

Master of Science conjoint HES-SO - UNIL
en Sciences de la santé
Orientations Nutrition et diététique et Physiothérapie

**L'INFLUENCE DES RÉGIMES « PLANT-
BASED » SUR LES PERFORMANCES
DES ATHLÈTES : UNE REVUE
SYSTÉMATIQUE**

Céline Pabion

Héloïse Vion

Sous la direction de
PhD Maaïke Kruseman, Diététicienne
MK-Nutrition, Carouge-Genève

Sous la codirection de
PhD Anne-Violette Bruyneel, Physiothérapeute
Haute École de Santé de Genève

Expert·e(s)
PhD Robin Rosset

Lausanne, HES-SO Master, 2023



Remerciements

Nous remercions l'ensemble des personnes ayant contribué, de quelque manière, à l'aboutissement de ce projet de recherche.

Nous remercions chaleureusement notre directrice Docteure Maaïke, Kruseman et co-directrice Docteure Anne-Violette, Bruyneel pour leur supervision, leurs précieux conseils, leur disponibilité et leur soutien en toutes circonstances.

Nous remercions également Docteure Claudia Ortoleva Bucher, professeur HES ordinaire, pour ses conseils et avis en matière de statistiques.

Un merci tout particulier à nos familles et nos proches pour leur soutien inestimable.

Finalement, un grand merci au corps enseignant du master en sciences de la santé pour leurs riches enseignements et pour avoir permis cette collaboration interdisciplinaire fructueuse.

Table des matières

Liste des tableaux	6
Liste des figures	7
Liste des abréviations.....	8
1 Résumé	9
2 Abstract	10
3 Introduction.....	11
4 Problématique	13
4.1 Justification.....	13
4.2 Question de recherche	14
4.3 Hypothèse	14
4.4 But et objectifs	14
5 Recension des écrits	16
5.1 Définitions des régimes plant-based et omnivores.....	16
5.2 Prévalence de la pratique des régimes plant-based	17
5.3 La popularité des régimes plant-based dans le sport.....	17
5.4 Comment définir un athlète ?	18
5.5 Les caractéristiques de l'activité physique	19
5.6 Les types d'exercices physiques	20
5.7 La nutrition du sport.....	21
5.7.1 Les principes de base.....	21
5.7.2 Le métabolisme énergétique à l'effort	23
5.7.3 L'hydratation	24
5.7.4 Les compléments nutritionnels pour sportifs	24
5.8 Facteurs influençant la performance sportive.....	25
5.9 Lien entre les régimes plant-based et les performances sportives	30
5.10 Évaluer la performance sportive.....	31
5.10.1 Évaluation de la performance d'endurance	31
5.10.2 Évaluation de la performance de force	32
5.10.3 Évaluation de l'intensité de l'activité physique.....	33
5.10.4 Biomarqueurs de la performance sportive.....	33
6 Méthodologie	34
6.1 Critères d'éligibilité	34
6.1.1 Critères d'inclusion	34
6.1.2 Critères d'exclusion	35
6.2 Sources d'informations	35
6.3 Stratégie de recherche	36
6.3.1 Mots clés.....	36
6.3.2 Processus de stratégie de recherche	36

6.4	Sélection des études	36
6.4.1	Nombre d'évaluateurs.....	36
6.4.2	Processus de sélection.....	36
6.5	Extraction des données.....	37
6.5.1	Données récoltées.....	37
6.5.2	Standardisation de l'extraction des données.....	40
6.6	Évaluation de la qualité des études.....	40
6.6.1	Choix de l'outil	40
6.6.2	Processus d'évaluation des articles.....	40
6.7	Méthode de synthèse des données.....	41
7	Résultats	42
7.1	Sélection des études	42
7.2	Caractéristiques des études incluses.....	43
7.3	Outcome primaire.....	56
7.3.1	Performances aérobies.....	56
7.3.2	Performances anaérobies.....	56
7.4	Outcomes secondaires.....	63
7.4.1	Anthropométrie et composition corporelle	63
7.4.2	Paramètres sanguins en lien avec la performance	63
7.4.3	Perception de l'effort.....	63
7.5	Risque de biais des études	68
8	Discussion	70
8.1	Interprétation générale des résultats.....	70
8.1.1	Performance aérobie	70
8.1.2	Performance anaérobie	72
8.1.3	Outcomes secondaires.....	73
8.2	Limites des études incluses.....	74
8.2.1	Limites liées à la conception des études	74
8.2.2	Durée des régimes	75
8.2.3	Méthodes d'évaluation des régimes alimentaires.....	75
8.2.4	Méthodes d'évaluation de la performance physique	76
8.3	Forces de la revue actuelle	76
8.4	Limites de la revue actuelle.....	77
8.5	Implications cliniques.....	77
8.6	Implications pour la recherche.....	78
9	Conclusion.....	79
10	Article de vulgarisation scientifique	80
11	Autres informations	80
11.1	Enregistrement et protocole	80

11.2 Support et déclaration d'intérêt.....	80
12 Références	81
13 Annexes	94
13.1 Annexe 1 : Équations de recherche des bases de données	94
13.2 Annexe 2 : Grille JBI de l'étude interventionnelle	95
13.3 Annexe 3 : Grilles JBI des études observationnelles	98
13.4 Annexe 4 : Article de vulgarisation scientifique	116
13.5 Annexe 5 : Protocole du travail de master.....	121

Liste des tableaux

Tableau 1 : Définition des catégories de végétarisme	16
Tableau 2 : Facteurs influençant les performances physiques et leurs mécanismes	26
Tableau 3 : Liste des variables pour l'extraction de données	38
Tableau 4 : Liste non exhaustive de mesures de la performance aérobie et anaérobie.....	39
Tableau 5 : Description des caractéristiques des populations des études incluses	44
Tableau 6 : Description des régimes alimentaires et des méthodes d'évaluation de la consommation alimentaire	50
Tableau 7 : Description des méthodes d'évaluation du critère de jugement primaire.....	54
Tableau 8 : Résultats de l'outcome primaire de l'étude interventionnelle	57
Tableau 9 : Résultats de l'outcome primaire des études observationnelles	58
Tableau 10 : Résultats des outcomes secondaires de l'étude interventionnelle.....	64
Tableau 11 : Résultats des outcomes secondaires des études observationnelles.....	65
Tableau 12 : Évaluation de la qualité de l'étude interventionnelle	68
Tableau 13 : Évaluation de la qualité des études observationnelles	69
Tableau 14 : Équation de recherche Pubmed.....	94
Tableau 15 : Équation de recherche Cinahl.....	94
Tableau 16 : Équation de recherche Embase.....	94

Liste des figures

Figure 1 : Classement des sports de l'ACSM (2015)	21
Figure 2 : Approche globale de l'analyse des biomarqueurs	33
Figure 3 : Diagramme de flux	42
Figure 4 : Déclinaisons du végétarisme et les aliments supprimés	116
Figure 5 : Résumé des résultats de la revue systématique	118

Liste des abréviations

AET : Apport Energétique Total	BPM : Battement Par Minute
AP : Activité Physique	RER : Rapport d'échange gazeux respiratoire
OMS : Organisation mondiale de la santé	N : Newton
LDL-c : Lipoprotéine de basse densité	JBI : Joanna Briggs Institute
AND : Academy of Nutrition and Dietetics	LOV : Lacto-Ovo-Végétarien
DGE : Société allemande de nutrition	V : Végane
SSN : Société Suisse de Nutrition	NS : Non Significatif
TCA : Trouble des Conduites Alimentaires	EI : Ecart Interquartile
AHA : American Heart Association	NR : Non Renseigné
HAS : Haute Autorité de Santé	HM : Half Marathon
METS : Metabolic Equivalent Task	M : Marathon
ACSM : American College of Sport Medicine	UM : Ultra-Marathon
ATP : Adénosine Triphosphate	FFQ : Food Frequency Questionnaire (questionnaire de fréquence alimentaire)
VO₂max : Consommation maximale d'oxygène	R24 : Rappel de 24h
CIO : Comité International Olympique	AGT : Acides Gras Trans
RED-S : Relative Energy Deficiency in Sport	AGS : Acides Gras Saturés
OSAV : Office Fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires	Kgf : Kilogramme-force
SSNS : Société Suisse de Nutrition du Sport	PmaxBW : Puissance maximale en fonction du poids corporel
DEXA : Absorption biphotonique à rayons X	PmaxLBM : Puissance maximale produite liée à la masse corporelle maigre
TDAH : Trouble Déficit de l'Attention avec ou sans Hyperactivité	PWC : Capacité physique de travail
OFSP : Office Fédéral du Sport	Kgm : Kilopondmètre
HEFSM : Haute École Fédérale de Sport de Macolin	CMV : Contraction Musculaire Colonnaire
1-RM : One-repetition maximum	Ft-lbs : Foot-Pounds-Force
RCT : Essais Comparatifs Randomisés	HIIT : Entraînement à haute intensité
TM : Travail de Master	DACH : Recommandations nutritionnelles pour l'Allemagne (D), l'Autriche (A) et la Suisse (CH).
IMC : Indice de Masse Corporelle	
PMA : Puissance Maximale Aérobie	
VMA : Vitesse Maximale Aérobie	

1 Résumé

Introduction : Les régimes plant-based gagnent en popularité, y compris auprès des athlètes. Des facteurs physiologiques liés à ces régimes pourraient impacter positivement et négativement les performances. Une revue systématique de 2016 a analysé leur influence sur les performances de sportifs de tous niveaux. Actuellement, les données issues de la littérature de synthèse portant uniquement sur les athlètes manquent encore.

Objectif : déterminer l'influence des régimes plant-based sur les performances physiques des athlètes par rapport au régime omnivore.

Méthode : La recherche d'articles a été menée dans Pubmed, Cinhal et Embase selon les critères d'inclusion et d'exclusion par deux personnes indépendantes. La population devait être constituée d'athlètes de performance. Les régimes étudiés étaient le végétarisme, le lacto-végétarisme et le véganisme. Les outcomes devaient être en lien avec la performance aérobie ou anaérobie. Une synthèse descriptive a été réalisée.

Résultats : 7 études ont été incluses dans la revue systématique : 6 transversales et 1 en cross-over. Le nombre total des participants était de $n = 3\ 225$ et regroupait des athlètes hommes et femmes, âgés de 21 à 40 ans. Aucune différence significative n'a été observée entre les régimes alimentaires pour la VO₂Max dans 3 études sur 4. Aucune différence significative n'a été observée pour le reste des outcomes aérobies. Concernant les performances anaérobies, une étude a montré une force relative au poids et une puissance musculaire supérieure dans le groupe « plant-based » de 0.12 et de 5,32 cm par rapport aux omnivores. Toutes les études ont été jugées de mauvaise qualité et comportaient de nombreuses limites méthodologiques.

Conclusion : Les régimes plant-based semblent ni améliorer ni péjorer les performances des athlètes par rapport au régime omnivore à court terme. Cependant, en cas de transition d'un régime à l'autre, il est recommandé de le planifier de manière adéquate à l'aide d'un.e diététicien.ne diplômé(e).

2 Abstract

Introduction: Plant-based diets are gaining in popularity, including with athletes. Physiological factors linked to these diets could positively and negatively impact performance. A 2016 systematic review analyzed their influence on the performance of athletes of all levels. At present, there is still a lack of data from review literature focusing solely on athletes.

Objective: to determine the influence of plant-based diets on athletes' physical performance compared with the omnivorous diet.

Method: The search for articles was carried out in Pubmed, Cinhal and Embase according to inclusion and exclusion criteria by two independent individuals. The population was defined as performance athletes. The diets studied were vegetarianism, lacto-vegetarianism and veganism. Outcomes had to be related to aerobic or anaerobic performance. A descriptive summary was produced.

Results: 7 studies were included in the systematic review: 6 cross-sectional and 1 cross-over. The total number of participants was $n = 3,225$ and included male and female athletes aged 21-40 years. No significant differences were observed between diets for VO₂Max in 3 out of 4 studies. No significant differences were observed for the rest of the aerobic outcomes. Concerning anaerobic performance, one study showed 0.12 and 5.32 cm greater strength relative to weight and muscle power in the plant-based group compared with omnivores. All studies were judged to be of poor quality and had numerous methodological limitations.

Conclusion: Plant-based diets appear to neither improve nor impair athletes' performance compared with the omnivorous diet in the short term. However, in the event of a transition from one diet to the other, it is advisable to plan appropriately with the help of a qualified dietician.

3 Introduction

Les régimes « plant-based », dont les plus répandus sont le végétarisme et le végétalisme (ou véganisme), ne cessent de gagner en popularité (1). Le nombre d'Américains suivant un régime végétalien a augmenté de 600 % de 2014 à 2018 (2). En Suisse, environ 5% de la population est végétarienne (2015), chiffre en régulière augmentation (3). Concernant le végétalisme, la part de la population suisse concernée est estimée à moins de 1%. « L'alimentation végétarienne couvre plusieurs modes alimentaires dans lesquels certaines denrées animales sont évitées (3) ». La forme de base, le lacto-ovo-végétarisme exclut la viande et le poisson. Le véganisme, plus qu'une alimentation, désigne un mode de vie. Les personnes véganes excluent toute denrée d'origine animale et aussi « l'utilisation d'autres produits comme la laine, la soie et le cuir (4) ». Ces modes alimentaires font opposition au régime omnivore, se composant d'aliments d'origine végétale et animale (5).

L'alimentation étant l'un des facteurs clefs d'une performance sportive optimale, la science et la pratique de la nutrition sportive se développent rapidement (6). Le marché mondial de la nutrition du sport devrait connaître une croissance annuelle de 8,5 % entre 2022 et 2030 (7).

Certaines données suggèrent qu'une stratégie possible d'amélioration des performances pourrait être d'adhérer à un régime sans viande riche en légumes et en fruits, tel qu'un régime végétarien (8). C'est pourquoi ce type de régimes a suscité l'intérêt des sportifs ces dernières décennies (9). Une étude portant sur les athlètes ayant participé aux jeux du Commonwealth de 2010, révèle que 13% ont déclaré éviter la viande rouge et 8% étaient végétariens (10).

Plusieurs hypothèses soutiennent le potentiel effet bénéfique d'un régime végétarien sur les performances, notamment d'endurance (11). Les athlètes d'endurance peuvent suivre un régime végétarien afin de répondre à leurs besoins accrus en glucides et de contribuer au contrôle du poids (11). Les athlètes de haut niveau ont souvent une incidence accrue d'infections, notamment des voies respiratoires supérieures (9). Or, un régime végétarien à long terme semblerait avoir un impact positif sur la fonction immunitaire (12).

Les régimes plant-based pourraient aussi entraver les performances sportives en raison de la diminution de la qualité des protéines (valeur biologique), un apport énergétique total insuffisant, un risque d'inconfort digestif lié à une quantité importante de fibres alimentaires et le risque de carences nutritionnelles (vitamine B12, fer, calcium, certains acides aminés) (13). Ainsi, certaines études tendent à démontrer qu'un régime plant-based semble améliorer les performances (14–16), alors que d'autres soulignent l'absence d'effet (17–19).

Une seule revue systématique a été réalisée en 2016 par Craddock et al. (20) traitant de l'influence des régimes plant-based sur les performances sportives. La population étudiée regroupait des personnes sédentaires, actives physiquement, des sportifs récréatifs et des athlètes. Or, les athlètes se différencient des personnes pratiquant 150 minutes minimum par semaine d'activité physique (AP) aérobie d'intensité modérée recommandée par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) (21). La société européenne de cardiologie définit un athlète comme un individu d'âge jeune ou adulte, amateur ou professionnel, qui pratique un entraînement physique régulier et participe à des compétitions officielles (traduction libre) (22). Cette définition met en lumière la recherche de la performance physique.

Actuellement, les données issues de la littérature de synthèse portant uniquement sur les athlètes recherchant la performance manquent encore. Le but de cette revue est d'examiner les preuves concernant l'influence des régimes plant-based sur les performances des athlètes.

Les résultats de cette revue pourront ainsi contribuer à guider l'ensemble des professionnels de santé (p.ex. : diététiciens(nes) diplômé(e)s, médecins) susceptibles de conseiller les athlètes souhaitant adopter une alimentation plant-based. En effet, une étude récente (2021) a montré que certains choix et comportements alimentaires des sportifs ne reposent pas sur des preuves scientifiques (23).

4 Problématique

4.1 Justification

La nutrition est considérée comme l'un des fondements de la performance sportive, aussi bien avant, pendant et après l'entraînement ou les compétitions (7). Une intervention nutritionnelle efficace pour restaurer la condition physique d'un athlète en veillant à la qualité, la quantité, aux nutriments spécifiques et à son administration au moment opportun est essentielle (7).

Les athlètes accordent un intérêt grandissant pour les régimes plant-based, en particulier le végétarisme et le véganisme (24). Environ 8 % des athlètes internationaux suivent un régime végétarien et 1 % sont végétaliens (7). En effet, la nutrition sportive est un secteur en pleine expansion, avec une demande croissante de régimes spécifiques ou de produits nutritionnels pour soutenir la compétition. Le marché mondial de la nutrition du sport est évalué à 40 milliards de dollars en 2021 et devrait connaître une croissance annuelle de 8,5 % entre 2022 et 2030 (25). La disponibilité des informations sur les stratégies nutritionnelles pour sportifs a considérablement augmenté ces dernières années en raison de l'essor de l'utilisation d'Internet et des réseaux sociaux (traduction libre) (25). Bourke et al. (2019) rapportent que 65% des athlètes ont utilisé les réseaux sociaux à des fins nutritionnelles au cours des 12 derniers mois (26). Cependant, les informations de santé véhiculées par les réseaux sociaux ne sont pas toujours basées sur les preuves et peuvent causer des dommages aux utilisateurs (27).

Le concept de cacophonie nutritionnelle utilisé initialement pour décrire la difficulté du grand public à interpréter divers messages contradictoires en nutrition (28) peut également s'appliquer à la question de l'influence des régimes plant-based sur les performances sportives dans la recherche scientifique. En effet, une confusion dans les résultats de la littérature primaire est observée : certaines études concluent à l'augmentation des performances (29–31) et d'autres non (17–19). Autant d'hypothèses peuvent soutenir l'observation d'une amélioration des performances comme une détérioration, par rapport à un régime omnivore. Les athlètes, notamment d'endurance, ont des besoins en glucides élevés pouvant être facilement fournis par un régime plant-based (11). Une étude a rapporté que dans la population générale, l'apport en glucides des végétaliens varie de 50 à 65 % de l'apport énergétique total (AET) et celui des lacto-ovo-végétariens de 50 à 55 %, contre ≤50 % pour les omnivores (32). Pratiquer un régime plant-based comporte toutefois des risques de carences en macro et micronutriments pouvant entraver la récupération et les performances (p.ex. : vitamine B12) (22).

Pour tenter de synthétiser ces connaissances, Craddock et al. ont réalisé une revue systématique sur le sujet en 2016 (20). Ils n'ont cependant pas sélectionné une population d'athlètes en particulier, incluant des sportifs de tous niveaux, y compris des personnes sédentaires avant leur participation

à l'étude. La qualité des études incluses n'a pas été évaluée. Actuellement, aucune revue systématique n'a été conduite portant sur les athlètes.

Cette revue permettra donc d'évaluer de manière critique et de synthétiser les données existantes sur l'influence des régimes plant-based sur les performances des athlètes. Les résultats issus d'une littérature de synthèse pourront contribuer à la pratique fondée sur les preuves dans le domaine de la nutrition sportive.

4.2 Question de recherche

La question de recherche de ce travail est : « **Comment les régimes plant-based influencent-ils les performances physiques des athlètes par rapport à un régime omnivore ?** »

La question de recherche suivant le modèle PICO :

P : Les athlètes recherchant la performance

I/E : Les régimes plant-based (différentes déclinaisons du végétarisme)

C : Le régime omnivore, aussi appelé « régime mixte »

O : Les performances physiques

4.3 Hypothèse

L'hypothèse principale de ce travail rejoint la conclusion de la revue systématique de Craddock et al. (2016), pour qui les performances ne seraient ni améliorées ni péjorées par un régime plant-based.

En effet, la littérature semble indiquer qu'un tel régime bien planifié peu tout autant répondre aux besoins énergétiques, en macro et micronutriments d'un athlète qu'un régime omnivore (11,33,34). Certaines sources (34,35) spécifient toutefois que l'adoption et la planification d'un régime plant-based et particulièrement le véganisme, représentent une charge mentale et un challenge additionnel à la nutrition du sport pour les athlètes.

4.4 But et objectifs

Le but de ce travail était d'effectuer une revue de la littérature en interprofessionnalité, axée sur les athlètes et l'impact des régimes plant-based sur leur performance sportive. Les compétences de nutrition et diététique ainsi que de physiothérapie ont permis d'obtenir une compréhension globale et approfondie du sujet. Les objectifs détaillés de ce projet étaient :

- Créer un protocole pour la revue systématique, suivant la méthodologie PRISMA (36) et l'enregistrer dans le registre international prospectif des revues systématiques (PROSPERO).
- Réaliser la revue systématique
- Fournir une interprétation des résultats et discuter de leur implication pour la pratique et la recherche future
- Rédiger un article de vulgarisation scientifique destiné aux diététicien.nes diplômées susceptibles de conseiller les athlètes au niveau nutritionnel.

5 Recension des écrits

À partir de la question de recherche, les concepts essentiels à la compréhension de ce travail ont été développés. Les termes végétalien ou végane sont utilisés sans distinction dans le document.

5.1 Définitions des régimes plant-based et omnivores

Les régimes « plant-based », dont les plus répandus sont le végétarisme et le végétalisme (ou véganisme), ne cessent de gagner en popularité (1). Le nombre d'Américains suivant un régime végétalien a augmenté de 600 % de 2014 à 2018 (37). Le marché des mets de remplacement de produits carnés à base de plantes a augmenté de 29 % aux États-Unis entre 2017 et 2019 (37). Le terme « plant-based » se différencie des régimes omnivores ou mixtes. Selon la définition, un omnivore désigne une espèce « dont le régime alimentaire se compose d'aliments d'origine végétale et animale » (5). Les régimes mixtes peuvent varier d'un pays à l'autre, dû à la divergence des cultures. On peut retrouver une alimentation à tendance cardioprotectrice autour du bassin méditerranéen, une alimentation occidentale riche en viande rouge, notamment en Amérique du Nord, ou encore un régime riche en aliments crus ou saumurés en Asie (38), (39).

L'alimentation végétarienne couvre plusieurs modes alimentaires dans lesquels certaines denrées animales sont évitées. Les principales formes de végétarisme sont illustrées dans le tableau 1 (40).

Tableau 1 : Définition des catégories de végétarisme

Définitions des catégories de végétarisme	
Catégories de végétarisme	Aliments supprimés
Ovo-lacto-végétarisme	- Viande - Poisson
Ovo-végétarisme	- Viande - Poisson - Produits laitiers
Lacto-végétarisme	- Viande - Poisson - Oeufs
Végétalisme (véganisme)	- Viande - Poisson - Produits laitiers - Oeufs - Miel

Le véganisme, plus qu'une alimentation, désigne un mode de vie. Les personnes véganes excluent aussi « l'utilisation d'autres produits d'origine animale, comme la laine, la soie et le cuir » (40). Le flexitarisme est une autre déclinaison du végétarisme : « seuls sont consommés des viandes ou des poissons soigneusement sélectionnés, en petite quantité et rarement, avec un régime ovo-lacto-végétarien le reste du temps (40). »

5.2 Prévalence de la pratique des régimes plant-based

Aujourd'hui plusieurs millions de végétariens sont recensés à travers le monde (3). Au niveau européen, le Royaume-Uni et l'Allemagne comptent respectivement 8% et 5,6% de la population déclarant avoir un régime plant-based (41). En Suisse, environ 5% de la population est végétarienne (2015), chiffre en régulière augmentation (40). Concernant le végétalisme, la part de la population concernée est estimée à moins de 1%. Une étude menée en France en 2021 a montré que sur 2,2% de personnes ayant un régime sans viande, seulement 0,3% sont végétaliens/véganes (42). Les raisons identifiées dans la littérature de l'adoption d'un régime plant-based sont listées ci-après par ordre décroissant d'occurrence : la santé personnelle, le traitement éthique des animaux, les préoccupations environnementales, la religion (bouddhisme, l'adventisme du septième jour), le dégoût ou la répugnance à manger de la chair, l'association avec le patriarcat (43), (44).

L'alimentation végétarienne est associée à un certain nombre de bénéfices pour la santé tels qu'une diminution des risques de cardiopathies ischémiques, de diabète de type 2, d'hypertension, d'obésité ainsi que de certains types de cancers (32). Une faible consommation de lipides saturés et une consommation élevée de légumes, de fruits, de grains entiers, de légumineuses, de produits à base de soja, de noix et de graines (riches en fibres, vitamines, minéraux, antioxydants et en composés phytochimiques), caractéristiques des régimes végétariens et végétaliens, sont associées à une production plus faible de cholestérol total, de cholestérol à lipoprotéines de basse densité (LDL-c) et à un meilleur contrôle glycémique (32). Dans sa prise de position, l'Academy of Nutrition and Dietetics (AND, l'association américaine des diététiciens.ne.s) affirme qu'une alimentation plant-based serait adaptée à toutes les étapes de la vie (32). La société allemande de nutrition (DGE) et la société suisse de nutrition (SSN) nuancent ces propos et ne recommandent pas une alimentation végétalienne aux groupes à risque tels que les nourrissons, enfants, adolescents, femmes enceinte et allaitante et personnes âgées (13,45). « Ces groupes de population ont des besoins nutritifs spécifiques. Le risque d'apport insuffisant en certaines substances nutritives est particulièrement important » (46).

5.3 La popularité des régimes plant-based dans le sport

Les régimes plant-based, surtout le végétarisme, ont suscité l'intérêt des sportifs ces dernières décennies pour ses nombreux potentiels effets bénéfiques sur la santé (22). Une étude portant sur

les athlètes ayant participé aux jeux du Commonwealth de 2010, révèle que 13% des athlètes ont déclaré éviter la viande rouge et 8% étaient végétariens (10). A titre d'exemple, les sportifs renommés suivants ont adoptés un régime plant-based : Scott Jurek (ultra-marathonien, végan), Carl Lewis (athlétisme, végan) ou encore Kyrie Irving (basketball, végétarien) (47).

Les athlètes d'endurance sont connus pour avoir des dépenses énergétiques et des besoins en macro et micronutriments élevés (48). Heydenreich et al. (2017), ont montré une dépense énergétique de l'athlète masculin d'endurance d'environ 68.5 kcal/kg/j en moyenne durant la phase d'entraînement (49).

L'importance de l'équilibre énergétique adéquat dans cette population a abouti à la création de stratégies nutritionnelles bien planifiées (48). Certaines données actuelles suggèrent qu'une stratégie possible pourrait être d'adhérer à un régime sans viande riche en légumes et en fruits, tel qu'un régime végétarien (48). La culture de la consommation de produits carnés chez le sportif de force semble toutefois rester davantage ancrée (51).

Meyer et al. (2017) soulignent la possibilité pour les athlètes d'utiliser un régime végétarien ou végane pour masquer un trouble des conduites alimentaires (TCA) (24). Il n'y a cependant pas de preuves qu'un régime plant-based soit la cause d'un TCA (24).

5.4 Comment définir un athlète ?

Plusieurs organisations ont proposé de définir le terme « athlète », le distinguant ainsi des personnes pratiquant une AP. L'American Heart Association (AHA) définit un athlète comme « une personne qui participe à des sports d'équipe ou individuels organisés impliquant des compétitions et accorde une grande valeur à l'excellence et à la réussite, nécessitant une certaine forme d'entraînement systématique » (52). La Société européenne de cardiologie définit un athlète comme « un individu jeune ou adulte, amateur ou professionnel, qui s'adonne à un entraînement physique régulier et participe à des compétitions officielles » (53). Araújo et Scharhag (2016) (54) ont proposé 4 critères devant être remplis pour définir un athlète : (i) s'entraîner dans des sports visant à améliorer son / sa performance ou ses résultats ; (ii) participer activement à des compétitions sportives ; (iii) être officiellement enregistré dans une fédération sportive locale, régionale ou nationale en tant que compétiteur; et (iv) avoir l'entraînement et la compétition sportive comme activité ou centre d'intérêt majeur, consacrant presque toujours plusieurs heures par jour à ces activités sportives (53). D'autres auteurs ont proposé de catégoriser les niveaux des athlètes par le volume d'exercice (heures/semaine) et le niveau de compétition. Par conséquent, les athlètes « d'élite » sont définis comme des individus qui font de l'exercice > 10 h/semaine et dont la performance athlétique a atteint le plus haut niveau de compétition, les athlètes « compétitifs » font de l'exercice > 6 h/semaine en mettant l'accent sur l'amélioration de la performance, les athlètes «

récréatifs » font de l'exercice > 4 h/semaine pour les compétitions non réglementées, tandis qu'une personne active physiquement pratique > 2,5 h/semaine d'AP dans le but principal de maintenir sa santé et sa forme physique (55). Campa et Coratella (2021) mentionne en effet qu'un athlète peut s'entraînant de manière récréative et présenter des capacités et une composition corporelle similaire à celle d'un athlète enregistré dans une fédération sportive (53). L'objectif commun des athlètes selon ces définitions semble être la recherche de la performance sportive.

Enfin, les athlètes peuvent être classifiés par groupe d'âge : jeunes athlètes (12-17 ans), athlètes adultes (18-35 ans) et athlètes master (35-60 ans) (56).

5.5 Les caractéristiques de l'activité physique

La Haute Autorité de Santé (HAS) explique que l'AP « peut être décrite par ses différentes caractéristiques (ou modalités) : la fréquence, l'intensité, le type, le temps, le volume et la progression, dont l'acronyme est FITT-VP » (57). L'intensité, le type d'AP et le volume sont détaillés dans d'autres sous-chapitres du cadre de référence.

- « La fréquence rend compte de la répétition des périodes ou sessions d'AP dans un espace de temps (en général, le nombre de sessions ou séances par semaine).
- L'intensité correspond au coût énergétique de l'activité considérée par unité de temps. Elle peut être mesurée en valeur absolue (Metabolic Equivalent Task, METs) ou en valeur relative par les réponses physiologiques qu'elle induit chez un individu (fréquence cardiaque, effort perçu)
- Le type de l'AP se réfère à ses effets physiologiques attendus en termes d'amélioration sur les différentes composantes de la condition physique : la capacité cardiorespiratoire (endurance aérobie), les aptitudes musculaires (force, endurance et puissance musculaire), la souplesse musculo-articulaire et les aptitudes neuromotrices (équilibre, allure, coordination).
- Le temps ou la durée exprime le temps pendant lequel l'AP est pratiquée. Elle correspond à la quantité de temps par session, en minutes ou heures, par jour ou par semaine. Le volume ou quantité d'AP correspond à la durée multipliée par l'intensité (la durée de l'AP est le temps des séances d'AP multiplié par leur fréquence). Le volume d'AP peut être utilisé pour estimer la dépense énergétique réelle d'un individu en METs/min/semaine ou kcal/semaine.
- La progression consiste en une augmentation de l'une des composantes du FITT, tolérée par l'individu » (57).

5.6 Les types d'exercices physiques

Il existe plusieurs types de catégorisation de l'AP (58). L'une d'entre elles caractérise l'activité en fonction du type de métabolisme musculaire (59). L'américain College of Sport Medicine (ACSM) définit l'exercice aérobique comme toute activité qui utilise de grands groupes musculaires, pouvant être maintenue en continu et de nature rythmique (60). Les groupes musculaires activés dépendent du métabolisme aérobie pour extraire l'énergie sous forme d'adénosine triphosphate (ATP) des acides aminés, des glucides et des acides gras. La phosphorylation oxydative permet de retarder la production de lactate (61). Le cyclisme, la randonnée, la course longue distance et la danse sont des exemples d'exercices aérobiques.

L'exercice anaérobie a été défini par l'ACSM comme une AP de très courte durée, alimentée par des sources d'énergie dans les muscles et indépendante de l'utilisation d'oxygène. L'ATP se forme alors via la glycolyse. Ce processus produit moins d'ATP qu'en situation d'aérobie et conduit à l'accumulation de lactate. Les exercices considérés comme anaérobie comprennent le sprint, la musculation... (58)

L'exercice peut être également divisé en deux grands types : dynamique (isotonique) et statique (isométrique) (59). L'exercice dynamique implique des changements dans la longueur des muscles et le mouvement des articulations avec des contractions rythmiques qui développent une force intramusculaire relativement faible (59). L'exercice statique implique le développement d'une force intramusculaire relativement importante avec peu ou pas de changement dans la longueur des muscles ou le mouvement des articulations (59). La plupart des AP impliquent à la fois des composantes statiques et dynamiques (59). Généralement, les exercices statiques à haute intensité sont effectués en anaérobie, tandis que les exercices dynamiques à haute intensité d'une durée

supérieure à plusieurs minutes sont effectués en aérobie (59). Un classement des sports proposé par l'ACSM est présenté dans la figure 1 (62).

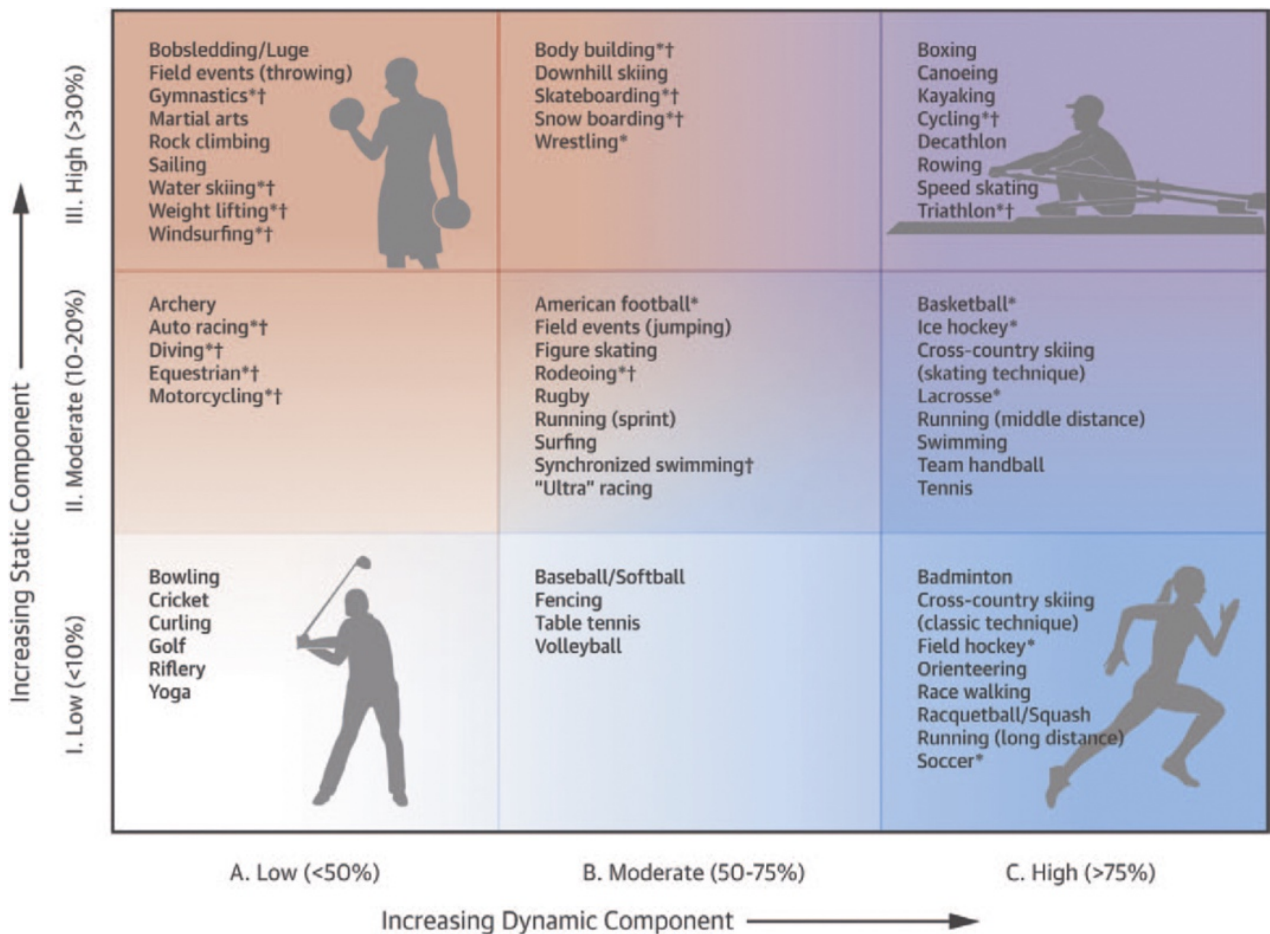


Figure 1 : Classement des sports de l'ACSM (2015)

Légende :

† : risque accru en cas de syncope.

