\_2014\\_f.pdf](http://www.sportobs.ch/fileadmin/sportobs-dateien/Downloads/Sport_Schweiz_2014_f.pdf)
10. Pilet F. Industrie du fitness: L'envers du décor [Internet]. 2016 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <http://www.hebdo.ch/hebdo/cadrages/detail/industrie-du-fitness-faiblesse%20humaine>
11. Rochcongar P, Rivière D. Médecine du Sport pour le Practicien. Issy-les-Moulineaux: Elsevier-Masson; 2013.
12. Burke L. Practical Sports Nutrition. Belconnen: Human Kinesics; 2007.
13. Albert M. Entraînement musculaire et isocinétisme excentrique. Paris: Masson; 1997.
14. Larousse É. Définitions : performance - Dictionnaire de français Larousse [Internet]. 2017 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/performance/59512>
15. Boudard A. Musculation et développement de la force [Internet]. 2017 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <http://doczz.fr/doc/649080/musculation-et-d%C3%A9veloppement-de-la-force>
16. Larousse É. Définitions : force - Dictionnaire de français Larousse [Internet]. 2017 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/force/34554>
17. Marchese R, Hill A. The essential guide to fitness: for the fitness instructor. Sydney: NSW : Pearson Australia; 2011.
18. Haff GG, Triplett TN. Essentials of Strength Training and Conditioning, Fourth Edition [Internet]. 2016 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <https://www.docdroid.net/vds9A30/essentials-of-strength-training-and-conditioning-4th-edition.pdf>
19. OA/UNE Human Performance Lab. The Wingate Test for Anaerobic Power [Internet]. [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: [http://www.orthoassociates.com/\\_pdfs/WingateTest.pdf](http://www.orthoassociates.com/_pdfs/WingateTest.pdf)
20. Chamari K, Chaouachi A, Racinais S. Anaerobic power and capacity [Internet]. ResearchGate. 2010 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: [https://www.researchgate.net/publication/229085181\\_Anaerobic\\_power\\_and\\_capacity](https://www.researchgate.net/publication/229085181_Anaerobic_power_and_capacity)

21. American College of Sports Medicine. Resistance Training for Health and Fitness [Internet]. 2013 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <https://www.acsm.org/docs/brochures/resistance-training.pdf>
22. Seo D, Kim E, Fahs CA, Rossow L, Young K, Ferguson SL, et al. Reliability of the One-Repetition Maximum Test Based on Muscle Group and Gender. *J Sports Sci Med*. 1 juin 2012;11(2):221-5.
23. Maud P, Foster NA. *Physiological Assessment of Human Fitness, Second Edition*. USA: Human Kinetics; 2006.
24. Bodybuilding.com. Barbell Bench Press [Internet]. 2017 [consulté le 27 juillet 2017]. Disponible sur: <https://www.bodybuilding.com/exercises/main/popup/name/barbell-bench-press-medium-grip>
25. Bodybuilding.com. Leg Press [Internet]. 2017 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <https://www.bodybuilding.com/exercises/main/popup/name/leg-press>
26. Bodybuilding.com. Barbell Squat [Internet]. 2017 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <https://www.bodybuilding.com/exercises/main/popup/name/barbell-squat>
27. Bodybuilding.com. Barbell Deadlift [Internet]. 2017 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <https://www.bodybuilding.com/exercises/main/popup/name/barbell-deadlift>
28. Bodybuilding.com. Pullups Exercise [Internet]. 2017 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <https://www.bodybuilding.com/exercises/main/popup/name/Pullups>
29. Bodybuilding.com. Chin-Up [Internet]. 2017 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <https://www.bodybuilding.com/exercises/main/popup/name/chin-up>
30. Dunn-Lewis C, Kraemer W. The Basics of Starting and Progressing A Strength-Training Program [Internet]. 2009 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: [http://www.acsm.org/docs/fit-society-page/2009-winter-fspn\\_strength-conditioning.pdf?sfvrsn=0](http://www.acsm.org/docs/fit-society-page/2009-winter-fspn_strength-conditioning.pdf?sfvrsn=0)
31. Bianco A, Mammina C, Thomas E, Bellafiore M, Battaglia G, Moro T, et al. Protein supplementation and dietary behaviours of resistance trained men and women attending commercial gyms: a comparative study between the city centre and the suburbs of Palermo, Italy. *J Int Soc Sports Nutr*. 2014;11:30.
32. Morrison LJ, Gizis F, Shorter B. Prevalent use of dietary supplements among people who exercise at a commercial gym. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. août 2004;14(4):481-92.
33. Oliver AJS, León MTM, Hernández EG. [Statistical analysis of the consumption of nutritional and dietary supplements in gyms]. *Arch Latinoam Nutr*. sept 2008;58(3):221-7.
34. Bianco A, Mammina C, Paoli A, Bellafiore M, Battaglia G, Caramazza G, et al. Protein supplementation in strength and conditioning adepts: knowledge, dietary behavior and practice in Palermo, Italy. *J Int Soc Sports Nutr*. 29 déc 2011;8(1):25.
35. Bianco A, Mammina C, Thomas E, Ciulla F, Pupella U, Gagliardo F, et al. Protein supplements consumption: a comparative study between the city centre and the suburbs of Palermo, Italy. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2014;6:29.
36. Goston JL, Correia MITD. Intake of nutritional supplements among people exercising in gyms and influencing factors. *Nutr Burbank Los Angel Cty Calif*. juin 2010;26(6):604-11.
37. Lacerda FMM, Carvalho WRG, Hortegal EV, Cabral NAL, Veloso HJF. Factors associated with dietary supplement use by people who exercise at gyms. *Rev Saúde Pública* [Internet]. 23 sept 2015 [consulté le 25 juillet 2017];49. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4587819/>
38. Sánchez Oliver A, Miranda León MT, Guerra-Hernández E. Prevalence of protein supplement use at gyms. *Nutr Hosp*. oct 2011;26(5):1168-74.
39. Erdman KA, Fung TS, Doyle-Baker PK, Verhoef MJ, Reimer RA. Dietary supplementation of high-performance Canadian athletes by age and gender. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med*. nov 2007;17(6):458-64.
40. Anses. Les compléments alimentaires destinés aux sportifs [Internet]. 2016 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2014SA0008Ra.pdf>

41. Darvishi L, Askari G, Hariri M, Bahreynian M, Ghiasvand R, Ehsani S, et al. The use of nutritional supplements among male collegiate athletes. *Int J Prev Med.* avr 2013;4(Suppl 1):S68-72.
42. Eisenberg ME, Wall M, Neumark-Sztainer D. Muscle-enhancing Behaviors Among Adolescent Girls and Boys. *Pediatrics.* déc 2012;130(6):1019-26.
43. McDowall JA. Supplement use by Young Athletes. *J Sports Sci Med.* 1 sept 2007;6(3):337-42.
44. Bigard X, Guezennec C-Y. *Nutrition du sportif, 2ème édition.* France: Masson; 2007.
45. Close GL, Hamilton DL, Philp A, Burke LM, Morton JP. New strategies in sport nutrition to increase exercise performance. *Free Radic Biol Med.* 1 sept 2016;98:144-58.
46. antidoping.ch. Dopingliste / Liste des interdictions [Internet]. 2016 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: [http://www.antidoping.ch/sites/default/files/downloads/2016/dopingliste\\_2017\\_ch\\_def\\_0.pdf](http://www.antidoping.ch/sites/default/files/downloads/2016/dopingliste_2017_ch_def_0.pdf)
47. Colombani DP. Guide des suppléments nutritionnels [Internet]. Swiss Sports Nutrition Society. 2016 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <http://www.ssns.ch/nutrition-du-sport/supplements/guide-des-supplements-nutritionnels/?lang=fr>
48. Martin A. *Apports nutritionnels conseillés pour la population française, 3è édition.* France: LAVOISIER; 2009.
49. Hecketsweiler P, Hecketsweiler B. *Voyage en biochimie, 3è édition.* France: Elsevier-Masson; 2006.
50. Marieb E, Hoehn K. *Anatomie et physiologie humaine.* Québec: ERPI; 2010.
51. Burke L, Deakin V. *Clinical Sports Nutrition, 4th Edition.* Sydney: Sports Medicine Series; 2010.
52. Société Suisse de Nutrition SSN. Informations complémentaires – Les acides aminés [Internet]. [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <http://www.sge-ssn.ch/media/Prot%C3%A9ines-compl%C3%A9ment.pdf>
53. Tipton KD, Wolfe RR. Protein and amino acids for athletes. *J Sports Sci.* janv 2004;22(1):65-79.
54. Hudson MB, Hosick PA, McCaulley GO, Schrieber L, Wrieden J, McAnulty SR, et al. The effect of resistance exercise on humoral markers of oxidative stress. *Med Sci Sports Exerc.* mars 2008;40(3):542-8.
55. Nikolaidis MG, Jamurtas AZ, Paschalis V, Fatouros IG, Koutedakis Y, Kouretas D. The effect of muscle-damaging exercise on blood and skeletal muscle oxidative stress: magnitude and time-course considerations. *Sports Med Auckl NZ.* 2008;38(7):579-606.
56. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *J Acad Nutr Diet.* 1 mars 2016;116(3):501-28.
57. Potgieter S. Sport nutrition: A review of the latest guidelines for exercise and sport nutrition from the American College of Sport Nutrition, the International Olympic Committee and the International Society for Sports Nutrition. *South Afr J Clin Nutr.* 27 janv 2013;26(1):6-16.
58. Bélanger M, LeBlanc M-J, Dubost M. *La nutrition, 4è édition.* Québec: Chenelière Education; 2015.
59. Keri Marshall ND. Therapeutic applications of whey protein. *Altern Med Rev.* 2004;9(2):136-156.
60. Swiss Sports Nutrition Society. Préparations de protéines [Internet]. 2016 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: [http://www.ssns.ch/wp-content/uploads/2016/12/SG-FB-Proteinpraeparate\\_V1.0FR.pdf](http://www.ssns.ch/wp-content/uploads/2016/12/SG-FB-Proteinpraeparate_V1.0FR.pdf)
61. Kelly GS. Sports Nutrition: A Review of Selected Nutritional Supplements For Bodybuilders and Strength Athletes [Internet]. 1997 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <http://crealift.com.br/wp-content/uploads/2013/10/23.pdf>
62. Campbell WW, Barton ML, Cyr-Campbell D, Davey SL, Beard JL, Parise G, et al. Effects of an omnivorous diet compared with a lactoovo-vegetarian diet on resistance-training-

induced changes in body composition and skeletal muscle in older men. *Am J Clin Nutr.* déc 1999;70(6):1032-9.