La composante dynamique croissante est définie en termes de pourcentage estimé de consommation maximale d'oxygène (VO₂max) atteint et entraîne une augmentation du débit cardiaque (62). La composante statique croissante est liée au pourcentage estimé de contraction volontaire maximale atteinte et entraîne une augmentation de la pression artérielle (62).

5.7 La nutrition du sport

5.7.1 Les principes de base

L'AND, des diététistes du Canada et l'ACSM expliquent que l'activité physique, la performance sportive et la récupération après l'exercice sont améliorées par une alimentation optimale (63). Ces organisations émettent des recommandations pour une sélection appropriée d'aliments et de boissons, le moment de l'apport et le choix de suppléments pour une santé et une performance

optimale. La nutrition du sport est d'abord basée sur l'alimentation équilibrée. À cela s'ajoutent les spécificités de la nutrition avant/pendant/après l'entraînement ou la compétition et enfin les compléments alimentaires pour sportifs peuvent être considérés.

Les besoins en énergie, en macronutriments (en particulier en glucides et en protéines) et micronutriments, doivent être satisfaits pendant les périodes de forte activité physique afin de maintenir le poids corporel, de reconstituer les réserves de glycogène et de fournir des protéines adéquates pour construire et réparer les tissus (63). L'apport en lipides doit être adéquat pour fournir les acides gras essentiels et les vitamines liposolubles. Un apport énergétique suffisant favorise les performances sportives. Un manque d'énergie par rapport aux dépenses peut entraîner de nombreuses conséquences négatives (64). Le Comité international olympique (CIO) mentionne le RED-S syndrome (Relative Energy Deficiency in Sport), faisant référence à une altération du fonctionnement physiologique causée par un déficit énergétique relatif. Ce syndrome comprend notamment des altérations du métabolisme, de la fonction menstruelle, de la santé osseuse, de l'immunité, de la synthèse des protéines et de la santé cardiovasculaire (65).

Les recommandations nutritionnelles varient en fonction de l'individu (p.ex. : son poids), de l'intensité de son activité physique, des conditions (besoins journaliers, récupération ou ravitaillement) et du type de sport pratiqué (66). Par exemple, pour les disciplines nécessitant une prise et un maintien d'une importante masse musculaire (power-lifting, body-building, sports de combat, sports explosifs), les besoins en protéines et notamment en acides aminés essentiels sont supérieurs à ceux des athlètes d'endurance. Pour les athlètes d'endurance, les apports en glucides doivent être accrus durant les périodes à haut volume d'entraînement ou lors des compétitions (66). Dans la plupart des cas, les apports en fibres sont limités lors des périodes de compétition pour favoriser le confort digestif et la densité énergétique de l'alimentation. Cela évite l'apparition de symptômes gastro-intestinaux tels que vomissements, troubles digestifs... (67).

Jeunkendrup (2017) parle également de nutrition périodique, c'est-à-dire adaptée et planifiée pour soutenir l'évolution des objectifs individuels, des niveaux d'entraînement et des exigences tout au long d'une saison et/ou d'un cycle d'entraînement (68). Par exemple, pendant certaines périodes d'entraînement, l'accent est mis sur la gestion du poids et la réduction de l'apport énergétique, tandis que pendant d'autres périodes, l'accent est mis sur la récupération, la performance et sur l'augmentation de l'apport en glucides (68).

5.7.2 Le métabolisme énergétique à l'effort

Les principes de la nutrition sportive dépendent étroitement du métabolisme énergétique à l'effort. Les systèmes énergétiques utilisés pendant l'exercice pour le travail musculaire comprennent les voies phosphagène et glycolytique (toutes deux anaérobies) et oxydative (aérobie) (63).

Le système phosphagène est utilisé pour des événements ne dépassant pas quelques secondes et de haute intensité. L'adénosine triphosphate (ATP) et la phosphocréatine fournissent l'énergie facilement disponible, présente dans le muscle. La quantité d'ATP présente dans les muscles squelettiques n'est pas suffisante pour fournir un apport continu en énergie, en particulier à des intensités d'exercices élevées (63). La phosphocréatine est une réserve d'ATP dans le muscle qui peut être facilement convertie en activité de maintien pendant environ 3-5 minutes (69). La quantité de phosphocréatine disponible dans le muscle squelettique est environ quatre fois supérieure à celle de l'ATP. Par conséquent la phosphocréatine est le principal substrat utilisé pour les activités de hautes intensités et de courtes durées (69).

La voie glycolytique anaérobie utilise du glycogène musculaire et du glucose plasmatique qui sont rapidement métabolisés en anaérobiose à travers la cascade glycolytique (63). Cette voie soutient des événements de 60 à 180 secondes. Environ 25 à 35 % du total des réserves de glycogène musculaire sont utilisés au cours d'un exercice de résistance de 30 secondes.

La voie oxydative alimente des événements de plus de 2-3 minutes (63). Les principaux substrats comprennent le glycogène musculaire et hépatique, les triglycérides intramusculaires, sanguins et adipeux et des quantités négligeables d'acides aminés provenant du muscle, du sang, du foie et de l'intestin. Par exemple, un marathon ou encore un semi-marathon utilisent principalement la voie de l'oxydation. Au fur et à mesure que l'oxygène devient davantage disponible pour le muscle, le corps utilise majoritairement les voies aérobies (oxydantes) et moins les voies anaérobies (phosphagène et glycolytique). Seule la voie aérobie peut produire beaucoup d'ATP (36 molécules contre seulement 2 par la voie anaérobie) en conditions standard et où le glucose est le substrat initial, via le cycle de Krebs et le système de transport d'électrons. Durant un effort continu à environ 70% de la VO_2 max de 1 à 4 heures, en moyenne chez l'homme, environ 50 à 60 % provient des hydrates de carbone et 40 à 50% de l'oxydation des acides gras libres. Au fur et à mesure que l'intensité de l'exercice diminue, la proportion de l'énergie provenant de l'oxydation des acides gras libres sanguins et des triglycérides musculaires augmente (63). L'entraînement ne modifie pas la quantité totale d'énergie dépensée, mais plutôt la proportion d'énergie dérivée des glucides et des lipides, ainsi que l'utilisation de la filière aérobie. À la fin de l'entraînement en aérobie, l'énergie dérivée des graisses augmente et celle des hydrates de carbone diminue. Le sexe féminin et le niveau d'entraînement augmentent la capacité oxydative des lipides (63).

5.7.3 L'hydratation

Une hydratation suffisante est nécessaire pour permettre le transport et le stockage du glycogène dans le muscle et pour maintenir l'homéostasie et le métabolisme (63). Une déshydratation de plus de 2% du poids corporel peut compromettre la performance de l'exercice d'aérobie, en particulier par temps chaud, et peut altérer la performance mentale/cognitive (70). Lors de courtes périodes d'exercice maximal (anaérobie), la perte de liquide est également importante (70). Une hydratation avant, pendant et après l'effort est donc recommandée (63).

5.7.4 Les compléments nutritionnels pour sportifs

La disponibilité accrue de compléments nutritionnels pour sportifs représente un volet de la nutrition du sport difficile à cerner. Les allégations nutritionnelles sont-elles valides ? Les compléments sont-ils efficaces ? Bien que les compléments alimentaires et les aides érogènes nutritionnelles soient très répandus, il n'en demeure pas moins que très peu améliorent les performances et certains peuvent être préoccupants (ex.: dopage) (63). Selon la loi suisse, « les compléments alimentaires sont des denrées alimentaires dont le but est de compléter le régime alimentaire normal, constituant une source concentrée de vitamines, de sels minéraux ou d'autres substances ayant un effet nutritionnel ou physiologique seuls ou combinés, commercialisés sous forme de doses » (71).

Selon l'Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV), « les études réalisées en Suisse montrent qu'environ la moitié des personnes interrogées en consomment » (72). D'après l'étude CoLaus, réalisée sur la population lausannoise, 26% déclarent consommer des compléments. Une étude menée au Portugal, regroupant des athlètes de 13 sports différents, a montré que 64% d'entre eux consomment un ou plusieurs complément(s) alimentaire(s) (72).

À noter que les aliments pour sportifs (barres, gels, etc.) diffèrent des compléments alimentaires (acides aminés, etc.). Selon la Société suisse de Nutrition du Sport (SSNS), les aliments pour sportifs correspondent à des « produits spéciaux comme source pratique de nutriments, dans le cas où la consommation d'aliments ordinaires ou de tous les jours n'est pas praticable » (74). Les compléments pour la performance sont réservés à « une utilisation directe de l'optimisation des performances. Leur utilisation doit être effectuée individuellement et sous la direction d'un médecin du sport ou scientifique approprié » (74). La catégorie A du guide des compléments de la SSNS regroupe les compléments dont « l'usage dans des situations spécifiques du sport est soutenu par des preuves scientifiques » (74). Dans cette catégorie se trouvent la caféine, la créatine, le glycérol, le bicarbonate et le citrate de sodium. Certains compléments peuvent contribuer à améliorer la performance, mais aussi la péjorer dans certaines situations. Par exemple, « une complémentation en créatine est intéressante si la force absolue est le facteur décisif pour la performance. En revanche, dans les sports tels que le sprint, où le poids corporel joue un rôle important, les gains de poids indésirables peuvent nuire à la performance à long terme » (74). Les compléments tels que la

vitamine D ou le fer sont destinés à des usages médicaux, pour le traitement des problèmes cliniques, y compris les carences nutritionnelles diagnostiquées (74).

5.8 Facteurs influençant la performance sportive

Une multitude de facteurs sont susceptibles d'influencer la performance sportive lors d'un test, internes ou externes (environnementaux). Le tableau 2 ci-dessous recense les principaux facteurs et leur mode d'action sur la performance.

Le dopage étant une pratique interdite dans le sport, il ne sera pas abordé dans ce travail (75).

Tableau 2 : Facteurs influençant les performances physiques et leurs mécanismes

Facteurs influençant la performance sportive	Actions
Facteurs internes	
État de santé physique et mental	<p>L'état de santé physique d'un athlète peut affecter ses performances à travers une variété de mécanismes. Par exemple, des infections aiguës entraînant une toux persistante et des bronchospasmes affectent directement la ventilation et la capacité aérobie (76).</p> <p>Les exigences physiques et psychologiques de l'environnement sportif peuvent prédisposer les athlètes à développer une dépression (77). À mesure que les symptômes de maladie mentale d'un athlète s'intensifient, leurs performances peuvent être négativement affectées, les laissant vulnérables et exposés à d'autres symptômes de troubles mentaux courants (77).</p>
Âge	<p>Les performances physiques des athlètes déclinent avec l'âge (78). Par exemple, une étude (79) montre que les performances d'ultramarathon culminent entre 20 et 35 ans et sont suivies d'un déclin, accéléré après l'âge de 75 ans.</p>
Sexe	<p>Le sexe a été identifié comme un déterminant majeur de la performance athlétique à travers l'impact de la taille, du poids, de la graisse corporelle, de la masse musculaire, de la capacité aérobie ou du seuil anaérobie en raison de différences génétiques et hormonales (80).</p>
Habitudes d'entraînement	<p>La fréquence et le volume d'entraînement sont associés positivement à l'amélioration d'indicateurs physiologiques, tels que la capacité aérobie maximale (VO_2max), le seuil anaérobie et l'économie de course (81).</p> <p>Le surentraînement survient lorsque l'athlète ne dispose pas d'un temps de récupération adéquat. Le surentraînement peut avoir des effets néfastes sur la performance (76).</p>
Composition corporelle et poids	<p>Le poids corporel peut influencer la vitesse, l'endurance et la puissance, tandis que la composition corporelle peut affecter la force et l'agilité (82). Un corps avec un rapport masse musculaire/masse grasse plus élevée est souvent avantageux dans les sports où la vitesse est impliquée et les sports gravitationnels (66). Pour évaluer la composition corporelle, il existe plusieurs méthodes standardisées et validées : les plis cutanés (masse grasse), la bioimpédancemétrie, l'absorption biphotonique à rayons X (DEXA, gold standard), etc (83).</p>

Prise de médicaments		<p>Les médicaments agonistes dopaminergiques/noradrénergiques semblent avoir un effet positif sur les performances sportives. Ils peuvent être utilisés dans le traitement du trouble du déficit de l'attention avec/sans hyperactivité (TDAH), encore non réglementé par l'association mondiale antidopage (84).</p> <p>D'autres médicaments en revanche pourraient nuire à la performance comme les antipsychotiques par exemple (85).</p>
Alimentation	Apport énergétique total	Le maintien d'apport énergétique insuffisant par rapport aux besoins pendant une longue période semble nuire aux performances sportives par l'épuisement des réserves de glycogène (66), de la perte de masse grasse et de masse maigre, d'anomalies électrolytiques et de déshydratation (86).
	Apport en glucides	En plus de son rôle de substrat musculaire, le glycogène joue un rôle indirect et direct dans la régulation de l'adaptation du muscle à l'entraînement (66). Il existe des preuves significatives que la performance d'un exercice prolongé, soutenu ou intermittent à haute intensité est améliorée par des stratégies qui maintiennent une disponibilité élevée en glucides (66). Un régime riche en glucides (70% de l'AET) par rapport à un régime plus faible (40% de l'AET) est susceptible d'augmenter la VO ₂ max (87).
	Apports en protéines	Un apport en protéines suffisant permet de soutenir l'adaptation métabolique, la réparation, le remodelage et le renouvellement des protéines cellulaires et des tissus (66).
	État d'hydratation	Bien qu'il existe une complexité et une individualité dans la réponse à la déshydratation, des déficits hydriques > 2 % du poids corporel peuvent compromettre la fonction cognitive et les performances des exercices aérobies, en particulier par temps chaud (66).
	Consommation de compléments alimentaires pour sportifs	L'usage de compléments alimentaires pour sportifs peut, dans certains cas, contribuer à l'augmentation des performances (74). La catégorie A du guide des compléments de la SSNS regroupe les compléments dont l'usage dans des situations spécifiques du sport est soutenu par des preuves scientifiques (74)
	Carences alimentaires	Des carences dans des micronutriments clés comme le fer, la vitamine D, le calcium peuvent entraver la performance. Par exemple, une carence en fer, avec ou sans anémie, peut altérer la fonction musculaire et limiter la capacité de travail entraînant une performance athlétique compromise (66).

Tabagisme	Le tabac est un facteur pouvant exercer une influence néfaste sur le système respiratoire, et donc, affecter les performances physiques (88).
Sommeil	Un meilleur sommeil peut réduire le risque de blessure et de maladie chez les athlètes, non seulement en optimisant la santé, mais aussi en améliorant potentiellement les performances grâce à une participation accrue à l'entraînement (89).
Récupération	Le temps et les stratégies de récupération permettent de réduire les douleurs, la fatigue et le risque de blessures (90). D'un point de vue nutritionnel, la récupération permet de reconstituer les réserves d'énergie (glycogène), de remplacer les pertes de liquides et « soutenir le processus de réparation, reconstitution et adaptation des muscles » (91).
Efforts physiques préalables au test	« Des efforts physiques préalables effectués pendant l'entraînement ou une compétition peuvent influencer négativement les paramètres de test » (83). « En cas d'efforts préalables trop importants (compétition ou entraînements intensifs dans les 48 heures précédentes), le test ne doit pas avoir lieu » (83).
Facteurs externes	
Entraînement en altitude	Les performances aérobies peuvent être optimisées par l'entraînement en altitude (92). L'un des objectifs des blocs d'entraînement spécialisés en altitude est d'augmenter naturellement la masse de globules rouges (érythroïèse) afin que de plus grandes quantités d'oxygène puissent être transportées dans le sang pour améliorer les performances sportives ultérieures (66).
Environnements extrêmes	Lorsque la température ambiante dépasse la température corporelle, la chaleur ne peut pas être dissipée par rayonnement. Des problèmes de santé graves peuvent survenir dû des épreuves sportives exposées à la chaleur (déshydratation, coup de chaleur à l'effort). De même, dans des environnements froids, le risque d'hypothermie et d'hypohydratation chez les athlètes existe (66).
Moment du test	« La compétitivité oscille au cours de la journée avec la température du corps. Les meilleures valeurs sont attendues en fin d'après-midi. Pour les comparaisons à long terme notamment, le moment doit être toujours similaire » (83).

Ordre des tests	« L'ordre des tests doit être déterminé en prenant en compte la fatigue et l'importance de chacun d'entre eux. Il est recommandé de commencer par les tests de vitesse ou de force pour terminer par ceux d'endurance » (83).
Encouragements verbaux lors des tests	Les encouragements verbaux lors des tests semblent influencer positivement la performance (93).
Équipe d'encadrement	Les preuves appuient l'idée que les performances des athlètes peuvent être influencées par la fonction et les compétences de l'équipe de soutien aux athlètes (94). La présence d'une équipe de soutien dépend du niveau des athlètes. Pour les athlètes d'élite par exemple, les membres de l'équipe de soutien comprennent les entraîneurs et les membres de l'équipe de médecine et de science qui recherchent constamment des moyens d'améliorer la performance et la santé des athlètes avec lesquels ils travaillent (94).
Musique	L'utilisation de la musique dans les séances d'exercices est considérée comme une stratégie intéressante. Elle permet de motiver les sportifs afin d'améliorer leurs performances physiques. Cet outil permet aussi une diminution de la perception subjective de l'effort et une amélioration de l'humeur (95).

5.9 Lien entre les régimes plant-based et les performances sportives

Plusieurs mécanismes décrits dans la littérature pourraient expliquer une potentielle amélioration des performances physiques (33). L'hypothèse a été émise qu'un régime végétarien pourrait améliorer les performances d'un athlète en raison de l'apport élevé en glucides, entraînant une amélioration des réserves de glycogène dans le corps (96). Barnard et al. (2019) décrivent, dans une revue narrative, qu'une alimentation riche en plantes pourrait réduire la viscosité sanguine, ce qui améliorerait l'oxygénation des tissus et donc potentiellement les performances sportives (8).

Un régime végétarien à long terme semblerait avoir un impact positif sur la fonction immunitaire (12). Les athlètes de haut niveau ont souvent une incidence accrue d'infections, notamment des voies respiratoires supérieures (9). Fuhrman et al. (2010) (33) avancent que ces symptômes peuvent être une conséquence du stress à long terme d'un entraînement quotidien intense. Les mêmes auteurs expliquent également qu'une alimentation riche en antioxydants et en phytochimiques peut atténuer le stress oxydatif induit par l'exercice chez les athlètes.

Les régimes plant-based pourraient cependant entraver les performances sportives en raison de la diminution de la qualité des protéines (valeur biologique), un apport énergétique total insuffisant, un risque d'inconfort digestif lié à une quantité importante de fibres alimentaires et le risque de carences nutritionnelles (telles qu'en vitamine B12, fer, calcium, certains acides aminés) (13).

Les études scientifiques ont suggéré que l'activité physique augmente les besoins en protéines à différents degrés, selon le type et le volume d'activité (96). Les recommandations typiques sont de 1,2 à 1,4 g/kg/j pour les athlètes d'endurance et jusqu'à 1,7 g/kg/j pour les athlètes en résistance (96). Les besoins en protéines des végétariens ont été examinés par l'Institute of Medicine, concluant qu'une recommandation distincte pour la consommation de protéines n'était pas nécessaire pour les végétariens qui consomment des produits laitiers, des œufs et des mélanges complémentaires de protéines végétales de haute qualité (96). La question de la qualité des protéines a été reconnue comme une préoccupation potentielle pour les personnes qui évitent toutes les sources de protéines animales (p.ex. : végétaliens), notamment à cause des acides aminés limitants (p.ex. la lysine, la thréonine ou le tryptophane) (96). De plus, la consommation de protéines à base de lait après un exercice de résistance est efficace pour augmenter la force musculaire et modifier favorablement la composition corporelle. À ce jour, les protéines lactières semblent être supérieures aux autres protéines testées, en grande partie en raison de la teneur en leucine et de la cinétique d'absorption des acides aminés à chaîne ramifiée dans les produits laitiers à base de liquide (66).

Le fer est un des micronutriments critique dans les régimes plant-based et la performance sportive. Les régimes plant-based ne contiennent, par définition, pas de fer héminique (96). Celui-ci est surtout présent dans les produits carnés et est mieux absorbé par l'organisme que le fer non-héminique, contenu dans les végétaux. L'absorption du fer non-héminique est inhibée par l'acide phytique présent dans les céréales complètes, les légumineuses, les lentilles et les noix ou encore les polyphénols dans le thé et le café (66). Or, l'anémie ferriprive interfère avec la performance sportive : des taux d'hémoglobine plus faibles sont associés à une réduction du transport de l'oxygène et, par conséquent, à une altération des performances aérobies (96). D'après l'AND, un régime plant-based correctement planifié et suivi, couvrant les besoins en macro- et micronutriments pourrait convenir aux athlètes (97).

5.10 Évaluer la performance sportive

Le manuel de diagnostic de performance édité par l'Office fédéral du sport (OFSP), la haute école fédérale de sport de Macolin (HEFSM) et le département sport de performance fournit les méthodes de mesure des performances d'endurance et de force (83). Le diagnostic de performance doit être « standardisé et spécifique à la discipline sportive et effectué de préférence en laboratoire » (83).

5.10.1 Évaluation de la performance d'endurance

L'évaluation de la performance d'endurance peut être réalisée par plusieurs tests. Le manuel de l'OFSP décrit trois méthodes les plus usuelles, « qui présentent des avantages et des inconvénients, pouvant être effectuées en combinaison au besoin » (83). Le test d'effort par paliers avec mesure de la lactémie permet « d'évaluer et de suivre la capacité de performance d'endurance ainsi que de déterminer les intensités d'entraînement à l'aide des seuils lactiques » (83). « L'athlète effectue autant de paliers d'effort qu'il le peut et mobilise ainsi l'ensemble de ses capacités de performance. À chaque palier, la lactémie, la fréquence cardiaque ainsi que la perception de l'effort sont relevées » (83).

Le test de la $VO_2\text{max}$ permet de quantifier « le volume maximal d'oxygène inspiré par unité de temps, se diffusant dans le sang à partir des poumons, arrivant dans la musculature active via la circulation sanguine et utilisée en premier lieu pour les besoins d'énergie aérobie. La valeur est relevée la plupart du temps au moyen de systèmes de mesure spiro-ergométriques ou sur tapis roulant peu de temps avant l'interruption du test à effort progressif prédéterminé. Considérée comme « performance » maximale du système cardiovasculaire, la $VO_2\text{max}$ sert d'indice physiologique pour déterminer la capacité d'endurance » (83). La $VO_2\text{max}$ s'exprime majoritairement en ml/min/kg. À noter que la $VO_2\text{max}$ est un assez bon prédicteur de la performance aérobie, sa corrélation avec la

réussite sportive d'endurance lors d'un évènement organisé est de 30-40% (98,99) d'autres facteurs entrant en compte comme le seuil lactique, la motivation, le niveau d'entraînement, etc.

« L'avantage de ces deux tests est la standardisation élevée et l'effort est prédéterminé jusqu'à épuisement de l'athlète » (83). Le test dernier test, celui de capacité tente de mesurer « directement la capacité de performance propre à la compétition d'un athlète. Pour ce faire, des situations de compétition hautement standardisées sont simulées, proches de la réalité » (83). Ces tests sont spécifiques à un sport donné. Par exemple, les qualités de grimpeur d'un cycliste doivent être testées. « Pour pouvoir franchir un sommet le plus vite possible, la performance moyenne la plus élevée en fonction du poids corporel ou du système est exigée (pour un niveau d'effort constant la plupart du temps). La durée des montées décisives lors d'un tour national est de 15 à 60 minutes, avec dosage individuel du niveau d'effort. Sur la base de ces facteurs, un test de capacité avec une durée donnée est effectué (20 minutes). Les coureurs essaient de fournir la performance moyenne la plus élevée possible durant ce laps de temps, sur un vélo équipé d'un système de mesure de la puissance » (83).

5.10.2 Évaluation de la performance de force

« La force d'un muscle se définit comme étant la capacité d'opposer des résistances, de les neutraliser ou de les maintenir par l'activité musculaire » (83). On distingue 3 formes de mesure de la force musculaire : les méthodes isoinertielles, isométriques et isocinétiques (83).

Les tests de force isoinertiels « se basent sur une masse constante de l'objet qui est accéléré ou décéléré. L'élévation et l'abaissement d'un poids, le lancer d'un objet ou la poussée d'un appareil constituent des exercices typiques de ces types de tests » (83). L'un des tests les plus simples dans sa conception est le test de la force dynamique maximale (83). « La charge, qui peut être déplacée en une fois par le mouvement demandé (la répétition maximale, 1-RM), constitue un indicateur pratique et compréhensible de la force maximale » (83).

Les tests de force isométriques s'effectuent dans une position statique (83). « Bien qu'aucun mouvement n'entre en jeu, les muscles génèrent leur tension maximale ou tiennent le plus longtemps possible contre une force contraire » (83). Par exemple, « des exercices tels que le développé-couché ou différents types de squats permettent de mesurer la force isométrique » (83).

Les tests isocinétiques « s'effectuent à une vitesse de mouvement donnée constante, le but étant de générer la force la plus importante possible » (83).

La force s'exprime, le plus souvent, en watt ou en newton en fonction du poids corporel. Il existe également des valeurs de référence pour les tests de l'explosivité des membres inférieurs (p.ex. : sauts à contre mouvement) en cm (83).

5.10.3 Évaluation de l'intensité de l'activité physique

« La perception de l'effort évalue l'intensité de l'activité physique » (83). Ce test résume une « multitude de perceptions de l'athlète dans une valeur numérique, dont l'estimation de l'effort musculaire, l'essoufflement ou la vitesse de mouvement. La plus répandue est l'échelle de Borg » (83).

La fréquence cardiaque illustre la sollicitation du système cardiovasculaire et la forme aérobie (100). Elle peut être mesurée par une sangle de poitrine ou par un bracelet type POLAR (101,102). Une surveillance complète et significative du processus d'entraînement nécessite la séparation des différents types de réponses, telles que l'effort, la récupération et l'adaptation, qui peuvent toutes affecter les mesures de la fréquence cardiaque (100).

5.10.4 Biomarqueurs de la performance sportive

Des biomarqueurs peuvent également être utilisés dans l'analyse de la performance sportive. Pedlar et al. (2019), mettent en garde sur les considérations pré-analytiques. Les auteurs définissent ces considérations (une dizaine) comme tout facteur influençant un échantillon de sang avant l'analyse en laboratoire, comme l'heure de la journée, l'état de jeûne, le jour du cycle menstruel, l'hydratation, le stress psychologique, etc (103). Lee et al. (2017) (104), promeuvent une approche globale de l'analyse des biomarqueurs, permettant de suivre les performances, la récupération et la santé de manière individualisée et pratique. La figure 2 illustre l'ensemble des biomarqueurs utiles à ce suivi (104).

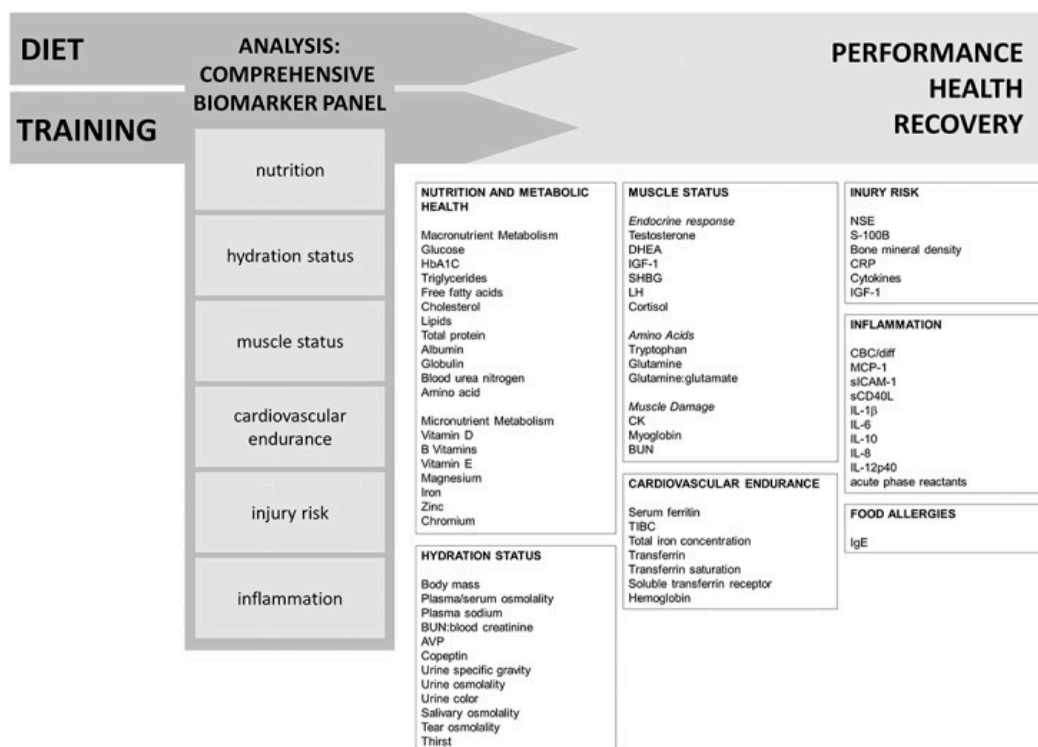


Figure 2 : Approche globale de l'analyse des biomarqueurs

6 Méthodologie

La méthodologie a été décrite suivant le modèle PRISMA 2020 pour les revues systématiques (105).

6.1 Critères d'éligibilité

Les études ont été sélectionnées selon les critères décrits ci-dessous.

6.1.1 Critères d'inclusion

Design : les études de cohorte, rétrospectives, transversales et les essais comparatifs randomisés (RCT) ont été inclus. L'inclusion d'études observationnelles, contrairement à la revue de Craddock et al., a permis d'obtenir des résultats d'une exposition aux régimes plant-based sur une longue période. Tous les RCT inclus par Craddock et al. ont utilisé des périodes d'interventions diététiques courtes, allant de 4 jours à 12 semaines. Les changements dans la concentration de certains nutriments stockés pourraient s'opérer sur une plus longue période (p.ex. : vitamine B12) et affecter les performances sportives (20). De plus, les athlètes adoptant un régime végétarien le suivent généralement sur une longue durée (20). Le Cochrane Handbook préconise toutefois d'inclure les RCT s'ils sont réalisables pour les interventions d'intérêt (106). La randomisation est le seul moyen d'éviter des différences systématiques entre les caractéristiques de base des participants dans différents groupes d'intervention en termes de facteurs de confusion connus et inconnus (106).

Population : les études portant sur la population humaine adulte (plus de 18 ans) en bonne santé ont été incluses. La population d'intérêt était des athlètes, recherchant la performance (54). Toute autre population a été exclue. Tous les types de pratique sportive ont été inclus.

Certaines études observationnelles étaient susceptibles de recruter leur population d'étude durant un évènement sportif, regroupant des sportifs de tous niveaux (107), y compris les athlètes de performance. Ces études ont donc été incluses.

La consommation de compléments alimentaires pour sportifs a été incluse (ex : créatine). La prévalence de l'utilisation de compléments alimentaires chez les athlètes se situe entre 40 % et 100 %, en fonction de plusieurs facteurs, notamment le niveau de compétition, le type de sport et la définition de l'utilisation de compléments alimentaires (108). Au vu de leur utilisation fréquente, l'exclusion des articles sur la base de consommation de compléments alimentaires pour sportif restreignait beaucoup la recherche. Ce facteur a été pris en considération dans l'analyse des résultats.

Exposition : les régimes plant-based les plus pratiqués, définis de manière claire et standardisée ont été inclus : l'ovo-lacto-végétarisme, l'ovo-végétarisme, le lacto-végétarisme le végétalisme (ou véganisme) et le pesco-végétarisme (1).

Comparaison : les études devaient comparer l'effet d'un régime plant-based au régime omnivore.

Langue : les études en anglais et français ont été incluses.

6.1.2 Critères d'exclusion

Design : Les études cas-témoin, les séries de cas, les revues narratives et les revues systématiques ont été exclues de cet examen. Aucun critère d'exclusion n'a été fixé sur la base de la durée de suivi des participants dans les études (106). Les résultats ont été discutés en fonction de la durée du suivi, pouvant impacter l'apparition des outcomes.

Population : Les études animales, les études sur la population générale (sédentaire ou active physiquement pour maintenir sa santé), sur les enfants et adolescents de moins de 18 ans et incluant des participants atteints de maladies sévères, qui limiteraient la pratique d'un entraînement physique ou d'un régime alimentaire spécifique (ex. cancer ou maladies neurologiques) ont été exclues.

Les interventions/expositions suivantes correspondant à d'autres déclinaisons du végétarisme ont été exclues : flexitarisme, crudivorisme, macrobiotique. Le flexitarisme n'exclut pas les produits carnés de l'alimentation, mais porte une attention à leur qualité et à la fréquence de consommation (109). Le régime macrobiotique est à base de céréales, de fruits et de légumes, pouvant inclure la consommation de poisson à des fréquences variables (110), rendant sa pratique non standardisée. Le crudivorisme implique la consommation de produits crus uniquement, ce qui ne correspond pas nécessairement à un régime plant-based (111).

6.2 Sources d'informations

Des stratégies de recherche documentaire ont été élaborées à l'aide des termes des thésaurus de chaque base de données utilisées et de mots clefs libres liés aux régimes plant-based et aux performances sportives des athlètes. Des recherches dans PUBMED (interface NCBI), EMBASE (interface OVID) et de CINAHL (interface EBSCO) ont été effectuées (36). Pour assurer la saturation de la littérature, les listes de références des études incluses ou des revues pertinentes identifiées par la recherche ont été analysées. La dernière mise à jour de la recherche de littérature dans les bases de données a été effectuée le 01.05.2023.

6.3 Stratégie de recherche

6.3.1 Mots clés

Les mots clefs issus de l'équation de recherche étaient : végétarien, véganisme, performance, athlète, sport, plant-based, omnivore, mixte.

6.3.2 Processus de stratégie de recherche

La stratégie de recherche visait à identifier des études publiées quantitatives. Aucune limite de date n'a été imposée à la recherche (112). Une recherche sur PubMed a montré que le sujet de la performance physique et du végétarisme était récent. En recherchant « physical/sport/athletic performance AND vegetarian diet », les articles les plus anciens remontaient aux années 1980 et la plupart dataient des 10 dernières années (113). Aucun filtre supplémentaire n'a été appliqué lors des recherches.

Les termes des thésaurus, les mots clefs libres et les équations de recherche adaptées à chaque base de données se trouvent à l'annexe 1. La stratégie de recherche a été développée par les deux auteurs, aidées d'un bibliothécaire des sciences de la santé ayant de l'expérience dans l'élaboration de revue systématique. La stratégie a été validée par les directrices de travail de master (TM).

La recherche initiale dans les bases de données a été réalisée en octobre 2022. La recherche a été tenue régulièrement à jour grâce à une alerte créée sur les bases de données. Avant la fin de l'examen (mai 2023), les équations de recherches ont été relancées dans les trois bases de données pour garantir une mise à jour finale. Les études éligibles ont été intégrées dans l'examen (112).

6.4 Sélection des études

6.4.1 Nombre d'évaluateurs

Deux évaluateurs ont travaillé indépendamment sur la sélection des études.

6.4.2 Processus de sélection

Les résultats des recherches documentaires dans les bases de données ont été d'abord transférés dans le logiciel de gestion des références Mendeley pour être exportés sur le site internet Rayyan. Ce site facilite la collaboration entre les examinateurs durant le processus de sélection des études (114). Tous les doublons ont été supprimés.

Les deux auteurs ont évalué indépendamment, à l'aide de Rayyan, l'éligibilité des études sur la base des titres et des résumés. Pour être incluses, les études devaient répondre à tous les critères d'inclusion. En cas d'incertitude concernant le contenu de l'article sur la base du titre et du résumé, le texte intégral a été consulté et évalué. Les désaccords ont été résolus par la discussion entre les auteurs et/ou avec les directrices de TM. Les raisons de l'exclusion des études ont été documentées dans Rayyan. Les textes intégraux des études incluses ont été récupérés puis leur éligibilité

analysée de manière indépendante. Les textes intégraux des études répondant aux critères d'inclusion ont été retenus pour l'évaluation de la qualité méthodologique et l'extraction des données. Un FlowChart suivant le modèle PRISMA 2020 a été réalisé afin de synthétiser le processus de sélection des articles (115). La traduction en français a été réalisée par notions à partir de la version traduite et validée du PRISMA 2009 (116), la version de 2020 n'étant pas encore traduite.

6.5 Extraction des données

6.5.1 Données récoltées

La liste de contrôle du tableau 5.3.a du Cochrane Handbook a été utilisée pour identifier certains éléments à prendre en compte dans l'extraction des données (117).

Le tableau 3 renseigne sur les variables prises en compte dans la grille d'extraction de données.

Tableau 3 : Liste des variables pour l'extraction de données

Description des études	Méthodes			
	Généralités	Population	Intervention/Exposition	Critères de jugement primaire et secondaires
<ul style="list-style-type: none"> • Référence ID • Premier auteur • Année de publication 	<ul style="list-style-type: none"> • But de l'étude • Design de l'étude 	<ul style="list-style-type: none"> • Caractéristiques des participants : <ul style="list-style-type: none"> ○ Âge ○ Sexe ○ Poids, taille ○ IMC (Indice de Masse Corporelle) ○ Composition corporelle (p.ex. : % de masse grasse et maigre) ○ Tabagisme (oui/non, n fumeur) ○ Niveau socio-économique) ○ Niveau d'entraînement /compétition ○ Volume d'entraînement, intensité de l'entraînement (p.ex. : METS) ○ Type d'entraînement (anaérobie, aérobie) • Nombre de participants dans le groupe exposition/intervention et comparaison • Pays, contexte • Critères d'inclusion • Critères d'exclusion 	<ul style="list-style-type: none"> • Pour l'intervention/exposition (régime-plant-based) et la comparaison (régime omnivore) : <ul style="list-style-type: none"> ○ Description, définition du/des régimes étudiés ○ Durée (mois ou année) ○ Apports alimentaires ○ Utilisation de compléments alimentaire pour sportif ou pour traiter une carence • Méthode pour évaluer la consommation alimentaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Pour l'intervention /exposition et la comparaison : <ul style="list-style-type: none"> ○ Description ○ Outil de mesure ○ Temps de mesure ○ Résultats

Un outcome primaire, la performance sportive, et des outcomes secondaires en lien avec la performance ont été relevés.

a) Outcome primaire

Les mesures de la performance aérobie et anaérobie ont été analysées. Le diagnostic de performance doit être standardisé et spécifique à la discipline sportive, effectué en laboratoire ou sur le terrain (83). Une liste d'exemples de mesures, recommandées dans le manuel de diagnostic de performance édité par l'OFSPPO (83) et par Bosquet et al. (2002) (118), est présentée dans le tableau 4. Les procédures standardisées des tests peuvent être retrouvées ailleurs (83).

Tableau 4 : Liste non exhaustive de mesures de la performance aérobie et anaérobie

Exemples de mesure de la performance aérobie		Exemples de mesures de la performance anaérobie
Mesures directes des performances aérobies lors d'un seul test	Mesures indirectes de la prévision des performances aérobies	
VO ₂ max, en l/min ou ml/kg/min	Lactémie, en mmol/l	Force isométrique maximale, en Newton (N), spécifique à l'angle de l'articulation (83)
Puissance maximale aérobie (PMA), en Watt ou en W/kg (cyclisme)	Seuils ventilatoires, en % de la VO ₂ max.	La charge déplacée en une fois par le mouvement demandé (la répétition maximale, 1-RM), en kg (mesure de la force dynamique maximale) (83).
Distance parcourue en un temps donné ou jusqu'à épuisement, en mètre ou kilomètre	Seuils de fréquence cardiaque, en battements par minute (bpm)	Intensité de l'entraînement de force, en % 1-RM
Temps pour parcourir une distance fixe, en minutes ou en heures	Rapport d'échange gazeux respiratoire (RER), appelé aussi quotient respiratoire (le rapport VCO ₂ /VO ₂). Au pic de l'effort, le QR donne une idée indirecte du caractère maximal de l'effort (119).	Force explosive des jambes en cm ou en w/kg, mesurée par des sauts verticaux avec ou sans mouvement d'élan élastique (83).
Vitesse maximale aérobie (VMA), en km/h (course)		Force réactive mesurée par test de saut de fond (en cm pour la hauteur de saut et en secondes pour le temps de contact au sol) (83).

b) Outcomes secondaires

Des facteurs internes pouvant influencer la performance sportive ont été pris en compte :

- La composition corporelle, en pourcentage de masse maigre ou masse maigre sèche, masse grasse (66), évaluée à l'aide d'une méthode fiable et valide (Bioimpédance, DEXA, plis cutanés...)
- Les données anthropométriques suivantes : poids (en kg), taille (en cm ou m), IMC (kg/m^2) (66)
- Les biomarqueurs sanguins en lien avec la performance sportive d'endurance (p.ex. : taux hémoglobine) ou de force (p.ex. : testostérone), énumérés dans la figure 2 (104)
- L'effort perçu, souvent évalué à l'aide de l'échelle de Borg (note de 0 à 10) (120)
- La pression artérielle (en mmHg) (118)

6.5.2 Standardisation de l'extraction des données

La grille d'extraction des données a été élaborée par les deux auteurs dans un document Word. Elle a été pré-testée par les deux auteurs au préalable. Les informations des études incluses dans la revue ont été extraites et saisies dans cette grille. L'extraction s'est faite de manière indépendante (117). Des informations supplémentaires ont été demandées aux auteurs des articles inclus par mail en cas de données manquantes. Lors de la mise en commun, les désaccords ont été résolus par discussion entre les deux auteurs.

6.6 Évaluation de la qualité des études

6.6.1 Choix de l'outil

L'évaluation de la qualité des études s'est faite par l'évaluation du risque de biais. Le risque de biais des études observationnelles et de l'étude interventionnelle a été évalué à l'aide des grilles du Joanna Briggs Institute (JBI), «critical Appraisal tools use in JBI Systematic Reviews » correspondantes à chaque design d'étude (121). Pour les études de cohorte, la grille « JBI critical appraisal checklist for cohort studies » a été utilisée, pour les études de cas-témoin, la grille « JBI critical appraisal checklist for case control studies » et pour les études transversales, la grille « Checklist for Analytical Cross Sectional Studies ». L'évaluation du risque de biais des RCT a été réalisée à l'aide de la grille JBI « Checklist for Analytical Randomized Controlled Trials » (122).

Dans chaque domaine des outils, une série de questions visait à obtenir des informations sur les caractéristiques des études pertinentes pour évaluer le risque de biais.

6.6.2 Processus d'évaluation des articles

Le processus d'évaluation du risque de biais s'est fait par les deux auteurs, de manière indépendante.

Pour chaque domaine des outils d'évaluation du risque de biais, les procédures entreprises dans les études ont été rapportées, y compris des citations textuelles si nécessaire. Pour chaque question, une réponse « oui », « non » ou « pas clair » a été attribuée. Toutes les réponses ont été justifiées par écrit dans la grille. En cas de manque d'information ou une explication difficilement compréhensible, la réponse était « pas clair » et les investigateurs de l'étude primaire ont été contactés (36). Les désaccords ont été résolus d'abord par discussion entre les auteurs puis par consultation des directrices de TM.

L'attribution de l'appréciation globale s'est faite par le total des points positifs et négatifs. S'il y avait plus de points négatifs que de positifs, la note attribuée était négative. Les points définis comme « pas clair » étaient considérés comme des points négatifs pour l'appréciation globale.

Les résultats des articles ont été pondérés dans la discussion selon leur niveau de qualité. Un tableau de synthèse de l'analyse de la qualité est présenté au paragraphe 7.5.

6.7 Méthode de synthèse des données

Les données récoltées étaient de nature quantitative, l'outcome primaire étant des mesures de la performance sportive. Comme dans la revue de 2016, les résultats étaient hétérogènes (hétérogénéité clinique et méthodologique). L'hétérogénéité est due à de nombreux facteurs : différence dans les populations d'étude, dans les niveaux d'entraînement, dans les types et la durée du régime plant-based ainsi que dans les méthodes de mesures des outcomes. De plus, les études incluses avaient des designs différents (observationnelles transversales, RCT type cross-over). Plusieurs conditions sont requises pour la réalisation et l'interprétation fiable d'une méta-analyse. Les mesures des effets et les résultats dérivés de modèles statistiques doivent être comparables, ainsi que les caractéristiques des études devant être similaires pour permettre une comparaison (123). Une méta-analyse n'a donc pas pu être réalisée. Un résumé descriptif des données quantitatives a été rédigé et présenté dans les résultats. La partie « résultats » a été présentée sous forme de tableaux. Des tableaux descriptifs de la population des études, des méthodes de mesure des outcomes et des régimes alimentaires ont été élaborés. Deux tableaux présentant les résultats de l'outcome primaire et les outcomes secondaires ont été réalisés. Pour chaque résultat, la moyenne (et la déviation standard) ou la médiane (et l'écart interquartile) ont été relevés ainsi que la p-valeur de la différence entre les groupes alimentaires. Une colonne a été ajoutée pour indiquer la différence entre les moyennes, mettant en avant leur ampleur.

7 Résultats

7.1 Sélection des études

223 articles ont été identifiés dans les bases de données, après suppression des doublons. Deux cent neuf publications ont été exclues sur la base des titres et abstracts. Le nombre d'études examinées, évaluées et incluses dans cet examen et les raisons de l'exclusion sont présentés dans la figure 3 à l'aide d'un diagramme de flux PRISMA (115).

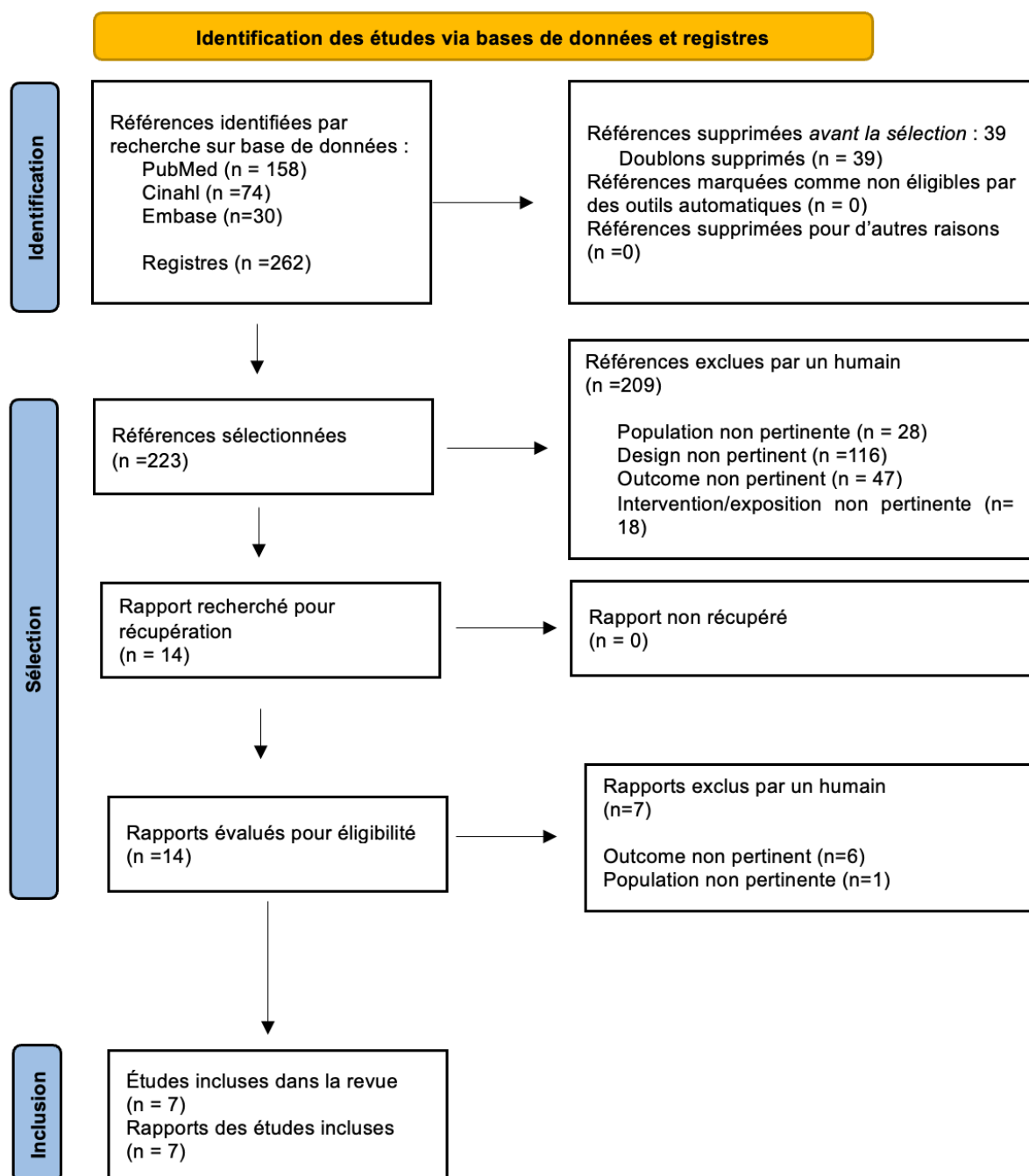


Figure 3 : Diagramme de flux

Après la lecture des textes intégraux de 14 études, 7 ont été inclus. Les bibliographies des textes intégraux retenus ont été examinées, mais aucune étude ne correspondait à tous les critères d'inclusion. Six publications ont été exclues pour ne pas avoir mesuré directement des outcomes de performance physique. La dernière étude exclue ne portait pas sur des athlètes de performance, mais des individus pratiquant de l'exercice physique considéré comme un niveau « santé ».

7.2 Caractéristiques des études incluses

Le tableau 5 présente une description détaillée des caractéristiques des études et de leurs populations. Sur les sept études incluses, six étaient des études observationnelles transversales et une était une étude interventionnelle, Raben et al. (1992) (cross-over) (124). Toutes les études ont été publiées en anglais. Les dates de publication des études étaient comprises entre 1986 (125) et 2022 (107,126). Les études incluses représentaient 3 225 athlètes au total. Le nombre de sujets par étude variait entre 8 (Raben et al.) et 2 864 (Wirnitzer et al.) (2022) (107). Cinq études comprenaient des hommes et des femmes (107,125–128), Raben et al. et Krøl et al. (2020) ont recruté uniquement des hommes (124). L'IMC des participants allait de 21,6kg/m² (128) à plus de 25kg/m² (107).

Les sept études ont recruté des athlètes de performance, entre 21 et 40 ans, pratiquant des activités principalement d'endurance (course à pied). Seuls De Souza et al. (2022) ont inclus des activités de force et de puissance (126). 5 études sur 7 ont utilisé la distance et la fréquence hebdomadaires ainsi que la durée de l'entraînement pour définir le niveau sportif. Pour ces trois études, la fréquence d'entraînement se situait pour la majorité des participants à plus de 3 fois par semaine, jusqu'à 14 fois en plus des compétitions (107). Les distances d'entraînement hebdomadaires moyennes s'étendent de 25,5 km ± 12,4 (128) à 48,7km ± 3 (129).

Tableau 5 : Description des caractéristiques des populations des études incluses

1 ^{er} auteur Date	Design	Description de la population	Caractéristiques		Valeur de p entre les groupes	
			Régime plant-based Moyenne (DS)	Omnivore Moyenne (DS)		
De Souza et al. 2022	Transversal	N	32	26	/	
		LOV	23			
		V	9			
		Âge (années)	25.28 ± 4,97	25.96 ± 6,62	0.657 (NS)	
		Sexe (%)			0.438 (NS)	
		H	19 (59.4)	14 (53.8)		
		F	13 (40.6)	12 (46.2)		
		IMC (kg/m ²)	22.12 ± 3.06	23.65 ± 2.75	0.053 (NS)	
		Niveau d'entraînement				
		Années de pratique	3.00 ± 6.00	2.00 ± 2.25	0.207 (NS)	
Fréquence / semaine (%) :		23 (71.9)	21 (80.8)	0.318 (NS)		
	≥ 3 fois/semaine	9 (28.1)	5 (19.2)			
	< 3 fois/semaine					
Wirnitzer et al. 2022	Transversal	N (%)	1592 (55,6)	1272 (44)	/	
		LOV	598 (21)			
		V	994 (35)			
		Âge médian (années) (EI)		40 (17)	< 0.001**	
		LOV	35 (17)			
		V	34 (15)			
		Sexe (%)	H : 564 ; F : 1028	H : 672 (53) ; F : 600 (47)	< 0.001**	
		LOV	H : 217 (36) ; F : 381 (64)			
		V	H : 347 (35) ; F : 647 (65)			
		18.50 <IMC< 24.99 (kg/m ²)	1360	1034	< 0.001**	
LOV	518					
V	842					
IMC < 18,5 (kg/m ²)	106	32	< 0.001**			
LOV	38					
V	68					
IMC >25 (kg/m ²)	126	206	< 0.001**			
LOV	42					

1 ^{er} auteur Date	Design	Description de la population	Caractéristiques		Valeur de p entre les groupes	
			Régime plant-based Moyenne (DS)	Omnivore Moyenne (DS)		
		V	84			
		Niveau d'entraînement				
		N par distances de course pratiquée (%)	<21km : 399 (25) HM : 597 (38) M/UM : 596 (37)	<21km : 223 (18) HM : 435 (34) M/UM : 614 (48)	< 0.001**	
		LOV	<21km : 142 (24) HM : 215 (36) M/UM : 241 (40)			
		V	<21km : 257 (26) HM : 382 (38) M/UM : 355 (36)			
		Description des niveaux des participants	De récréatif à élite		/	
		Fréquence d'entraînement de course par semaine (jour/semaine) (Tous régimes confondus)	3 (rang : 1-14)		NR	
		Distance/semaine (km) (Tous régimes confondus)	43,3 ± 7,3		NR	
		Durée/semaine (h) (Tous régimes confondus)	4,7 ± 2,8		NR	
Krøl et al. 2020	Transversal	N	22	30	NR	
		Âge (années)	32 ± 5	30 ± 5	NS, p NR	
		Sexe	Hommes	Hommes	NR	
		IMC (kg/m ²)	21.6 ± 2.1*	23 ± 1.3*	< 0,05*	
		Niveau d'entraînement				
		Durée d'entraînement/semaine (h)	5,5 ± 4	4,9 ± 2	NS, p NR	
		Distance (km/semaine)	48,7 ± 3	48,5 ± 21	NS, p NR	
Durée de pratique (années)	4,9 ± 4	3,9 ± 3	NS, p NR			
Nebl et al. 2019	Transversal	N	50	26	/	
		LOV	26			

1 ^{er} auteur Date	Design	Description de la population	Caractéristiques		Valeur de p entre les groupes
			Régime plant-based Moyenne (DS)	Omnivore Moyenne (DS)	
		V	24		
		Âge (années)	27.6 ± 4.31	27.2 ± 4.05	0.937 (NS)
		LOV	27.5 ± 4.26		
		V			
		Sexe	H : 10 ; F : 31	H : 10 ; F : 16	0.99 (NS)
		LOV	H : 10 ; F : 16		
		V	H : 9 ; F : 15		
		IMC (kg/m ²)	21,6 ± 1,98	22,2 ± 1,73	0,559 (NS)
		LOV	22,0 ± 2,23		
		V			
Niveau d'entraînement					
Fréquence d'entraînement par semaine		3.19 ± 0.90	3.04 ± 0.98	0.735 (NS)	
LOV		3.00 ± 0.85			
V					
Distance de course par semaine (km)		34.41 ± 14.53	28.03 ± 14.66	0.054 (NS)	
LOV		25.53 ± 12.30			
V					
Durée de course par semaine (h)		3.38 ± 1.43	2.72 ± 1.11	0.079 (NS)	
LOV		2.65 ± 1.38			
V					
Lynch et al. 2016	Transversal	N	27	43	/
		LOV			
		Âge (années)	36.1 ± 10.2	38.0 ± 10.0	0.608 (NS)
		H	36.7 ± 7.7	37.1 ± 8.7	
		F			
Sexe		14	26	NS, p NR	
H		13	17		
F					
IMC (kg/m ²)		24.0 ± 4.4	24.8 ± 2.6	0.123 (NS)	

1 ^{er} auteur Date	Design	Description de la population	Caractéristiques		Valeur de p entre les groupes	
			Régime plant-based Moyenne (DS)	Omnivore Moyenne (DS)		
		H F	21.8 ± 2.5	23.5 ± 3.8		
		Niveau d'entraînement				
		Niveau des athlètes	Université de division 1 de la National Collegiate Athletic Association (NCAA)		/	
		METS, (kcal·kg ⁻¹ ·semaine ⁻¹)	108,8 ± 32,9	91,7 ± 33,2	0,018*	
		H F	106,1 ± 36,6	85,6 ± 20,8		
Raben et al. 1992	Cross-over	N Végétariens	4 puis wash out	4 puis wash out	/	
		Âge médian (années) (étendue)	22.5 (21-28)		NR	
		Sexe	Hommes		/	
		Poids médian (kg) (étendue) IMC NR	70,8 (62,4-87,5)		NR	
		Niveau d'entraînement				
		Temps médian d'endurance aérobie (minutes) (étendue) à T0	79.13 min (55.67-90.07)	80.28 min (65.07-91.17)	0,41	
		VO ₂ max médiane (étendue) à T0	67 ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹ (61-79)		NR	
Hanne et al. 1986	Transversal	N	49	49	/	
		LOV	31			
		Lacto-végétariens	13			
		V	5			
		Âge (années)	Majorité des sujets : 17-35 ans (âge NR)		NS, p NR	
		Sexe	H : 29 ; F : 20	H : 29 : F : 20	NS, p NR	
		LOV	H : 19 ; F : 12			
		Lacto-végétariens	H : 8 ; F : 5			
V	H : 2 ; F : 3					
Poids (kg)	68,4 (6,8)	70,7 (7,3)	NS, p NR			
H F	58,9 (6,1)	58,8 (5,1)				

1 ^{er} auteur Date	Design	Description de la population	Caractéristiques		Valeur de p entre les groupes
			Régime plant-based Moyenne (DS)	Omnivore Moyenne (DS)	
		Niveau d'entraînement			
		Fréquence d'entraînement/semaine	5 à 8 fois en plus des compétitions		NS, p NR

Légende : * : p significatif à <0,05 ; ** : p significatif à <0,001

Abréviations :

DS : déviation standard ; **LOV** : Lacto-ovo-végétarien ; **V** : Végane ; **NR** : Non renseigné ; **NS** : Non Significatif ; **H** : Hommes ; **F** : Femmes ; **IMC** : Indice de Masse Corporelle ; **EI** : Écart interquartile ; **HM** : Half Marathon (semi-marathon) ; **M** : Marathon ; **UM** : Ultramarathon ; **Km** : kilomètre ; **h** : heure ; **METS** : Metabolic Equivalent of Task (équivalent métabolique d'une tâche)

Notes : La majorité des résultats sont des moyennes et des déviations standards (indiquées entre parenthèses). Les médianes et les EI sont signalés.

Le tableau 6 présente les régimes alimentaires étudiés et les méthodes d'analyse de la consommation alimentaire.

Toutes les études observationnelles ont comparé au moins un régime plant-based avec le régime omnivore. Concernant le régime plant-based, deux publications sur 7 ont étudié à la fois le lacto-ovo-végétarisme et le véganisme (130,131). Raben et al. (124) ont inclus uniquement des végétariens et Krøl et al. (129) seulement des véganes. La dernière, Hanne et al.(1986) (125) a inclus des lacto-ovo-végétariens, des lacto-végétariens et des véganes. Parmi les 5 publications qui ont étudié plus d'un régime plant-based, trois (125–127) ont analysé les outcomes selon une seule catégorie (plant-based), toutes les déclinaisons de régimes confondues.

Cinq études sur sept ont analysé les apports nutritionnels des participants (126–129,132). Lynch et al. (2016) (127) et Nebl et al. (128) (2019) ont fourni une analyse complète non seulement des macronutriments, mais aussi des vitamines, des minéraux et oligo-éléments. De manière générale, les régimes plant-based étaient significativement plus riches en glucides (126–129), en fibres (126–128,132), en fer (127,128,132) et plus faibles en cholestérol (126,132), lipides totaux (128,129), protéines (127,129) et vitamine B12 (127,128) que les omnivores.

Deux études (107,126) ont mentionné l'utilisation de compléments alimentaires dans leur échantillon. Ils n'ont pas fourni de détails sur le type de suppléments, la fréquence et la quantité de consommation. Les participants à l'étude de Raben et al. n'ont pas utilisé de suppléments (124). Nebl et al. précisent que les participants ont pu utiliser des compléments alimentaires à des doses physiologiques, mais pas de substances susceptibles d'améliorer la performance (128). Les 3 études restantes (107,125–127,129), n'ont pas transmis d'information à ce sujet.

L'étude interventionnelle (124) a comparé deux groupes de 4 hommes pratiquant un régime végétarien et un régime omnivore durant 4 semaines avant de permuter les groupes. Durant les 4 semaines suivantes, les végétariens sont devenus omnivores et vice versa. À noter qu'au début de l'étude, les participants étaient tous omnivores.

Tableau 6 : Description des régimes alimentaires et des méthodes d'évaluation de la consommation alimentaire

1 ^{er} auteur Date	Design	Description	Régime plant-based Moyenne ± DS	Omnivore Moyenne ± DS (Valeur de p entre les deux groupes)	Méthode pour évaluer la consommation alimentaire	Analyse de la consommation alimentaire : méthode, éléments analysés	
De Souza et al. 2022	Transversal	Définitions			Consommation de produits animaux et végétaux	FFQ sur les 6 derniers mois. Durant l'étude : 4x R24 autodéclarés.	Indice de qualité de l'alimentation : Healthy Eating Index, HEI-2015 (USA). Inclusion des suppléments dans l'analyse des apports. Analyses des outcomes selon le régime plant- based (toutes les déclinaisons confondues) et omnivore.
		Ovo-lacto-végétarisme	NR				
		Véganisme	Pas de consommation de produits animaux				
		Durée (mois)	≤6	≤6			
			90,6% >2 ans				
		Apports (valeur absolue)	LOV et V : > protéines végétales, fibres, glucides. < AGT et cholestérol > Score HEI-2015	> protéines totales et animales			
		Compléments alimentaires					
Groupes similaires dans l'utilisation (oui/non)	Oui						
Utilisation (%)	4	7					
Tabagisme (oui/non)	Non						
Wirnitzer et al. 2022	Transversal	Définition			Régime occidental, sans restriction.	Questionnaire en ligne (autodéclaré) Vérification des déclarations par des questions de contrôle.	Analyse des outcomes selon les régimes omnivores, végétariens et véganes.
		Végétarisme	Pas de consommation de viande ou de poisson.				
		Véganisme	Pas de consommation de produits d'origine animale				
		Durée (mois)	≤6	≤6			
		Apports	NR	NR			
		Compléments alimentaires					
Utilisation (oui/non)	Oui, détails NR						
Tabagisme (oui/non)	NR						
Król et al. 2020	Transversal	Définition Véganisme	NR	NR	Anamnèse alimentaire et	Analyses des outcomes selon le régime végane	

1 ^{er} auteur Date	Design	Description	Régime plant-based Moyenne ± DS	Omnivore Moyenne ± DS (Valeur de p entre les deux groupes)	Méthode pour évaluer la consommation alimentaire	Analyse de la consommation alimentaire : méthode, éléments analysés
		Durée (mois)	NR		journal alimentaire de 4 jours, par un diététicien.	et omnivore, sans distinction homme/femme.
		Apports (% de l'AET)	< Protéines, lipides > Glucides	/		
		Compléments alimentaires				
		Utilisation	NR			
		Tabagisme (oui/non)	NR			
Nebi et al. 2019	Transversal	Définition Végétarisme	Consommation : céréales, aliments à base de plantes, légumineuses, lait, produits laitiers, œufs.	Consommation : céréales, aliments à base de plantes, légumineuses, lait, produits laitiers, œufs, poisson, viande, produits carnés.	Questionnaire autodéclaré. Rappel de 24h réalisé par un personnel qualifié.	Logiciel PRODI® (Nutri- Science GmbH, Fribourg, Allemagne). Analyse de l'apport alimentaire sans supplément.
		Véganisme	Consommation : céréales, aliments à base de plantes, légumineuses.			
		Durée (%)				Analyse des outcomes selon les régimes omnivores, végétariens et végétaliens.
		½-1 an	LOV : 15,4 ; V : 20,8	0		
		1-2 ans	LOV : 11,5 ; V : 12,5	3,8		
		2-3 an	LOV : 7,7 ; V : 29,2	0		
		>3 an	LOV 65,4% ; V : 37,5	96,2		
Apports Différence significative entre les 3 groupes (p<0,05 ou p<0,001)	V : > glucides, fibres, magnésium, fer, B5, folates, vitamine E, cuivre, potassium, vitamine C; < B12, lipides, sodium, LOV : > fibres, magnésium, folates, vitamine E ; <sodium, fer, B1, B6, B12,	/				
Compléments alimentaires						
	Utilisation : oui/non	Non				
	Tabagisme (oui/non)	NR				
Lynch et al. 2016	Transversal	Définition Végétarisme	Lacto-ovo-végétarien	Régime incluant la viande	Carnet alimentaire de sept jours.	SQL Food Processor par ESHA Research, Inc. (version 10.11.0, Salem, OR, USA).
		Véganisme	/			
		Durée (années)	>2 pour 89% des participants	NR		

1 ^{er} auteur Date	Design	Description	Régime plant-based Moyenne ± DS	Omnivore Moyenne ± DS (Valeur de p entre les deux groupes)	Méthode pour évaluer la consommation alimentaire	Analyse de la consommation alimentaire : méthode, éléments analysés
		Apports (valeurs absolues) Différence significative entre les 3 groupes (p<0,05 ou p<0,001)	LOV et V : > Glucides, fibres, fer < Protéines, AGS, cholestérol, B12, sélénium)	/		Analyse sans supplément. Analyses des outcomes selon le régime plant-based (toutes les déclinaisons confondues) et omnivore.
		Compléments alimentaires				
		Utilisation	NR			
		Tabagisme (oui/non)	NR			
Raben et al. 1992	Cross-over	Définition Végétarisme	NR	Occidental	Carnet alimentaire	Tables de composition nationales de l'agence de l'alimentation du Danemark (Dankost et Ken-din-Kost).
		Durée (semaines)	6 puis wash out (4 sem.) Non végétariens avant l'étude.	6 puis wash out (4 sem.)	Suivi d'un plan alimentaire par les participants.	
		Apports (valeurs absolues) Différence significative entre les 2 groupes (p<0,05 ou p<0,001)	> Fibres, protéines, fer < Cholestérol	> Sucres simples		
		Compléments alimentaires				
		Utilisation (oui/non)	Non			
		Tabagisme	NR			
Hanne et al. 1986	Transversal	Définition Lacto-ovo-végétarisme Lacto-végétarisme Végétarisme pur (=véganisme)	Exclusion de la viande et du poisson Exclusion de la viande, du poisson et des œufs Exclusion de tous les aliments dérivés de sources animales.	NR	NA	NA Analyses des outcomes selon le régime plant-based (toutes les déclinaisons confondues) et omnivore.
		Durée (années)	> 2	NR		
		Apports	NR			
		Compléments alimentaires				
		Utilisation (oui/non)	NR			
		Tabagisme (oui/non)	Oui (10%)	Oui (7%)		

Légende : > : significativement plus élevé que les autres groupes ; < : significativement moins élevé que les autres groupes.

Abréviations :

NR : non renseigné ; **FFQ** : Food Frequency Questionnaire (questionnaire de fréquence alimentaire) ; **R24** : Rappel de 24 heures ; **LOV** : Lacto-Ovo-Végétarien ; **V** : Végane ; **AGT** : Acides Gras Trans ; **AET** : Apport Énergétique Total ; **AGS** : Acides Gras Saturés.

Le tableau 7 résume les méthodes d'évaluation du critère de jugement primaire. Pour 6 des 7 études incluses, la performance a été évaluée à l'aide de tests physiques. Seule une étude a évalué la performance à l'aide d'un questionnaire en ligne, sur la base des meilleurs temps de courses autodéclarés, lors de compétitions, en semi-marathon (HM), marathon (M) et ultramarathon (UM) (107). Lynch et al. n'ont pas renseigné la méthode d'évaluation des METS ni le matériel utilisé pour enregistrer le RER (133).