63. Tipton KD, Ferrando AA, Phillips SM, Doyle D, Wolfe RR. Postexercise net protein synthesis in human muscle from orally administered amino acids. *Am J Physiol.* avr 1999;276(4 Pt 1):E628-634.

64. Créatine [Internet]. 2011 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: [http://www.ssns.ch/wp-content/uploads/2016/05/SSNS-Supplementguide-Kreatin\\_FR.pdf](http://www.ssns.ch/wp-content/uploads/2016/05/SSNS-Supplementguide-Kreatin_FR.pdf)

65. Antidoping Suisse. Suppléments nutritionnels et compléments alimentaires [Internet]. 2017 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <http://www.antidoping.ch/fr/medecine-substances-et-methodes/supplements-nutritionnels-et-complements-alimentaires>

66. Autorité européenne de sécurité des aliments. Compléments alimentaires [Internet]. 2017 [consulté le 26 juillet 2017]. Disponible sur: <https://www.efsa.europa.eu/fr/topics/topic/food-supplements>

67. Le Département fédéral de l'intérieur (DFI). Ordonnance du DFI du 23 novembre 2005 sur les aliments spéciaux [Internet]. 2005 [consulté le 26 juillet 2017]. Disponible sur: <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20050168/index.html>

68. Société Suisse de Nutrition SSN. Les Compléments Alimentaires [Internet]. 2013 [consulté le 26 juillet 2017]. Disponible sur: [http://www.sge-ssn.ch/media/les\\_complements\\_alimentaires\\_py\\_rodondi\\_ssn2013-1.pdf](http://www.sge-ssn.ch/media/les_complements_alimentaires_py_rodondi_ssn2013-1.pdf)

69. Bohlmann F. Les compléments alimentaires [Internet]. 2011 [consulté le 26 juillet 2017]. Disponible sur: <http://www.sge-ssn.ch/media/tabula-4-11-F-Reportage.pdf>

70. Prozis. 100% Whey Gold Standard [Internet]. 2017 [consulté le 26 juillet 2017]. Disponible sur: <https://www.prozis.com/ch/fr/optimum-nutrition/100-whey-gold-standard-5-lbs-2273g>

71. Prozis. Iso Whey Zero [Internet]. 2017 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <https://www.prozis.com/ch/fr/biotech-usa/iso-whey-zero-2270-g>

72. Prozis. Platinum Hydrowhey [Internet]. 2017 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <https://www.prozis.com/ch/fr/optimum-nutrition/platinum-hydrowhey-35-lbs-1590g>

73. Prozis. Gold Standard Gainer [Internet]. 2017 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <https://www.prozis.com/ch/fr/optimum-nutrition/gold-standard-gainer-3.25-kg>

74. Vierling E. Aliments et boissons, Filières et produits. 3<sup>e</sup> édition. France: Doin; 2008.

75. Pubchem. Creatine monohydrate [Internet]. 2005 [consulté le 26 juillet 2017]. Disponible sur: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/80116>

76. Jäger R, Purpura M, Shao A, Inoue T, Kreider RB. Analysis of the efficacy, safety, and regulatory status of novel forms of creatine. *Amino Acids.* mai 2011;40(5):1369-83.

77. Définitions : consommer - Dictionnaire de français Larousse [Internet]. 2017 [consulté le 26 juillet 2017]. Disponible sur: <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/consommer/18432>

78. Définitions : effet - Dictionnaire de français Larousse [Internet]. 2017 [consulté le 26 juillet 2017]. Disponible sur: <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/effet/27916>

79. Westerterp KR. Basic concepts in nutrition: Body composition and its measurement. *Eur E-J Clin Nutr Metab.* 1 juin 2008;3(3):e126-9.

80. Barbe P, others. Les méthodes d'étude de la composition corporelle. *Métabolisme Horm Nutr* [Internet]. 2001 [consulté le 26 juillet 2017]; Disponible sur: <http://www.edimark.fr/Front/frontpost/getfiles/4789.pdf>

81. Kruseman M, Carrard I. Analyse qualité d'articles de recherche, traduction libre de Worksheet template and Quality criteria checklist : Primary Research. Academy of Nutrition and Dietetics, Evidence Analysis Library® [Internet]. 2017 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <http://www.andeal.org/evidence-analysis-manual>

82. Organisation Mondiale de la Santé. Activité physique pour les adultes [Internet]. 2017 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: [http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet\\_adults/fr/](http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_adults/fr/)

83. Organisation Mondiale de la Santé. Recommandations mondiales en matière d'activité physique pour la santé [Internet]. 2017 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: [http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet\\_recommandations/fr/](http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommandations/fr/)
84. Larousse É. Définitions : amateur - Dictionnaire de français Larousse [Internet]. 2017 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/amateur/2695>
85. Larousse É. Définitions : professionnel, professionnelle - Dictionnaire de français Larousse [Internet]. 2017 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: [http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/professionnel\\_professionnelle/64161](http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/professionnel_professionnelle/64161)
86. Haute Autorité de Santé. Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique [Internet]. 2013 [consulté le 26 juillet 2017]. Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2013-06/etat\\_des\\_lieux\\_niveau\\_preuve\\_gradation.pdf](https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2013-06/etat_des_lieux_niveau_preuve_gradation.pdf)
87. Organisation Mondiale de la Santé. Santé mentale et vieillissement [Internet]. 2016 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs381/fr/>
88. Trombetti A. Définition et évaluation de la sarcopénie au cabinet [Internet]. 2015 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <https://www.revmed.ch/RMS/2015/RMS-N-466/Definition-et-evaluation-de-la-sarcopenie-au-cabinet>
89. Boirie Y, Guillet C, Zangarelli A, Gryson C, Welrand S. Altérations du métabolisme protéique au cours du vieillissement. *Nutr Clin Métabolisme*. 1 sept 2005;19(3):138-42.
90. L'Institut Servier. La Sarcopénie [Internet]. 2012 [consulté le 26 juillet 2017]. Disponible sur: <http://institut-servier.com/fr/publications/la-sarcop%C3%A9nie>
91. DeBerardinis RJ, Chandel NS. Fundamentals of cancer metabolism. *Sci Adv* [Internet]. 2016 [consulté le 26 juillet 2017];2(5). Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4928883/>
92. Antidoping Suisse. Substances interdites [Internet]. 2017 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <http://www.antidoping.ch/fr/medecine-substances-et-methodes/substances-interdites>
93. Pérez-Guisado J, Jakeman PM. Citrulline malate enhances athletic anaerobic performance and relieves muscle soreness. *J Strength Cond Res*. mai 2010;24(5):1215-22.
94. Joy JM, Lowery RP, Wilson JM, Purpura M, De Souza EO, Wilson SM, et al. The effects of 8 weeks of whey or rice protein supplementation on body composition and exercise performance. *Nutr J*. 20 juin 2013;12:86.
95. Willoughby DS, Leutholtz B. D-aspartic acid supplementation combined with 28 days of heavy resistance training has no effect on body composition, muscle strength, and serum hormones associated with the hypothalamo-pituitary-gonadal axis in resistance-trained men. *Nutr Res N Y N*. oct 2013;33(10):803-10.
96. Cornish SM, Candow DG, Jantz NT, Chilibeck PD, Little JP, Forbes S, et al. Conjugated linoleic acid combined with creatine monohydrate and whey protein supplementation during strength training. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. févr 2009;19(1):79-96.
97. Glenn JM, Gray M, Wethington LN, Stone MS, Stewart RW, Moyen NE. Acute citrulline malate supplementation improves upper- and lower-body submaximal weightlifting exercise performance in resistance-trained females. *Eur J Nutr*. mars 2017;56(2):775-84.
98. Cribb PJ, Williams AD, Stathis CG, Carey MF, Hayes A. Effects of whey isolate, creatine, and resistance training on muscle hypertrophy. *Med Sci Sports Exerc*. févr 2007;39(2):298-307.
99. Spillane M, Schoch R, Cooke M, Harvey T, Greenwood M, Kreider R, et al. The effects of creatine ethyl ester supplementation combined with heavy resistance training on body composition, muscle performance, and serum and muscle creatine levels. *J Int Soc Sports Nutr*. 19 févr 2009;6:6.
100. Volek JS, Volk BM, Gómez AL, Kunces LJ, Kupchak BR, Freidenreich DJ, et al. Whey protein supplementation during resistance training augments lean body mass. *J Am Coll Nutr*. 2013;32(2):122-35.

101. Saremi A, Gharakhanloo R, Sharghi S, Gharaati MR, Larijani B, Omidfar K. Effects of oral creatine and resistance training on serum myostatin and GASP-1. *Mol Cell Endocrinol.* 12 avr 2010;317(1-2):25-30.
102. Outlaw JJ, Smith-Ryan AE, Buckley AL, Urbina SL, Hayward S, Wingfield HL, et al. Effects of  $\beta$ -Alanine on Body Composition and Performance Measures in Collegiate Women. *J Strength Cond Res.* sept 2016;30(9):2627-37.
103. Hulmi JJ, Laakso M, Mero AA, Häkkinen K, Ahtiainen JP, Peltonen H. The effects of whey protein with or without carbohydrates on resistance training adaptations. *J Int Soc Sports Nutr.* 2015;12:48.
104. Wax B, Kavazis AN, Lockett W. Effects of Supplemental Citrulline-Malate Ingestion on Blood Lactate, Cardiovascular Dynamics, and Resistance Exercise Performance in Trained Males. *J Diet Suppl.* 2016;13(3):269-82.
105. Lockwood CM, Roberts MD, Dalbo VJ, Smith-Ryan AE, Kendall KL, Moon JR, et al. Effects of Hydrolyzed Whey versus Other Whey Protein Supplements on the Physiological Response to 8 Weeks of Resistance Exercise in College-Aged Males. *J Am Coll Nutr.* janv 2017;36(1):16-27.
106. Sharp MH, Lowery RP, Shields KA, Lane JR, Gray JL, Partl JM, et al. The Effects of Beef, Chicken, or Whey Protein Post-Workout on Body Composition and Muscle Performance. *J Strength Cond Res.* 7 avr 2017;
107. Pubchem. L-citrulline [Internet]. 2004 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/9750>
108. Pubchem. beta-alanine [Internet]. 2004 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/239>
109. Pubchem. L-aspartic acid [Internet]. 2004 [consulté le 25 juillet 2017]. Disponible sur: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5960>
110. Norton L, Wilson GJ. Optimal protein intake to maximize muscle protein synthesis. *AgroFood Ind Hi-Tech.* 2009;20:54-57.
111. Bendahan D, Mattei JP, Ghattas B, Confort-Gouny S, Le Guern ME, Cozzone PJ. Citrulline/malate promotes aerobic energy production in human exercising muscle. *Br J Sports Med.* août 2002;36(4):282-9.
112. Derave W, Ozdemir MS, Harris RC, Pottier A, Reyngoudt H, Koppo K, et al. beta-Alanine supplementation augments muscle carnosine content and attenuates fatigue during repeated isokinetic contraction bouts in trained sprinters. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. nov 2007;103(5):1736-43.
113. D'Aniello A. D-Aspartic acid: an endogenous amino acid with an important neuroendocrine role. *Brain Res Rev.* févr 2007;53(2):215-34.
114. Topo E, Soricelli A, D'Aniello A, Ronsini S, D'Aniello G. The role and molecular mechanism of D-aspartic acid in the release and synthesis of LH and testosterone in humans and rats. *Reprod Biol Endocrinol RBE.* 27 oct 2009;7:120.