Tableau 7 : Description des méthodes d'évaluation du critère de jugement primaire

1 ^{er} auteur Date	Outcome primaire	Mode d'évaluation de l'outcome
De Souza et al. 2022	Force dynamique maximale (kg)	Test de dix répétitions maximales avec l'exercice backsquat sur une barre guidée. Le mouvement a été effectué dans une amplitude de 90° de l'articulation du genou, sans pause entre les phases concentriques et excentriques, à une cadence de 2 secondes pour chaque phase.
	Force relative à la masse musculaire	Force relative calculée : charge de dix répétitions maximales (kg)/masse corporelle (kg).
	Test de puissance musculaire des membres inférieurs via saut vertical (cm)	Saut vertical à contre-mouvement (CMJ) à un angle antérieur de 90° au niveau des genoux, sur une plate-forme de saut. Trois tentatives avec un intervalle de récupération de 30 secondes, le saut le plus élevé a été utilisé pour l'analyse des données.
	Vitesse maximale aérobie (VMA) (km/h)	Programme ErgoPC Elite sur tapis roulant, inclinaison à 1%
	Intensité perçue de l'effort	Échelle de Borg à chaque étape du test progressif du test de VMA
	Force isométrique des membres supérieurs (kgf)	Handgrip (force de préhension) (modèle 63785, JAMAR, Warreville/IL, USA)
	Force isométrique des membres inférieurs (kgf)	Deadlift (soulevé de terre)
Wirnitzer et al. 2022	Durées de course moyennes (minutes)	Temps de course autodéclarés dans un sondage en ligne à la communauté internationale des coureurs.
	Analyses des performances	Analyse des meilleurs temps de course pour le semi-marathon et le marathon (en minutes) grâce à un modèle linéaire intégrant l'IMC et le type de régime (IC à 95%).
Król et al. 2020	VO ₂ max en l/min	Tests spiroergométriques sur tapis roulant
	VO ₂ mesurée au seuil anaérobie l/min	
	VO ₂ max en ml/kg/min	
	Puissance maximale (W)	
	Puissance mesurée au seuil anaérobie (W)	
	FC max	
	Pression artérielle systolique max calculée au seuil anaérobie (mmHg)	Échocardiographie
Pression artérielle diastolique max calculée au seuil anaérobie (mmHg)		
Nebi et al. 2019	Pmax BW (W/kg BW)	Test d'effort gradué (GXT) jusqu'à épuisement volontaire sur un vélo ergomètre avec encouragement verbal
	Pmax LBM (W/kg LBM)	

1 ^{er} auteur Date	Outcome primaire	Mode d'évaluation de l'outcome
	Fréquence cardiaque	Moniteur de fréquence cardiaque (RS800 CX Polar, Finlande) mesurée en continue tout au long des sessions de test
Lynch et al. 2016	VO ₂ max en ml/kg/min	Protocole de Bruce sur tapis roulant Trackmaster TMX425C utilisant le système de mesure métabolique Parvo Medics TrueOne 2400 (Sandy, UT, USA). Encouragement verbal. Test de VO ₂ max effectué immédiatement après le test du dynamomètre avec 30 secondes de repos.
	VO ₂ max en l/min	
	METS en kcal.kg ⁻¹ .semaine ⁻¹	NR
	Ratio d'échanges respiratoires maximal (RER)	NR
	Nombre d'extensions/ flexions des jambes	Dynamomètre isocinétique, à 60 degrés par seconde (j/s), 180 d/s et 240 d/s.
Raben et al. 1992	VO ₂ max en l/min ⁻¹	Ergomètre gradué (Krogh) ou exercice sur tapis roulant jusqu'à épuisement
	Tests endurance aérobie	
	Contraction maximale volontaire (CMV)	Jauge de contrainte en position verticale, les angles du corps, du bras et de la jambe à 90°. La force maximale de trois essais a été utilisée pour le calcul de la CMV.
	Endurance isométrique	Calculer à 35% de la CMV du quadriceps et du fléchisseur du coude
Hanne et al. 1986	Capacités aérobies (PWC ₁₇₀ kgm ⁻¹) (PWC ₁₇₀ kgm)	Test d'aérobie sur ergomètre : Pour les hommes : durant 3 minutes à chacune des charges, 600, 900, 1200 et 1500 kpm/min jusqu'à une fréquence cardiaque d'au moins 170 bpm
	VO ₂ max en l/min ⁻¹	Pour les femmes : début à 300 kpm et augmentation jusqu'à 450, 600, 750 et 900 kpm/min
	VO ₂ max en ml/kg ⁻¹ /min ⁻¹	
	Taux d'effort perçu	Calculé durant le test d'aérobie selon l'échelle de Borg
	Capacités anaérobies	Test anaérobie de Wingate (WAnT), sur vélo ergomètre
	Force totale kgm/kg ⁻¹	
	Force maximale kgm/kg ⁻¹	
	Fréquence cardiaque	Test orthostatique
	Pression artérielle systolique	

Abréviations : **Kgf** : kilogramme-force ; **W** : Watt ; **Pmax BW (W/kg BW)** : puissance maximale en fonction du poids corporel ; **Pmax LBM (W/kg LBM)**: puissance maximale produite liée à la masse corporelle maigre ; **VO₂max** : Consommation maximale d'oxygène ; **METS**: Équivalent métabolique de la tâche (mesure statistique de l'intensité physique) ; **PWC** : Capacité physique de travail ; **Kgm** : Kilopondmètre ; **CMV** : contraction musculaire volontaire.

7.3 Outcome primaire

Le tableau 8 présente les résultats de l'outcome primaire de l'étude interventionnelle et le tableau 9 les résultats des études observationnelles.

7.3.1 Performances aérobies

Toutes les études ont analysé la performance aérobie. La $VO_2\text{max}$ était l'indicateur le plus fréquemment utilisé pour l'évaluer (4 études sur 7) (125,127,129,132). Hanne et al. (1986) (125) et Raben et al. (132) n'ont trouvé aucune différence dans la $VO_2\text{max}$ entre les groupes d'études. Lynch et al. (127) ont mis en évidence une $VO_2\text{max}$, exprimée en ml/kg/min, plus élevée chez les végétariennes ($53 \pm 6,9$, $p < 0.011$) que chez les omnivores ($47,1 \pm 8,6$, $p < 0,011$). Krøl et al. (129) ont montré que la $VO_2\text{max}$ en ml/kg/min était plus élevée chez les hommes véganes ($54,0 \pm 7,0$) que chez les omnivores ($50,1 \pm 7,2$, $p < 0,05$).

Pour le reste des indicateurs de performance aérobie (VMA, meilleur temps de course, fréquence cardiaque, capacité d'exercice, puissance maximale aérobie), six études n'ont trouvé aucune différence entre les groupes. Seul Wirnitzer et al. (107) ont montré, prenant en considération l'IMC et le type de régime alimentaire comme biais, que les femmes omnivores étaient en moyenne significativement plus rapide pour terminer un semi-marathon que les femmes véganes (plus lentes de 4.31min (6.91, 1.72) que les omnivores, $p = 0.001$). De même, les hommes ayant un régime mixte réalisaient en moyenne de meilleurs temps sur le semi-marathon et le marathon que les végétariens qui étaient plus lents de 4.48min (7.35 -1.61), $p = 0.002$ pour le HM et de 6.99 min (13.8, 0.2) $p = 0.043$ pour le M. Les véganes ont pris 4.76min (7.25- 2.27, $p < 0,001$) de plus pour terminer le HM, et 9.76 min (15.5- 3.98, $p < 0.001$) de plus pour le M (107).

7.3.2 Performances anaérobies

Quatre études sur 7 ont analysé la performance anaérobie (125–127,132). La force (relative, isométrique, totale ou maximale) était l'indicateur le plus fréquemment utilisé pour l'évaluer, suivi de la puissance musculaire et de la résistance. Trois études sur 4 n'ont trouvé aucune différence entre les groupes alimentaires (125,127,132). Une étude (126) a montré une petite différence significative dans la force relative à la masse musculaire entre le régime plant-based (végétariens et véganes) ($1.03 \text{ kg} \pm 0.23$) et le régime omnivore ($0.91\text{kg} \pm 0.12$, $p=0,02$). Les mêmes auteurs (126) ont également montré une différence de la puissance musculaire entre les deux groupes, illustrée par une différence significative de la hauteur des sauts verticaux (plant-based : $43.77\text{cm} \pm 9.9$; omnivores : $38.45 \text{ cm} \pm 8.92$, $p=0,03$) (126).

Tableau 8 : Résultats de l'outcome primaire de l'étude interventionnelle

1 ^{er} auteur Date	Design	Outcomes	Résultats		Résultats (valeur de p entre les groupes)	Conclusion des auteurs
			Régime plant-based	Omnivore		
Raben et al., 1992	Cross- over		Différence (Δ) avant/après 6 semaines de régime plant-based			Les performances d'endurance et de force isométrique n'ont pas été influencées par les périodes de régimes.
		VO ₂ max	-0,04 l.min ⁻¹	-0,03 l.min ⁻¹	NS, p NR	
		CMV	NR	NR	NS, p NR	
		Endurance isométrique	NR	NR	NS, p NR	
		Tests endurance aérobie	-2,78 min	-2,78 min	À la ligne de base = 0,41 (NS) A à 3 semaines = 0,38 (NS) À 6 semaines = 0,25 (NS) NS entre la ligne de base et à semaine 6 (p NR).	

Abréviations :

CMV : contraction musculaire volontaire ; **NS** : non significatif ; **NR** : non renseigné

Tableau 9 : Résultats de l'outcome primaire des études observationnelles

1er auteur Date	Design	Outcomes	Résultats			Résultats (valeur de p entre les groupes)	Conclusion des auteurs
			Régime plant-based (Moyenne ± DS)	Omnivore (Moyenne ± DS)	Différence moyenne entre les deux groupes		
De Souza et al. 2022	Transversal	Résistance dynamique (kg)	66.5 ± 15.3	61.85 ± 12.58	4,65	0,218 (NS)	Performances similaires entre les groupes pour la force isométrique, la résistance dynamique et la capacité aérobie.
		Force relative au poids corporel	1.03 ± 0.23	0.91 ± 0.12	0,12	0,020*	
		Test puissance musculaire via saut vertical (cm)	43.77 ± 9.91	38.45 ± 8.92	5,32	0.038*	
		Vitesse maximale aérobie (km/h)	13.5±2	11±3	2,5	0.463 (NS)	Niveaux de force et de puissance relative plus élevée chez les végétariens.
		Force isométrique des membres supérieurs (kgf)	77±29	70±50	7	0.516 (NS)	
		Force isométrique (kgf)	89±41	97±50	8	0.988 (NS)	
Wirnitzer et al. 2022	Transversal	Durée de course moyenne (minutes) H	LOV : HM : 100,7 ± 16,5 M : 212,9 ± 33,3 UM : 759,9 ± 162,4 V : HM : 100,3 ± 17,7 M : 213,6 ± 32 UM : 742,9 ± 212,3	HM : 98,7 ± 17 M : 210,5 ± 33,5 UM : 725,1 ± 204	LOV/OMN : HM : 2 M : 2,4 UM : 34,8 V/OMN : HM : 1,6 M : 3,1 UM : 17,8	P NS, (NR)	Les hommes omnivores sont significativement plus rapides pour terminer un HM et un M que les végétariens et véganes.

1er auteur Date	Design	Outcomes	Résultats			Résultats (valeur de p entre les groupes)	Conclusion des auteurs
			Régime plant-based (Moyenne ± DS)	Omnivore (Moyenne ± DS)	Différence moyenne entre les deux groupes		
		F	LOV : HM : 119,7 ± 19,4 M : 249,3 ± 36,1 UM : 779,7 ± 223,5 V : HM : 122 ± 20,4 M : 251,3 ± 42,6 UM : 791,9 ± 213,3	HM : 118,3 ± 19,6 M : 248,8 ± 35 UM : 778,4 ± 146,8	LOV/OMN : HM : 1,4 M : 0,5 UM : 1,3 V/OMN : HM : 3,7 M : 2,5 UM : 13,5		Les femmes omnivores sont significativement plus rapides en moyenne pour terminer un HM par rapport aux véganes.
		Analyse des performances (IC à 95%) H	LOV : HM : 38,58 (IC NR) M : 88,59 (IC NR) V : HM : 38,86 (IC NR) M : 91,36 (IC NR)	HM : 34,1 (45.3, 22.9) M : 81.6 (45.3 - 22.9).	LOV/OMN : HM : + 4.48 (7.35 - 1.61; p = 0.002* M : + 6.99 (13.8, 0.2 ; p = 0.043* V/OMN : HM : + 4.76 (7.25-2.27; p < 0.001** M : + 9.76 (15.5-3.98; p < 0.001**)	/	
		F	LOV: HM : 59,49 (IC NR) M : 112,14 (IC NR) V : HM : 61,11 (IC NR) M : 111,5 (IC NR)	HM : 56.8 (p< 0.001**) M : 108.0 (138.0, 77.4; p < 0.001**).	LOV/OMN : HM : +2.69 (5.68, -0.3; p = 0.078, NS) M : +4.14 (12.1, -3.78; p = 0.305, NS). V/OMN :		

1er auteur Date	Design	Outcomes	Résultats			Résultats (valeur de p entre les groupes)	Conclusion des auteurs
			Régime plant-based (Moyenne ± DS)	Omnivore (Moyenne ± DS)	Différence moyenne entre les deux groupes		
					HM : + 4.31 (6.91, 1.72; p = 0.001**) M : +3.5 10.8, -3.76; p = 0.344, NS)		
Krøl et al. 2020	Transversal	VO₂ max (l/min)	3,70 ± 0,5	3,75 ± 0,6	0,05	NS, p NR	Un régime végétane n'entraîne pas de baisse des performances chez les coureurs. La VO ₂ max (ml/kg/min) est plus élevée chez les végétanes que chez les omnivores.
		VO₂ mesurée au seuil anaérobie (l/min)	2,24 ± 0,7	2,29 ± 0,7	0,05	NS, p NR	
		VO₂ max (ml/kg/min)	54,0 ± 7,0	50,1 ± 7,2	3,9	<0.05*	
		Puissance maximale aérobie (W)	309 ± 36	324,2 ± 40,3	15,2	NS, p NR	
		Puissance au seuil anaérobie (W)	197 ± 48	216 ± 49	19	NS, p NR	
		Fréquence cardiaque max.	167 ± 29	168 ± 27	1	NS, p NR	
		Fréquence cardiaque au seuil anaérobie	144 ± 24	142 ± 19	2	NS, p NR	
Nebi et al. 2019	Transversal	Pmax BW (W/kg BW) LOV V	4,20 ± 0,47 4,16 ± 0,55	4,15 ± 0,48	0,05 0,01	0,917 (NS)	Pas de différences de capacité d'exercice entre les végétanes, les lacto-ovo-végétariens et les coureurs omnivores.
		Pmax LBM (W/kg LBM) LOV V	5,39 ± 0,52 5,26 ± 0,58	5,29 ± 0,48	0,1 0,03	0,696 (NS)	
		Pmax BW selon le sexe H	LOV : 4,43 ± 0,46 V : 4,39 ± 0,52	4,41 ± 0,41	LOV/OMN : 0,02 V/OMN : 0,02	0,979 (NS)	
		F	LOV : 4,06 ± 0,44 V : 4,02 ± 0,53	3,99 ± 0,46	LOV/OMN : 0,07 V/OMN : 0,03	0,910 (NS)	

1er auteur Date	Design	Outcomes	Résultats			Résultats (valeur de p entre les groupes)	Conclusion des auteurs
			Régime plant-based (Moyenne ± DS)	Omnivore (Moyenne ± DS)	Différence moyenne entre les deux groupes		
Lynch et al. 2016	Transversal	VO₂max (ml/kg/min) H F	62,6 ± 15,4 53,0 ± 6,9*	55,7 ± 8,4 47,1 ± 8,6	6,9 5,9	<0,011*	La VO ₂ max est plus élevée chez les végétariennes et la force est comparable entre les deux groupes.
		VO₂ max (l/min) H F	4,44 ± 0,81 3,21 ± 0,67	4,29 ± 0,59 3,03 ± 0,49	0,15 0,18	0.295 (N.S)	
		Nb d'extensions et flexions des jambes (ft-lbs) H F	114.4 ± 26.2 65.5 ± 12.8	124.2 ± 24.5 73.6 ± 18.6	9,8 8,1	0.104 (NS)	
Hanne et al. 1986	Transversal	PWC₁₇₀ (kgm) H F	1265,8 ± 350 736 ± 132	1375,2 ± 301 803,7 ± 203	109,2 67,7	NS (p-valeur NR)	Pas de différence dans les capacités aérobies et anaérobies des végétariens par rapport aux omnivores.
		PWC₁₇₀ (kgm)⁻¹ H F	18,4 ± 4,8 12,4 ± 2,1	19,5 ± 4 13,7 ± 3,5	1,1 1,3	NS (p-valeur NR)	
		VO₂ max (l/min⁻¹) H F	3,7 ± 0,99 2,4 ± 0,4	4 ± 0,9 2,6 ± 0,7	0,3 0,2	NS (p-valeur NR)	
		VO₂max (kg⁻¹/ml/min⁻¹) H F	53,6 ± 13,9 39,9 ± 6,6	56,9 ± 12,3 44,5 ± 12	3,3 4,6	NS (p-valeur NR)	
		Force totale (kgm/kg⁻¹) H F	49,8 ± 5,1 39,8 ± 6,7	49,9 ± 4 42,4 ± 6,1	0,1 2,6	NS (p-valeur NR)	
		Force maximale (kgm/kg⁻¹) H F	58,6 ± 5,6 52,3 ± 11,2	59,4 ± 5 51 ± 6,5	0,8 1,3	NS (p-valeur NR)	

Légende : * : significatif à <0,05 ; ** : significatif à <0,001

Abréviations :

NS : Non significatif ; **Kgf** : Kilograms of force (kilogrammes de force) ; **NR** : Non renseigné ; **H** : Homme ; **F** : Femme ; **LOV** : lacto-ovo-végétarien ; **V** : végane ; **HM** : half marathon (semi-marathon) ; **M** : marathon ; **UM** : ultra-marathon ; **W**: Watt ; **Pmax BW** : maximum power related to body weight (puissance maximale liée au poids corporel) ; **Pmax LMB** : maximum power output related to lean body mass (puissance de sortie maximale liée à la masse corporelle maigre) ; **Ft-lbs** : Foot-Pounds-Force (pied-livre force) ; **PWC** : Physical Working Capacity (capacité de travail physique) ; **Kgm** : Kilogrammètre.

7.4 Outcomes secondaires

Le tableau 10 résume les résultats des outcomes secondaires de l'étude interventionnelle et le tableau 11 des études observationnelles.

7.4.1 Anthropométrie et composition corporelle

L'IMC est l'indice anthropométrique utilisé dans 5 études sur 7. Deux études (107,129) ont constaté une différence significative dans l'IMC moyen entre le groupe de régime plant-based et les omnivores. Pour Krøl et al., les véganes avaient un IMC inférieur ($21.6 \pm 2.1 \text{ km/m}^2$) aux omnivores ($23 \pm 1.3 \text{ km/m}^2$, $p < 0,05$) (129). De même, les participants ayant un régime plant-based ($n = 1360$) dans l'étude de Wirtnitzer et al. avaient un IMC davantage dans les normes que les omnivores ($n = 1034$, $p < 0.001$) (107). Les auteurs ayant uniquement analysé le poids n'ont pas trouvé de différence significative (125,132).

La composition corporelle a été étudiée dans 4 études (18,125,126,133). De Souza et al. (126) et Nebl et al. (128) n'ont pas trouvé de différence significative dans les taux de masse maigre et grasse entre les régimes alimentaires. Lynch et al. ont montré que les omnivores avaient une masse maigre plus importante chez les hommes ($60,2 \text{ kg} \pm 7,3$) et les femmes ($45,4 \text{ kg} \pm 5,1$) que les végétariens et véganes hommes ($56,3 \text{ kg} \pm 7,4$) et femmes ($42,0 \text{ kg} \pm 4,9$) ($p = 0,026$), mais pas de différence dans la masse grasse (127). Hanne et al. ont quant à eux, trouvé une masse grasse supérieure chez les hommes de 2% et les femmes de 6% ayant un régime plant-based (végane, végétarien et lacto-végétariens) par rapport aux omnivores ($p < 0,001$) (125).

Enfin, dans l'étude de Krøl et al., la surface corporelle chez les omnivores ($1.83 \text{ m}^2 \pm 0.1$) était significativement supérieure à celle des véganes ($1.75 \text{ m}^2 \pm 0.1$, $p < 0,05$) (129).

7.4.2 Paramètres sanguins en lien avec la performance

Deux études ont analysé des paramètres sanguins en lien avec la performance. Nebl et al. (128) n'ont trouvé aucune différence dans le maximum et le sous maximum de la concentration de lactate et de glucose par rapport à la puissance de sortie relative entre le régime plant-based et omnivore. Hanne et al. ont montré que les groupes alimentaires étaient similaires pour le taux d'hémoglobine, d'hématocrite, de glucose et de protéines totales dans le sang (125). Seuls les hommes omnivores avaient un taux d'acide urique supérieur de $1,34 \text{ mg/dl}^{-1}$ par rapport au régime plant-based. Les mêmes auteurs ont montré un taux d'hématocrite supérieur chez les femmes végétariennes de 1,8% par rapport aux femmes omnivores (125). Aucune différence significative n'a été trouvée dans la pression artérielle systolique et diastolique maximum (13).

7.4.3 Perception de l'effort

Hanne et al. (125) n'ont pas trouvé de différence entre les omnivores et les végétariens dans le pourcentage de fatigue ou le taux d'effort perçu. Aucune autre étude n'a analysé ce paramètre.

Tableau 10 : Résultats des outcomes secondaires de l'étude interventionnelle

1 ^{er} auteur Date	Design	Outcomes	Résultats		Résultats (valeur de p entre les groupes)	Conclusion des auteurs
			Régime plant-based	Omnivore		
Raben et al., 1992	Cross- over	Biopsie musculaire	Différence (Δ) avant/après 6 semaines de régime plant-based		À la ligne de base : NS (p NR) À 6 semaines : NS (p NR)	Aucune différence significative n'a été observée entre les groupes
			45 mmol.kg ⁻¹	-48 mmol.kg ⁻¹		
		Durée de l'entraînement quotidien	À 6 semaines : 85 min (46- 176)	À 6 semaines : 92 min (53- 157)	NS (p N.R)	
		Intensité de l'entraînement quotidien	NR	NR	NS (p NR)	

Abréviations :

NS : non significatif ; **NR** : non renseigné

Tableau 11 : Résultats des outcomes secondaires des études observationnelles

1 ^{er} auteur Date	Design	Outcomes	Résultats			Résultats (valeur de p entre les groupes)
			Régime plant-based (Moyenne ± DS)	Omnivore (Moyenne ± DS)	Différence moyenne entre les deux groupes	
De Souza et al., 2022	Transversal	Masse grasse (% relatif au poids corporel)	18.16 ± 6.9	20.27 ± 5.26	2,11	0.207 (NS)
		Masse non grasse (kg)	53.01 ± 7.94	53.78 ± 9.56	0,77	0.740 (NS)
		Poids moyen (kg)	65,07 ± 10,73	67,56 ± 10,60	2,49	NS, p NR
Wirnitzer et al., 2022	Transversal	Poids médian (EI) (kg) Végétariens Véganes	63 (14) 64 (15)	69 (16)**	6 5	< 0,001**
Krøl et al. 2020	Transversal	Surface corporelle (m ²)	1.75 ± 0.1*	1.83 ± 0.1*	0,08	<0,05*
		IMC (kg/m ²)	21.6 ± 2.1*	23 ± 1.3*	1,4	<0,05*
		Pression artérielle systolique max. (mmHg)	158 ± 30	157 ± 26	1	NS, p NR
		Pression artérielle diastolique max. (mmHg)	86,8 ± 10	83 ± 21	3,8	NS, p NR
		Poids (kg)	68.6 ± 7*	75,1 ± 6*	6,5	<0,05*
Nebl et al. 2019	Transversal	Graisse corporelle (%) LOV V	21,8 ± 6,19 20,7 ± 5,79	21,5 ± 5,91	0,3 0,8	0,797 (NS)
		Masse maigre corporelle (kg) LOV V	52,6 ± 8,75 53,2 ± 11,2	53,7 ± 9,21	1,1 0,5	0.866 (NS)

1 ^{er} auteur Date	Design	Outcomes	Résultats			Résultats (valeur de p entre les groupes)
			Régime plant-based (Moyenne ± DS)	Omnivore (Moyenne ± DS)	Différence moyenne entre les deux groupes	
		Maximum et sous maximum [glucose] mmol/l ⁻¹ par rapport à la puissance de sortie relative	NR	NR	/	NS (p NR)
		Maximum et sous maximum [lactate] mmol/l ⁻¹ par rapport à la puissance de sortie relative	NR	NR	/	NS (p NR)
Lynch et al. 2016	Transversal	Masse maigre (kg)	56,3 ± 7,4	60,2 ± 7,3	3,9	0,026*
		H	42,0 ± 4,9	45,4 ± 5,1	3,4	
		F				
		Graisse corporelle (%)	19,2 ± 6,5	19,2 ± 6,4	0	0,659 (NS)
		H	25,5 ± 4,2	26,9 ± 8,1	1,4	
		F				
		Graisse viscérale (cm ³)	447,4 ± 419,8	538,5 ± 404,	91,1	0,656 (NS)
H	110,4 ± 123	206,4 ± 254,6	96			
F						
Rapport maximal d'échange respiratoire	/	/	/	NS, p NR		
Poids (Kg)	73,3 ± 14,8	78,0 ± 11,0	4,7	0,043*		
H	58,3 ± 7,6*	65,4 ± 11,6	7,1			
F						
IMC (kg/m ²)	24,0 ± 4,4	24,8 ± 2,6	0,8	0.123 (NS)		
H	21,8 ± 2,5	23,5 ± 3,8	1,7			
F						
Hanne et al. 1986	Transversal	Masse grasse (%)	11 ± 4,7	9 ± 4,6	2	Femmes : <0,001**
		H	20 ± 5,8	14 ± 4,9**	6	
		F				

1 ^{er} auteur Date	Design	Outcomes	Résultats			Résultats (valeur de p entre les groupes)
			Régime plant-based (Moyenne ± DS)	Omnivore (Moyenne ± DS)	Différence moyenne entre les deux groupes	
		Hémoglobine (g/dl ⁻¹)	15,2 ± 1,6 13,6 ± 1	14,8 ± 1 13,8 ± 1,5	0,4 0,2	N.S, p-valeur NR.
		H				
		F				
		Hématocrite (%)	44,5 ± 4,6 40,1 ± 2,4	45,4 ± 3 42 ± 3,4*	0,9 1,9	NS, p NR <0,05*
		H				
		F				
		Acide urique (mg/dl ⁻¹)	5,1 ± 1,4 4,2 ± 1,1	6,44 ± 1,2** 4,8 ± 0,9	1,34 0,6	<0,001** NS, p NR
		H				
		F				
		Glucose (mg/dl⁻¹)	80,3 ± 10,5 89,3 ± 23	81,8 ± 13,6 78,8 ± 12,6	1,5 10,5	NS, p NR
		H				
		F				
		Protéines totales (g/dl ⁻¹)	7,1 ± 4,9 7,0 ± 0,5	6,8 ± 5,3 6,9 ± 0,4	0,3 0,1	NS, p NR
		H				
		F				
		Fatigue (%)	30 ± 10,8 43,1 ± 11,4	34,6 ± 1 1 37,6 ± 6,8	4,6 5,5	NS, p NR
		H				
		F				
		Taux d'effort perçu (kgm/min)	13,1 ± 1,7 14,8 ± 1,7	13,7 ± 1,7 14,3 ± 1,5	0,6 0,5	NS, p NR
		H				
		F				
		Poids (kg)	68,4 58,9	70,7 58,8	2,3 0,1	NS, p NR
		H				
		F				

Légende : * : significatif à <0,05 ; ** : significatif à <0,001

Abréviations : **NS** : Non significatif ; **NR** : Non renseigné ; **EI** : Écart Interquartile ; **LOV** : lacto-ovo-végétarien ; **V** : végane ; **[glucose]** : concentration en glucose ; **[lactate]** : concentration en lactate ; **IMC** : Indice de Masse Corporelle ; **H** : Hommes ; **F** : Femmes ; **Kgm** : Kilogrammètre.

7.5 Risque de biais des études

Le tableau 12 résume l'analyse du risque de biais de l'étude interventionnelle et le tableau 13 celle des études observationnelles. D'après les appréciations globales, toutes notée « - », les 7 études ont été jugées de mauvaise qualité. Pour chaque étude, les critères de la grille JBI ont été notés négativement « - », positivement « + » ou pas clair « ? ». Si une étude a obtenu une cotation « - » ou « ? » a plus de la moitié des critères, la notation finale était négative, ce qui est le cas pour toutes les études incluses.

Pour l'étude interventionnelle, les points négatifs attribués concernaient surtout l'absence de randomisation et la non-fiabilité et validité des mesures des critères de jugement. L'aveuglement des participants et des évaluateurs à l'affectation des groupes n'est pas possible dans une étude analysant l'effet d'un régime alimentaire. Les grilles JBI complétées se situent à l'annexe 2 pour l'étude interventionnelle et à l'annexe 3 pour les études transversales.

Pour les études transversales, les points les plus fréquents notés négativement étaient la mesure de l'exposition de manière fiable et valide (p. ex. : pas d'information sur les questionnaires alimentaires), la mesure de la condition par des critères objectifs et normalisés (p. ex. : pas de justification des cut off utilisés pour catégoriser le niveau d'entraînement) et l'identification des facteurs de confusions (p. ex. : utilisation de suppléments, carences, sexe, apports alimentaires...).

Tableau 12 : Évaluation de la qualité de l'étude interventionnelle

	Raben et al. 1992
Utilisation d'une randomisation pour affecter les participants aux groupes	-
Dissimulation de l'affectation aux groupes de traitement	-
Similarité des groupes de traitement au départ	?
Aveuglement des participants à l'affectation du traitement	?
Aveuglement des personnes chargées d'administrer le traitement à l'affectation des groupes	?
Aveuglement des évaluateurs des résultats à l'affectation aux groupes	?

Traitement identique des groupes à l'exception de l'intervention étudiée	+
Complétude du suivi, description des et analyse des différences entre les groupes en termes de suivi	-
Analyse des participants dans les groupes dans lesquels ils ont été randomisés	?
Mesure des résultats de la même manière pour les groupes de traitement	+
Mesure des résultats de manière fiable	-
Utilisation d'une analyse statistique appropriée	+
Adéquation de la conception de l'essai, prise en compte et analyse de tout écart par rapport à la conception standard d'un RCT	-
Appréciation globale	-

Tableau 13 : Évaluation de la qualité des études observationnelles

	De Souza et al., 2022	Wirmitzer et al., 2022	Krøl et al., 2020	Nebl et al., 2019	Lynch et al., 2016	Hanne et al., 1986
Définition claire des critères d'inclusion dans l'échantillon	-	+	+	-	-	-
Description détaillée des sujets et du contexte de l'étude	-	+	-	+	-	-
Mesure de l'exposition de manière fiable et valide	-	-	+	-	?	-
Mesure de la condition par des critères objectifs et normalisés	-	-	-	-	-	-
Identification des facteurs de confusion	-	-	-	-	-	-
Utilisation de stratégies pour traiter les facteurs de confusion	+	?	-	+	-	-
Mesure des résultats de manière fiable et valide	-	-	-	-	-	-
Utilisation d'une analyse statistique appropriée	-	+	+	+	-	-
Appréciation globale	-	-	-	-	-	-

8 Discussion

Cette revue systématique avait pour but d'analyser l'influence des régimes « plant-based » par rapport au régime omnivore sur les performances des athlètes. Sept études publiées entre 1986 et 2022, regroupant 3 225 athlètes âgés de 21 à 40 ans, pratiquant principalement des activités d'endurance, ont été incluses. Six publications étaient des études observationnelles transversales et une était interventionnelle suivant une conception croisée (cross-over). Malgré l'hétérogénéité des études incluses, cet examen tend à confirmer l'hypothèse selon laquelle la pratique d'un régime plant-based par rapport à un régime omnivore ne péjore ni n'améliore les performances sportives chez les athlètes.

8.1 Interprétation générale des résultats

8.1.1 Performance aérobie

La consommation maximale d'oxygène était le paramètre le plus souvent analysé. Dans la revue de Craddock et al. 2016, une étude a montré une $VO_2\text{max}$ plus haute chez les hommes végétariens ($n=9$) physiquement actifs, sur les 8 études incluses (Hietavala et al., 2012) (134).

Dans la revue actuelle, 2 études sur 4 ont montré une $VO_2\text{max}$ plus haute dans le groupe plant-based, l'une entre les hommes véganes et omnivores (Krøl et al., 2020) (129) et l'autre entre les femmes végétariennes et omnivores (Lynch et al., 2016) (133). Le reste des études ayant analysé la $VO_2\text{max}$ n'ont pas trouvé de différence entre les groupes alimentaires (Raben et al, 1992 et Hanne et al, 1986).

Ces résultats sont cependant à prendre avec précaution. Dans chacune de ces études, y compris Hietavala et al., les groupes comparés différaient en termes de caractéristiques (apports glucidiques, niveau d'entraînement et composition corporelle) impactant la performance aérobie et plus particulièrement la $VO_2\text{max}$.

a) Association entre les différences d'apports alimentaires et la $VO_2\text{max}$

Chez Lynch et al., Krøl et al. et Hietavala et al., le pourcentage de l'AET provenant des glucides était significativement plus élevés dans le groupe plant-based que omnivore. Dans l'étude de Raben et al., les apports en glucides étaient similaires dans les deux groupes. Hanne et al. n'ont pas analysé les apports nutritionnels.

Cependant, un régime riche en glucides (70% de l'AET) par rapport à un régime plus faible (40% de l'AET) est susceptible d'augmenter la $VO_2\text{max}$ (87). L'hypothèse d'une amélioration de la $VO_2\text{max}$ grâce à un régime plant-based avec un apport plus important en glucides se dessine. Une revue narrative publiée en 2021 tend à confirmer cette hypothèse (135). Les auteurs concluent que les régimes plant-based peuvent avoir le potentiel d'améliorer les performances d'endurance lors de

l'exécution d'exercices intenses, reposant sur une utilisation élevée de glucides (135). Craddock et al. (2016) avaient également émis cette hypothèse dans leur discussion. L'AND recommande en effet une disponibilité élevée en glucides lors des séances d'entraînement et les compétitions (66). Les régimes plant-based ont généralement un apport plus important en glucides que les régimes omnivores (136). Une autre étude transversale réalisée en 2020 (137) a comparé des femmes véganes et omnivores physiquement actives (150-200 minutes/semaine), ayant des compositions corporelles et un niveau d'entraînement similaire, mais une consommation plus élevée de glucides chez les véganes. La $VO_2\text{max}$ du groupe « végane » était en moyenne plus élevée par rapport aux omnivores.

b) Influence de l'anthropométrie et la composition corporelle sur la $VO_2\text{max}$

Les hommes véganes de l'étude de Krøl et al. avaient un poids moyen plus faible et une surface corporelle plus petite par rapport aux omnivores, pour une taille comparable. Il a été démontré qu'une réduction progressive du poids corporel pouvait augmenter la $VO_2\text{max}$ mesurée en ml/kg/min (138). Le poids corporel peut influencer la vitesse, l'endurance et la puissance, tandis que la composition corporelle peut affecter la force et l'agilité (139). Plusieurs études ont constaté que les végétariens avaient généralement un poids corporel, un IMC et dans certains cas une masse grasse plus faible par rapport aux omnivores (140–142).

c) Influence du niveau d'activité physique sur la $VO_2\text{max}$

Dans l'étude de Lynch et al. les femmes végétariennes avaient un volume d'activité physique significativement plus important que les femmes omnivores au moment de l'étude, laissant supposer que le niveau d'entraînement a biaisé les résultats de la $VO_2\text{max}$. Une étude a montré que l'introduction d'un entraînement à haute intensité (HIIT), chez les joueurs de football de 8-10 semaines en début de saison augmentait la $VO_2\text{max}$ de 8-11% (143). L'entraînement en résistance, et notamment son volume, est associé à des augmentations de la force musculaire, de l'endurance, de la puissance et de l'hypertrophie, ce qui se traduit par des améliorations des performances sportives (144). Au contraire, une étude a montré que l'arrêt de l'entraînement chez les joueurs de football d'élite durant une courte période (2 semaines), diminuait les performances lors de sprints répétés (145). À noter qu'un essai contrôlé randomisé a été réalisé durant 6 mois comparant des femmes végétariennes et omnivores, non-athlètes. Les deux groupes étaient similaires dans leur composition corporelle, leur niveau d'activité physique et leurs apports en glucides. Il n'y avait aucune différence dans la $VO_2\text{max}$ à 6 mois entre les deux groupes (17). Il n'y a donc pas de raison de supposer que les régimes plant-based augmentent les performances par rapport au régime omnivore.

d) Autre indicateur de la performance aérobie : le temps de course

Les 6 études ayant analysé d'autres indicateurs de la performance aérobie que la $VO_2\text{max}$ (VMA, FC, capacité d'exercice, puissance maximale aérobie) ont des résultats concordants, ne montrant pas de différence significative entre les régimes (107,125,126,129,133). Seuls les résultats de Wirnitzer et al. (107), montrent des meilleurs temps de course chez les femmes (semi-marathon, -4,31 minutes) et les hommes (semi-marathon, -4,48 minutes et marathon, -6,99 minutes) omnivores par rapport aux coureurs ayant un régime plant-based. Les femmes omnivores ont été statistiquement plus rapides que les femmes véganes pour terminer le semi-marathon (4,31 minutes de moins). En 2023, la moyenne des femmes d'élites pour terminer le semi-marathon de Paris était de 1h37 (étendue de 1:06:01 à 4:16:19) (146). La moyenne pour terminer un marathon pour les hommes élite est de 2h50 minutes (147). Sur de si longues distances, un gain de temps de quelques minutes (-4,31 min) semble une différence peu importante pour le profane, alors que cela en a une en termes de carrière sportive : la différence de temps entre les individus sur le podium du semi-marathon de Paris 2023 se compte en secondes (00 :00 :15 sec entre le premier et le deuxième coureurs) (146). Dans l'étude de Wirnitzer et al. cette différence de durée de course ne peut être uniquement attribuée à la catégorie de régime. En effet, les auteurs n'ont pas analysé les apports alimentaires ni les apports hydriques durant la course. Cependant, ces éléments exercent une influence majeure sur la performance.

Wirnitzer et al. ont publié récemment (2023) une seconde étude utilisant les mêmes données issues de l'enquête « mère » NURMI que celle incluse, datant de 2022. L'étude de 2023 a utilisé un échantillon de population différent (n=245) et n'ont trouvé aucune différence dans les meilleurs temps de course entre les omnivores, végétariens et véganes.

8.1.2 Performance anaérobie

a) Influence du type de régime sur les performances anaérobies

Le manque de données sur les sports de force rend difficile de tirer une conclusion sur l'adéquation d'un régime plant-based. Une revue publiée en 2021 portant sur l'impact des régimes végétaliens et végétariens sur les performances physiques n'a recensé que 8 articles ayant pour outcome la performance anaérobie (135). Trois études sur quatre ayant inclus des tests anaérobies n'ont observé aucune différence entre les groupes alimentaires. Craddock et al. (2016), n'avaient également pas trouvé de différence dans les performances anaérobique (20).

Seule l'étude de De Souza et al. (2022) a trouvé que le groupe d'athlètes pratiquant un régime plant-based avait une puissance musculaire explosive des membres inférieurs plus importante que les omnivores (126). Le test utilisé pour mesurer cette puissance musculaire est un saut à contre-mouvement mesuré en cm ou en watts (148). Le saut à contre-mouvement est un test fiable et valide pour la population physiquement active (148). La force relative au poids corporel était supérieure de

0.12 dans le groupe plant-based. Sans une différence dépassant 1, le résultat de la force relative ne paraît pas un résultat cliniquement significatif (126). La taille, le poids, la composition corporelle, les habitudes d'entraînement, le sexe et l'âge des participants dans les deux groupes de régime étaient similaires. Les apports en glucides étaient cependant plus élevés dans le groupe plant-based que dans le groupe omnivore. L'ingestion de glucides, notamment durant les séances d'entraînement semble exercer une influence positive sur les performances anaérobies (149), (150). Une revue systématique publiée en 2022 par Henselmans et al. (151), rapporte que les entraînements à volume élevé (plus de 10 séries par groupe musculaire) peuvent nécessiter des apports en glucides plus élevés pour optimiser les performances, dû à l'épuisement critique des fibres musculaires de type II. Les entraînements à volumes élevés peuvent induire des niveaux de glycogène bas dans un sous-ensemble de fibres musculaires, même lorsque les niveaux d'épuisement musculaire total ne sont pas critiques. Une étude a mis en évidence qu'un niveau total d'épuisement du glycogène du quadriceps de 38 % après 12 séries d'entraînement en résistance, à l'exclusion des séries d'échauffement, était associé à environ 50 % d'épuisement sous-cellulaire spécifiquement dans les fibres musculaires de type II (152). Henselmans et al. (2022) (151) ont également montré un effet bénéfique d'un apport en glucides semblait être bénéfique dans le cas d'entraînement biquotidien.

8.1.3 Outcomes secondaires

a) Anthropométrie et composition corporelle

L'indice de masse corporelle est l'outcome secondaire le plus évalué (5 études sur 7). Deux études ont trouvé un IMC moyen inférieur dans groupe ayant un régime plant-based par rapport aux omnivores (107,129). Cependant, l'IMC ne prend en compte que le poids et la taille, sans la composition corporelle (masse grasse et maigre). Il est considéré comme un mauvais indicateur de la corpulence de la population athlétique (153).

Lynch et al. ont trouvé une masse maigre absolue (kg) inférieure chez les femmes suivant un régime plant-based. Ce résultat est explicable par leur poids significativement bien inférieur par rapport aux omnivores. Hanne et al. ont montré que les femmes ayant un régime plant-based avaient un pourcentage de masse grasse plus importante que les omnivores mais également une taille significativement plus petite. L'IMC n'avait pas été calculé. Une étude avait été menée sur la population mexicaine, montrant que la population de plus petite taille avait une masse grasse supérieure que les personnes de taille plus grande (154). De plus, dans l'étude de Hanne et al., la masse grasse a été évaluée à l'aide de plis cutanés dont la procédure n'a pas été décrite, remettant en question la validité des mesures.

b) Paramètres sanguins liés à la performance

Deux études ont analysé les paramètres sanguins en lien avec la performance. Seul Hanne et al. (1986) ont montré que le groupe de régime plant-based avait un taux d'hématocrite supérieur par

rapport aux omnivores. Cette différence ne semble pas cliniquement significative et se situe dans les normes (155). Les mêmes auteurs ont trouvé un taux d'acide urique plus élevé chez les hommes omnivores. Ce résultat semble cohérent, car les omnivores consomment davantage de produits carnés que les végétariens et les véganes, principale source d'acide urique (156). Le taux d'acide urique est également dans les normes médicales, n'impactant pas la santé des participants (157). La conclusion de la revue actuelle rejoint celle de Craddock et al. (2016) : les régimes plant-based ne semblent pas avoir d'influence significative sur les biomarqueurs sanguins de la performance.

8.2 Limites des études incluses

L'évaluation de la qualité des études incluses a mis en évidence de nombreuses limites.

8.2.1 Limites liées à la conception des études

Dans l'étude de Craddock et al. 2016, 7 études sur 8 étaient des études interventionnelles. Raben et al. (1992) était la seule étude interventionnelle de la publication de Craddock et al. 2016 à avoir été incluse dans cette revue. Le reste des RCT inclus par Craddock et al. 2016 n'avait pas étudié des athlètes ou ne comptait pas la performance parmi l'outcome primaire.

D'après l'International Journal of Sports Physiology and Performance, « l'essai contrôlé randomisé est particulièrement difficile à réaliser dans les populations sportives » (158). Par exemple, les exigences de contrôle expérimentales sont susceptibles d'interférer avec la préparation physique (158). Hébert et al. (2016) expliquent que les RCT ne sont pas la panacée pour la recherche liée à l'alimentation (159). Une multitude de raisons sont citées, parmi elles la capacité limitée à contrôler les expositions multiples par conception, adhérence incomplète dans le bras d'intervention, incapacité à masquer les expositions comportementales complexes. Bullock et al. (2023) ajoutent que les conditions strictement contrôlées et la nature sélective des RCT limitent la généralisation des résultats et l'adoption éventuelle d'une intervention dans un contexte clinique réel. Les résultats peuvent également surestimer l'efficacité d'une intervention et sous-estimer ses inconvénients potentiels (160).

Raben et al. ont procédé à une étude interventionnelle en cross-over sur deux périodes alimentaires de 6 semaines avec une durée de wash out de 4 semaines. D'après l'AND (161), la période de wash-out doit être justifiée et suffisante pour éviter l'effet de report. Cependant, les 4 semaines de wash out n'ont pas été justifiées. Cette période réduite peut ne pas suffire pour retrouver des taux de micronutriments basaux dans l'organisme (p.ex. : vitamine B12) (162). Aucune différence dans l'outcome primaire ni dans les apports en glucides n'a été trouvée entre les deux groupes. 4 semaines semblent toutefois une durée d'intervention très courte pour observer des changements significatifs dans les outcomes de performance (82,159). Les changements significatifs dans la performance sportive nécessitent généralement une période prolongée. Diverses études suggèrent que plusieurs mois d'entraînement sont nécessaires pour induire une progression dans les domaines

neuromusculaires (163,164). Enfin, les auteurs n'ont pas analysé de nombreux facteurs pouvant influencer la performance : la composition corporelle, l'état d'hydratation, la présence de carence alimentaire, la qualité du sommeil, etc. Ces facteurs ont, par ailleurs, rarement été pris en considération dans le reste des études observationnelles. L'interprétation des associations et de leur direction est donc à prendre avec précaution (165). L'une des limites principales du design transversal est l'impossibilité d'établir une relation causale entre une exposition et son effet (165).

8.2.2 Durée des régimes

Le choix de la durée minimale du régime plant-based dans les critères d'inclusion n'a été justifié dans aucune étude et semble donc être arbitraire. Cela constitue un biais de sélection. Un régime végétarien ou végétalien est susceptible d'entraîner des carences dont les symptômes apparaissent sur le long terme (p.ex. : vitamine B12) (162). Les 7 études n'ont pas analysé le statut en vitamines et minéraux des participants. De plus, aucun suivi sur le long terme n'a été effectué. Une revue systématique publiée en 2019 dont le but était de mettre en évidence les effets d'un régime végétalien sur le corps et le cerveau, a souligné que la majorité des études incluses étaient menées sur le court terme (3-24 mois) (166). Les auteurs le citent dans leur propre limite et rappellent que le succès à long terme des interventions diététiques se stabilise après 2 à 5 ans seulement.

8.2.3 Méthodes d'évaluation des régimes alimentaires

Les 5 études ayant analysé les apports alimentaires ne l'ont pas réalisé de manière fiable et valide pour l'ensemble du processus (18,133). Toutes les études ont utilisé un outil approprié (FFQ, carnet alimentaire sur plusieurs jours, et/ou R24h). Cependant, seules 2 études ont cité le logiciel (18,133) et une la table de composition nutritionnelle utilisés (132). Il est essentiel de baser les calculs des apports nutritionnels sur une table de composition fiable et adaptée au contexte culturel (167). Une étude a fait appel à un.e diététicien.ne pour évaluer la consommation alimentaire (129). Sur les 5 études, seules 3 ont analysé les apports de manière séparée, selon le régime végétalien, végétarien et omnivore. Cette manière de procéder permet de distinguer leur influence individuelle sur les performances. Deux (18,126) études transversales sur 4 ayant relevé les apports alimentaires les ont comparés à des valeurs nutritionnelles de références validées pour la population générale (OMS ou DACH). Seul Lynch et al. ont utilisé des valeurs nutritionnelles de références adaptées aux sportifs (66). Enfin, aucune étude n'a vérifié si les apports énergétiques permettaient de couvrir, en moyenne, les besoins individuels. Les effets potentiels d'un déficit d'énergie sur les performances peuvent inclure une diminution de l'endurance, un risque accru de blessure, une diminution de la réponse à l'entraînement, une altération du jugement, une diminution de la coordination, de la concentration, de l'irritabilité, de la dépression, une diminution des réserves de glycogène et de la force musculaire (66).

Wirnitzer et al. (1992) (107) et Hanne et al. (1986) n'ont pas analysé les apports alimentaires. Ces études ont classé les participants dans les groupes de régimes sur la base de données

autodéclarées via des questionnaires en ligne (107) ou papier (125). Cependant, il est prouvé que les données autodéclarées ont tendance à sous-estimer le poids et surestimer la taille (168). Cela constitue un biais d'information.

8.2.4 Méthodes d'évaluation de la performance physique

D'après le Manuel de diagnostic de la performance (83), les tests de performance doivent être spécifiques à la discipline sportive. Avant la conception d'un protocole de test pour l'évaluation des performances, il est recommandé de procéder à une analyse systématique des besoins pour identifier les exigences du sport spécifique : profil métabolique, biomécaniques et blessures pourraient être explorés (169). Sur les 7 publications, 4 ont inclus des participants pratiquant le même sport (course à pied) (18,107,129,133). Les 3 autres ont mélangé des coureurs, des cyclistes, des footballeurs, des sports de force, des rameurs, etc (125,126,132).

Wirnitzer et al. n'ont pas utilisé de test de performance, mais un questionnaire autodéclaré pour récolter les temps de course au semi-marathon et au marathon ; même biais d'information que pour l'alimentation.

Aucune étude n'a mesuré les outcomes de manière faible et valide pour l'ensemble du processus. Une seule étude a expliqué avoir encouragé verbalement les participants (133). Trois études n'ont pas utilisé de protocole standardisé et validé (125,129,132). Les protocoles des tests étaient rarement décrits dans leur ensemble, remettant en cause leur qualité : lieu des tests (p.ex. : description rapide du laboratoire), standardisation des conditions ambiantes, calibration du matériel, adaptation de la selle du vélo ergomètre si l'athlète n'utilise pas la sienne, le type de freinage des ergomètres et sa puissance initiale, l'angle d'inclinaison du tapis roulant, etc. Concernant les outils d'évaluation de la performance aérobique, les appareils recommandés par l'OFSPPO sont l'ergomètre et le tapis roulant (83). Toutes les études calculant VO₂max ont utilisé l'un des deux appareils.

La prise de compléments alimentaires ergogènes et de boissons pour sportifs durant l'effort n'a pas été explicitée dans 4 études (107,125,129,133). Deux études (18,132) ont déclaré que les participants n'en consommaient pas et une (126) a relevé les pourcentages de consommation. Aucune définition des compléments utilisés n'a été donnée. Enfin, aucune étude n'a pris en compte l'ensemble des facteurs cités dans la partie « *Recension des écrits* » pouvant influencer les performances.

8.3 Forces de la revue actuelle

La conclusion de cette revue actuelle rejoint celle de Craddock et al. (2016) (20). Les plus-values apportées par ce travail sont la sélection d'une population spécifiquement athlétique, l'étude d'un grand échantillon, l'analyse de la qualité des publications et la pondération des résultats en fonction

de celle-ci. A notre connaissance, il n'existe pas d'autre publication ayant étudié des athlètes suivant un régime plant-based comparés à des omnivores pratiquant des sports de force ou de résistance.

8.4 Limites de la revue actuelle

Ce travail comporte plusieurs limites. Premièrement, la mauvaise qualité des études incluses rend difficile de tirer une conclusion claire et définitive sur l'adéquation d'un régime plant-based pour les athlètes. Plusieurs sources mentionnent toutefois qu'un régime plant-based bien planifié, à l'aide de spécialistes de l'alimentation sportive reconnus, couvrant les besoins en énergie, en macro- et micronutriments, pourrait convenir à un athlète (11,97,170,171). La qualité des études incluses et de ce fait, l'hétérogénéité des résultats rend impossible la réalisation d'une méta-analyse, comme prévu et signalé dans le protocole de la revue. La variété de tests de performance utilisés ne permettait pas une comparaison systématique des résultats, sauf pour la VO₂max. Les niveaux d'entraînement et de compétition des athlètes inclus dans la revue étaient également disparates et ne concernaient pas spécifiquement les athlètes d'élite ou professionnels par exemple. Actuellement, à notre connaissance, il n'existe pas d'étude menée sur les athlètes d'élite autres que des études de cas. À noter que la recherche sur les athlètes d'élite est intrinsèquement difficile, eux ou leur entraîneur hésitent à participer à des recherches par crainte d'interférer avec leurs entraînements et leurs performances (158). Le manque de définition universelle et stricte de l'athlète, avec un volume d'entraînement minimum par exemple, a rendu difficile l'inclusion des études. La décision d'inclusion a souvent été prise sur la base des habitudes d'entraînement des participants aux études, jugés suffisants pour entrer dans la catégorie d'athlète. Enfin, la variété des régimes analysés (parfois que végétane/végétariens ou les deux) et l'analyse des outcomes sans stratification par régime pour 2 études (126,133) contribuent à l'hétérogénéité. Cependant, l'exclusion des études comportant plusieurs régimes aurait conduit à un nombre d'études très limité, soit 2.

8.5 Implications cliniques

Selon les résultats actuels, le végétarisme, le véganisme et le lacto-végétarisme ne semblent pas affecter les performances physiques à court terme. Les autres régimes plant-based non inclus dans cette revue nécessitent d'autres recherches. Le régime plant-based doit être réalisé de manière à répondre aux besoins énergétiques, macro- et micronutriments de l'organisme sans entraver les performances et la récupération (66). Un régime alimentaire plant-based adéquat peut contenir des apports élevés en fruits, légumes, grains entiers, légumineuses, noix, fibres, composés phytochimiques et antioxydants (66). En revanche, comme le souligne l'AHA, une émergence de mets de remplacement de la viande et d'autres produits végétaux ont fait leur apparition en masse sur le marché et restent des produits ultra-transformés. L'AHA recommande donc d'éviter la consommation régulière de ce type de produits dû à leur implication dans l'augmentation des

maladies chroniques non transmissibles et du risque global de mortalité (172). Afin de vérifier l'adéquation d'un régime, une méthode valide pour évaluer la consommation alimentaire (carnet alimentaire, rappel de 24h) peut être utilisée. Les données peuvent ensuite être entrées dans un logiciel fiable (p.ex. : PRODI) lié à une table de composition nutritionnelle adaptée (p.ex. : table de composition nutritionnelle suisse) (173). Idéalement, les analyses doivent comprendre l'énergie et l'ensemble des macro et micronutriments ainsi que tout complément alimentaire utilisé à des fins médical (p.ex. : complément de B12) ou sportif (p.ex. : créatine). L'évaluation des apports (en g, g/kg ou en % de l'AET) doit ensuite être comparée aux besoins individuels de l'athlète ou aux recommandations générales d'apports pour les athlètes si les besoins ne peuvent pas être calculés. Pour compléter ces données, les statuts en vitamines et minéraux devraient être explorés (66).

Selon l'hypothèse que les glucides impacteraient potentiellement la VO_2max , il serait judicieux d'attirer l'attention des omnivores sur l'importance d'en consommer suffisamment (174). Les recommandations en glucides varient de 6 à 10 g/kg de poids corporel pour les athlètes d'élite, en fonction du sexe, du niveau d'entraînement, de la dépense énergétique, du type d'activité et de l'environnement (traduction libre) (175). Pour les athlètes décidant d'adopter un régime plant-based, « il est recommandé de collaborer avec un.e spécialiste de la nutrition spécialisée en alimentation végétarienne et sportive » (176). Une alimentation plant-based chez les athlètes ayant d'autres besoins nutritionnels spécifiques comme les femmes enceintes ou les adolescents constitue une contrainte additionnelle et n'est pas recommandé (13).

8.6 Implications pour la recherche

Pour de futures recherches, il est essentiel de réaliser davantage d'études sur les athlètes de force et de résistance. Des études observationnelles sur le long terme telles que des études de cohortes, prenant en compte les facteurs de confusion essentiels cités ci-dessus, semblent plus adéquates que les RCT et les études transversales pour fournir des données sur le long terme.

Les performances sportives doivent également être évaluées de manière fiable. D'abord, un seul sport (p.ex. : coureurs) doit être étudié à la fois, ou utiliser des tests différents adaptés à chaque sport. La population doit être comparable dans les deux groupes au niveau de leurs caractéristiques au départ (même niveau d'entraînement, composition corporelle, mesures anthropométriques, âge, sexe...) ou prendre en compte ces différences lors de l'analyse statistique.

Des protocoles de diagnostic de la performance valides et fiables doivent être utilisés et décrits en détail dans l'étude, y compris l'environnement, le matériel et sa calibration ainsi que les encouragements. Des check-lists peuvent être utilisées pour garantir la qualité et la standardisation des mesures (83). Dans l'analyse statistique des performances, celles-ci doivent être stratifiées par les différents régimes alimentaires étudiés. Une revue publiée en 2022 donne des pistes concrètes sur les dernières bonnes pratiques établies pour étudier le domaine de la nutrition sportive (177).

Enfin, il serait important d'adopter une définition universelle de l'athlète. Dans les études, fournir une description claire des habitudes d'entraînement, comprenant l'intensité, la fréquence, la durée et les mois/années de pratique améliorerait la catégorisation du niveau des sportifs.

9 Conclusion

Un régime plant-based ne semble pas améliorer ni péjorer les performances sportives des athlètes par rapport à un régime omnivore. Le fait de savoir si un apport en glucides, plus important dans les régimes plant-based, peut améliorer la VO_2 max reste à établir.

Compte tenu du nombre limité d'études sur l'alimentation végétalienne ou végétarienne dans le domaine sportif, des recherches supplémentaires sont indispensables pour établir davantage de données probantes. Pour de futures études, la prise en compte de facteurs de confusion influençant la performance tels que le sommeil, le niveau d'entraînement, la consommation alimentaire incluant l'alcool, les compléments alimentaires, le tabagisme et d'autres facteurs externes (p.ex. : chaleur, humidité) est essentiel. L'analyse des apports alimentaires et la réalisation de tests diagnostiques de la performance doivent se faire selon des protocoles validés et standardisés. Afin de rendre plus aisée la catégorisation du niveau des sportifs, les habitudes d'entraînement, comprenant l'intensité, la fréquence, la durée devraient être décrits. Des recherches sur le long terme (p.ex. : cohorte) et portants sur les sports de force et de résistance font encore défaut.

10 Article de vulgarisation scientifique

Un article de vulgarisation scientifique de cette revue systématique s'adressant aux diététicien.nes a été écrit et se trouve à l'annexe 4. Il est destiné à la revue de l'association suisse des diététicien.nes (ASDD) « NutriInfo » et respecte donc ses directives d'écritures (178).

11 Autres informations

11.1 Enregistrement et protocole

Le protocole (annexe 5) a été enregistré dans le registre international prospectif des revues systématiques (PROSPERO) le 14/11/2022 et a été mis à jour pour la dernière fois le 25/11/2022 (numéro d'enregistrement CRD4202237424) (36).

11.2 Support et déclaration d'intérêt

Ce travail n'a reçu aucun soutien financier. Les auteurs déclarent l'absence de conflit d'intérêts.

12 Références

1. Leitzmann C. Vegetarian nutrition: past, present, future. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1 juill 2014;100(suppl_1):496S-502S.
2. Clem J, Barthel B. A Look at Plant-Based Diets. *Mo Med*. 2021;118(3):233-8.
3. Société Suisse de Nutrition. Feuille info alimentation végétarienne [En ligne]. 2022 [cité 16 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.sge-ssn.ch/fr/toi-et-moi/boire-et-manger/alimentation-vegetarienne/>
4. Société Suisse de Nutrition. Feuille info alimentation végétalienne [En ligne]. 2021 [cité 16 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.sge-ssn.ch/media/Feuille-dinfo-Alimentation-vegetalienne-2021.pdf>
5. Dictionnaire de français Larousse. Définitions : omnivore [En ligne]. S.d. [cité 17 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/omnivore/55974>
6. Beck KL, Thomson JS, Swift RJ, von Hurst PR. Role of nutrition in performance enhancement and postexercise recovery. *Open Access J Sports Med*. 11 août 2015;6:259-67.
7. Malsagova KA, Kopylov AT, Sinitsyna AA, Stepanov AA, Izotov AA, Butkova TV, et al. Sports Nutrition: Diets, Selection Factors, Recommendations. *Nutrients*. 25 oct 2021;13(11):3771.
8. Barnard ND, Goldman DM, Loomis JF, Kahleova H, Levin SM, Neabore S, et al. Plant-Based Diets for Cardiovascular Safety and Performance in Endurance Sports. *Nutrients*. 10 janv 2019;11(1):E130.
9. Walsh NP. Nutrition and Athlete Immune Health: New Perspectives on an Old Paradigm. *Sports Med*. déc 2019;49(Suppl 2):153-68.
10. Pelly FE, Burkhart SJ. Dietary regimens of athletes competing at the Delhi 2010 Commonwealth Games. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. févr 2014;24(1):28-36.
11. Venderley AM, Campbell WW. Vegetarian diets : nutritional considerations for athletes. *Sports Med*. 2006;36(4):293-305.
12. Zhang C, Björkman A, Cai K, Liu G, Wang C, Li Y, et al. Impact of a 3-Months Vegetarian Diet on the Gut Microbiota and Immune Repertoire. *Front Immunol*. 2018;9:908.
13. Richter M, Boeing H, Grünewald-Funk D, Hesecker H, Kroke A, Leschik-Bonnet E, et al. Position of the German Nutrition Society (DGE). *Ernährungs Umschau*. 2016;63(4):92-102.
14. Baguet A, Everaert I, De Naeyer H, Reyngoudt H, Stegen S, Beeckman S, et al. Effects of sprint training combined with vegetarian or mixed diet on muscle carnosine content and buffering capacity. *Eur J Appl Physiol*. oct 2011;111(10):2571-80.
15. 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.

16. Haub MD, Wells AM, Campbell WW. Beef and soy-based food supplements differentially affect serum lipoprotein-lipid profiles because of changes in carbohydrate intake and novel nutrient intake ratios in older men who resistive-train. *Metabolism*. juin 2005;54(6):769-74.
17. Blancquaert L, Baguet A, Bex T, Volkaert A, Everaert I, Delanghe J, et al. Changing to a vegetarian diet reduces the body creatine pool in omnivorous women, but appears not to affect carnitine and carnosine homeostasis: a randomised trial. *British Journal of Nutrition*. avr 2018;119(7):759-70.
18. Nebl J, Haufe S, Eigendorf J, Wasserfurth P, Tegtbur U, Hahn A. Exercise capacity of vegan, lacto-ovo-vegetarian and omnivorous recreational runners. *J Int Soc Sports Nutr*. 20 mai 2019;16(1):23.
19. Page J, Erskine RM, Hopkins ND. Skeletal muscle properties and vascular function do not differ between healthy, young vegan and omnivorous men. *Eur J Sport Sci*. avr 2022;22(4):559-68.
20. Craddock JC, Probst YC, Peoples GE. Vegetarian and Omnivorous Nutrition - Comparing Physical Performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. juin 2016;26(3):212-20.
21. World Health Organization. WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour [En ligne]. 2020 [cité 20 mai 2023]. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK566046/>
22. Pelliccia A, Fagard R, Bjørnstad HH, Anastassakis A, Arbustini E, Assanelli D, et al. Recommendations for competitive sports participation in athletes with cardiovascular disease: a consensus document from the Study Group of Sports Cardiology of the Working Group of Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and the Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*. juill 2005;26(14):1422-45.
23. Eck KM, Byrd-Bredbenner C. Food Choice Decisions of Collegiate Division I Athletes: A Qualitative Exploratory Study. *Nutrients*. 6 juill 2021;13(7):2322.
24. Meyer N, Reguant-Closa A. "Eat as If You Could Save the Planet and Win!" Sustainability Integration into Nutrition for Exercise and Sport. *Nutrients*. 21 avr 2017;9(4):412.
25. Carey CC, Doyle L, Lucey A. Nutritional priorities, practices and preferences of athletes and active individuals in the context of new product development in the sports nutrition sector. *Frontiers in Sports and Active Living* [En ligne]. 2023 [cité 18 mai 2023];5. Disponible sur: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fspor.2023.1088979>
26. Bourke BEP, Baker DF, Braakhuis AJ. Social Media as a Nutrition Resource for Athletes: A Cross-Sectional Survey. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 1 juill 2019;29(4):364-70.
27. Marar SD, Al-Madaney MM, Almousawi FH. Health information on social media. *Saudi Med J*. déc 2019;40(12):1294-8.
28. Fischler C. The Nutritional Cacophony May Be Detrimental To Your Health. *Progress in Nutrition*. 1 nov 2011;13:217-21.
29. Hevia-Larraín V, Gualano B, Longobardi I, Gil S, Fernandes AL, Costa LAR, et al. High-Protein Plant-Based Diet Versus a Protein-Matched Omnivorous Diet to Support Resistance Training

- Adaptations: A Comparison Between Habitual Vegans and Omnivores. *Sports Med.* juin 2021;51(6):1317-30.
30. 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.
31. Haub MD, Wells AM, Campbell WW. Beef and soy-based food supplements differentially affect serum lipoprotein-lipid profiles because of changes in carbohydrate intake and novel nutrient intake ratios in older men who resistive-train. *Metabolism.* juin 2005;54(6):769-74.
32. Melina V, Craig W, Levin S. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics.* 1 déc 2016;116(12):1970-80.
33. Fuhrman J, Ferreri DM. Fueling the vegetarian (vegan) athlete. *Curr Sports Med Rep.* août 2010;9(4):233-41.
34. Rogerson D. Vegan diets: practical advice for athletes and exercisers. *J Int Soc Sports Nutr.* 2017;14:36.
35. American Dietetic Association, Dietitians of Canada, American College of Sports Medicine, Rodriguez NR, Di Marco NM, Langley S. American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance. *Med Sci Sports Exerc.* mars 2009;41(3):709-31.
36. PRISMA-P Group, Moher D, Shamseer L, Clarke M, Ghersi D, Liberati A, et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Syst Rev.* déc 2015;4(1):1.
37. Clem J, Barthel B. A Look at Plant-Based Diets. 2021 [cité 25 oct 2022]; Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8210981/>
38. Azzam A. Is the world converging to a « Western diet »? *Public Health Nutr.* févr 2021;24(2):309-17.
39. Willett WC, Sacks F, Trichopoulos A, Drescher G, Ferro-Luzzi A, Helsing E, et al. Mediterranean diet pyramid: a cultural model for healthy eating. *Am J Clin Nutr.* juin 1995;61(6 Suppl):1402S-1406S.
40. Alimentation végétarienne [En ligne]. [cité 16 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.sge-ssn.ch/fr/toi-et-moi/boire-et-manger/alimentation-vegetarienne/>
41. FranceAgrimer. Combien de végétariens en Europe ? Synthèse des résultats à partir de l'étude « Panorama de la consommation végétarienne en Europe », réalisée par le CREDOC pour FranceAgriMer et l'OCHA en 2018 [En ligne]. 2019 [cité 28 juill 2022]. Disponible sur: https://www.franceagrimer.fr/fam/content/download/62309/document/11_Synthèse%20Panorama%20végétarisme%20en%20Europe.pdf?version=1
42. IFOP. Végétariens et flexitariens en France : une enquête référente réalisée auprès de 15 000 Français ! [En ligne]. 2021. [cité 16 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.ifop.com/publication/vegetariens-et-flexitariens-en-france-une-enquete-referente-realisee-aupres-de-15-000-francais/>

43. Fox N, Ward K. Health, ethics and environment: a qualitative study of vegetarian motivations. *Appetite*. mai 2008;50(2-3):422-9.
44. Mathieu S, Dorard G. Végétarisme, végétalisme, véganisme : aspects motivationnels et psychologiques associés à l'alimentation sélective. *La Presse Médicale*. 1 sept 2016;45(9):726-33.
45. Société Suisse de Nutrition. Alimentation végétarienne [En ligne]. 2022 [cité 16 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.sge-ssn.ch/fr/toi-et-moi/boire-et-manger/alimentation-vegetarienne/>
46. Société Suisse de Nutrition. Végétalisme [En ligne]. 2021 [cité 18 mai 2023]. Disponible sur: <https://www.sge-ssn.ch/media/Feuille-dinfo-Alimentation-vegetalienne-2021.pdf>
47. Top 10 des sportifs célèbres dont vous ignorez le véganisme – Vegan France Interpro [En ligne]. [cité 30 juill 2022]. Disponible sur: <https://www.vegan-france.fr/top-10-des-sportifs-celebres-dont-vous-ignorez-le-veganisme/>
48. Wirnitzer K, Boldt P, Lechleitner C, Wirnitzer G, Leitzmann C, Rosemann T, et al. Health Status of Female and Male Vegetarian and Vegan Endurance Runners Compared to Omnivores—Results from the NURMI Study (Step 2). *Nutrients*. 22 déc 2018;11(1):29.
49. Heydenreich J, Kayser B, Schutz Y, Melzer K. Total Energy Expenditure, Energy Intake, and Body Composition in Endurance Athletes Across the Training Season: A Systematic Review. *Sports Medicine Open*. 4 févr 2017;3(1):8.
50. Newton RL, Han H, Zderic T, Hamilton M. The Energy Expenditure of Sedentary Behavior: A Whole Room Calorimeter Study. *PLoS One*. 3 mai 2013;8(5):e63171.
51. Sumpter KC. Masculinity and Meat Consumption: An Analysis Through the Theoretical Lens of Hegemonic Masculinity and Alternative Masculinity Theories. *Sociology Compass*. 2015;9(2):104-14.
52. Performance of the American Heart Association (AHA) 14-Point Evaluation Versus Electrocardiography for the Cardiovascular Screening of High School Athletes: A Prospective Study. *Journal of the American Heart Association [Internet]*. [cité 22 mai 2023]. Disponible sur: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/JAHA.119.012235>
53. Campa F, Coratella G. Athlete or Non-athlete? This Is the Question in Body Composition. *Front Physiol*. 17 déc 2021;12:814572.
54. Araújo CGS, Scharhag J. Athlete: a working definition for medical and health sciences research. *Scand J Med Sci Sports*. janv 2016;26(1):4-7.
55. McKinney J, Velghe J, Fee J, Isserow S, Drezner JA. Defining Athletes and Exercisers. *Am J Cardiol*. 1 févr 2019;123(3):532-5.
56. Portenga ST, Aoyagi MW, Cohen AB. Helping to build a profession: A working definition of sport and performance psychology. *Journal of Sport Psychology in Action*. 2 janv 2017;8(1):47-59.
57. Haute Autorité de Santé. Guide des connaissances sur l'activité physique et la sédentarité [En ligne]. 2022 [cité 6 mai 2023]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2022-08/guide_connaissance_ap_sedentarite_vf.pdf

58. Patel H, Alkhawam H, Madanieh R, Shah N, Kosmas CE, Vittorio TJ. Aerobic vs anaerobic exercise training effects on the cardiovascular system. *World J Cardiol.* 26 févr 2017;9(2):134-8.
59. Mitchell JH, Haskell W, Snell P, Van CSP. Task Force 8: Classification of sports. *Journal of the American College of Cardiology.* 19 avr 2005;45(8):1364-7.
60. Wahid A, Manek N, Nichols M, Kelly P, Foster C, Webster P, et al. Quantifying the Association Between Physical Activity and Cardiovascular Disease and Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Heart Assoc.* 14 sept 2016;5(9):e002495.
61. Léger L, Cazorla G, Petibois C, Bosquet L. Lactate et exercice : mythes et réalités: *Staps.* 1 févr 2001;no 54(1):63-76.
62. Levine BD, Baggish AL, Kovacs RJ, Link MS, Maron MS, Mitchell JH. Eligibility and Disqualification Recommendations for Competitive Athletes With Cardiovascular Abnormalities: Task Force 1: Classification of Sports: Dynamic, Static, and Impact: A Scientific Statement From the American Heart Association and American College of Cardiology. *Journal of the American College of Cardiology.* 1 déc 2015;66(21):2350-5.
63. Nutrition and Athletic Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* mars 2009;41(3):709-31.
64. Stellingwerff T, Heikura IA, Meeusen R, Bermon S, Seiler S, Mountjoy ML, et al. Overtraining Syndrome (OTS) and Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S): Shared Pathways, Symptoms and Complexities. *Sports Med.* nov 2021;51(11):2251-80.
65. Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, Ackerman KE, Blauwet C, Constantini N, et al. International Olympic Committee (IOC) Consensus Statement on Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S): 2018 Update. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism.* 1 juill 2018;28(4):316-31.
66. Nutrition and Athletic Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* mars 2016;48(3):543.
67. Coleman N. Gastrointestinal Issues in Athletes. *Curr Sports Med Rep.* juin 2019;18(6):185-7.
68. Jeukendrup AE. Periodized Nutrition for Athletes. *Sports Med.* 2017;47(Suppl 1):51-63.
69. Mougios V. Mougios V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. *Br J Sports Med.*41(10):674-8. *British journal of sports medicine.* 1 nov 2007;41:674-8.
70. Maughan RJ, Shirreffs SM. Dehydration and rehydration in competitive sport. *Scand J Med Sci Sports.* oct 2010;20 Suppl 3:40-7.
71. Département fédéral de l'intérieur. Ordonnance du DFI sur les compléments alimentaires (OCAI) [En ligne]. 2016 [cité 17 sept 2022]. Disponible sur: <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2017/155/fr>
72. Office Fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires. Enquête sur les compléments alimentaires [En ligne]. 2022 [cité 17 sept 2022]. Disponible sur: <https://www.blv.admin.ch/blv/fr/home/lebensmittel-und-ernaehrung/forschung/gesundheitsrisiken/ernaehrungsrisiken/umfrage-zu-nahrungsergaenzungsmitteln.html>

73. Sousa M, Fernandes MJ, Carvalho P, Soares J, Moreira P, Teixeira VH. Nutritional supplements use in high-performance athletes is related with lower nutritional inadequacy from food. *J Sport Health Sci.* sept 2016;5(3):368-74. doi : 10.1016/j.jshs.2015.01.006
74. Société Suisse de nutrition du Sport. Guide des suppléments nutritionnels [En ligne]. 2023 [cité 17 sept 2022]. Disponible sur: <https://www.ssns.ch/nutrition-du-sport/supplements/guide-des-supplements-nutritionnels/?lang=fr#a-supp>
75. Swiss sport integrity. Statut concernant le dopage de Swiss Olympic [En ligne]. 2023 [cité 4 juin 2023]. Disponible sur: <https://www.sportintegrity.ch/fr/antidopage/droit/statut-concernant-le-dopage>
76. Jaworski CA, Rygiel V. Acute Illness in the Athlete. *Clin Sports Med.* oct 2019;38(4):577-95. doi: 10.1016/j.csm.2019.05.001
77. Souter G, Lewis R, Serrant L. Men, Mental Health and Elite Sport: a Narrative Review. *Sports Medicine - Open.* 19 déc 2018;4(1):57. doi: 10.1186/s40798-018-0175-7
78. Ganse B, Ganse U, Dahl J, Degens H. Linear Decrease in Athletic Performance During the Human Life Span. *Frontiers in Physiology* [En ligne]. 2018 [cité 22 mai 2023];9. Disponible sur: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2018.01100>
79. Kettunen JA, Kujala UM, Kaprio J, Sarna S. Health of Master Track and Field Athletes: A 16-year Follow-up Study. *Clinical Journal of Sport Medicine.* mars 2006;16(2):142. doi: 10.1097/00042752-200603000-00010
80. Thibault V, Guillaume M, Berthelot G, Helou NE, Schaal K, Quinquis L, et al. Women and Men in Sport Performance: The Gender Gap has not Evolved since 1983. *Journal of Sports Science & Medicine.* juin 2010;9(2):214. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3761733/>
81. Thuany M, Hill L, Alvero Cruz JR, Knechtle B, Gomes TN. The Relationship Between Training Volume and BMI in the Expression of Running Performance in Runners: A Mediation Model. *Journal of Science in Sport and Exercise.* 29 juin 2022;5. doi : 10.1007/s42978-022-00172-2
82. Garthe I, Raastad T, Refsnes PE, Sundgot-Borgen J. Effect of nutritional intervention on body composition and performance in elite athletes. *Eur J Sport Sci.* 2013;13(3):295-303. doi: 10.1080/17461391.2011.643923
83. Office fédéral du sport, Haute école fédérale de sport de Macolin, Département sport de performance. Manuel de diagnostic de performance [Internet]. 2015 [cité 21 mai 2023]. Disponible sur:https://www.swissolympic.ch/dam/jcr:6ea9b202-857b-4561-81de-bbc799b6b690/Diagnostic_de_performance_manual_160201_FR.pdf
84. Berezanskaya J, Cade W, Best TM, Paultre K, Kienstra C. ADHD Prescription Medications and Their Effect on Athletic Performance: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine - Open.* 13 janv 2022;8(1):5.
85. Hirschbeck A, Leao DS, Wagner E, Hasan A, Roeh A. Psychiatric medication and physical performance parameters – Are there implications for treatment? *Frontiers in Psychiatry* [Internet].