## 14. Annexes

### Annexe I : Protocole du Travail de Bachelor

<b>h e d s</b> Haute école de santé Genève Filière Nutrition et diététique	Rue des Caroubiers 25 CH-1227 Carouge	T +41 22 388 34 60 F +41 22 388 34 50	diet.heds@hesge.ch www.hesge.ch/heds
---	--	--	---

## Compléments alimentaires et leurs effets

### Protocole du Travail de Bachelor

Quels sont les effets positifs et négatifs sur la composition corporelle de la consommation de protéine en poudre, d'acides aminés et de créatine par des pratiquants de sport de force et de résistance ?

Quels sont les effets positifs et négatifs sur les performances physiques de la consommation de protéine en poudre, d'acides aminés et de créatine par des pratiquants de sport de force et de résistance ?

Laurent Mora et Rubens Ferreira Gonçalves  
Novembre et décembre 2016

Dir du TBSc : Laurence Vernay Lehmann



## **Table des matières**

Résumé	3
Introduction	4
Le Sport en Suisse	4
Les sports de force et de résistance	5
L'alimentation des pratiquants de sports de force et de résistance	5
Les compléments alimentaires	6
Ce qui existe et qui reste à faire	6
But et sens de ce travail de Bachelor	8
Questions de recherche	8
Méthodes	9
Introduction	9
Design	9
Sélection des articles / Population étudiée	9
Extraction des données / Mesures	10
Déroulement	14
Analyses	14
Bénéfices et risques	14
Budget et ressources	15
Bibliographie	16
Annexes	18

## Résumé

La pratique du sport en Suisse ne cesse d'évoluer puisque 44% de la population fait du sport plusieurs fois par semaine tandis que 16% de la population fait actuellement partie d'un centre de fitness. Les sports de force et de résistance du type musculation sont également un point souvent mentionné lorsqu'on parle de compléments alimentaires.

Un sport de force et de résistance vise à optimiser la composition corporelle en maximisant la part de masse musculaire tout en minimisant la part de masse grasse dans un but de force, de puissance ou bien encore d'esthétique. L'alimentation est un point clé dans cette pratique sportive avec des besoins spécifiques, notamment en protéines, pour favoriser l'anabolisme musculaire.

La pratique du sport dans la situation actuelle se révèle être toujours plus exigeante pour parvenir à de bons résultats, tout comme le fait de trouver le meilleur moyen d'y parvenir. Ainsi, la consommation de compléments alimentaires, si bien à niveau professionnel qu'amateur, s'est démocratisée au fil des années.

Nombreux sont les compléments existants via une industrie regorgeant de créativité pour en créer et les mettant en avant avec un marketing agressif. De plus les messages véhiculés sur la consommation de suppléments alimentaire sont nombreux et souvent erronés. Le sportif qui souhaite en consommer peine ainsi à s'y retrouver et à en consommer d'une façon adéquate. Dans la pratique sportive qui nous intéresse, seuls certains compléments sont à prendre en considération ; les protéines en poudre, les acides aminés et la créatine.

Ce domaine n'étant pas encore particulièrement mis en avant dans la profession de diététicien-ne, il s'avère judicieux d'acquérir des connaissances afin de guider au mieux les consommateurs de suppléments. Ceci permettra d'optimiser leurs résultats dans leur pratique sportive tout en minimisant les conséquences sur leur santé. Nous avons donc déterminé deux questions de recherche. La première et principale est "Quels sont les effets positifs et négatifs sur la composition corporelle de la consommation de protéine en poudre, d'acides aminés et de créatine par des pratiquants de sport de force et de résistance ?". La seconde est "Quels sont les effets positifs et négatifs sur les performances physiques de la consommation de protéine en poudre, d'acides aminés et de créatine par des pratiquants de sport de force et de résistance ?".

Pour répondre à ces questions nous allons utiliser une méthodologie identique. Nous allons faire une revue de littérature d'études se trouvant sur les bases de données comme Pubmed, Cinhal et Embase. Nous analyserons la pertinence, la qualité et les résultats de chaque étude afin de montrer dans quelle mesure ces compléments alimentaires ont un effet.

En compilant les résultats de ces études, nous aimerions acquérir des connaissances nous permettant d'effectuer des prises en charge spécifiques à cette catégorie de sportifs, aussi bien amateurs que professionnels. Ce travail permettra d'éclaircir les zones d'ombres concernant la consommation de ces compléments alimentaires dans le sport de force et de résistance.

## Introduction

Pratiquants de la musculation dans le milieu du fitness, nous nous intéressons de près à ce qui touche l'alimentation dans ce domaine et plus particulièrement à l'effet des compléments alimentaires sur la composition corporelle et les performances. Les sports de force permettant une augmentation de la force et de la masse maigre ainsi qu'une diminution de la masse grasse, nous souhaitons connaître quelles pratiques permettent d'optimiser ces résultats. Les compléments alimentaires sont souvent présentés comme des solutions miracles afin d'arriver à ces résultats. De plus, de nombreux messages et croyances, souvent erronés, sont véhiculés dans ce milieu via les coachs sportifs comme l'atteste un précédent travail de Bachelor réalisé par Mesdames Ramponi et Schneider (1). Cette pratique sportive ne cessant d'évoluer et de se populariser, nous pensons qu'il est primordial d'avoir des connaissances précises et basées sur des preuves scientifiques afin de pouvoir guider au mieux les consommateurs de compléments alimentaires. C'est pourquoi nous avons décidé d'effectuer une revue de littérature portant principalement sur les effets des compléments alimentaires sur la composition corporelle et possiblement sur la performance dans le cas de la pratique d'un sport de force.

## Le sport en Suisse

Selon l'Office Fédéral du Sport (OFSP) (2) ; ces dernières années, la pratique du sport ne cesse d'augmenter en Suisse. En 2014, 44% de la population des 15 à 74 ans en pratiquent plusieurs fois par semaine et il en ressort que seulement 26% de cette population se décrit comme non-sportive, c'est-à-dire, ne faisant jamais de sport. Depuis les dernières décennies, l'évolution se situe dans le fait que la part de sportifs très actifs augmente sans cesse alors que la part de sportifs, dits occasionnels, diminue en proportion.

En ce qui concerne la pratique du fitness, elle ne fait que de se populariser au fil des ans puisque 16% de la population totale Suisse est actuellement membre d'un centre de fitness. Les 15-29 ans sont les plus actifs. Ils représentent 21% des usagers. Ce taux diminue lorsque l'âge augmente. L'âge moyen de fréquentation des fitness est de 42 ans en Suisse selon le magazine l'Hebdo (3). La flexibilité et la liberté qu'offrent ces salles de sport est le principal argument de leur fréquentation. L'âge moyen des pratiquants de musculation/bodybuilding en Suisse est de 37 ans tandis que 58% de ces pratiquants sont des hommes (2).

En salles de fitness, il est possible de pratiquer de la musculation, du powerlifting, de la course à pied, du vélo elliptique, de la zumba, du bodypump, etc. Il n'existe pas d'études à ce jour qui puisse nous renseigner sur les pratiques exactes de ces usagers. De plus, étant donné la multitude de choix que proposent ces lieux, il n'est pas possible de cibler une population se rendant régulièrement dans ces lieux car cela ne nous donne aucune indication précise sur leurs pratiques. Enfin, la définition de sport de force telle que l'entendent les études de la littérature ne nous permettent pas d'en préciser le sens exact. C'est pourquoi nous avons choisis de rester sur le sens large du terme de sport de force, sans distinction particulière.

## Les sports de force et de résistance

Les livres traitant du sport définissent le sport de force comme étant un renforcement musculaire, développant la force musculaire, et permettant une augmentation et un maintien de la masse musculaire tout en minimisant la part de masse grasse (4) (5) (6). Cette pratique a pour but l'augmentation de la puissance mais aussi l'amélioration de l'apparence dans certains cas. L'entraînement de force est représenté par des concentrations musculaires concentriques, excentriques et isométrique. (5) Ces mouvements peuvent être exécutés avec des poids et des haltères. Trois sports font appel à ces outils d'entraînement. Il s'agit de l'haltérophilie, la force athlétique et le culturisme, tous trois possible de pratiquer en salle de fitness. Là où les deux premières pratiques citées recherchent une amélioration des performances, le culturisme lui recherche le développement musculaire (6). C'est sur ce point que notre travail de Bachelor peut apporter une plus-value. Pour certains de ces sports et parfois dans le cadre d'une compétition, Burke relève l'importance de cette optimisation masse maigre/masse grasse pour être le plus efficace possible dans une catégorie de poids spécifique. Dans certains cas néanmoins, le sport de force peut laisser place à une composition corporelle plus proche de la population normale où le taux de masse grasse n'a pas besoin d'être drastiquement bas (4).

## L'alimentation des pratiquants de sports de force et de résistance

L'alimentation est un point clé chez ces sportifs pour qui le but premier est d'augmenter la masse musculaire. Ainsi, il est nécessaire pour eux d'avoir une balance énergétique positive tout en optimisant à la fois la quantité de protéines et d'hydrates de carbones ingérés mais aussi le moment de la prise (4). L'alimentation doit permettre non seulement d'atteindre les cibles caloriques et protéiques mais aussi de subvenir à tous les besoins en micronutriments. Aucune restriction alimentaire ne doit avoir lieu. Les compléments alimentaires comme la créatine doivent être envisagés afin de favoriser l'anabolisme musculaire. Néanmoins, toute supplémentation doit être utilisée judicieusement afin d'aider le sportif à atteindre ses objectifs.

Cette dernière remarque est d'autant plus importante car selon le précédent travail de Bachelor cité précédemment, il a été vu qu'une proportion non négligeable de coaches donnent un discours erroné non seulement sur les besoins alimentaires du sportif mais aussi sur l'utilisation de compléments alimentaires (1).

L'alimentation des pratiquants de sport de force se basent principalement sur des recommandations faites aux athlètes de haut niveau ainsi que sur des croyances dont les bases scientifiques restent contestables (4). A ceci s'ajoute une industrie parfois peu scrupuleuse sur l'évidence scientifique de leurs produits et qui ne cesse d'en créer de nouveaux accompagnés d'un marketing agressif. A ce titre, il a été étudié que dans un magazine classique de musculation, 30% à 40% des pages sont dédiées à de la publicité pour les compléments alimentaires (4). Un nombre important de sites internet dédiés au bodybuilding vont dans ce sens en proposant de nombreuses publicités pour ces produits. Certains de ces sites en vendent également.

## Les compléments alimentaires

Selon plusieurs études, parmi les personnes fréquentant les salles de fitness, entre 28% (4) et 84,7% (7) consomment des compléments alimentaires au sens large (au-delà des compléments que nous avons choisis d'étudier) (8) (9) (10) (11) (12) (13). Les compléments alimentaires consommés dans plusieurs études sont les multi vitamines, les minéraux, les protéines en poudre, les bars protéinés, la créatine, la carnitine, les acides aminés, les boissons riches en glucides et les boissons isotoniques. Certains de ces compléments sont consommés de manière individuelle (un supplément à la fois) ou en co-supplémentation (2 compléments minimum en combinaison) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14).

Néanmoins, dans le cadre de ce travail de Bachelor, nos recherches visent les compléments alimentaires ayant une influence sur la composition corporelle. Nous pouvons donc exclure les vitamines et les minéraux qui participent à de nombreuses réactions métaboliques mais qui n'ont pas d'influence directe sur l'effet recherché.

Afin de faire le tri parmi la multitude de compléments alimentaires existants, nous avons décidé d'inclure ceux étant le plus utilisés dans les études citées et ayant de fortes évidences scientifiques en faveur d'un effet mesuré sur la composition corporelle et sur la performance selon plusieurs sources.

Les compléments alimentaires les plus souvent cités dans les études sont les vitamines, les minéraux, les protéines en poudre, la créatine et les acides aminés. (7) (8) (9) (10) (11) (12) (15). Comme nous avons exclu les vitamines et les minéraux, il reste les protéines en poudre, la créatine et les acides aminés.

En ce qui concerne l'efficacité avérée des compléments alimentaires, nous trouvons la whey protéine (protéine de lait en poudre) et la créatine en tête de liste dans une catégorie considérée comme ayant une forte évidence. Toujours selon cette source, dans une catégorie inférieure ayant une évidence modérée, se classent les acides aminés et plus particulièrement la leucine. Dans la dernière catégorie ayant un manque d'évidence, présentant des dangers ou bien même étant interdits, se trouvent des suppléments comme la testostérone, les boosters, le ZMA ainsi que les stéroïdes anabolisants et le colostrum (16). Selon Burke, nous retrouvons la créatine dans la catégorie ayant une forte évidence, la glutamine dans la catégorie modérée et les acides aminés dans la catégorie faible (4).

Les protéines en poudre et la créatine semblent donc présenter de véritables effets. Le niveau d'évidence des acides aminés varie selon la source. Toutefois, en raison de sa forte consommation dans les études, ils seront inclus dans notre recherche.

## Ce qui existe et qui reste à faire

Une première recherche à partir de notre question principale révèle l'existence de 3 méta-analyses sur le sujet.

La première porte sur les effets de la créatine sur la masse musculaire, la force et la fonction motrice chez des personnes âgées pratiquant un sport de résistance (17). L'âge moyen de cette population est de 63,6 ans. Nous pouvons exclure cette méta-analyse car notre travail portera sur une population adulte où sont exclues les personnes âgées.

La deuxième examine l'effet de la protéine en poudre sur le poids et la composition corporelle dans une population adulte pratiquant ou non un sport de résistance (18). Cette méta-analyse présente plusieurs limitations. Tout d'abord, elle inclut des personnes âgées, ce que nous ne souhaitons pas faire. De plus, elle présente des résultats généraux sans distinction particulière entre les différents âges alors que les auteurs eux-mêmes précisent que les effets ne sont pas les mêmes selon la tranche d'âge. Enfin, sur les 14 études incluses, seules 8 contiennent un sport de résistance. Les 6 autres incluent aussi bien de la marche que de la flexibilité ou pas d'activité physique du tout.

Enfin, ce travail est supporté par le Dairy Research Institute (DRI) et Whey Protein Research Consortium. Le Dairy Research Institute (DRI) a pour mission de rechercher et découvrir des bénéfices sur la santé à partir de la consommation de produits laitiers et par ceci, d'augmenter la demande en produits laitiers (19). Le Whey Protein Research Consortium se dédie depuis 2003 à découvrir et partager les bénéfices sur la santé que pourrait apporter la Whey Protein. Il est précisé sur leur site internet qu'ils effectuent ce travail à partir du soutien de leurs partenaires industriels (20). Ces organisations peuvent donc ne pas être totalement impartiales et ont avantage à ce que la Whey protéine présente des bénéfices sur la santé. Leur soutien aux auteurs de cette méta-analyse peut donc influencer ses résultats, ce qui peut provoquer un conflit d'intérêt. Cette méta-analyse peut donc être exclue également.

Concernant la troisième méta-analyse, elle présente les effets de la protéine en poudre, seule ou accompagnée d'autres suppléments, sur la force, la masse non-grasse et la masse maigre sèche chez des pratiquants de sport de résistance (21). Elle aussi présente certaines limitations. Elle compare deux groupes intervention, un recevant uniquement de la protéine en poudre de lait et un autre recevant de la protéine en poudre de lait et d'autres suppléments (créatine, acides aminés et L-carnitine), avec un groupe "contrast" recevant d'autres compléments ne contenant pas de protéine en poudre de lait mais des glucides ou d'autres sources de protéines dont celles de soja, de riz ou de la caséine.

Leurs résultats indiquent une plus grande augmentation de la masse maigre lorsqu'il y a consommation de protéine en poudre avec d'autres suppléments en comparaison avec la consommation de protéine en poudre seule. Toutefois, ils n'ont pas déterminé quels compléments ont pu apporter cette plus-value. Ils indiquent qu'il peut s'agir de la créatine mais ils ont exclu de leur méta-analyse les études où la créatine n'était pas consommée avec de la protéine en poudre alors qu'elles auraient pu apporter des informations complémentaires. De plus, Il aurait été intéressant d'investiguer l'effet que peuvent avoir ces autres suppléments (créatine, acides aminés et L-carnitine) lorsqu'ils ne sont pas consommés avec de la protéine en poudre de lait. Enfin, GlaxoSmithKline-Maxinutrition a soutenu financièrement ce travail. Il s'agit d'une marque britannique de compléments alimentaires produits par un groupe commercialisant des vaccins et des produits censés protéger la santé. Cela peut donc impliquer un conflit d'intérêt (22).

En regard de ces méta-analyses, nous pouvons déjà exclure les deux premières. Cependant, la dernière montre des points intéressants concernant la consommation de protéines en poudre. Toutefois, en regard de ses limites et possible conflit d'intérêt, il existe plusieurs points qui sont à développer. C'est pour ces raisons que nous souhaitons apporter plus de précisions. De plus, nous pourrions essayer d'apporter des informations au sujet des effets négatifs et à long terme au sujet de ces compléments ainsi que leurs effets sur les femmes, ce qui n'a pas été réalisé dans ces méta-analyses.

## **But et sens de ce travail de Bachelor**

Dans le futur il est fort à parier que cette tendance continue d'évoluer en augmentant et il est important de pouvoir guider ces personnes dans leur pratique d'une façon juste et précise. Les messages véhiculés pour le pratiquant sont nombreux et les sources d'informations le sont également (internet, magazine, connaissances et coachs sportifs). Actuellement, aucune étude ne compile, de la manière dont nous souhaitons le faire, les effets des compléments alimentaires au niveau de la composition corporelle et des performances dans le cadre de la pratique d'un sport de force et de résistance dans notre population. Il est également important de noter, les sportifs de force ont un apport protéique dépassant la plupart du temps les recommandations (voir annexe I : dans la majorité des cas, supérieur à 2g/kg/j), d'où la nécessité de pouvoir les guider dans ce domaine (23).

Il est donc nécessaire d'avoir connaissance de ceci car dans la mesure où on ne peut pas empêcher une personne de consommer des compléments, on peut l'aider à le faire d'une manière optimale et à moindre risque pour sa santé. De plus, nous pourrions lui recommander des dosages appropriés et les moments de prise où ces suppléments présentent le plus d'effets.

## **Questions de recherche**

Nous avons pour le moment deux questions de recherche. Nous souhaitons axer notre travail sur les effets de ces compléments sur la composition corporelle mais étant donné les études observées après une première recherche, certaines présentaient des effets sur les performances physiques. Nous gardons donc ces deux questions de recherche pour le moment.

- 1) Quels sont les effets positifs et négatifs sur la composition corporelle de la consommation de protéine en poudre, d'acides aminés et de créatine par des pratiquants de sport de force et de résistance ?

P : Pratiquants de sport de force et de résistance adultes.

I : Consommation de protéines en poudre, d'acides aminés et de créatine.

C : Pratiquants de sport de force ne consommant pas de protéines en poudre, d'acides aminés et de créatine.

O : Effets sur la composition corporelle (masse musculaire, masse maigre, masse grasse, poids).

- 2) Quels sont les effets positifs et négatifs sur les performances physiques de la consommation de protéine en poudre, d'acides aminés et de créatine par des pratiquants de sport de force et de résistance ?

P : Pratiquants de sport de force et de résistance adultes.

I : Consommation de protéines en poudre, d'acides aminés et de créatine.

C : Pratiquants de sport de force ne consommant pas de protéines en poudre, d'acides aminés et de créatine.

O : Effets sur les performances (par performance, entendons l'évolution de la force musculaire principalement).

## **Méthodes**

### **Introduction**

Pour réaliser ce travail, nous avons commencé par rechercher des statistiques et des définitions concernant les différents concepts de la question de recherche. Ceci permet de situer le travail et son but, tout en déterminant précisément sur quels points nous allons travailler, tant les compléments alimentaires sont nombreux par exemple. Ces premières recherches ont été effectuées sur de bases de données comme Pubmed et à partir de moteurs de recherches plus conventionnels comme Google. Des ouvrages spécialisés sur la nutrition sportive empruntés au CEDOC ont également été une source essentielle.

Le cadre de référence définira précisément chaque terme de ce travail pour permettre de comprendre notre démarche et notre raisonnement. Finalement nous effectuerons une revue narrative afin de répondre à notre question de recherche. Il est également possible que des interviews d'experts du domaine soient faites.

### **Design**

Nous allons donc procéder à une revue narrative. Afin d'observer s'il existe de la matière au sujet de notre première question de recherche, nous avons effectué une première recherche de littérature à partir des concepts suivants : composition corporelle, protéines en poudre, acides aminés et sport de force. 40 résultats sont apparus sur Pubmed et 53 résultats sur Cinhal. Il y a donc du contenu en vue de notre revue de littérature. Parmi ces résultats, il y a 3 méta-analyses qui auraient pu répondre à notre question de recherche. Elles peuvent toutefois être exclues à partir des critères présentés dans l'introduction.