- 2022 [cité 22 mai 2023];13. Disponible sur: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsy.2022.985983>
86. Logue D, Madigan SM, Delahunt E, Heinen M, Mc Donnell SJ, Corish CA. Low Energy Availability in Athletes: A Review of Prevalence, Dietary Patterns, Physiological Health, and Sports Performance. *Sports Med.* 1 janv 2018;48(1):73-96.
87. Pitsiladis YP, Maughan RJ. The effects of alterations in dietary carbohydrate intake on the performance of high-intensity exercise in trained individuals. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* avr 1999;79(5):433-42.
88. Pesta DH, Angadi SS, Burtcher M, Roberts CK. The effects of caffeine, nicotine, ethanol, and tetrahydrocannabinol on exercise performance. *Nutr Metab (Lond).* 13 déc 2013;10:71.
89. Watson AM. Sleep and Athletic Performance. *Curr Sports Med Rep.* 2017;16(6):413-8.
90. Kellmann M, Bertollo M, Bosquet L, Brink M, Coutts AJ, Duffield R, et al. Recovery and Performance in Sport: Consensus Statement. *Int J Sports Physiol Perform.* 1 févr 2018;13(2):240-5.
91. Société Suisse de Nutrition du Sport. Nutrition et récupération après l'entraînement et la compétition [En ligne]. 2022 [cité 25 mai 2023]. Disponible sur: http://www.ssns.ch/wp-content/uploads/2022/11/HotTopic_Ernaehrung&Regeneration_V1.4FR.pdf
92. *Journal of Applied Physiology*. "Living high-training low": effect of moderate-altitude acclimatization with low-altitude training on performance [En ligne]. [cité 12 mai 2023]. Disponible sur: https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/jappl.1997.83.1.102?rfr_dat=cr_pub++0pubmed&url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org
93. Sahli H, Haddad M, Jebabli N, Sahli F, Ouergui I, Ouergui N, et al. The Effects of Verbal Encouragement and Compliments on Physical Performance and Psychophysiological Responses During the Repeated Change of Direction Sprint Test. *Frontiers in Psychology* [Internet]. 2022 [cité 22 mai 2023];12. Disponible sur: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2021.698673>
94. Salcinovic B, Drew M, Dijkstra P, Waddington G, Serpell BG. Factors Influencing Team Performance: What Can Support Teams in High-Performance Sport Learn from Other Industries? A Systematic Scoping Review. *Sports Medicine - Open.* 22 févr 2022;8(1):25.
95. Filho RAA, Oliveira JJG, Zovico PVC, Rica RL, Barbosa WA, Machado AF, et al. Effects of music on psychophysiological responses during high intensity interval training using body weight exercises. *Physiology & Behavior.* oct 2022;255:113931.
96. Barr SI, Rideout CA. Nutritional considerations for vegetarian athletes. *Nutrition.* 1 juill 2004;20(7-8):696-703.
97. Melina V, Craig W, Levin S. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. *J Acad Nutr Diet.* déc 2016;116(12):1970-80.
98. Sloth M, Sloth D, Overgaard K, Dalgas U. Effects of sprint interval training on VO₂max and aerobic exercise performance: A systematic review and meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports.* déc

2013;23(6):e341-352.

99. UC Davis Sports Medicine. VO₂max and Oxygen Consumption [En ligne]. [cité 14 mai 2023]. Disponible sur: <https://health.ucdavis.edu/sports-medicine/resources/vo2description>
100. Schneider C, Hanakam F, Wiewelhove T, Döweling A, Kellmann M, Meyer T, et al. Heart Rate Monitoring in Team Sports—A Conceptual Framework for Contextualizing Heart Rate Measures for Training and Recovery Prescription. *Frontiers in Physiology* [Internet]. 2018 [cité 22 mai 2023];9. Disponible sur: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2018.00639>
101. Olstad BH, Zinner C. Validation of the Polar OH1 and M600 optical heart rate sensors during front crawl swim training. Pessôa Filho DM, éditeur. *PLoS ONE*. 16 avr 2020;15(4):e0231522.
102. Garnacho-Castaño MV, Faundez-Zanuy M, Serra-Payá N, Maté-Muñoz JL, López-Xarbau J, Vila-Blanch M. Reliability and Validity of the Polar V800 Sports Watch for Estimating Vertical Jump Height. *jsportscimed*. 1 mars 2021;149-57.
103. Pedlar CR, Newell J, Lewis NA. Blood Biomarker Profiling and Monitoring for High-Performance Physiology and Nutrition: Current Perspectives, Limitations and Recommendations. *Sports Med*. 1 déc 2019;49(2):185-98.
104. Lee EC, Fragala MS, Kavouras SA, Queen RM, Pryor JL, Casa DJ. Biomarkers in Sports and Exercise: Tracking Health, Performance, and Recovery in Athletes. *J Strength Cond Res*. oct 2017;31(10):2920-37.
105. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 29 mars 2021;n71.
106. Cochrane Handbook. Chapter 3: Defining the criteria for including studies and how they will be grouped for the synthesis [En ligne]. [cité 25 mai 2023]. Disponible sur: <https://training.cochrane.org/handbook/current/chapter-03>
107. Wirnitzer K, Tanous D, Motevalli M, Wirnitzer G, Leitzmann C, Pichler R, et al. Prevalence of Female and Male Vegan and Non-Vegan Endurance Runners and the Potential Associations of Diet Type and BMI with Performance-Results from the NURMI Study (Step 1). *Nutrients*. 15 sept 2022;14(18):3803.
108. Daher J, Mallick M, El Khoury D. Prevalence of Dietary Supplement Use among Athletes Worldwide: A Scoping Review. *Nutrients*. 3 oct 2022;14(19):4109.
109. Société Suisse de nutrition. Végétalisme [En ligne]. 2021 [cité 16 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.sge-ssn.ch/media/Feuille-dinfo-Alimentation-ovo-lacto-vegetarienne-2021-1.pdf>
110. Le Robert. Macrobiotique - Définitions, synonymes, conjugaison, exemples [En ligne]. [cité 25 mai 2023]. Disponible sur: <https://dictionnaire.lerobert.com/definition/macrobiotique>
111. Dictionnaire de français Larousse. Définitions : crudivore [En ligne]. [cité 25 mai 2023]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/crudivore/10910983>
112. Cochrane Handbook. Chapter 4: Searching for and selecting studies [En ligne]. [cité 17 avr 2022]. Disponible sur: <https://training.cochrane.org/handbook/current/chapter-04>

113. (((physical) OR (sport)) OR (athletic performance)) AND (vegetarian diet) - Search Results - PubMed [Internet]. [cité 16 avr 2022]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=%28%28%28physical%29+OR+%28sport%29%29+OR+%28athletic+performance%29%29+AND+%28vegetarian+diet%29&sort=>
114. Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan-a web and mobile app for systematic reviews. *Syst Rev.* 5 déc 2016;5(1):210.
115. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* 29 mars 2021;372:n71.
116. Traduction française des lignes directrices PRISMA pour l'écriture et la lecture des revues systématiques et des méta-analyses - ScienceDirect [Internet]. [cité 20 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S177901231400432X>
117. Cochrane Handbook. Chapter 5: Collecting data [En ligne]. [cité 16 avr 2022]. Disponible sur: <https://training.cochrane.org/handbook/current/chapter-05>
118. Bosquet L, Léger L, Legros P. Methods to Determine Aerobic Endurance. *Sports Med.* 1 sept 2002;32(11):675-700.
119. Mesures des échanges gazeux à l'effort dans l'insuffisance cardiaque: méthode et intérêts [Internet]. [cité 31 mai 2023]. Disponible sur: <https://www.realites-cardiologiques.com/wp-content/uploads/sites/2/2013/12/09.pdf>
120. Borg CR-10 scale as a new approach to monitoring office exercise training - IOS Press [Internet]. [cité 25 mai 2023]. Disponible sur: <https://content.iospress.com/articles/work/wor2762>
121. critical-appraisal-tools - Critical Appraisal Tools | JBI [Internet]. [cité 16 avr 2022]. Disponible sur: <https://jbi.global/critical-appraisal-tools>
122. The revised JBI critical appraisal tool for the assessment o... : JBI Evidence Synthesis [Internet]. [cité 25 mai 2023]. Disponible sur: https://journals.lww.com/jbisrir/Fulltext/2023/03000/The_revised_JBI_critical_appraisal_tool_for_the.5.aspx?context=FeaturedArticles&collectionId=2
123. La méta-analyse : bien plus que le simple calcul d'un effet combiné! [Internet]. INSPQ. [cité 6 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.inspq.qc.ca/bise/la-meta-analyse-bien-plus-que-le-simple-calcul-d-un-effet-combine>
124. Raben A, Kiens B, Richter EA, Rasmussen LB, Svenstrup B, Micic S, et al. Serum sex hormones and endurance performance after a lacto-ovo vegetarian and a mixed diet. *Med Sci Sports Exerc.* nov 1992;24(11):1290-7.
125. Hanne N, Dlin R, Rotstein A. Physical fitness, anthropometric and metabolic parameters in vegetarian athletes. *J Sports Med Phys Fitness.* juin 1986;26(2):180-5.
126. De Souza AC, da Silva Brandão M, Oliveira DL, de Carvalho FG, Costa ML, Aragão-Santos JC, et al. Active Vegetarians Show Better Lower Limb Strength and Power than Active Omnivores. *Int J Sports Med.* juill 2022;43(8):715-20.

127. Lynch HM, Wharton CM, Johnston CS. Cardiorespiratory Fitness and Peak Torque Differences between Vegetarian and Omnivore Endurance Athletes: A Cross-Sectional Study. *Nutrients*. 15 nov 2016;8(11):726.
128. Nebl J, Haufe S, Eigendorf J, Wasserfurth P, Tegtbur U, Hahn A. Exercise capacity of vegan, lacto-ovo-vegetarian and omnivorous recreational runners. *J Int Soc Sports Nutr*. 20 mai 2019;16(1):23.
129. Król W, Price S, Śliż D, Parol D, Konopka M, Mamcarz A, et al. A Vegan Athlete's Heart—Is It Different? Morphology and Function in Echocardiography. *Diagnostics (Basel)*. 14 juill 2020;10(7):477.
130. De Souza MA, Goble D, Arney P, Vieira ER, Silveira-Nunes G, Intelangelo L, et al. Balance Differences between North and South American Older Adults: A Cross-Sectional, Age and Sex Matched Study. *Healthcare*. 9 mars 2022;10(3):499.
131. Hanne Nora, Dlin Ron, Rotstein Arie. physical fitness, anthropometric and metabolic parameters in vegetarian athletes. 1986;
132. Raben A, Kiens B, Richter EA, Rasmussen LB, Svenstrup B, Micic S, et al. Serum sex hormones and endurance performance after a lacto-ovo vegetarian and a mixed diet. *Med Sci Sports Exerc*. nov 1992;24(11):1290-7.
133. Lynch HM, Wharton CM, Johnston CS. Cardiorespiratory Fitness and Peak Torque Differences between Vegetarian and Omnivore Endurance Athletes: A Cross-Sectional Study. *Nutrients*. nov 2016;8(11):726.
134. Craddock JC, Probst Y, Peoples G. Vegetarian nutrition – Comparing physical performance of omnivorous and vegetarian athletes. *Journal of Nutrition & Intermediary Metabolism*. juin 2016;4:19.
135. Pohl A, Schünemann F, Bersiner K, Gehlert S. The Impact of Vegan and Vegetarian Diets on Physical Performance and Molecular Signaling in Skeletal Muscle. *Nutrients*. 29 oct 2021;13(11):3884.
136. Clarys P, Deliens T, Huybrechts I, Deriemaeker P, Vanaelst B, De Keyzer W, et al. Comparison of Nutritional Quality of the Vegan, Vegetarian, Semi-Vegetarian, Pesco-Vegetarian and Omnivorous Diet. *Nutrients*. 24 mars 2014;6(3):1318-32.
137. Boutros GH, Landry-Duval MA, Garzon M, Karelis AD. Is a vegan diet detrimental to endurance and muscle strength? *Eur J Clin Nutr*. nov 2020;74(11):1550-5.
138. Fogelholm M. Effects of Bodyweight Reduction on Sports Performance. *Sports Med*. 1 oct 1994;18(4):249-67.
139. Ben Mansour G, Kacem A, Ishak M, Grélot L, Ftaiti F. The effect of body composition on strength and power in male and female students. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*. 28 nov 2021;13(1):150.
140. Wright N, Wilson L, Smith M, Duncan B, McHugh P. The BROAD study: A randomised controlled trial using a whole food plant-based diet in the community for obesity, ischaemic heart

- disease or diabetes. *Nutr Diabetes*. mars 2017;7(3):e256.
141. Kahleova H, Tura A, Hill M, Holubkov R, Barnard ND. A Plant-Based Dietary Intervention Improves Beta-Cell Function and Insulin Resistance in Overweight Adults: A 16-Week Randomized Clinical Trial. *Nutrients*. 9 févr 2018;10(2):189.
142. Fontes T, Rodrigues LM, Ferreira-Pêgo C. Comparison between Different Groups of Vegetarianism and Its Associations with Body Composition: A Literature Review from 2015 to 2021. *Nutrients*. 28 avr 2022;14(9):1853.
143. Hostrup M, Bangsbo J. Performance Adaptations to Intensified Training in Top-Level Football. *Sports Med*. 1 mars 2023;53(3):577-94.
144. Townsend ZM. Impact of Resistance Training on Sports Performance and Muscular Adaptations. *International Journal of Sports and Exercise Medicine*. 31 mars 2022;8(2):218.
145. Joo CH. The effects of short term detraining and retraining on physical fitness in elite soccer players. *PLoS One*. 10 mai 2018;13(5):e0196212.
146. Harmonie Mutuelle Semi de Paris. Résultats [En ligne]. [cité 27 mai 2023]. Disponible sur: <https://www.harmoniemituellesemideparis.com/fr/course/resultats>
147. Marathon Run Times By Age And Ability - Running Level [Internet]. [cité 3 juin 2023]. Disponible sur: <https://runninglevel.com/running-times/marathon-times>
148. Markovic G, Dizdar D, Jukic I, Cardinale M. Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *J Strength Cond Res*. août 2004;18(3):551-5.
149. Krings BM, Rountree JA, McAllister MJ, Cummings PM, Peterson TJ, Fountain BJ, et al. Effects of acute carbohydrate ingestion on anaerobic exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 10 nov 2016;13(1):40.
150. King A, Helms E, Zinn C, Jukic I. The Ergogenic Effects of Acute Carbohydrate Feeding on Resistance Exercise Performance: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med*. 1 nov 2022;52(11):2691-712.
151. Henselmans M, Bjørnsen T, Hedderman R, Vårvik FT. The Effect of Carbohydrate Intake on Strength and Resistance Training Performance: A Systematic Review. *Nutrients*. 18 févr 2022;14(4):856.
152. Hokken R, Laugesen S, Aagaard P, Suetta C, Frandsen U, Ørtenblad N, et al. Subcellular localization- and fibre type-dependent utilization of muscle glycogen during heavy resistance exercise in elite power and Olympic weightlifters. *Acta Physiol (Oxf)*. févr 2021;231(2):e13561.
153. Etchison WC, Bloodgood EA, Minton CP, Thompson NJ, Collins MA, Hunter SC, et al. Body Mass Index and Percentage of Body Fat as Indicators for Obesity in an Adolescent Athletic Population. *Sports Health*. mai 2011;3(3):249-52.
154. López-Alvarenga JC, Montesinos-Cabrera RA, Velázquez-Alva C, González-Barranco J. Short stature is related to high body fat composition despite body mass index in a Mexican population. *Arch Med Res*. 2003;34(2):137-40.

155. Mairböurl H. Red blood cells in sports: effects of exercise and training on oxygen supply by red blood cells. *Front Physiol.* 12 nov 2013;4:332.
156. Létard JC, Ludot T, Costil V, Tarrerias AL. Acide urique en excès et crise de « goutte ».
157. Acide urique bas, élevé : définition, causes et traitements [Internet]. Elsan. [cité 15 mai 2023]. Disponible sur: <https://www.elsan.care/fr/pathologie-et-traitement/biologie-medicale/acide-urique-definition-causes-traitements>
158. Coutts A. Challenges in Developing Evidence-Based Practice in High-Performance Sport. *International Journal of Sports Physiology and Performance.* 1 juill 2017;12:717-8.
159. Hébert JR, Frongillo EA, Adams SA, Turner-McGrievy GM, Hurley TG, Miller DR, et al. Perspective: Randomized Controlled Trials Are Not a Panacea for Diet-Related Research¹². *Adv Nutr.* 9 mai 2016;7(3):423-32.
160. Bullock GS, Ward P, Hughes T, Thigpen CA, Cook CE, Shanley E. Using Randomized Controlled Trials in the Sports Medicine and Performance Environment: Is It Time to Reconsider and Think Outside the Methodological Box? *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.* juin 2023;0(6):1-4.
161. Harris JE, Raynor HA. Crossover Designs in Nutrition and Dietetics Research. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics.* 1 juill 2017;117(7):1023-30.
162. Vitamin B12 or folate deficiency anaemia [Internet]. nhs.uk. 2017 [cité 15 mai 2023]. Disponible sur: <https://www.nhs.uk/conditions/vitamin-b12-or-folate-deficiency-anaemia/>
163. Lesinski M, Hortobágyi T, Muehlbauer T, Gollhofer A, Granacher U. Effects of Balance Training on Balance Performance in Healthy Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med.* 2015;45:1721-38.
164. Sherrington C, Tiedemann A, Fairhall N, Close JCT, Lord SR. Exercise to prevent falls in older adults: an updated meta-analysis and best practice recommendations. *N S W Public Health Bull.* juin 2011;22(3-4):78-83.
165. Setia MS. Methodology Series Module 3: Cross-sectional Studies. *Indian J Dermatol.* 2016;61(3):261-4.
166. The effects of plant-based diets on the body and the brain: a systematic review | *Translational Psychiatry* [Internet]. [cité 13 mai 2023]. Disponible sur: <https://www.nature.com/articles/s41398-019-0552-0>
167. Elmadfa I, Meyer A. Importance of food composition data to nutrition and public health. *European journal of clinical nutrition.* 1 nov 2010;64 Suppl 3:S4-7.
168. Biais dans les estimations autodéclarées de l'obésité dans les enquêtes canadiennes sur la santé : le point sur les équations de correction applicables aux adultes [Internet]. [cité 12 mai 2023]. Disponible sur: <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/82-003-x/2011003/article/11533-fra.htm>
169. Chaabene H, Negra Y, Bouguezzi R, Capranica L, Franchini E, Prieske O, et al. Tests for the Assessment of Sport-Specific Performance in Olympic Combat Sports: A Systematic Review With

- Practical Recommendations. *Frontiers in Physiology* [Internet]. 2018 [cité 29 mai 2023];9. Disponible sur: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2018.00386>
170. Nutrition and Athletic Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. mars 2009;41(3):709-31.
171. Burke - University Medical School Aberdeen, UK.pdf [Internet]. [cité 29 mai 2023]. Disponible sur: https://stillmed.olympics.com/media/Document%20Library/OlympicOrg/IOC/Who-We-Are/Commissions/Medical-and-Scientific-Commission/Handbooks/2002_Maughan.pdf
172. The Effects of Ultra-Processed Food Consumption—Is There Any Action Needed? - PMC [Internet]. [cité 13 mai 2023]. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7551378/>
173. Société Suisse de Nutrition SSN. Table de composition nutritionnelle suisse [En ligne]. [cité 29 mai 2023]. Disponible sur: <https://www.sge-ssn.ch/fr/produkte/table-de-composition-nutritionnelle-suisse/>
174. Elsevier. Alimentation du sportif [Internet]. Elsevier Connect. [cité 18 mai 2022]. Disponible sur: <https://www.elsevier.com/fr-fr/connect/medecine/alimentation-du-sportif>
175. Carbohydrate requirements of elite athletes | *British Journal of Sports Medicine* [Internet]. [cité 13 mai 2023]. Disponible sur: <https://bjsm.bmj.com/content/45/2/e2.17#>
176. Société Suisse de Nutrition du Sport. HotTopic véganisme et sport [En ligne]. [cité 14 mai 2023]. Disponible sur: http://www.ssns.ch/wp-content/uploads/2022/11/HotTopic_Vegane_Ernaehrung_V1_FR.pdf
177. Jonvik KL, King M, Rollo I, Stellingwerff T, Pitsiladis Y. New Opportunities to Advance the Field of Sports Nutrition. *Front Sports Act Living*. 17 févr 2022;4:852230.
178. Association Suisse des diététicien.nes diplômé.es. Manuel destiné aux auteur-e-s du SVDE ASDD Info [Internet]. [cité 3 juin 2023]. Disponible sur: https://svde-asdd.ch/wp-content/uploads/2019/12/Autorenmanual_F.pdf
179. ESHA. Research.Food Nutrition Database. [En ligne]. 2021 [cité 29 avr 2023]. Disponible sur: <https://esha.com/nutrition-database/>
180. Wingate anaerobic power test | *Journal of Human Sciences* [Internet]. [cité 28 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.j-humansciences.com/ojs/index.php/IJHS/article/view/942>
181. Cochrane Suisse. Revues systématiques [En ligne]. [cité 2 juin 2023]. Disponible sur: <https://swiss.cochrane.org/fr/ressources/revues-systematiques>
182. The Game Changers Official Film Website. Documentary [En ligne]. [cité 2 juin 2023]. Disponible sur: <https://gamechangersmovie.com/>
183. Institut de cardiologie de l'Université d'Ottawa. Exercices d'aérobic. [En ligne]. [cité 3 juin 2023]. Disponible sur: <https://pwc.ottawaheart.ca/fr/educatives/education-en-sante-cardiaque/les-facteurs-de-risque/activite-physique/exercices-daerobie>

13 Annexes

13.1 Annexe 1 : Équations de recherche des bases de données

Tableau 14 : Équation de recherche Pubmed

Mots clefs	MeSH term (Pubmed)	Mots libres ¹
Végétarien / végane	Vegetarian, diet vegetarian	Plant-based diet*, plant-based nutrition*, lacto-ovo vegetarian diet, vegetarianism, vegan diet
Performances de l'athlète	Athletic Performance	Sports performance*, athletes elite, athletes professional
Équation	(((((((Vegetarian) OR (diet vegetarian)) OR (Plant-based diet*)) OR (plant-based nutrition*)) OR (lacto-ovo vegetarian diet)) OR (vegetarianism)) OR (vegan diet)) AND ((Athletic Performance) OR (sports performance*) OR (athletes elite) OR (athletes professional))	
Nombre de résultats	158	

¹Ces mots libres sont les mêmes pour toutes les bases de données.

Tableau 15 : Équation de recherche Cinahl

Mots clefs	Cinahl subject headings (Cinahl)
Végétarien / végane	Vegetarianism
Performances de l'athlète	Athletic Performance
Équation	(MH "Vegetarianism") OR lacto-ovo vegetarian diet OR plant based diet OR plant based nutrition OR vegeterianism OR vegan diet AND (MH "Athletic Performance") OR athletes elite OR athletes professional OR sports performance*
Nombre de résultats	74

Tableau 16 : Équation de recherche Embase

Mots clefs	Emtree (Embase)
Végétarien / végane	Vegetarian
Performances de l'athlète	Physical performance, athletic performance
Équation	('vegetarian'/exp OR 'vegetarian' OR 'plant-based diet'/exp OR 'plant-based diet' OR 'plant-based nutrition*' OR 'lacto-ovo-vegetarian diet'/exp OR 'lacto-ovo-vegetarian diet' OR 'vegetarian diet'/exp OR 'vegetarian diet' OR 'vegetarianism'/exp OR 'vegetarianism' OR 'vegan diet'/exp OR 'vegan diet') AND

	('athletic performance'/exp OR 'athletic performance' OR 'sport performance*' OR 'athletes elite' OR 'athletes professional')
Nombre de résultats	30

13.2 Annexe 2 : Grille JBI de l'étude interventionnelle

JBI Critical Appraisal Checklist for randomized Controlled trials

Author : Raben et al.

Year : 1992

	Yes	No	Unclear	Not applicable
1. Was true randomization used for assignment of participants to treatment groups ? - Les participants n'ont pas été randomisés pour être assignés dans les groupes	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Was allocation to treatment groups concealed? - Non, pas de randomisation.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Were treatment groups similar at the baseline? - Il n'y avait pas de différence entre les groupes dans les performances aérobie à la ligne de base (tableau 2). Pas clair car : - Dans les résultats, paragraphe « VO ₂ max et MVC », les auteurs ne spécifient pas si les valeurs de VO ₂ max à la ligne de base sont différentes ou non. - Aucune information sur les potentielles différences entre les groupes par rapport à leur niveau d'entraînement, leur poids, leur âge, leur IMC...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Were participants blind to treatment assignment? Impossible, car l'intervention est un régime alimentaire.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Were those delivering treatment blind to treatment assignment? Impossible, car l'intervention est un régime alimentaire.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Were outcomes assessors blind to treatment assignment?

Pas d'information à ce sujet.

7. Were treatment groups treated identically other than the intervention of interest ?

- À part les régimes alimentaires différents, les participants semblent avoir été traités de la même manière entre le groupe intervention et le groupe contrôle concernant l'entraînement sportif : « There were no significant differences in the duration of daily training between the V diet (85 min [46-1761] and the M diet (92 min [53-157]). » (132) Concernant l'intensité des entraînements, il n'y avait pas de différence statistiquement significative.
- La prise de supplément n'était pas autorisée dans les deux groupes. Cependant, la définition de supplément n'est pas fournie (p.ex. : créatine vs boisson pour sportif ?)
- Aucune information n'a été fournie sur l'environnement des entraînements et leur qualité (p.ex. : présence de coach sportif).

8. Was follow up complete and if not, were differences between groups in terms of their follow up adequately described and analyzed?

- Il y a eu deux valeurs manquantes pour deux participants différents concernant la mesure de la performance d'endurance : « Due to illness and injury one subject did not complete the test at week 0 on the M diet and one at week 3 on the V diet » (132). Pas d'information sur la manière dont ces données ont été traitées et analysées.
- Aucune information concernant les autres outcomes.

9. Were participants analyzed in the groups to which they were randomized?

Aucune information sur l'analyse en intention de traiter n'a été fournie par les auteurs.

10. Were outcomes measured in the same way for treatment groups?

La partie « méthode » décrit bien que les mêmes tests physiques ont été réalisés pour l'ensemble des participants, indépendamment des groupes de traitement.

11. Were outcomes measured in a reliable way?

- La pesée a été réalisée par les participants à domicile sans utiliser les mêmes balances ni un protocole standardisé.
- Les tests physiques pour mesurer les outcome de performance n'ont pas de référence et donc pas d'information sur leur validité et fiabilité. L'évaluateur n'a pas été renseigné.
- Les apports alimentaires ont été calculés sur la base d'un carnet alimentaire de 4j. La table de composition nutritionnelle nationale du Danemark a été utilisée pour les calculs. Cependant, l'évaluateur n'a pas été renseigné (diététicien.ne ?).

12. Was appropriate statistical analysis used?

- Les données étaient pairées et ont été analysées en conséquence (Wilcoxon).
- L'ensemble des tests utilisés semblent corrects.

13. Was the trial design appropriate, and any deviations from the standard RCT design (individual randomization, parallel groups) accounted for in the conduct and analysis of the trial?

- L'utilisation du design « cross-over » n'a pas été justifiée
- La période de 4 semaines de wash out entre les 6 semaines de périodes alimentaire n'a pas été justifiée : est-ce suffisant ?

Overall appraisal : - (négatif)

13.3 Annexe 3 : Grilles JBI des études observationnelles

JBI Critical Appraisal Checklist for analytical cross sectional studies

Author : De Souza et al.

Year : 2022

	Yes	No	Unclear	Not applicable
14. Were the criteria for inclusion in the sample clearly defined ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Les critères d'inclusion sont définis dans le paragraphe « Sujets » : « at least 6 months of regular exercise; adherence to the diet for at least 6 months; non-smokers; and no type of osteoarticular lesion and/or cardiometabolic pathology » et des sujets âgés de 18-40 ans.

Pas de critères d'exclusion énoncés. Les auteurs n'ont pas annoncé l'inclusion de femmes et d'hommes, de végétariens et de véganes.

Difficile de se prononcer sur les athlètes, 80% des omnivores s'entraînent plus de 3 fois par semaine, mais pas d'indication sur la durée des entraînements.

15. Were the study subjects and the setting described in detail?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
---	--------------------------	-------------------------------------	--------------------------	--------------------------

Le tableau 1 fournit la description des sujets. Le niveau socio-démographique, l'ethnie, la durée et l'intensité de l'exercice, la durée du régime plant-based davantage détaillé, la présence ou non de carences... sont des variables qui auraient été intéressantes de relever pour mieux comprendre si les groupes étaient comparables. Les auteurs n'ont pas clairement énoncé que l'étude avait été conduite au Brésil. La figure 1 permet cependant de se rendre compte facilement du calendrier d'étude.

16. Was the exposure measured in a valid and reliable way?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
---	--------------------------	-------------------------------------	--------------------------	--------------------------

Le questionnaire international d'activité physique a été validé pour la population brésilienne (référence 10).

En revanche, aucune référence n'est citée pour le questionnaire de fréquence alimentaire utilisé. Le questionnaire employé par les auteurs est donc inconnu.

La description de la manière dont les groupes alimentaires ont été classés n'est pas claire. En effet, les auteurs ont vérifié s'il n'y avait pas eu de consommation d'aliments d'origine animale ces 6 derniers mois (y.c. les œufs et les produits laitiers) pour le groupe plant-based. Si un des produits animaux avait été consommé par un participant ayant déclaré un régime plant-based, il était reclassé dans le groupe des omnivores. En revanche, ils ont inclus des végétariens et des véganes. Comment ont été classés les végétariens ?

17. Were objective, standard criteria used for measurement of the condition ?

Les auteurs n'ont justifié aucun des cut-off utilisés pour définir les conditions de recrutement : pourquoi avoir choisi minimum 6 mois d'exercice régulier et d'adhérence aux régimes ?

Absence de définition de la régularité de l'exercice (fréquence, intensité, durée ?)

Sur la base du tableau 1 les groupes semblent être comparables pour les variables étudiées.

18. Were confounding factors identified ?

Oui, les auteurs ont cherché à savoir si le sexe, la prise de suppléments et la fréquence hebdomadaire et le type d'exercice différaient entre les groupes alimentaires (paragraphe analyses statistiques).

Cependant, d'autres facteurs confondants auraient pu être pris en compte comme le niveau d'hydratation, la présence de carences alimentaires, l'intensité des pratiques sportives.

19. Were strategies to deal with confounding factors stated?

Oui, Chi-carré ou Fisher pour vérifier la comparabilité des deux groupes.

20. Were the outcomes measured in a valid and reliable way?

- L'explication de l'IMC est incomplète, il manque la précision que la taille est élevée au carré dans le calcul
- L'outil pour mesurer le taux de masse grasse et maigre n'est pas le gold standard (Dexa) ou éventuellement BIA plus courante en pratique. La procédure pour les plis cutanés semble correcte, on ne sait toutefois pas

qui a procédé à la mesure, est-ce un évaluateur entraîné ?

- Les relevés alimentaires sont peu clairs, ont-ils utilisé un carnet alimentaire sur 4 jours ou 4 rappels de 24h (« four food records ») ? Pas d'information sur les compétences des évaluateurs (diététicien ?). Pas d'information sur la table de composition nutritionnelle utilisée.
- Index Healthy Eating validé pour la population brésilienne
- Tests physiques semblent corrects, mais manque d'information sur les encouragements et les professionnels qui procèdent aux tests.