Une ou plusieurs interviews d'experts spécialisés dans ce domaine sont actuellement envisagée. Ces spécialistes seraient des médecins. Ces entretiens auraient pour but de recueillir l'avis de praticiens expérimentés en reflétant ce qu'ils rencontrent dans leur pratique. Ils permettraient aussi d'observer les conseils qu'ils donnent à leurs patients.

### **Sélection des articles / Population étudiée**

Nos articles proviendront de PubMed, Cinhal et Embase après des recherches sur ces plateformes.

Sur la base de nos recherches sur les statistiques d'utilisation des fitness en Suisse, nous avons fait ressortir que la tranche d'âge de 15 à 44 ans est celle qui les fréquente en majorité. Cette proportion diminue ensuite considérablement. Néanmoins, puisque ça n'a pas de sens d'exclure une personne de 45 ans, nous décidons de nous focaliser sur une population adulte au sens plus large du terme.

Critères d'inclusion :

- Une population adulte car le public fréquentant en majorité les salles de fitness se situe dans cette tranche.
- Les études portant sur les 10 dernières années.

Critères d'exclusion :

- Une population étudiée non-adulte (comprenant les enfants, adolescent et les personnes âgées).
- Les études portant sur des espèces animales.
- Les études antérieures à 2006.

Après avoir entré notre équation de recherche dans les bases de données, nous allons sélectionner les articles de la façon suivante :

- 1) Le premier tri sera fait en fonction des titres des articles. Ainsi, tous ceux qui s'éloignent de notre question de recherche seront évincés selon les critères énoncés plus haut.
- 2) Une fois cette première sélection faite, nous envisageons d'effectuer un second tri en lisant les abstracts des articles restants. Ce second tri permet d'éliminer encore une fois les articles qui s'éloignent trop de ce que nous cherchons et réduit la quantité d'articles restants. Si un doute subsiste, l'article sera lu intégralement.
- 3) La dernière étape concerne la lecture des articles restants afin de déterminer s'ils permettent de répondre à nos questions de recherche. Néanmoins, il sera nécessaire à ce stade d'évaluer la qualité de l'étude afin de déterminer si nous conservons notre article pour la rédaction du travail de Bachelor. Une étude de bonne qualité permettra d'apporter des informations fiables pour répondre à nos questions de recherche.

#### **Extraction des données / Mesures**

Suite à l'inclusion des études répondant à nos questions de recherche, nous analyserons leur contenu à partir de leurs résultats sur les variables que nous étudions. Ces variables sont : la composition corporelle et plus particulièrement le poids, la masse maigre, la masse maigre sèche et la masse grasse. Ainsi, en regroupant leurs résultats, nous pourrions répondre à notre première question de recherche. Afin de répondre à notre deuxième question, nous analyserons les résultats sur la variable qui est la performance.

Afin de présenter ces résultats clairement, nous les regrouperons sous forme de tableau.

Pour effectuer cette revue et recueillir des données, nous avons eu besoin de définir des Mesh Terms à entrer dans les bases de données PubMed et Cinahl principalement. Ces Mesh Terms ont été créés à partir du site HeTOP qui permet de trouver les MeSH correspondant au mots-clés choisis en français. Ceci permet de rechercher les études réunissant nos mots clés grâce à une équation de recherche. L'équation de recherche doit être créée en combinant d'une part tous les synonymes d'un Mesh Terms avec des « OR » puis en combinant les différents concepts entre eux avec des « AND ». Ceci permet de ne rater aucun résultat. Nos recherches peuvent également inclure des articles effectués à partir de mots-clés n'étant pas associés à des MeSH terms. Ils seront utilisés dans la recherche en tant qu'all fields. Cette dernière permet également d'identifier de nouvelles études mises en ligne et dont les mots clés n'auraient pas encore été répertoriés dans les bases de données. Nous analyserons également la bibliographie des articles sélectionnés afin de possiblement trouver des articles supplémentaires portant sur notre sujet de recherche.

Les concepts de notre question de recherche sont : les effets, la composition corporelle, la consommation, les protéines en poudre, les acides aminés, la créatine, les pratiquants et le sport de force et de résistance.

Voici le tableau de nos Mesh Terms sur les bases de données choisies (d'autres concepts ont été ajoutés pour avoir plus d'éléments dans un premier temps, quitte à en supprimer par la suite) :

Concepts principaux	HeTop Select (MeSH en français)	MeSH en anglais	CINAHL
<b>Effets</b>	Evaluation des impacts sur la santé	health impact assessment - assessment, health impact - impact assessments, health	Health impact assessment
<b>Effets secondaires</b>	Effets indésirables à long terme	Long Term Adverse Effects	
	Effets néfastes à long terme	Adverse Effects, Long Term	
<b>Compléments alimentaires</b>	Compléments alimentaires	Dietary supplements - Nutraceutical - food supplements, Dietary Supplementations - supplementations, dietary	Dietary Supplements
	Aliment fonctionnel	Fonctionnal food	Fonctionnal Food
	Substances améliorant les performances	Performance-Enhancing substances - Ergogenic Effects - drugs, Performance-Enhancing - performance enhancing effects - substances, Performance-Enhancing - Ergogenic Substances	Ergogenic products
	Consommation alimentaire	Eating - food intake	Food intake
	Sciences de la nutrition sportive		Sport nutritional sciences
<b>Sport de force</b>	Entraînement en résistance	Resistance training	Resistance Training - Body building - Muscle Strengthening

	Entraînement en force	exercise program, Weight-Bearing - strength training - strengthening programs, Weight-Lifting - weight bearing strengthening program - Weight-Bearing exercise programs - Weight-Lifting strengthening programs	weight lifting
	Programme d'exercice avec portage de poids	exercise program, Weight-Lifting - strengthening program, Weight-Bearing - training, resistance - weight lifting exercise program - Weight-Bearing strengthening programs	
	Programme d'exercice avec soulèvement de poids	Training, strength - weight lifting strengthening program - weight lifting strengthening program - strengthening programs, Weight-Bearing - weight bearing exercise program - Weight-Lifting exercise programs	
	Sport amateur		Amateur sport
<b>Composition corporelle</b>	Composition corporelle	Body composition - composition, body	Body composition
	Composition du corps	Body compositions - composition, body - compositions, body	
	Masse maigre	Lead body mass, fat free mass	fat free mass

<b>Protéines en poudre</b>	Protéine de lactosérum	Whey proteins	(Milk protein) - caseins
	Protéine de petit-lait	Protein, Whey - Proteins, Whey - Whey Protein	
<b>Créatine</b>	Créatine	Creatine	creatine - phosphocreatine
<b>Acides aminés</b>	Acides aminés	amino acids - acids, amino	Amino-acids
	Acides aminés à chaîne ramifiées	branched-chain - amino acids, branched-chain	Amino-acids, branched-chain - leucine - isoleucine
	Acides aminés à chaîne ramifiée	acids, branched-chain amino - amino acids, branched chain - branched-chain amino acids	
<b>Performance sportive</b>	Performance sportive	Athletic performance	
	Performance athlétique	Athletic performances - performances, sports - performance, athletic - sports performance - sports performances	Athletic performance
<b>Muscle</b>	Force musculaire	Muscle strenght - strength, muscle	
	Développement musculaire	development, muscle - development, muscular - muscular development	
	Force du muscle	Muscles, strength	
	Myofibrillogenèse	Myofibrillogenesis - myogenesis	
	Muscle		muscle, skeletal
<b>Fitness</b>	Centres de fitness	Fitness centers	fitness centers
	Club de culture physique	center, fitness - club, health - centers, fitness	

## **Déroulement**

Jusqu'à maintenant, nous avons travaillé en commun sur les recherches et la rédaction des différentes parties de ce protocole. Ceci dans le but de l'avancer régulièrement et pouvoir le peaufiner après les corrections de notre directrice de travail de Bachelor.

Pour notre travail de Bachelor, nous nous séparerons sa rédaction. La sélection, la lecture et l'analyse des articles sera faite par chacun de nous deux afin de disposer de deux regards. Suite aux lectures et analyses, nous nous rencontrerons afin de discuter de notre compréhension à leur sujet. Afin d'avancer de manière régulière, nous établirons un calendrier précis des tâches à effectuer.

Nous nous rencontrerons hebdomadairement lors du semestre 5 à l'exception de la période de stage étant donné l'éloignement géographique. Durant ce stage, nous nous verrons probablement une fois par mois. Néanmoins, pour palier à ces rencontres plus espacées, nous communiquerons par vidéoconférence et/ou par téléphone.

Nous disposons également de rendez-vous réguliers avec notre directrice de travail de Bachelor, Laurence Vernay-Lehmann, afin d'être guidés et d'aller dans la bonne direction. Nous rédigeons des procès-verbaux précis de ces rendez-vous afin d'avoir une trace du travail effectué.

La réalisation de ce travail débutera principalement lors du semestre 6 de l'année scolaire 2016-2017. Nous avons élaboré un premier calendrier en y disposant les tâches principales à effectuer.

Il sera tout de même nécessaire d'en élaborer un plus précis. Il faudra tenir en compte le stage débutant au mois de février et le fait que notre binôme ne l'effectuera probablement pas dans la même ville, ce qui rendra les rencontres moins faciles. De plus, les possibles week-ends et vacances à l'étranger sont à prendre en compte même si leurs dates n'ont pas encore été déterminées.

Le calendrier actuel est présenté en annexe II.

## **Analyses**

Concernant les analyses quantitatives, nous les collecterons grâce à la grille de lecture descriptive de la Heds. Ainsi, nous pourrions établir des statistiques à partir des résultats sur les variables.

Quant aux analyses qualitatives, nous les ferons grâce à la traduction française de la grille d'analyse et liste à cocher de l'Academy of Nutrition and Dietetics.

Ces grilles ont été mises à disposition dans le module MR3.

## **Bénéfices et risques**

Notre travail de Bachelor sera une revue de littérature pouvant inclure des interviews d'experts. Il n'y aura pas d'enquêtes avec des sujets. Notre travail ne comprendra donc pas de bénéfices et de risques.

## **Budget et ressources**

Notre travail de Bachelor sera composé d'une revue de littérature et possiblement d'interviews d'experts.

Pour cette revue, il sera nécessaire de recueillir de nombreuses études. Il est possible que certaines soient payantes. Leur impression pourrait présenter un coût. La HEDS nous permet d'acquérir 20 études payantes par binôme, soit 10 par personne. Il sera tout de même possible d'acquérir certaines études via des contacts et sans frais.