8. Was appropriate statistical analysis used ?

Le paragraphe « analyse statistique » renseigne sur les tests utilisés :

- Le teste du Chi-carré (ou Fisher) a bien été utilisé pour analyser l'association entre deux ou plusieurs variables catégorielles qui ne suivent pas la loi normale. Avant d'effectuer ce test, la normalité des variables a bien été testée.
- Les échantillons étaient indépendants et de petites taille, donc les tests de Student ou de Mann-Witney U (non-paramétrique) ont bien été utilisés pour tester la différence entre deux moyennes.
- Peu de détails sur la symétrie de la distribution des variables.
- Cependant, le groupe plant-based, réunissant des végétariens et des véganes ont été analysés ensemble et comparé au régime omnivore. Il aurait fallu analyser le groupe végétarien et végane séparément et les comparer tous deux au régime omnivore.

Overall appraisal : - (négatif)

JBI Critical Appraisal Checklist for analytical cross sectional studies

Author : Wirnitzer et al.

Year : 2022

	Yes	No	Unclear	Not applicable
<p>21. Were the criteria for inclusion in the sample clearly defined ?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les critères d'inclusion et d'exclusion ont été décrits dans le paragraphe « matériel et méthodes ». - Un critère d'inclusion est peu clair « being active in running-related physical activities. (107)» 	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>22. Were the study subjects and the setting described in detail?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le contexte a été décrit brièvement, les auteurs renvoient rapidement à la méthodologie de l'étude primaire NURMI (étape 1) pour davantage de détails. - La classification des sujets est bien décrite (selon les sous-groupes alimentaires et les distances de course). - « In addition, 622 highly motivated runners that had not successfully finished at least a half-marathon race before but instead competed in shorter distances (<21 km, mainly 5 km, 8 km, and 10 km) provided accurate and high-quality data. To avoid a permanent data loss of the shorter than half-marathon distance runners, those who met all inclusion criteria were pooled together as an additional race distance subgroup. » (107) : sur quelle base les auteurs ont défini le niveau de motivation et la qualité des données de ces 622 participants ? Justification peu claire - La figure 1 (diagramme de flux) renseigne clairement sur les étapes de l'étude - Le tableau 1 fournit de nombreuses informations sur les participants 	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>23. Was the exposure measured in a valid and reliable way?</p>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Non :

- Le questionnaire en ligne (données autodéclarées) pour relever les données alimentaires n'est pas référencé, pas d'information sur sa validité et fiabilité.
- Peu clair : « runners were asked to provide complementary data about [...] food intake of specific items, dietary (inclusive fluid) intake on race days (107) ». Ces données ont été relevées, mais n'apparaissent pas dans l'étude.
- La définition du végétarisme manque de précision : pas de consommation de viande ou de poisson sans spécifier que la consommation de produits laitiers et d'œufs est autorisée.

24. Were objective, standard criteria used for measurement of the condition ?

Non :

- Les informations concernant le régime alimentaire et l'activité physique ont été recueillies grâce à un questionnaire en ligne. Aucune information sur la validité du questionnaire n'est donnée.
- Pas de justification des cut-off pour la durée de min. 6 mois aux régimes alimentaires ni de la participation à au moins une épreuve de course de 5km au cours de ces deux dernières années. Critère d'inclusion peu clair et vague : « être actif dans les activités de courses à pied ».
- Les critères d'exclusion étaient clairs et justifiés selon des références fiables. Cependant, l'IMC a été utilisé comme seul critère pour définir le statut de santé des participants. Un athlète avec un IMC dans les normes peut toutefois être atteint de maladies. Un critère d'exclusion sur la base de la présence maladie pouvant affecter la performance aurait été pertinent.

25. Were confounding factors identified ?

« The present study did not take detailed confounders into account such as runner motives or training behaviors ». (107)

- Prise en compte dans les analyses du sexe et de l'IMC, mais pas d'autres potentiels facteurs confondants importants (p.ex. : utilisation de suppléments alimentaires, présence de carence, apports alimentaires...).

26. Were strategies to deal with confounding factors stated?

Pas clair :

- Les analyses de performances ont été stratifiées par sexe et l'IMC a été considéré comme un potentiel

facteur confondant, sans information sur la méthode utilisée dans la partie « méthode ». La partie « résultats » renseigne de manière peu claire qu'un modèle de régression linéaire a été utilisé pour prédire l'effet marginal de l'IMC et du type de régime alimentaire sur les performances des coureurs féminins et masculins sur les distances HM et M en fonction de la meilleure durée de course moyenne (minutes).

27. Were the outcomes measured in a valid and reliable way?

- Non, pas d'information sur la validité du questionnaire pour relever les outcomes, même après vérification dans l'étape 1 de l'étude NURMI.
- Données autodéclarées : risque élevé de biais d'information.

8. Was appropriate statistical analysis used ?

Oui :

- La normalité de la distribution des données a été explorée
- Les tests statistiques ont bien été choisis en fonction de la nature des variables et de l'indépendance des échantillons.

Overall appraisal : - (négatif), beaucoup de biais d'information.

JBI Critical Appraisal Checklist for analytical cross sectional studies

Author : Krøl et al.

Year : 2020

	Yes	No	Unclear	Not applicable
28. Were the criteria for inclusion in the sample clearly defined ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Les critères d'inclusion et d'exclusion sont décrits dans le paragraphe 2.1. Ils sont relativement clairs et complets même si certains manquent de précision :

- Exclusion : prise de médicaments régulièrement : assez vague (par exemple la pilule contraceptive est un médicament prit tous les jours, cela a-t-il conduit à l'exclusion ?)
- Régime végétalien : pas de cut-off pour la durée

Des critères ont été sélectionnés pour le niveau d'entraînement, pour le régime, l'âge, l'état de santé, la médication.

Pas de critère sur la base du sexe des participants.

29. Were the study subjects and the setting described in detail?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
---	--------------------------	-------------------------------------	--------------------------	--------------------------

Non, pas pour les participants :

- Pas d'information sur le sexe des participants, leur ethnologie, leur niveau socio-économique. Après correspondance avec les auteurs, les participants étaient tous des hommes.
- L'âge, les données anthropométriques et le niveau d'entraînement sont bien décrits.

Le setting est assez bien décrit (lieu de recrutement, procédures).

La décision de répondre « non » à ce critère a été prise, car le sexe n'était pas précisé alors que c'est une variable indispensable.

30. Was the exposure measured in a valid and reliable way?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
---	-------------------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

- Une enquête diététique a été menée et un journal alimentaire a été rempli pour vérifier les déclarations du régime végétalien. Le carnet alimentaire de 4 jours a été analysé par une diététicienne.

- Aucun détail n'a été fourni sur l'enquête diététique (bilan avec une diététicienne, questionnaire ?)

31. Were objective, standard criteria used for measurement of the condition ?

Non :

- Le cut-off du critère d'inclusion « avoir terminé au moins une course de 10km » n'est pas justifié ni clair : pourquoi 10km ? Avoir terminé cette distance au moins une fois dans l'année ? Ou au moins une fois dans la vie des participants ? Absence de notion temporelle.
- De même, pas de justification pour la fréquence d'entraînement de 3 fois par semaine minimum. Un participant pourrait faire 20 minutes ou 2h de course trois fois par semaine, les auteurs ne semblent pas faire de distinction dans les critères d'inclusion. La table 1 fournit le détail du temps de pratique par semaine.
- Pas de définition du régime végétarien.
- Type de médication non précisée
- La classification utilisée par les auteurs pour les maladies cardiovasculaire et respiratoire n'est pas spécifiée (p.ex. : CIM-10, maladies citées aux chapitres 9 et 10 exclus).

32. Were confounding factors identified ?

Aucun facteur confondant n'a été identifié par les auteurs.

33. Were strategies to deal with confounding factors stated?

Non, étant donné qu'aucun facteur n'a été identifié, le paragraphe des analyses statistiques ne fournit pas davantage d'information à ce sujet.

34. Were the outcomes measured in a valid and reliable way?

Pas d'information sur les sujets suivants :

- Le protocole utilisé pour mesurer les plis cutanés : quels plis ont été mesurés, par qui, comment ...
- BIA (composition corporelle) : la machine et le programme avec les équations utilisés
- La validité et la fiabilité des tests physiques utilisés. Ils semblent l'être au regard des références

utilisées, mais les auteurs ne le citent pas clairement.

8. Was appropriate statistical analysis used ?



- La normalité des variables a été explorée
- Tous les tests utilisés selon la nature des variables et la dépendance des échantillons sont corrects.

Overall appraisal: - (négatif)

JBI Critical Appraisal Checklist for analytical cross sectional studies

Author : Nebl et al.

Year : 2019

	Yes	No	Unclear	Not applicable
<p>35. Were the criteria for inclusion in the sample clearly defined ?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les critères d'inclusion et d'exclusion sont décrits clairement au paragraphe « participants » de l'étude. - Un critère a été utilisé pour l'utilisation de suppléments alimentaires : « The use of dietary supplements in physiological doses did not lead to exclusion, except performance-enhancing substances (e.g. creatine). » (18) <p>La créatine n'est cependant pas utilisée chez les coureurs. Trop peu d'information est fournie quant à la nature des compléments alimentaires autorisés. Les résultats concernant les performances et les apports alimentaires peuvent être affectés.</p>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>36. Were the study subjects and the setting described in detail?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les participants sont bien décrits, notamment dans le tableau 1 : âge, sexe, IMC, durée du régime, niveau d'entraînement, composition corporelle par sous-catégorie de régime végétane, végétarien et omnivore. - Pas de description du niveau socio-économique, comme dans toutes les études. - Le setting est bien décrit : lieu, outils et période de recrutement 	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>37. Was the exposure measured in a valid and reliable way?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un questionnaire a été utilisé pour catégoriser les participants selon les régimes alimentaires. Le questionnaire n'a pas de référence, pas d'information sur sa validité et fiabilité. - Les participants ont été classés dans les sous-groupes alimentaires à l'aide de définition précise du végétarisme, du véganisme et du régime omnivore. Les définitions sont justes, mais pas référencées. 	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

38. Were objective, standard criteria used for measurement of the condition ?

- Critères d'inclusion : pas de justifications des cut-off pour la durée du régime de minimum 6 mois, de l'IMC entre 18,5 et 25 kg/m² et de la régularité de l'entraînement (2-5 fois par semaine).
- Les maladies qui ont conduit à l'exclusion étaient documentées, mais sans référence, par exemple, à des codes de la CIM-10 par exemple.

39. Were confounding factors identified ?

- L'influence saisonnière, âge, sexe, la fréquence d'entraînement, le temps de course et la distance
- L'utilisation de compléments alimentaire à des doses physiologiques étant autorisées, il aurait été pertinent de d'en tenir compte dans les analyses des apports de B12 par exemple.
- Pas de prise en compte d'éventuelle carence alimentaire.

40. Were strategies to deal with confounding factors stated?

Oui, avec ceux qu'ils avaient identifiés :

- L'influence saisonnière : recrutement par lot de mai à décembre 2017.
- Appariement des participants selon l'âge et le sexe.
- Vérification statistique de l'association entre un outcome (PmaxBW) et la fréquence d'entraînement, le temps de course et la distance.

41. Were the outcomes measured in a valid and reliable way?

- Le poids a été mesuré selon un protocole standard et l'outil utilisé est cité.
- Un rappel de 24h a été réalisé par du personnel qualifié (diététicien.ne ?). Le rappel de 24h permet d'évaluer de manière détaillée la consommation ainsi que les habitudes alimentaires (mais moins représentatif des habitudes que le carnet alimentaire). L'outil pour analyser les apports alimentaires est largement connu et utilisé en recherche (PRODI). La table de composition nutritionnelle n'est cependant pas citée.
- La composition corporelle a été mesurée avec une BIA (Nutriguard) validée et fiable. Le logiciel pour les calculs de masse musculaire, maigre et d'eau

corporelle est cité, mais sa validité n'est pas renseignée. Le protocole semble correct, mais sans référence. La BIA a été réalisée par un.e diététicien.ne

Non car :

- Les auteurs ne spécifient pas si les mesures des outomes primaire et secondaires ont été faites selon un protocole valide et fiable (pas de référence). L'examineur est non renseigné.

8. Was appropriate statistical analysis used ?



Oui :

- La normalité des distributions a été explorée
- Pour les données normalement distribuées, l'ANOVA a été réalisée pour les différences entre les 3 groupes alimentaires. Un test non paramétrique a été réalisé pour les données asymétriques
- Test post hoc de Bonferroni a été réalisé.
- Manque de précision sur le chi carré (pour les variables catégorielles, test non-paramétrique)
- Les tests utilisés pour les analyses de corrélations sont corrects.
- Le véganisme, le végétarisme et le régime omnivore ont été analysés séparément

Overall appraisal : - (négatif)

JBI Critical Appraisal Checklist for analytical cross sectional studies

Author : Lynch et al.

Year : 2016

	Yes	No	Unclear	Not applicable
<p>42. Were the criteria for inclusion in the sample clearly defined ?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le paragraphe « recrutement et participants » donne quelques informations sur l'inclusion : des hommes et des femmes en bonne santé, dans une tranche d'âge de 21 à 58 ans. Les participants étaient exclus en cas de maladie chronique. Les critères d'inclusions ne sont cependant pas énoncés dans le texte en tant que tel et sont dispersés dans le paragraphe, peu clair. - Aucun autre critère d'inclusion clair pour le niveau d'entraînement, le type de végétarisme 	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>43. Were the study subjects and the setting described in detail?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le setting a été relativement bien décrit : lieu, période et outils de recrutement ont été clairement expliqués. - Les sujets sont bien décrits, notamment dans le tableau 1. Cependant, dans le tableau 1, les participants végétariens et végétariens ont été regroupés et analysés dans 1 seul régime « végétarien ». - Pas d'information sur les habitudes d'entraînement des participants. 	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>44. Was the exposure measured in a valid and reliable way?</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Pas clair :

- Remplissage d'un carnet alimentaire sur 7j puis analyse avec un programme : Food Processor SQL Nutrition and Fitness Software by ESHA Research, Inc, USA. Le carnet alimentaire sur 7j permet d'obtenir un bon aperçu des habitudes alimentaires durant la semaine et les weekends.
- Les auteurs ne donnent cependant pas d'information sur l'examineur des carnets alimentaires (diététicien.ne ?) ni sur la table de composition

nutritionnelle utilisée. Cependant, après des recherches sur le programme Food Processor, celui-ci s'adresse aux diététicien.nes pour la recherche en nutrition aux États-Unis, avec notamment la table de composition « Food and Nutrient Database for Dietary Studies (FNDDS), the latest USDA Standard Reference database, manufacturer's data, USDA FoodData Central Brands, and more.» (179)

- « Fifty-seven out of seventy participants returned completed food logs, all of which were used in dietary analysis using Food Processor » : manque de clarté sur le traitement des données manquantes, est-ce que les carnets incomplets ont aussi été inclus dans l'analyse ?
- « Unclear » a été sélectionné, car des informations importantes n'apparaissent pas dans le texte sur la validité de l'outil utilisé, les compétences de l'examineur et la gestion des données manquantes.

45. Were objective, standard criteria used for measurement of the condition ?

Non :

- Pas de définition des régimes végétariens, véganes et omnivores
- « However, answers to diet questions indicated that eight of the vegetarians ate meat on occasion, and these subjects were reclassified as omnivore » (133): pas d'information sur le questionnaire utilisé.
- De même, pas d'information sur le questionnaire sur le niveau de santé.
- « Participants completed a health history questionnaire and were excluded if they had any chronic disease. » (133) : quelles maladies chroniques ont conduit à l'exclusion ?
- Pas de définition du terme « athlète ».

46. Were confounding factors identified ?

- Aucun facteur confondant n'a été pris en compte par les auteurs dans les analyses.
- Dans la conclusion, il est mentionné « Certainly many factors affect an athlete's sports performance, and there is no dietary substitute for quality training. » (133)

47. Were strategies to deal with confounding factors stated?

Non étant donné qu'aucun facteur n'a été identifié. Les auteurs indiquent dans paragraphe des analyses statistiques que les données alimentaires ont été analysées en tenant compte du sexe.

48. Were the outcomes measured in a valid and reliable way?

- Le protocole pour les pesées est bien décrit (outil et procédure)
- Composition corporelle par DEXA (gold standard)
- Les auteurs n'ont pas pris en compte la prise de suppléments dans les apports alimentaires.
- Pas de prise en compte de potentielle carence en vitamine B12 notamment
- Le protocole de Bruce pour mesurer la VO₂ max est valide et fiable
- Pas d'information concernant les évaluateurs des tests physiques
- Pas d'information sur la position des participants sur le dynamomètre isocinétique HumacNorm

8. Was appropriate statistical analysis used ?

- La puissance de l'échantillon a été tirée de l'étude de Hanne et al. et non atteinte
- La normalité des données a été vérifiée
- Les outliers ont été supprimés avant l'analyse
- Les auteurs n'ont pas précisé que la distribution des données pour les caractéristiques des participants était normale (utilisation de l'ANOVA et du t-test post-hoc).
- Peu de détail sur l'analyse de modèle linéaire « général ».
- Analyse des végétariens et des véganes ensemble dans un seul groupe « végétarien ».

Overall appraisal: - (négatif)

JBI Critical Appraisal Checklist for analytical cross sectional studies

Author : Hanne et al.

Year : 1986

	Yes	No	Unclear	Not applicable
49. Were the criteria for inclusion in the sample clearly defined ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Les critères d'inclusion et d'exclusion ne faisaient pas l'objet d'un paragraphe structuré. Les informations sont divisées entre « l'introduction » et les sujets, ce qui rend difficile la compréhension.

Les auteurs ne semblent pas avoir fixé eux-mêmes un critère d'inclusion sur la durée du régime. Ce sont les participants à l'étude qui avaient tous un régime depuis plus de 2 ans, pas clair.

Les sujets sont des athlètes en santé, sans antécédent de maladie « significative ». Qu'est-ce que les auteurs entendent par maladie significative ? Manque de définition. Peu de critères d'inclusion sur le niveau minimum ou le type d'activité physique par exemple.

50. Were the study subjects and the setting described in detail?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
---	--------------------------	-------------------------------------	--------------------------	--------------------------

Les auteurs disent mentionnent dans l'introduction la définition du végétarisme, incluant le lacto-végétarisme et les « purs végétariens » (ancienne définition du véganisme). Dans le reste de l'étude jusqu'aux résultats, aucune différence n'est faite entre ces sous-groupes, tous semblent inclus dans le végétarisme, mais ce n'est pas clair. Peu d'information sur l'origine, le lieu ou la manière dont les participants ont été recrutés.

Les sujets sont davantage décrits dans la partie « résultats ».

Le niveau d'activité physique des sujets n'est pas décrit suffisamment en détail : « les sujets ont défini leurs niveaux d'activité physique comme modéré à intense, avec des séances de 5-8h/semaine en plus des compétitions ». Peu clair, pas de fréquence d'entraînement, pas de détails par sous-groupes (sont-ils comparables ?), quel est le nombre de compétitions par mois ?

51. Was the exposure measured in a valid and reliable way?

Non. Les auteurs ne fournissent pas d'information sur la manière dont les participants ont déclaré le régime puis comment ils ont été classés dans les catégories de régimes. Ils ne semblent pas avoir utilisé de carnet alimentaire, de rappel de 24h ou de FFQ pour vérifier les déclarations.

52. Were objective, standard criteria used for measurement of the condition ?

Non :

- Les auteurs ne fournissent pas d'informations claires sur les critères de classement des participants selon leur régime
- Pas d'information précise l'état de santé : « pas de maladie significative dans le passé », a quels diagnostics se réfèrent les maladies significatives ?
- Pas de définition précise d'un athlète, de quelle manière ont-ils inclus les participants ?

Les deux groupes de régimes ont été matchés pour l'âge, le sexe, la taille du corps et le type d'activité physique.

53. Were confounding factors identified ?

Non, pas de manière claire. Pas de limite énoncée dans la discussion.

Les auteurs ont relevé le statut de fumeur qui pourrait être un facteur confondant pour la fonction pulmonaire étudiée, mais Hanne et al. ne l'ont pas exprimé ainsi.

L'alimentation de manière générale (apports énergétiques, protéiques, lipidiques, etc) n'a pas été relevée.

54. Were strategies to deal with confounding factors stated?

Non.

55. Were the outcomes measured in a valid and reliable way?

- Pas de justification du choix des éléments sanguins analysés
- Les participants ont rempli un questionnaire sur leur état de santé, leur style de vie, leur blessures liées au sport et les raisons d'adoption du régime plant-based.

Les auteurs ne fournissent pas le nom du questionnaire ni de référence ni la preuve qu'il est valide et fiable.

- Le test de stress sur vélo ergomètre est bien décrit, mais la méthode n'est pas « justifiée ». Les jeunes hommes ont procédé au test à des niveaux d'intensité différents que les femmes et les hommes plus âgés. La manière dont ils ont catégorisé les âges n'est pas décrite. Les auteurs ne mentionnent pas la validité et fiabilité du test chez les athlètes, de même pour tous les autres tests utilisés. Par exemple, le test de Wingate est fiable et valide (180) pour la population étudiée, mais les auteurs ne le mentionnent pas.
- Les plis cutanés sont bien utilisés pour mesurer la masse grasse, mais ne sont pas le gold standard pour mesurer la composition corporelle (DEXA ou BIA éventuellement pour obtenir la masse maigre). De plus, le type de pli cutané utilisé (4 différents existent) et le protocole ne sont pas spécifiés.
- Aucune information n'est donnée sur les évaluateurs des tests physiques, des plis cutanés, de l'examen médical, sont-ils experts ?

8. Was appropriate statistical analysis used ?

- Non, car toutes les déclinaisons du végétarisme sont incluses dans « végétarien » et sont analysées ensemble.
- Les analyses statistiques sont peu décrites. La phrase « statistical analysis employed Student's t test for measurable parameters and chi square for other » n'est pas claire, que signifie « les paramètres mesurables ? »
- L'examen de la normalité des variables n'a pas été décrit.

Overall appraisal: - (négatif)

13.4 Annexe 4 : Article de vulgarisation scientifique

Régimes plant-based et performances sportives

L'alimentation étant un facteur influençant les performances sportives, les régimes plant-based gagnent en popularité chez les athlètes. Actuellement, il existe un manque de connaissances issues de la littérature scientifique concernant l'impact de ces régimes sur la performance athlétique. Ce travail de master avait pour but de contribuer à combler cette lacune.

Contexte

Les athlètes accordent un intérêt grandissant aux régimes plant-based, en particulier le végétarisme et le véganisme (24). Environ 8 % des athlètes internationaux suivent un régime végétarien et 1 % sont végétaliens (7). Dans cet article, les régimes « plant-based » désignent les principales déclinaisons du végétarisme et les aliments supprimés sont présentés à la figure 4.

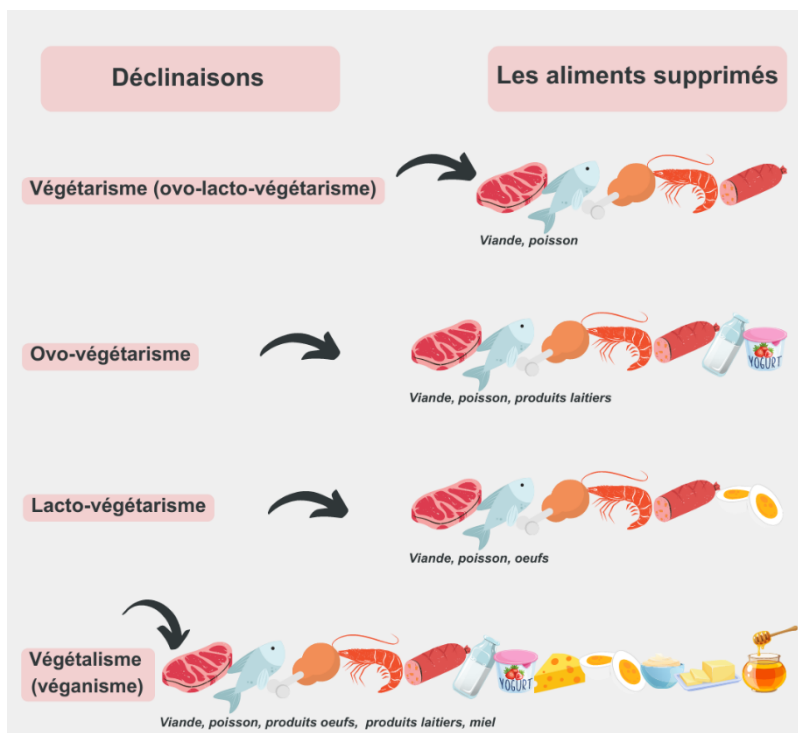


Figure 4 : Déclinaisons du végétarisme et les aliments supprimés

Les facteurs pouvant contribuer à une amélioration sont :

- Un apport glucidique plus élevé lors d'un régime végétarien répondrait particulièrement bien aux besoins des athlètes d'endurance par exemple (11). Dans la population générale, l'apport en glucides des végétaliens varie de 50 à 65 % de l'apport énergétique total (AET) et celui des lacto-ovo-végétariens de 50 à 55 %, contre ≤ 50 % pour les omnivores (32).

- Un régime riche en produits végétaux pourrait réduire la viscosité sanguine, ce qui améliorerait l'oxygénation des tissus et donc potentiellement les performances sportives (8).
- Cette alimentation serait associée à un effet favorable sur le système immunitaire alors que les athlètes de haut niveau ont souvent une incidence accrue d'infections, notamment des voies respiratoires supérieures (9).
- Une alimentation riche en antioxydants et en phytochimiques pourrait atténuer le stress oxydatif induit par l'exercice chez les athlètes (33).

Les régimes plant-based pourraient cependant entraver les performances sportives en raison de la diminution de la quantité et de la qualité des protéines (valeur biologique), un AET insuffisant, un risque d'inconfort digestif lié à une quantité importante de fibres alimentaires et le risque de carences nutritionnelles (telles qu'en vitamine B12, fer, calcium, certains acides aminés) (13).

Pour tenter de synthétiser ces connaissances, Craddock et al. ont réalisé une revue systématique sur le sujet en 2016 (20). Leur conclusion était que les performances ne semblaient pas être améliorées ni péjorées par un régime plant-based. Ils n'ont cependant pas sélectionné une population d'athlètes en particulier, incluant des sportifs de tous niveaux, y compris des personnes sédentaires avant leur participation à l'étude. La qualité des études incluses n'a pas été évaluée. C'est pourquoi nous avons réalisé une revue systématique concernant l'influence des régimes plant-based sur les performances des athlètes, c'est-à-dire que nous avons mené « une démarche scientifique rigoureuse constituée de plusieurs étapes bien définies, incluant une recherche de littérature systématique, une évaluation de la qualité de chaque étude considérée et une synthèse, quantifiée ou narrative, des résultats obtenus » (181).

Importance du thème pour la profession de diététicien.nes

La pratique des régimes plant-based dans le sport est un sujet d'actualité comme le montre le succès du film « The Game Changer » (sorti en 2019 sur Netflix), vantant les mérites d'un régime plant-based sur les performances sportives (182). La Société suisse de Nutrition (SSN) souligne que la prévalence du régime végétarien dans la population générale en Suisse ne cesse d'augmenter. Par ailleurs, le nombre d'Américains suivant un régime végétalien a augmenté de 600 % de 2014 à 2018 (2).

L'absence de recommandation portant spécifiquement sur l'alimentation plant-based chez les athlètes et leur influence sur les performances ainsi que la confusion des résultats dans la littérature primaire rend difficile la pratique basée sur les preuves (20).

Une étude a montré que certains choix et comportements alimentaires des sportifs ne reposent pas nécessairement sur des preuves scientifiques (23). Une autre étude a montré que 65% des athlètes ont utilisé les réseaux sociaux à des fins nutritionnelles au cours des 12 derniers mois (26). Les

athlètes faisant partie de leur patientèle, le rôle des diététicien.nes est alors de promouvoir des messages nutritionnels et les pratiques basés sur les preuves.

Résultats de la revue systématique et discussion

Les résultats principaux de notre revue systématique sont résumés dans la figure 5.

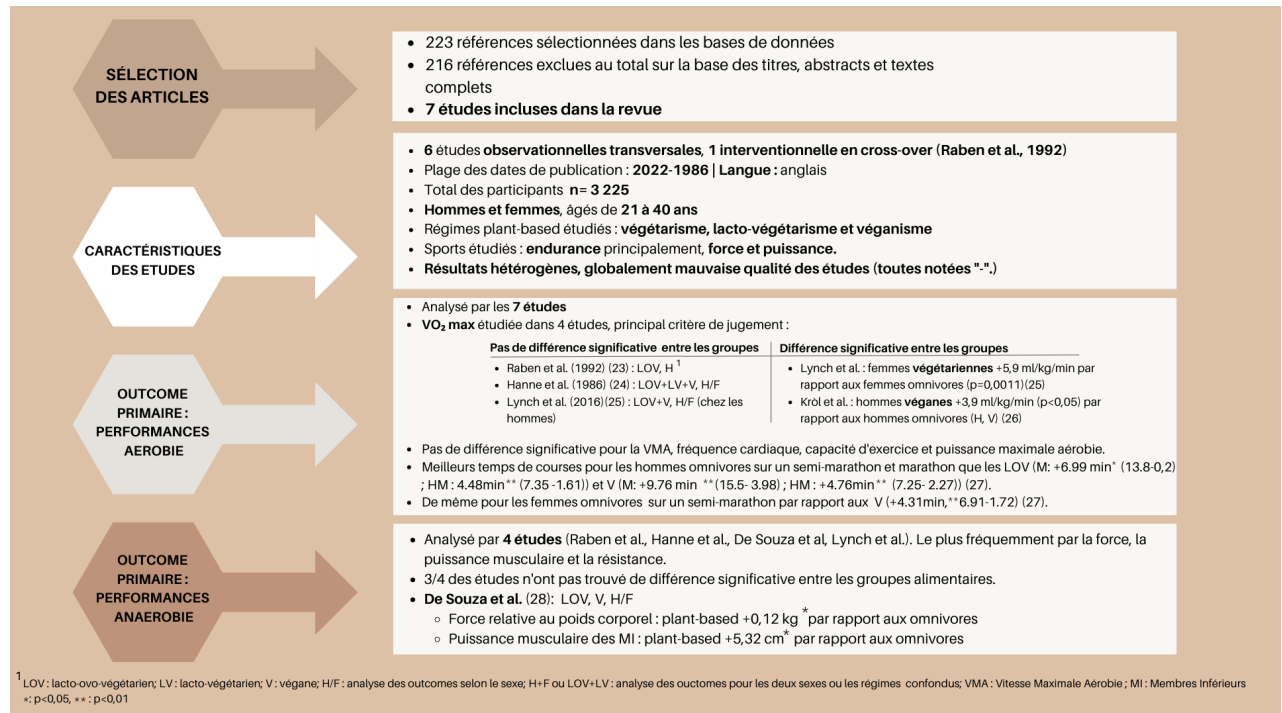


Figure 5 : Résumé des résultats de la revue systématique

Les activités aérobies sont des exercices de longue durée et l'intensité modérée, comme l'endurance (p.ex. : course à pied, cyclisme, etc.) (183). Les activités anaérobies sont plus intenses et de courtes durées font référence aux sports de force et de résistance (p.ex. : sprint, musculation...). L'outcome primaire était donc la performance sportive (aérobie et anaérobie).

La VO₂ max était l'indicateur le plus utilisé (dans 4 études sur 7) (125,127,129,132) pour évaluer la performance aérobie. Sur ces 4 études, deux n'ont trouvé aucune différence entre les régimes plant-based et omnivores (125,132) et deux une VO₂max supérieure chez les participants du groupe plant-based (127,129). Toutefois on ne peut attribuer cette différence au seul type de régime, car les groupes étaient différents en termes de caractéristiques impactant les performances aérobies particulièrement le niveau d'entraînement et la composition corporelle. Pour ces deux études, l'apport en glucides supérieur dans les groupes de régimes plant-based semblait influencer positivement la VO₂ max. Ce résultat tend à être confirmé par d'autres publications (137) (17).

Les études (n=6) ayant analysé d'autres indicateurs de la performance aérobie que la VO₂ max (VMA, FC, capacité d'exercice, puissance maximale aérobie) montrent des résultats similaires, avec aucune différence significative entre les régimes (107,125,126,129,133). L'étude ayant montré de

meilleurs temps de course au semi-marathon et marathon chez les omnivores par rapport aux végétariens et véganes comportait de trop nombreux biais pour que l'effet soit uniquement dû aux régimes.

Le manque de données sur les sports de force rend difficile toute conclusion. En effet, seules 3 études ont inclus des tests anaérobies et n'ont observé aucune différence entre les groupes alimentaires, similairement à la large revue de Craddock et al. (2016) (20). Seule l'étude de De Souza et al. (2022) a trouvé que le groupe d'athlètes pratiquant un régime plant-based avait une puissance musculaire explosive des membres inférieurs plus importante que les omnivores (126). Les apports en glucides étaient cependant plus élevés dans le groupe plant-based que dans le groupe omnivore. L'ingestion de glucides, notamment durant les séances d'entraînement semble exercer une influence positive sur les performances anaérobies (149), (150) et le fait que le reste de l'alimentation soit plant-based ou omnivore apparaît comme secondaire.

De manière générale, les études incluses dans cette revue ont été jugées de mauvaise qualité, en raison de leur conception non exempte de biais, de la durée d'étude, des méthodes d'évaluation des régimes alimentaires et de la performance physique. L'ensemble de ces critères a été évalué et pris en compte dans la discussion du travail de master.

Ce que les résultats impliquent pour la pratique diététique clinique

À court terme, le végétarisme, le véganisme et le lacto-végétarisme ne semblent pas affecter les performances physiques. Le régime plant-based doit être réalisé de manière à répondre aux besoins énergétiques, macro- et micronutriments de l'organisme sans entraver les performances et la récupération (66). Un régime alimentaire plant-based adéquat peut contenir des apports élevés en fruits, légumes, grains entiers, légumineuses, noix, fibres, composés phytochimiques et antioxydants tout comme des produits ultra-transformés pour remplacer la viande (66). Une évaluation nutritionnelle complète, suivant le processus de soins en nutrition (PSN) est essentielle pour vérifier que les apports (y compris les compléments alimentaires utilisés à des fins médicales ou sportives) couvrent l'ensemble des besoins d'un individu.

Selon l'hypothèse que les glucides impacteraient potentiellement la VO_2max , il serait judicieux d'attirer l'attention des athlètes omnivores sur l'importance d'en consommer suffisamment (174). Les recommandations en glucides varient de 6 à 10 g/kg de poids corporel pour les athlètes d'élite, en fonction du sexe, du niveau d'entraînement, de la dépense énergétique, du type d'activité et de l'environnement (traduction libre) (175).

Pour les athlètes décidant d'adopter un régime plant-based, « il est recommandé de collaborer avec un.e spécialiste de la nutrition spécialisée en alimentation végétarienne et sportive » (176). Une

alimentation plant-based chez les athlètes ayant d'autres besoins nutritionnels spécifiques comme les femmes enceintes ou les adolescents constitue une contrainte additionnelle et n'est pas recommandé (13).