Après une première recherche de littérature sur deux bases de données à partir de notre question de recherche principale, environ 90 études sont ressorties. Il est possible que ces plateformes regroupent les mêmes études. Pour ce premier calcul, nous retiendrons seulement 45 études. Chaque copie en noir et blanc coûte 10 centimes. Si chaque étude comporte environ 10 pages et est imprimée deux fois, il sera nécessaire 45.- afin de les imprimer.

Interviewer des experts peut également présenter des coûts. En fonction de leur localisation, des frais liés aux déplacements peuvent se présenter.

D'autres frais liés aux déplacements peuvent survenir en lien avec nos rencontres afin d'avancer dans ce travail.

Les premières ressources mises en avant sont les ressources humaines, à commencer par notre directrice de travail de Bachelor, Laurence Vernay-Lehman, et la responsable du module du Travail de Bachelor, Maaïke Kruseman. Elles nous guideront tout au long de ce travail. Jean-David Sandoz, du centre de documentation de la Heds, est aussi une ressource importante puisqu'il peut nous aider lors de nos recherches mais aussi dans la compréhension des outils de recherche. Concernant ces outils de recherches, nous utilisons en priorité des bases de données telles que PubMed, Cinahl et Embase. D'autres sources d'informations peuvent provenir de Google Scholar ou d'organismes indépendants ayant par exemple des études sur des statistiques.

Etant donné notre thématique de travail, le précédent travail de Bachelor sur le discours des coachs de fitness réalisé par Mesdames Ramponi et Schneider est un point de départ fondamental au nôtre. La bibliothèque de la Heds est aussi une ressource en ce qui concerne les ouvrages sur l'alimentation du sportif de force et pour y trouver des définitions et des recommandations pour cette population. Nos cours sont également une ressource.

Les logiciels Microsoft Office nous permettront de mettre notre travail sur papier. Nous partageons également un Drive permettant de travailler simultanément sur le même document. Enfin, le logiciel Zotero nous permet d'enregistrer nos références et de les classer dans notre travail écrit.

## Bibliographie

1. Ramponi F, Schneider L. Discours des coaches de fitness francophones à travers les médias, en regard des recommandations [En ligne]. 2015 [consulté en novembre 2016]. Disponible : [http://doc.rero.ch/record/257115/files/TB\\_DIET\\_2015\\_5\\_Ramponi\\_Schneider.pdf](http://doc.rero.ch/record/257115/files/TB_DIET_2015_5_Ramponi_Schneider.pdf)
2. Lamprecht M, Fischer A, Stamm H. Sport Suisse 2014. Activité et consommation sportives de la population suisse. [En ligne]. 2014 [consulté en novembre 2016]. Disponible : [http://www.sportobs.ch/fileadmin/sportobs-dateien/Downloads/Sport\\_Schweiz\\_2014\\_f.pdf](http://www.sportobs.ch/fileadmin/sportobs-dateien/Downloads/Sport_Schweiz_2014_f.pdf)
3. Fédération Suisse des centres de fitness et de santé (via magazine L'hebdo). Industrie du fitness, l'envers du décor. [En ligne]. 2016. [consulté en novembre 2016]. Disponible : <http://www.hebdo.ch/hebdo/cadragés/detail/industrie-du-fitness-faiblesse%20humaine>
4. Burke L. Practical Sports Nutrition. 2007. Belconnen : Human Kinesics ; 2007.
5. Rochcongar P, Rivière D. Médecine du sport pour le praticien. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson ; 2013.
6. Albert M. Entraînement musculaire et isocinétisme excentriques. Paris : Masson ; 1997.
7. Morrison LJ, Gizis F, Shorter B. Prevalent use of dietary supplements among people who exercise at a commercial gym [En ligne]. 2004 [consulté en juillet 2016]. Disponible : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15467105><http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15467105>
8. Oliver AJ, León MT, Hernández EG. Statistical analysis of the consumption of nutritional and dietary supplements in gyms [En ligne]. 2008 [consulté en juillet 2016]. Disponible : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19137983><http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19137983>
9. Bianco A, Mammina C, Paoli A, Bellafiore M, Battaglia G, Caramazza G, Palma A, Jemni M. Protein supplementation in strength and conditioning adepts: knowledge, dietary behavior and practice in Palermo, Italy [En ligne]. 2011 [consulté en juillet 2016]. Disponible : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22206347><http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22206347>
10. Bianco A, Mammina C, Thomas E, Bellafiore M, Battaglia G, Moro T, Paoli A, Palma A. Protein supplementation and dietary behaviours of resistance trained men and women attending commercial gyms: a comparative study between the city centre and the suburbs of Palermo, Italy [En ligne]. 2014 [consulté en juillet 2016]. Disponible : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24976800><http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24976800>
11. Bianco A, Mammina C, Thomas E, Ciulla F, Pupella U, Gagliardo F, Bellafiore M, Battaglia G, Paoli A, Palma A. Protein supplements consumption: a comparative study between the city centre and the suburbs of Palermo, Italy [En ligne]. 2014 [consulté en juillet 2016]. Disponible : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25089201><http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25089201>
12. Lacerda FM, Carvalho WR, Hortegal EV, Cabral NA, Veloso HJ. Factors associated with dietary supplement use by people who exercise at gyms [En ligne]. 2015 [consulté en juillet 2016]. Disponible : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20004078><https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20004078><https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26465665><https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26465665>

13. Goston JL, Correia ML. Intake of nutritional supplements among people exercising in gyms and influencing factors. [En ligne].2010. [Consulté en novembre 2016]. Disponible. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20004078>
14. Sánchez Oliver A, Miranda León MT, Guerra-Hernández E. Prevalence of protein supplement use at gyms [En ligne]. 2011 [consulté en juillet 2016]. Disponible : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22072369>
15. Tsitsimpikou C, Chrisostomou N, Papalexis P, Tsarouhas K, Tsatsakis A, Jamurtas A. The use of nutritional supplements among recreational athletes in Athens, Greece [En ligne]. 2011 [consulté en juillet 2016]. Disponible : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21799216><http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21799216>
16. Close GL, Hamilton DL, Philip A, Burke LM, Morton JP. New Strategies in sport nutrition to increase exercise performance. [En Ligne]. 2016. [Consulté en décembre 2016]. Disponible: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0891584916000307>
17. Devries MC, Phillips SM. Creatine Supplementation during resistance training in older adult-a meta-analysis. [En ligne]. 2014. [Consulté en décembre 2016]. Disponible. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24576864>
18. Miller PE, Alexander DD, Perez V. Effects of whey protein and resistance on body composition: a meta analysis of randomized controlled trials. [En ligne]. 2014. [Consulté en décembre 2016]. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24724774>
19. National Dairy Council. Nutrition Research [En ligne]. 2015 [consulté en décembre 2016]. Disponible : <http://researchsubmission.nationaldairycouncil.org/Pages/Home.aspx>
20. Whey Protein Research Consortium. The Source for Whey Protein Science & Resources [En ligne]. 2015 [consulté en décembre 2016]. Disponible : <http://www.wheyconsortium.org/Pages/Home.aspx>
21. Naclerio F, Larumbe-Zabala E. Effects of Whey protein alone or as part of multi-ingredients formulation on strength, fat-free mass, or lean body mass in resistance-trained individuals: a meta-analysis. [En ligne]. 2016. [Consulté en décembre 2016]. Disponible : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26403469>
22. GlaxoSmithKline. MaxiNutrition [En ligne]. 2015 [consulté en décembre 2016]. Disponible : <http://uk.gsk.com/en-gb/products/our-consumer-healthcare-products/nutrition/maxinutrition/>
23. Stark M, Lukaszuk J, Prawitz A, Salacinski A. Protein timing and its effects on muscular hypertrophy and strength in individuals engaged in weight-training [En ligne]. 2012 [consulté en décembre 2016]. Disponible : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3529694/>

## Annexes

Annexe I (23) :

### Apports en protéines chez des athlètes de force

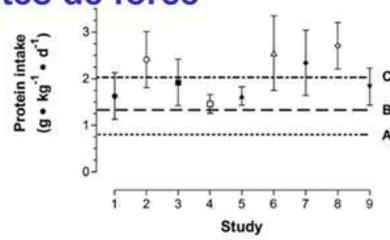


FIG. 6. Reported habitual protein intakes in resistance-trained athletes in studies 1,<sup>7</sup> 2,<sup>63</sup> 3,<sup>43</sup> 4,<sup>42</sup> 5,<sup>64</sup> 6,<sup>65</sup> 7,<sup>66</sup> 8,<sup>46</sup> and 9.<sup>41</sup> Dietary reference protein intake ( $0.8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ) is shown by line A, an estimated "safe" protein requirement ( $1.33 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ) extrapolated from Figure 5 is indicated by line B, and the mean reported mean protein intake ( $2.05 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ) is indicated by line C. Values are means  $\pm$  standard deviation.

Phillips SM 2004

## Annexe II : Calendrier

23 décembre 2016	Rendu du Protocole
6 au 31 janvier 2017	Préparation au séminaire
31 janvier, 1 et 2 février	Séminaire de présentation du Protocole
A partir du 2 février	Recherche et sélection des articles scientifiques
Février-mars	Au moins une rencontre avec la Dir TBSc
Avril-mai	Au moins deux rencontres avec la Dir TBSc
Période à définir	Lecture et évaluation qualitative des articles sélectionnés
Période à définir	Analyse et extraction des données des articles
Période à définir	Possibles interviews d'experts
Période à définir	Rédaction du travail de Bachelor
8 juin	Séminaire « Discussion »
Juin – juillet	Relecture du travail de Bachelor par Dir TBSc
Au plus tard le 31 juillet	Rendu définitif du travail de Bachelor
1 <sup>er</sup> août au 28 août	Vacances et préparation à la soutenance
28 août au 15 septembre	Soutenance du travail de Bachelor

Tableau 2 : Calendrier

# Trame de l'entretien avec le Dr. Gojanovic

But de l'entretien :

- Recueillir l'avis, l'expérience professionnelle et les conseils/recommandations d'un expert au sujet des 3 compléments alimentaires sélectionnés et de leurs effets positifs et négatifs.

→ **Présenter notre travail de Bachelor et son but** : Étudier les effets de la protéine de lactosérum (Whey Protein), de la créatine et des acides aminés en poudre sur la composition corporelle et les performances chez des pratiquants de sport de force et de résistance.

- Que pensez-vous de la Whey Protein, des acides aminés et de la créatine ?
- Quels sont les effets, s'il y en a, de la consommation de ces 3 compléments ? (A demander s'il ne l'a pas dit avant). Voyez-vous des effets négatifs à leur consommation ? Et en cas de respect des doses prescrites ? (A demander s'il ne l'a pas dit avant). Et en cas de consommation exagérée de ces suppléments ? (A demander s'il ne l'a pas dit avant).
- Nous avons relevé que la consommation de ces suppléments, accompagnée de la pratique d'un sport de force et de résistance, permet une augmentation de la masse maigre, une diminution de la masse grasse et une amélioration des performances et de la force. (Les références se trouvent en fin de document)
  - Qu'en pensez-vous ? Qu'avez-vous pu observer dans votre pratique ? (A demander s'il ne l'a pas dit avant).

Effets potentiellement délétères de ces produits sur la santé :

- Un néphrologue nous a indiqué que la consommation importante de protéines (>1g/kg/j) pouvait affecter la fonction rénale. Que pensez-vous de ceci par rapport à la consommation de protéines en poudre ?
- Quels sont vos conseils au sujet de la consommation de ces suppléments ? ou Déconseillez-vous la consommation de ces suppléments ? Si oui, la déconseillez-vous à une population en particulier ? Et pour quelles raisons (je suppose qu'il nous les aura donné précédemment) ?
  - Acides aminés : ne les recommande jamais.
  - Créatine : si objectif de performance.
  - Protéines : en fonction de l'alimentation et de la logistique (si pas de repas après l'entraînement) → le lait chocolaté suffit. → Pas forcément nécessaire par alimentation.

- Quels sont vos arguments pour convaincre un sportif de ne pas consommer ou de limiter la consommation de ces produits ? **(A demander en fonction de ses conseils)**

Etudes scientifiques :

- Que pensez-vous des études publiées et scientifiques portant sur les effets de ces compléments alimentaires ? (Donner des précisions si nécessaire)
- Que pensez-vous du fait que les études portant sur les effets de ces compléments alimentaires soient en bonne partie financée par leur industrie ? **(A demander s'il n'en a pas parlé dans la question précédente).**
- Est-ce que le fait que ces études portent majoritairement sur des populations jeunes (18-35 ans) et non pas sur des populations plus âgées (35-65 ans) représente un biais de sélection et donc une limite aux résultats ? De plus, est-ce que cela empêche la mise en évidence de problèmes de santé qui pourraient survenir suite à une consommation régulière et/ou trop importante de ces compléments ?

## Trame de l'entretien avec le Professeur Féraïlle

But de l'entretien :

- Recueillir l'avis, l'expérience professionnelle et les conseils/recommandations d'un expert au sujet des 3 compléments alimentaires sélectionnés et de leurs effets positifs et négatifs.

→ **Présenter notre travail de Bachelor et son but** : Étudier les effets de la protéine de lactosérum (Whey Protein), de la créatine et des acides aminés en poudre sur la composition corporelle et les performances chez des pratiquants de sport de force et de résistance.

- Que pensez-vous de la consommation de Whey Protein, d'acides aminés et de créatine ?
- Quels sont les effets, s'il y en a, de la consommation de ces 3 compléments ?
- Nous avons relevé que la consommation de ces suppléments, accompagnée de pratique d'un sport de force et de résistance, permettrait une augmentation de la masse maigre et une amélioration des performances. Cependant, nous avons également relevé un possible et principal effet négatif de cette consommation qui peut être le développement de pathologies rénales.  
→ Qu'en pensez-vous ? Relevez-vous des effets ou des conséquences provoquées sur la santé par la consommation de ces suppléments ? Qu'avez-vous pu observer dans votre pratique ? Quels seraient ces effets ?
- Comment expliquez-vous le possible développement de ces problèmes rénaux d'un point de vue physiologique ?
- Nous avons observé jusqu'à présent que les études portent majoritairement sur des sujets âgés entre 18 et 25 ans, et aucun problème rénal n'est rencontré. Est-ce des données fiables ? la consommation à long terme ou à un âge plus avancé est-elle plus à risque ? Que pensez-vous de la durée des études qui se situent entre 6 et 12 semaines ?
- Quels seraient vos conseils au sujet de la consommation de ces suppléments ? **ou** Déconseillez-vous la consommation de ces suppléments ? Si oui, la déconseillez-vous à une population en particulier ? Et pour quelles raisons ?
- Si un de vos patients souhaite consommer coûte que coûte ces suppléments malgré les conseils que vous lui avez donnés (je suppose : de ne pas en consommer), adapteriez-vous

## Annexe IV : Grille d'analyse qualitative de la Haute Ecole de Santé de Genève, filière nutrition et diététique (81)

### Analyse qualité d'articles de RECHERCHE<sup>1</sup>

#### Résumé descriptif

Référence	
Devis d'étude	
Niveau de qualité	<input type="checkbox"/> + (Positif) <input type="checkbox"/> - (Négatif) <input type="checkbox"/> ⊙ (Neutre)
But de la recherche	
Critères d'inclusion	
Critères d'exclusion	
Description du protocole de l'étude	Recrutement : Design : Aveuglement (si applicable) : Intervention (si applicable) : Analyses statistiques :
Recueil de données	Moments de mesure : Variables dépendantes : Variables indépendantes : Autres variables en lien :
Description de l'échantillon étudié	N initial sujets: ..... (.....Hommes ; .....Femmes) N final analysé : ..... (Taux de retrait : .....) Age (moyenne ; groupes ; etc.): Origine : Autres caractéristiques démographiques : Données anthropométriques : Lieu de recrutement :

<sup>1</sup> Traduction libre de Worksheet template and Quality criteria checklist : Primary Research. Academy of Nutrition and Dietetics, Evidence Analysis Library®. <http://www.andean.org/evidence-analysis-manual> (accédé le 18 janvier 2017)

Résumé des résultats	Constatations principales :  Constatations secondaires :
Conclusion des auteurs	
Commentaires	
Source de financement	

### Analyse qualité

Symboles	Légende
+	<b>Positif</b> : Indique que l'article a abordé clairement les critères d'inclusion et d'exclusion, les biais, la généralisabilité, le recueil et l'analyse des données.
-	<b>Négatif</b> : Indique que les éléments ci-dessus n'ont pas été abordés de manière suffisante.
⊖	<b>Neutre</b> : Indique que l'article n'est ni particulièrement robuste ni particulièrement faible.

### Checklist

Questions de pertinence	
1. En cas de résultat positif de l'intervention étudiée, est-ce que sa mise en application résulterait en une amélioration pour le groupe cible ? (Non applicable pour certaines études épidémiologiques).	O N PP NA
2. Est-ce que l'outcome ou le thème étudié (variable dépendante) est important du point de vue du groupe cible ?	O N PP NA
3. Est-ce que l'intervention ou la procédure (variable indépendante) ou le thème de l'étude est une préoccupation fréquente en pratique diététique ?	O N PP NA
4. Est-ce que l'intervention ou la procédure est réalisable/faisable ? (Non applicable pour certaines études épidémiologiques).	O N PP NA

Oui=O ; Non=N ; Peu de précisions=PP ; Ne s'applique pas=NA



<p><b>4. Est-ce que la gestion des <u>retraits</u> (sujets ayant arrêté l'étude volontairement ou non) a été décrite ?</b></p> <p>4.1 Est-ce que les méthodes de suivi des sujets ont été décrites et étaient-elles identiques pour tous les groupes ?</p> <p>4.2 Est-ce que le nombre de retraits et les motifs (abandons, perdus de vue, etc.) ou le taux de réponse (études transversales) étaient décrits pour chaque groupe ? (Le taux de suivi pour une étude robuste est de 80%).</p> <p>4.3 Est-ce que tous les sujets inclus dans l'échantillon de départ ont été pris en compte dans l'analyse?</p> <p>4.4 Est-ce que les raisons de retrait étaient similaires dans tous les groupes ?</p> <p>4.5 S'il s'agit d'une étude visant à évaluer un test diagnostique: est-ce que la décision d'effectuer le test de référence (gold standard) n'était pas influencée par les résultats du test étudié (nouveau test) ?</p>	<p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p>
<p><b>5. Est-ce que des <u>méthodes en aveugle</u> ont-été utilisées pour empêcher les biais ?</b></p> <p>5.1 S'il s'agit d'une étude d'intervention, est-ce que les cliniciens et les investigateurs étaient aveugles concernant l'attribution des groupes ?</p> <p>5.2 Est-ce que les personnes chargées de recueillir les données étaient aveugles concernant l'évaluation des résultats? (<i>Si le résultat était évalué par un test objectif, p.ex. une valeur biologique, ce critère est d'emblée acquis</i>).</p> <p>5.3 S'il s'agit d'une étude de cohorte ou d'une étude transversale, est-ce que les mesures de résultat et de facteurs de risque des sujets ont été effectuées à l'aveugle ?</p> <p>5.4 S'il s'agit d'une étude cas-témoins, est-ce que la définition d'un cas était explicite et son attribution au groupe « cas » non-influencée par le fait qu'il ait été exposé ou non au facteur étudié ?</p> <p>5.5 S'il s'agit d'une étude visant à évaluer un test diagnostique, est-ce que les résultats du test étaient traités en aveugle, relativement à l'histoire du patient et aux résultats d'autres tests ?</p>	<p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p>
<p><b>6. Est-ce que <u>l'intervention</u>, les plans de traitement, les facteurs d'exposition ou la procédure, ainsi que les comparaisons ont été décrites en détail?</b></p> <p>6.1 S'il s'agit d'un essai randomisé contrôlé ou d'une autre étude d'intervention, est-ce que les protocoles étaient décrits pour chacun des plans de traitement étudiés ?</p> <p>6.2 S'il s'agit d'une étude d'observation, est-ce que les interventions, le cadre de l'étude et les professionnels impliqués étaient décrits?</p> <p>6.3 Est-ce que l'intensité et la durée de l'intervention ou du facteur d'exposition étaient suffisantes pour produire un effet significatif?</p> <p>6.4 Est-ce que l'ampleur de l'exposition et, le cas échéant, la compliance du sujet, était mesurée?</p>	<p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p> <p>O-N-PP-NA</p>

6.5 Est-ce que les co-interventions (traitements auxiliaires, autres thérapies, etc.) étaient décrites?	O-N-PP-NA
6.6 Est-ce que les traitements supplémentaires ou non planifiés étaient décrits?	O-N-PP-NA
6.7 Est-ce que les données relatives aux questions, 6.4, 6.5, et 6.6 étaient évaluées de la même manière pour tous les groupes ?	O-N-PP-NA
6.8 S'il s'agit d'une étude visant à évaluer un test diagnostique, est-ce que la manière d'effectuer les tests et leur reproduction étaient suffisamment décrits ?	O-N-PP-NA
<b>7. Est-ce que les <u>variables de résultat</u> étaient clairement définies et les <u>mesures valides et fiables</u>?</b>	O-N-PP-NA
7.1 Est-ce que les critères de résultats (endpoints) primaires et secondaires étaient décrits et pertinents pour répondre à la question ?	O-N-PP-NA
7.2 Est-ce que les mesures nutritionnelles étaient appropriées pour étudier la question et les résultats d'intérêt ?	O-N-PP-NA
7.3 Est-ce que la période de suivi était suffisamment longue pour que les résultats puissent se produire ?	O-N-PP-NA
7.4 Est-ce que les observations et les mesures étaient basées sur des instruments, tests ou procédures de recueil de données standardisés, valides et fiables?	O-N-PP-NA
7.5 Est-ce que la mesure de l'effet était d'un niveau de précision approprié ?	O-N-PP-NA
7.6 Est-ce que d'autres facteurs pouvant influencer les résultats étaient pris en compte?	O-N-PP-NA
7.7 Est-ce que les mesures étaient conduites de façon systématique dans chacun des groupes?	O-N-PP-NA
<b>8. Est-ce que les <u>analyses statistiques</u> étaient appropriées pour le design d'étude et pour le type de variables de résultat?</b>	O-N-PP-NA
8.1 Est-ce que les analyses statistiques étaient suffisamment décrites et les résultats rapportés de manière adéquate ?	O-N-PP-NA
8.2 Est-ce que les tests statistiques utilisés étaient corrects et est-ce que les hypothèses des tests étaient respectées ?	O-N-PP-NA
8.3 Est-ce que les résultats statistiques étaient rapportés avec les niveaux de signification ou les intervalles de confiance ?	O-N-PP-NA
8.4 Est-ce que l'analyse des résultats était effectuée pour l'ensemble des sujets en « intention de traiter » ? ( <i>le cas échéant, y avait-il une analyse des résultats pour les personnes les plus exposées ou une analyse dose-effet</i> ) ?	O-N-PP-NA
8.5 Est-ce que des ajustements pour les facteurs de confusion potentiels étaient faits de manière adéquate ? (analyses multivariées p.ex.)	O-N-PP-NA
8.6 Est-ce que la signification clinique ainsi que la signification statistique étaient mentionnées ?	O-N-PP-NA
8.7 Si les résultats étaient négatifs, est-ce qu'un calcul de puissance permettait d'identifier une éventuelle erreur de type II ?	O-N-PP-NA

<b>9. Est-ce que <u>les conclusions étaient étayées par les résultats et tenaient compte des biais et des limites</u> ?</b>	O-N-PP-NA
9.1 Est-ce qu'il y a une discussion des résultats ?	O-N-PP-NA
9.2 Est-ce que les biais et les limites de l'étude sont identifiés et discutés ?	O-N-PP-NA
<b>10 Est-ce qu'un biais dû au <u>financement ou au sponsoring</u> de l'étude est peu probable ?</b>	O-N-PP-NA
10.1 Est-ce que les sources de financement et les affiliations des investigateurs sont mentionnées ?	O-N-PP-NA
10.2 Est-ce qu'il n'y avait pas de conflit d'intérêt apparent ?	O-N-PP-NA

### Cotation

#### **POSITIF (+)**

*Si la majorité des réponses aux questions de validité ci-dessus sont « Oui », y compris les critères 2, 3, 6 et 7 ainsi qu'au moins une réponse « Oui » à une autre question, l'article devrait être désigné par le symbole plus (+).*

#### **NEGATIF (-)**

*Si la plupart ( $\geq 6/10$ ) des réponses aux questions de validité ci-dessus sont « Non », l'article devrait être désigné par le symbole moins (-).*

#### **NEUTRE (⊖)**

*Si les réponses aux questions de validité 2, 3, 6 et 7 n'indiquent pas que l'étude est particulièrement robuste, l'article devrait être désigné par le symbole neutre (⊖).*

## Annexe V : Tableau 21 des apports protéiques des études sur la WP

REF	Whey Protein	Autres protéines	Autres protéines	Glucides	Apports tenant compte - oui ou non - de la supplémentation protéique
(94)	Pas de chiffres	Pas de chiffres	//////// ////////	//////// ////////	Pas d'indications
(103)	1.4 ± 0.1 g/kg/j	Whey Protein + CHO : 1.5 ± 0.1 g/kg/j	//////// ////////	1.7 ± 0.1 g/kg/j	Oui
(98)	1.7 ± 0.7 à 1.9 ± 0.8 g/kg/j	//////// ////////	//////// ////////	1.6 ± 0.1 à 1.7 ± 0.2 g/kg/j	Non, il a été demandé au groupe "intervention" de consommer 1.5 g/kg/j de WP en plus de son alimentation habituelle.
(100)	Entre 1.27 ± 0.41 et 1.39 ± 0.18 g/kg/j	Protéines isolées de soja : entre 1.27 ± 0.45 et 1.41 ± 0.23 g/kg/j	//////// ////////	Entre 1.06 ± 0.13 et 1.14 ± 0.28 g/kg/j	Oui
(105)	WP Hydrolyzed : 1.9 ± 0.11 g/kg/j WP Concentrate : 1.85 ± 0.1 g/kg/j	WP Concentrate- Lactoferrine : 1.97 ± 0.09 g/kg/j	//////// ////////	1.58 ± 0.13 g/kg/j	Pas d'indications. Etant donné ces valeurs, nous supposons que oui.
(106)	WPC : 2.2 ± 0.3 g/kg/j	Protéines de poulet : 2.1 ± 0.3 g/kg/j	Protéines de bœuf : 2.2 ± 0.2 g/kg/j	2.0 ± 0.2 g/kg/j	Pas d'indications. Etant donné ces valeurs quasi-similaires et en raison du fait que leur alimentation ait été supervisée, nous supposons que non. Les trois groupes supplémentés ont consommé 46 grammes de protéines en poudre par jour.

## Annexe VI : Tableau 22 des apports caloriques des études sur la WP

REF	Whey Protein	Autres protéines	Autres protéines	Glucides	Apports tenant compte - oui ou non - de la supplémentation protéique
(94)	Pas de chiffres	Pas de chiffres	////////	////////	Pas d'indications
(103)	29.6 kcal/kg/j	Whey Protein + CHO : 29.3 kcal/kg/j	////////	35.0 kcal/kg/j	Oui
(98)	Entre 39.1 ± 3.3 et 40.5 ± 3.5 kcal/kg/j	////////	////////	Entre 36.4 ± 5.9 et 36.5 ± 5.3 kcal/kg/j	Non, il a été demandé au groupe "intervention" de consommer 1.5 g/kg/j de WP en plus de son alimentation habituelle.
(100)	Entre 2083 ± 80 et 2129 ± 69 kcal/j	Protéines isolées de soja : entre 1967 ± 64 et 2104 ± 74 kcal/j	////////	Entre 1992 ± 80 et 2019 ± 66 kcal/j	Oui
(105)	WP Hydrolyzed : 30.2 ± 1.5 kcal/kg/j WP Concentrate : 31.9 ± 1.4 kcal/kg/j	WP Concentrate-Lactoferrine : 31.7 ± 1.4 kcal/kg/j	////////	41.6 ± 1.6 kcal/kg/j	Pas d'indications. En suivant le même raisonnement que celui pour les apports protéiques, nous supposons que oui.
(106)	WPC : 34.6 ± 4.6 kcal/kg/j	Protéines de poulet : 34.3 ± 4.1 kcal/kg/j	Protéines de bœuf : 35.4 ± 3.7 kcal/kg/j	35.1 ± 3.1 kcal/kg/j	Pas d'indications. En suivant le même raisonnement que celui pour les apports protéiques, nous supposons que non. Les trois groupes supplémentés ont consommé 46 grammes de protéines en poudre par jour.

## Annexe VII : Tableau 23 des apports protéiques des études sur la Cr

REF	Créatine	Autre groupe	Autre groupe	Glucides	Apports tenant compte - oui ou non - de la supplémentation protéique
(101)	1.6 ± 0.4 à 1.7 ± 0.5 g/kg/j	PL + RT : 1.7 ± 0.8 à 2.1 ± 1.00 g/kg/j	PL sans RT : 1.6 ± 0.5 à 1.7 ± 0.4 g/kg/j	////////	Il n'y a pas eu de supplémentation protéique.
(96)	CP : 115 ± 46 g/j soit 1.41 à 1.95 g/kg/j	P : 106 ± 46 g/j soit 1.27 à 1.75 g/kg/j	////////	////////	Non, le groupe CP a consommé 36 grammes de Whey Protein et le groupe P en a consommé 45.
(98)	CrCHO : 1.5 ± 0.3 g/kg/j	CrWP : 1.7 ± 0.7 à 1.9 ± 0.8 g/kg/j	WP : 1.6 ± 0.1 à 1.7 ± 0.2 g/kg/j	1.6 ± 0.1 à 1.7 ± 0.2 g/kg/j	Non, il a été demandé aux groupes CrWP et WP de consommer 1.5 g/kg/j de Whey Protein en plus de leur alimentation.
(99)	CM : 1.24 (0.50) à 1.35 (0.38) g/kg/j	CEE : 0.79 (0.22) à 0.97 (0.26) g/kg/j	////////	1.00 (0.57) à 1.19 (0.37) g/kg/j	Il n'y a pas eu de supplémentation protéique.

## Annexe VIII : Tableau 24 des apports caloriques des études sur la Cr

REF	Créatine	Autre groupe	Autre groupe	Glucides	Apports tenant compte - oui ou non - de la supplémentation protéique
(101)	34.7 ± 8.9 à 34.9 ± 5.2 kcal/kg/j	PL + RT : 36.5 ± 6.7 à 36.8 ± 5.9 kcal/kg/j	PL sans RT : 35.8 ± 7.3 à 36.00 ± 7.6 kcal/kg/j	//////////	Il n'y a pas eu de supplémentation protéique.
(96)	CP : 2,456 ± 782 kcal/j	P : 2,365 ± 760 kcal/j	//////////	//////////	Non, le groupe CP a consommé 36 grammes de Whey Protein et le groupe P en a consommé 45.
(98)	CrCHO : 37.3 ± 3.8 à 38.4 ± 4.1 kcal/kg/j	CrWP : 39.9 ± 2.9 à 39.9 ± 3 kcal/kg/j	WP : 39.1 ± 3.3 à 40.5 ± 3.5 kcal/kg/j	36.4 ± 5.9 à 36.5 ± 5.3 kcal/kg/j	Non, il a été demandé au groupe "intervention" de consommer 1.5 g/kg/j de WP, en plus de leur alimentation habituelle.
(99)	CM : 25.86 (8.36) à 29.67 (9.40) kcal/kg/j	CEE : 17.18 (4.50) à 21.37 (9.79) kcal/kg/j	//////////	23.11 (9.29) à 26.47 (7.14) kcal/kg/j	Il n'y a pas eu de supplémentation protéique.