Hes·SO



Master of Science conjoint HES-SO - UNIL
en Sciences de la santé
Orientations Nutrition et diététique et Physiothérapie

**L'INFLUENCE DES RÉGIMES « PLANT-
BASED » SUR LES PERFORMANCES
DES ATHLÈTES : UNE REVUE
SYSTÉMATIQUE**

Céline Pabion

Héloïse Vion

Sous la direction de
PhD Maaïke Kruseman, Diététicienne
MK-Nutrition, Carouge-Genève

Sous la codirection de
PhD Anne-Violette Bruyneel, Physiothérapeute
Haute Ecole de Santé de Genève

Lausanne, HES-SO Master, 2022



Table des matières

Liste des tableaux	4
Liste des figures	5
1 Informations administratives	2
1.1 Enregistrement	2
1.2 Auteurs	2
1.3 Contribution.....	2
1.4 Soutien financier	2
1.5 Sponsor.....	3
2 Introduction	4
3 Recension des écrits	6
3.1 Définitions des régimes plant-based et omnivores	6
3.2 Prévalence de la pratique des régimes plant-based	7
3.3 La popularité des régimes plant-based dans le sport	7
3.4 Comment définir un athlète ?	8
3.5 Les caractéristiques de l'activité physique.....	9
3.6 Les types d'exercices physiques	9
3.7 La nutrition du sport.....	11
3.7.1 Les principes de base.....	11
3.7.2 Le métabolisme énergétique.....	13
3.7.3 L'hydratation.....	14
3.7.4 Les compléments nutritionnels pour sportifs	14
3.8 Facteurs influençant la performance sportive	15
3.9 Lien entre les régimes plant-based et les performances sportives.....	21
3.10 Évaluer la performance sportive.....	22
3.10.1 Évaluation de la performance d'endurance.....	22
3.10.2 Évaluation de la performance de force.....	23
3.10.3 Évaluation de la souplesse	24
3.10.4 Évaluation de l'intensité de l'activité physique	24
3.10.5 Biomarqueurs de la performance sportive	25
4 Méthodologie	26
4.1 Protocole et enregistrement.....	26
4.2 Critères d'éligibilité	26
4.2.1 Critères d'inclusion	26
4.2.2 Critères d'exclusion	27
4.3 Sources d'informations.....	27
4.4 Stratégie de recherche.....	28

4.4.1	Mots clés.....	28
4.4.2	Processus de stratégie de recherche.....	28
4.5	Sélection des études.....	28
4.5.1	Nombre d'évaluateurs.....	28
4.5.2	Processus de sélection.....	28
4.6	Extraction des données	29
4.6.1	Données récoltées.....	29
4.6.2	Standardisation de l'extraction des données.....	33
4.7	Évaluation de la qualité des études.....	33
4.7.1	Choix de l'outil.....	33
4.7.2	Processus d'évaluation des articles.....	33
4.8	Méthode de synthèse des données.....	34
5	<i>Bibliographie</i>	35
6	<i>Annexes</i>	41
6.1	Annexe 1 : Équations de recherche	41
6.2	Annexe 2: Grille d'analyse critique pour les études de cohorte.....	42
6.3	Annexe 3 : Grille d'analyse critique pour les études cas-témoin.....	47
6.4	Annexe 4 : Grille d'analyse critique pour les études transversales	52
6.5	Annexe 5 :Grille d'analyse critique pour les RCT	57

Liste des tableaux

Tableau 1 : Définition des catégories de végétarisme	6
Tableau 2 : Facteurs influençant les performances physiques et leurs mécanismes	16
Tableau 3 : Liste des variables pour l'extraction de données	30
Tableau 4 : Liste non exhaustive de mesures de la performance aérobie et anaérobie	31
Tableau 5 : Equation de recherche Pubmed	41
Tableau 6 : Equation de recherche Cinahl	41
Tableau 7 : Equation de recherche Embase	41

Liste des figures

Figure 1 : Classement des sports de l'ACSM (2015)	11
Figure 2 : Approche globale de l'analyse des biomarqueurs	25

Liste des abréviations

UNIL : Université de Lausanne

AP : Activité Physique

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

LDL-c : Lipoprotéine de basse densité

AND : Academy of Nutrition and Dietetics

DGE : société allemande de nutrition

TCA : Trouble des Conduites Alimentaires

AHA : American Heart Association

HAS : Haute Autorité de Santé

METS : Metabolic Equivalent Task

ACSM : American College of Sport Medicine

ATP : Adénosine Triphosphate

VO₂ max : Consommation maximale d'oxygène

CIO : Comité International Olympique

RED-S : Relative Energy Deficiency in Sport

OSAV : Office Fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires

SSNS : Société Suisse de Nutrition du Sport

DEXA : Absorption biphotonique à rayons X

TDH : Trouble Déficit de l'Attention avec ou sans Hyperactivité

AET : Apport Energétique Total

OFSP : Office fédéral du sport

HEFSM : haute école fédérale de sport de Macolin

1-RM : One-repetition maximum

ROM : amplitude maximale de mouvement

RCT : Essais Comparatifs Randomisés

TM : Travail de Master

IMC : Indice de Masse Corporelle

PMA : Puissance Maximale Aérobie

VMA : Vitesse Maximale Aérobie

BPM : Battement Par Minute

RER : Rapport d'échange gazeux respiratoire

N : Newton

JBI : Joanna Briggs Institute

1 Informations administratives

1.1 Enregistrement

Conformément aux guidelines, ce protocole de revue systématique élaboré selon la check-list PRISMA 2015 (1) a été enregistré dans le registre international prospectif des revues systématiques (PROSPERO) le 14/11/2022 et a été mis à jour pour la dernière fois le 25/11/2022 (numéro d'enregistrement CRD4202237424) (1).

1.2 Auteurs

Correspondance auteurs : Céline Pabion¹ (celine.pabion@master.hes-so.ch), Héloïse Vion² (heloise.vion@master.hes-so.ch)

Affiliations des auteurs :

1 Filière Nutrition et Diététique, Haute École Spécialisée de Suisse Occidentale (HES-SO) et Université de Lausanne (UNIL), CH.

2 Filière Physiothérapie, Haute École Spécialisée de Suisse Occidentale (HES-SO) et Université de Lausanne (UNIL), CH.

1.3 Contribution

Rôles des auteurs : Pabion C : Supervision, Conceptualisation, Curation des données, Analyse formelle, Méthodologie, Rédaction - Préparation de la première ébauche, Investigation, Méthodologie, Validation, Rédaction - Révision et édition.

Vion H : Supervision, Conceptualisation, Curation des données, Analyse formelle, Méthodologie, Rédaction - Préparation de la première ébauche, Investigation, Méthodologie, Validation, Rédaction - Révision et édition.

PC et HV sont les garants. PC et HV ont rédigé le protocole, ont élaboré les critères de sélection, la stratégie de recherche et l'évaluation des risques de biais, l'extraction des données ainsi que la réalisation des analyses statistiques. PC a apporté l'expertise dans le domaine de la diététique et HV dans le domaine de la performance physique. Tous les auteurs ont lu, fourni des commentaires et approuvé le manuscrit final (1).

1.4 Soutien financier

Cette revue systématique n'a pas reçu de financement (1)

1.5 Sponsor

Cette revue systématique n'a pas été sponsorisée (1).

Mots clefs: plant-based diet, vegetarian diet, vegan, sport performance, physical performance, athlete, omnivorous.

2 Introduction

Les régimes « plant-based », dont les plus répandus sont le végétarisme et le végétalisme (ou véganisme), ne cessent de gagner en popularité (2). Le nombre d'Américains suivant un régime végétalien a augmenté de 600 % de 2014 à 2018 (3). En Suisse, environ 5% de la population est végétarienne (2015), chiffre en régulière augmentation (4). Concernant le végétalisme, la part de la population concernée est estimée à moins de 1%. « L'alimentation végétarienne couvre plusieurs modes alimentaires dans lesquels certaines denrées animales sont évitées (4) ». La forme de base, le lacto-ovo-végétarisme exclut la viande et le poisson. Le véganisme, plus qu'une alimentation, désigne un mode de vie. Les personnes véganes excluent toute denrée d'origine animale et aussi « l'utilisation d'autres produits comme la laine, la soie et le cuir (5) ». Ces modes alimentaires font opposition au régime omnivore, se composant d'aliments d'origine végétale et animale (6).

L'alimentation étant l'un des facteurs clefs d'une performance sportive optimale, la science et la pratique de la nutrition sportive se développent rapidement (7). Le marché mondial de la nutrition du sport devrait connaître une croissance annuelle de 8,5 % entre 2022 et 2030 (8).

Certaines données suggèrent qu'une stratégie possible d'amélioration des performances pourrait être d'adhérer à un régime sans viande riche en légumes et en fruits, tel qu'un régime végétarien (9). C'est pourquoi ce type de régimes a suscité l'intérêt des sportifs ces dernières décennies (10). Une étude portant sur les athlètes ayant participé aux jeux du Commonwealth de 2010, révèle que 13% ont déclaré éviter la viande rouge et 8% étaient végétariens (11).

Plusieurs hypothèses soutiennent le potentiel effet bénéfique d'un régime végétarien sur les performances, notamment d'endurance. Les athlètes d'endurance peuvent suivre un régime végétarien afin de répondre à leurs besoins accrus en glucides et de contribuer au contrôle du poids (12). Les athlètes de haut niveau ont souvent une incidence accrue d'infections, notamment des voies respiratoires supérieures (10). Or, un régime végétarien à long terme semblerait avoir un impact positif sur la fonction immunitaire (13).

Les régimes plant-based pourraient cependant aussi entraver les performances sportives en raison de la diminution de la qualité des protéines (valeur biologique), un apport énergétique total insuffisant, un risque d'inconfort digestif lié à une quantité importante de fibres alimentaires et le risque de carences nutritionnelles (telles qu'en vitamine B12, fer, calcium, certains acides aminés) (14). Ainsi, certaines études tendent à démontrer qu'un régime plant-based semble améliorer les performances (15–17), alors que d'autres soulignent l'absence d'effet (18–20).

Une seule revue systématique a été réalisée en 2016 par Craddock et al. (21) traitant de l'influence des régimes plant-based sur les performances sportives. La population étudiée regroupait des personnes sédentaires, actives physiquement, des sportifs récréatifs et des athlètes. Or, les athlètes

se différencient des personnes pratiquant 150 minutes minimum d'activité physique (AP) aérobie d'intensité modérée recommandée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (22). La société européenne de cardiologie définit un athlète comme un individu d'âge jeune ou adulte, amateur ou professionnel, qui pratique un entraînement physique régulier et participe à des compétitions officielles (traduction libre) (23).

Actuellement, les données issues de la littérature de synthèse portant uniquement sur les athlètes recherchant la performance manquent encore. Le but de cette revue est d'examiner les preuves concernant l'influence des régimes plant-based sur les performances des athlètes.

Les résultats de cette revue pourront ainsi contribuer à guider l'ensemble des professionnels de santé (p.ex. : diététiciens(nes) diplômé(e)s, médecins) susceptibles de conseiller les athlètes souhaitant adopter une alimentation plant-based. En effet, une étude récente (2021) a montré que certains choix et comportements alimentaires des sportifs ne reposent pas sur des preuves scientifiques (24).

3 Recension des écrits

À partir de la question de recherche, les concepts essentiels à la compréhension de ce travail ont été développés. Les termes végétalien ou végane sont utilisés sans distinction dans le document.

3.1 Définitions des régimes plant-based et omnivores

Les régimes « plant-based », dont les plus répandus sont le végétarisme et le végétalisme (ou véganisme), ne cessent de gagner en popularité (2). Le nombre d'Américains suivant un régime végétalien a augmenté de 600 % de 2014 à 2018 (3). Le marché des mets de remplacement de produits carnés à base de plantes a augmenté de 29 % aux États-Unis entre 2017 et 2019 (3). Le terme "plant-based" se différencie des régimes omnivores ou mixtes. Selon la définition, un omnivore désigne une espèce « dont le régime alimentaire se compose d'aliments d'origine végétale et animale » (6). Les régimes mixtes peuvent varier d'un pays à l'autre, dû à la divergence des cultures. On peut retrouver une alimentation à tendance cardioprotectrice autour du bassin méditerranéen, une alimentation occidentale riche en viande rouge, notamment en Amérique du Nord, ou encore un régime riche en aliments crus ou saumurés en Asie (25), (26).

L'alimentation végétarienne couvre plusieurs modes alimentaires dans lesquels certaines denrées animales sont évitées. Les principales formes de végétarisme sont illustrées dans le tableau 1 (27).

Tableau 1 : Définition des catégories de végétarisme

Définitions des catégories de végétarisme	
Catégories de végétarisme	Aliments supprimés
Ovo-lacto-végétarisme	- Viande - Poisson
Ovo-végétarisme	- Viande - Poisson - Produits laitiers
Lacto-végétarisme	- Viande - Poisson - Oeufs
Végétalisme (véganisme)	- Viande - Poisson - Produits laitiers - Oeufs - Miel

Le véganisme, plus qu'une alimentation, désigne un mode de vie. Les personnes véganes excluent aussi « l'utilisation d'autres produits d'origine animale, comme la laine, la soie et le cuir » (27). Le flexitarisme est une autre déclinaison du végétarisme : « seuls sont consommés des viandes ou des poissons soigneusement sélectionnés, en petite quantité et rarement, avec un régime ovo-lacto-végétarien le reste du temps (27). »

3.2 Prévalence de la pratique des régimes plant-based

Aujourd'hui plusieurs millions de végétariens sont recensés à travers le monde (3). Au niveau européen, le Royaume-Uni et l'Allemagne comptent respectivement 8% et 5,6% de la population déclarant avoir un régime plant-based (28). En Suisse, environ 5% de la population est végétarienne (2015), chiffre en régulière augmentation (27). Concernant le végétalisme, la part de la population concernée est estimée à moins de 1%. Une étude menée en France en 2021 a montré que sur 2,2% de personnes ayant un régime sans viande, seulement 0,3% sont végétaliens/véganes (29). Les raisons identifiées dans la littérature de l'adoption d'un régime plant-based sont listées ci-après par ordre décroissant d'occurrence : la santé personnelle, le traitement éthique des animaux, les préoccupations environnementales, la religion (bouddhisme, l'adventisme du septième jour), le dégoût ou la répugnance à manger de la chair, l'association avec le patriarcat (30), (31).

L'alimentation végétarienne est associée à un certain nombre de bénéfices pour la santé tels qu'une diminution des risques de cardiopathies ischémiques, de diabète de type 2, d'hypertension, d'obésité ainsi que de certains types de cancers (32). Une faible consommation de lipides saturés et une consommation élevée de légumes, de fruits, de grains entiers, de légumineuses, de produits à base de soja, de noix et de graines (riches en fibres, vitamines, minéraux, antioxydants et en composés phytochimiques), caractéristiques des régimes végétariens et végétaliens, sont associées à une production plus faible de cholestérol total, de cholestérol à lipoprotéines de basse densité (LDL-c) et à un meilleur contrôle glycémique (32). Dans sa prise de position, l'Academy of Nutrition and Dietetics (AND, l'association américaine des diététicien-ne-s) affirme qu'une alimentation plant-based serait adaptée à toutes les étapes de la vie (32). La société allemande de nutrition (DGE) et la société suisse de nutrition nuancent ces propos et ne recommandent pas une alimentation végétalienne aux groupes à risque tels que les nourrissons, enfants, adolescents, femmes enceinte et allaitante et personnes âgées (14,33). « Ces groupes de population ont des besoins nutritifs spécifiques. Le risque d'apport insuffisant en certaines substances nutritives est particulièrement important » (34).

3.3 La popularité des régimes plant-based dans le sport

Les régimes plant-based, surtout le végétarisme, ont suscité l'intérêt des sportifs ces dernières décennies pour ses nombreux potentiels effets bénéfiques sur la santé (22). Une étude portant sur les athlètes ayant participé aux jeux du Commonwealth de 2010, révèle que 13% des athlètes ont

déclaré éviter la viande rouge et 8% étaient végétariens (11). A titre d'exemple, les sportifs renommés suivants ont adoptés un régime plant-based : Scott Jurek (ultra-marathonien, végétarien), Carl Lewis (athlétisme, végétarien) ou encore Kyrie Irving (basketball, végétarien) (35).

Les athlètes d'endurance sont connus pour avoir des dépenses énergétiques élevées ainsi que des besoins en macro et micronutriments élevés (36). Heydenreich et al., ont montré une dépense énergétique de l'athlète masculin d'endurance d'environ 68.5 kcal/kg/j en moyenne durant la phase d'entraînement (37). La dépense énergétique de plusieurs comportements sédentaires courants en position couchée ou assise varie de 1,01 à 1,11 kcal/kg/h à l'état postprandial (38).

L'importance de l'équilibre énergétique adéquat dans cette population a abouti à la création de stratégies nutritionnelles bien planifiées (36). Les données actuelles suggèrent qu'une stratégie possible pourrait être d'adhérer à un régime sans viande riche en légumes et en fruits, tel qu'un régime végétarien. La culture de la consommation de produits carnés chez le sportif de force semble toutefois rester davantage ancrée (39).

Meyer et al. (2017) soulignent la possibilité pour les athlètes d'utiliser un régime végétarien ou végétarien pour masquer un trouble des conduites alimentaires (TCA) (40). Il n'y a cependant pas de preuves qu'un régime plant-based soit la cause d'un TCA (40).

3.4 Comment définir un athlète ?

Plusieurs organisations ont proposé de définir le terme « athlète », le distinguant ainsi des personnes pratiquant une AP. L'American Heart Association (AHA) définit un athlète comme « une personne qui participe à des sports d'équipe ou individuels organisés impliquant des compétitions et accorde une grande valeur à l'excellence et à la réussite, nécessitant une certaine forme d'entraînement systématique » (41). La Société Européenne de cardiologie définit un athlète comme « un individu jeune ou adulte, amateur ou professionnel, qui s'adonne à un entraînement physique régulier et participe à des compétitions officielles » (42). Araújo et Scharhag (2016) (43) ont proposé 4 critères devant être remplis pour définir un athlète : (i) s'entraîner dans des sports visant à améliorer son / sa performance ou ses résultats ; (ii) participer activement à des compétitions sportives ; (iii) être officiellement enregistré dans une fédération sportive locale, régionale ou nationale en tant que compétiteur; et (iv) avoir l'entraînement et la compétition sportive comme activité ou centre d'intérêt majeur, consacrant presque toujours plusieurs heures par jour à ces activités sportives (42). D'autres auteurs ont proposé de catégoriser les niveaux des athlètes par le volume d'exercice (heures/semaine) et le niveau de compétition. Par conséquent, les athlètes « d'élite » sont définis comme des individus qui font de l'exercice > 10 h/semaine et dont la performance athlétique a atteint le plus haut niveau de compétition, les athlètes « compétitifs » font de l'exercice > 6 h/semaine en mettant l'accent sur l'amélioration de la performance, les athlètes « récréatifs » font de l'exercice > 4 h/semaine pour les compétitions non réglementées, tandis qu'une personne active physiquement pratique > 2,5 h/semaine d'AP dans le but principal de maintenir sa

santé et sa forme physique (44). Campa et Coratella (2021) mentionne en effet qu'un athlète peut s'entraînant de manière récréative et présenter des capacités et une composition corporelle similaire à celle d'un athlète enregistré dans une fédération sportive (42). L'objectif commun des athlètes selon ces définitions semble être la recherche de la performance sportive.

Enfin, les athlètes peuvent être classifiés par groupe d'âge : jeunes athlètes (12-17 ans), athlètes adultes (18-35 ans) et athlètes master (35-60 ans) (45).

3.5 Les caractéristiques de l'activité physique

La Haute Autorité de Santé (HAS) explique que l'AP « peut être décrite par ses différentes caractéristiques (ou modalités) : la fréquence, l'intensité, le type, le temps, le volume et la progression, dont l'acronyme est FITT-VP » (46). L'intensité, le type d'AP et le volume sont détaillés dans d'autres sous-chapitres du cadre de référence.

- « La fréquence rend compte de la répétition des périodes ou sessions d'AP dans un espace de temps (en général, le nombre de sessions ou séances par semaine).
- L'intensité correspond au coût énergétique de l'activité considérée par unité de temps. Elle peut être mesurée en valeur absolue (Metabolic Equivalent Task, METs) ou en valeur relative par les réponses physiologiques qu'elle induit chez un individu (fréquence cardiaque, effort perçu)
- Le type de l'AP se réfère à ses effets physiologiques attendus en termes d'amélioration sur les différentes composantes de la condition physique : la capacité cardiorespiratoire (endurance aérobie), les aptitudes musculaires (force, endurance et puissance musculaire), la souplesse musculo-articulaire et les aptitudes neuromotrices (équilibre, allure, coordination).
- Le temps ou la durée exprime le temps pendant lequel l'AP est pratiquée. Elle correspond à la quantité de temps par session, en minutes ou heures, par jour ou par semaine. Le volume ou quantité d'AP correspond à la durée multipliée par l'intensité (la durée de l'AP est le temps des séances d'AP multiplié par leur fréquence). Le volume d'AP peut être utilisé pour estimer la dépense énergétique réelle d'un individu en METs/min/semaine ou kcal/semaine.
- La progression consiste en une augmentation de l'une des composantes du FITT, tolérée par l'individu » (46).

3.6 Les types d'exercices physiques

Il existe plusieurs types de catégorisation de l'AP (47). L'une d'entre elles caractérise l'activité en fonction du type de métabolisme musculaire (48). L'américain College of Sport Medicine (ACSM) définit l'exercice aérobie comme toute activité qui utilise de grands groupes musculaires, pouvant

être maintenue en continu et de nature rythmique (49). Les groupes musculaires activés dépendent du métabolisme aérobie pour extraire l'énergie sous forme d'adénosine triphosphate (ATP) des acides aminés, des glucides et des acides gras. La phosphorylation oxydative permet de retarder la production d'acide lactique (50). Le cyclisme, la randonnée, la course longue distance et la danse sont des exemples d'exercices aérobiques.

L'exercice anaérobie a été défini par l'ACSM comme une AP de très courte durée, alimentée par des sources d'énergie dans les muscles et indépendante de l'utilisation d'oxygène. L'ATP se forme alors via la glycolyse et la fermentation. Ce processus produit moins d'ATP qu'en situation d'aérobie et conduit à l'accumulation d'acide lactique. Selon Lacour et coll.1990, les athlètes les plus performants sont ceux qui produisent le plus de lactate (50). Ceci serait dû à la vitesse de resynthèse de l'ATP par la glycogénolyse qui serait davantage plus rapide que celle de la phosphorylation oxydative, pouvant être activée en quelques secondes (50). Les exercices considérés comme anaérobie comprennent le sprint, la musculation... (47)

L'exercice peut être également divisé en deux grands types : dynamique (isotonique) et statique (isométrique) (48). L'exercice dynamique implique des changements dans la longueur des muscles et le mouvement des articulations avec des contractions rythmiques qui développent une force intramusculaire relativement faible (48). L'exercice statique implique le développement d'une force intramusculaire relativement importante avec peu ou pas de changement dans la longueur des muscles ou le mouvement des articulations (48). La plupart des AP impliquent à la fois des composantes statiques et dynamiques (48). Généralement, les exercices statiques à haute intensité sont effectués en anaérobie, tandis que les exercices dynamiques à haute intensité d'une durée

supérieure à plusieurs minutes sont effectués en aérobie (48). Un classement des sports proposé par l'ACSM est présenté dans la figure 1 (51).

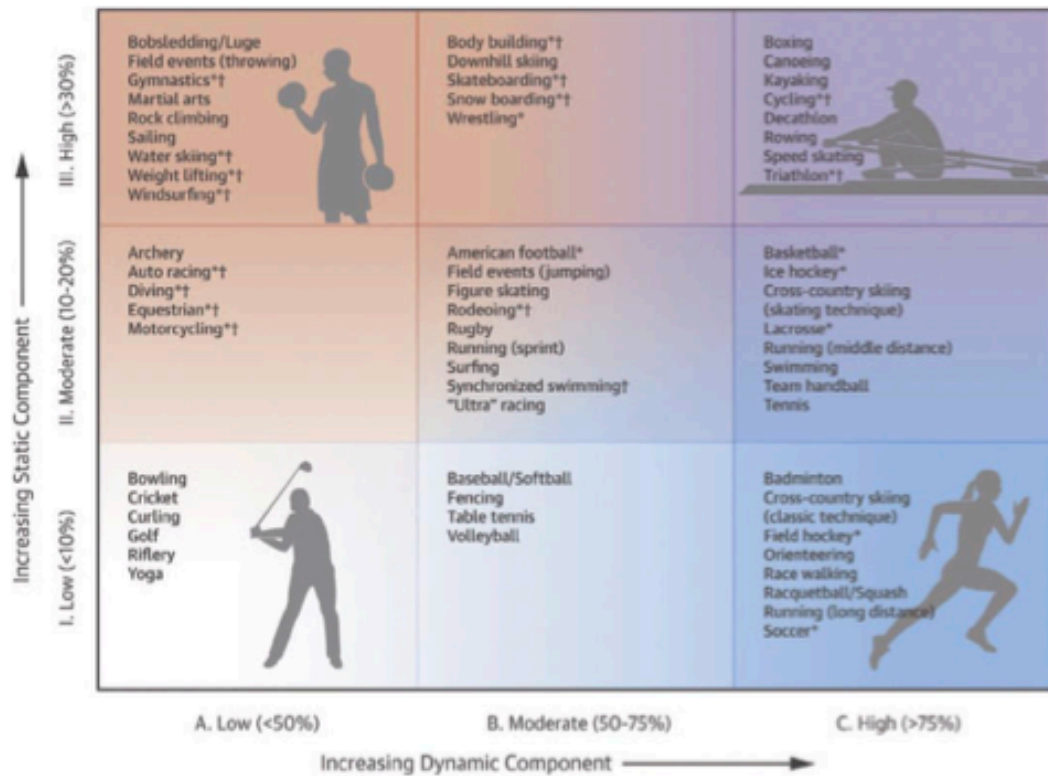


Figure 1 : Classement des sports de l'ACSM (2015)

Légende :

† : risque accru en cas de syncope.

La composante dynamique croissante est définie en termes de pourcentage estimé de consommation maximale d'oxygène (VO₂ max) atteint et entraîne une augmentation du débit cardiaque (51). La composante statique croissante est liée au pourcentage estimé de contraction volontaire maximale atteinte et entraîne une augmentation de la pression artérielle (51).

3.7 La nutrition du sport

3.7.1 Les principes de base

L'AND, des diététistes du Canada et l'ACSM expliquent que l'activité physique, la performance sportive et la récupération après l'exercice sont améliorées par une alimentation optimale (52). Ces organisations émettent des recommandations pour une sélection appropriée d'aliments et de

boissons, le moment de l'apport et le choix de suppléments pour une santé et une performance optimale. La nutrition du sport est d'abord basée sur l'alimentation équilibrée, puis s'ajoute les spécificités de la nutrition avant/pendant/après l'entraînement ou la compétition et enfin les compléments alimentaires pour sportifs peuvent être considérés.

Les besoins en énergie, en macronutriments (en particulier en glucides et en protéines) et micronutriments, doivent être satisfaits pendant les périodes de forte activité physique afin de maintenir le poids corporel, de reconstituer les réserves de glycogène et de fournir des protéines adéquates pour construire et réparer les tissus (52). L'apport en lipides doit être adéquat pour fournir les acides gras essentiels et les vitamines liposolubles. Un apport énergétique suffisant favorise les performances sportives. Un manque d'énergie par rapport aux dépenses peut entraîner de nombreuses conséquences négatives (53). Le Comité international olympique (CIO) mentionne le RED-S syndrome (Relative Energy Deficiency in Sport), faisant référence à une altération du fonctionnement physiologique causée par un déficit énergétique relatif. Ce syndrome comprend notamment des altérations du métabolisme, de la fonction menstruelle, de la santé osseuse, de l'immunité, de la synthèse des protéines et de la santé cardiovasculaire (54).

Les recommandations nutritionnelles varient en fonction de l'individu (p.ex. : son poids), de l'intensité de son activité physique, des conditions (besoin journalier, récupération ou ravitaillement) et du type de sport pratiqué (55). Par exemple, pour les disciplines nécessitant une prise et un maintien d'une importante masse musculaire (power-lifting, body-building, sports de combat, sports explosifs), les besoins en protéines et notamment en acides aminés essentiels sont supérieurs à ceux des athlètes d'endurance. Pour les athlètes d'endurance, les apports en glucides doivent être accrus durant les périodes à haut volume d'entraînement ou lors des compétitions (55). Dans la plupart des cas, les apports en fibres sont limités lors des périodes de compétition pour favoriser le confort digestif et la densité énergétique de l'alimentation. Cela évite l'apparition de symptômes gastro-intestinaux tels que vomissements, troubles digestifs... (56).

Jeunkendrup (2017) parle également de nutrition périodique, c'est-à-dire adaptée et planifiée pour soutenir l'évolution des objectifs individuels, des niveaux d'entraînement et des exigences tout au long d'une saison et/ou d'un cycle d'entraînement (57). Par exemple, pendant certaines périodes d'entraînement, l'accent est mis sur la gestion du poids et la réduction de l'apport énergétique, tandis que pendant d'autres périodes, l'accent est mis sur la récupération et la performance et sur l'augmentation de l'apport en glucides (57).

3.7.2 Le métabolisme énergétique

Les principes de la nutrition sportive dépendent étroitement du métabolisme énergétique à l'effort. Les systèmes énergétiques utilisés pendant l'exercice pour le travail musculaire comprennent les voies phosphagène et glycolytique (toutes deux anaérobies) et oxydative (aérobie) (52).

Le système phosphagène est utilisé pour des événements ne dépassant pas quelques secondes et de haute intensité. L'ATP et la phosphocréatine fournissent l'énergie facilement disponible, présente dans le muscle. La quantité d'ATP présente dans les muscles squelettiques n'est pas suffisante pour fournir un apport continu en énergie, en particulier à des intensités d'exercices élevées (52). La phosphocréatine est une réserve d'ATP dans le muscle qui peut être facilement convertie en activité de maintien pendant environ 3-5 minutes (58). La quantité de phosphocréatine disponible dans le muscle squelettique est environ quatre fois supérieure à celle de l'ATP. Par conséquent la phosphocréatine est le principal carburant utilisé pour les activités de hautes intensités et de courtes durées (58).

La voie glycolytique anaérobie utilise du glycogène musculaire et du glucose qui sont rapidement métabolisés en anaérobiose à travers la cascade glycolytique (52). Cette voie soutient des événements de 60 à 180 secondes. Environ 25 à 35 % du total des réserves de glycogène musculaire sont utilisés au cours d'un exercice de résistance de 30 secondes. Ni le phosphagène ni la voie glycolytique ne peuvent soutenir l'apport rapide d'énergie pour permettre aux muscles de se contracter à un taux très élevé pour des événements d'une durée supérieure à 2-3 minutes (52).

La voie oxydative alimente des événements de plus de 2-3 minutes (52). Les principaux substrats comprennent le glycogène musculaire et hépatique, les triglycérides intramusculaires, sanguins et adipeux et des quantités négligeables d'acides aminés provenant du muscle, du sang, du foie et de l'intestin. Par exemple, une course de 1500 mètres, un marathon ou encore un semi-marathon utilisent principalement la voie de l'oxydation. Au fur et à mesure que l'oxygène devient davantage disponible pour le muscle, le corps utilise plus les voies aérobies (oxydantes) et moins les voies anaérobies (phosphagène et glycolytique). Seule la voie aérobie peut produire beaucoup d'ATP (36 molécules contre seulement 2 par la voie anaérobie) au fil du temps via le cycle de Krebs et le système de transport d'électrons. Durant un effort continu à environ 70% de la VO_2 max de 1 à 4 heures, en moyenne chez l'homme, environ 50 à 60 % provient des hydrates de carbone et 40 à 50% de l'oxydation des acides gras libres. Au fur et à mesure que l'intensité de l'exercice diminue, la proportion de l'énergie provenant de l'oxydation des acides gras libres sanguins et des triglycérides musculaires augmente (52). L'entraînement ne modifie pas la quantité totale d'énergie dépensée, mais plutôt la proportion d'énergie dérivée des glucides et des lipides. À la fin de

l'entraînement en aérobie, l'énergie dérivée des graisses augmente et celle des hydrates de carbone diminue. Le sexe féminin et le niveau d'entraînement augmentent la capacité oxydative de lipides (52).

3.7.3 L'hydratation

Une hydratation suffisante est nécessaire pour permettre le transport et le stockage du glycogène dans le muscle et pour maintenir l'homéostasie et le métabolisme. Une déshydratation de plus de 2 % du poids corporel peut compromettre la performance de l'exercice aérobie, en particulier par temps chaud, et peut altérer la performance mentale/cognitive (59).

3.7.4 Les compléments nutritionnels pour sportifs

La disponibilité accrue de compléments nutritionnels pour sportifs représente un volet de la nutrition du sport difficile à cerner. Les allégations nutritionnelles sont-elles valides ? Les compléments sont-ils efficaces ? Bien que les compléments alimentaires et les aides érogènes nutritionnelles soient très répandus, il n'en demeure pas moins que très peu améliorent les performances et certains peuvent être préoccupants (ex.: dopage) (52). Selon la loi suisse, « les compléments alimentaires sont des denrées alimentaires dont le but est de compléter le régime alimentaire normal, constituant une source concentrée de vitamines, de sels minéraux ou d'autres substances ayant un effet nutritionnel ou physiologique seuls ou combinés, commercialisés sous forme de doses » (60).

Selon l'Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV), « les études réalisées en Suisse montrent qu'environ la moitié des personnes interrogées en consomment » (61). D'après l'étude CoLaus, réalisée sur la population lausannoise, 26% déclarent consommer des compléments. Une étude menée au Portugal, regroupant des athlètes de 13 sports différents, a montré que 64% d'entre eux consomment un ou plusieurs complément(s) alimentaire(s) (72).

À noter que les aliments pour sportifs (barres, gels, etc.) diffèrent des compléments alimentaires (acides aminés, etc.). Selon la Société suisse de Nutrition du Sport (SSNS), les aliments pour sportifs correspondent à des « produits spéciaux comme source pratique de nutriments, dans le cas où la consommation d'aliments ordinaires ou de tous les jours n'est pas praticable » (63). Les compléments pour la performance sont réservés à « une utilisation directe de l'optimisation des performances. Leur utilisation doit être effectuée individuellement et sous la direction d'un médecin du sport ou scientifique approprié » (63). La catégorie A du guide des compléments de la SSNS regroupe les compléments dont l'usage dans des situations spécifiques du sport est soutenu par des preuves scientifiques (63). Dans cette catégorie se trouvent la caféine, la créatine, le glycérol, le bicarbonate et le citrate de sodium. Certains compléments peuvent contribuer à améliorer la performance, mais aussi la péjorer dans certaines situations. Par exemple, « une complémentation en créatine est intéressante si la force absolue est le facteur décisif pour la performance. En revanche, dans les sports tels que le sprint, où le poids corporel joue un rôle important, les gains de

poids indésirables peuvent nuire à la performance à long terme » (63). Les compléments tels que la vitamine D ou le fer sont destinés à des usages médicaux, pour le traitement des problèmes cliniques, y compris les carences nutritionnelles diagnostiquées (63).

3.8 Facteurs influençant la performance sportive

Une multitude de facteurs sont susceptibles d'influencer la performance sportive lors d'un test, internes ou externes (environnementaux). Le tableau 2 ci-dessous recense les principaux facteurs et leur mode d'action sur la performance.

Tableau 2 : Facteurs influençant les performances physiques et leurs mécanismes

Facteurs influençant la performance sportive	Actions
État de santé physique et mental	<p>L'état de santé physique d'un athlète peut affecter ses performances à travers une variété de mécanismes. Par exemple, des infections aiguës entraînant une toux persistante et des bronchospasmes affectent directement la ventilation et la capacité aérobie (64).</p> <p>Les exigences physiques et psychologiques de l'environnement sportif peuvent prédisposer les athlètes à développer une dépression (65). À mesure que les symptômes de maladie mentale d'un athlète s'intensifient, leurs performances peuvent être négativement affectées, les laissant vulnérables et exposés à d'autres symptômes de troubles mentaux courants (65).</p>
Âge	<p>Les performances physiques des athlètes déclinent avec l'âge (66). Par exemple, une étude (67) montre que les performances d'ultramarathon culminent entre 20 et 35 ans et sont suivies d'un déclin, accéléré après l'âge de 75 ans.</p>
Sexe	<p>Le sexe a été identifié comme un déterminant majeur de la performance athlétique à travers l'impact de la taille, du poids, de la graisse corporelle, de la masse musculaire, de la capacité aérobie ou du seuil anaérobie en raison de différences génétiques et hormonales (68)</p>
Habitudes d'entraînement	<p>La fréquence et le volume d'entraînement sont associés à l'amélioration d'indicateurs physiologiques, tels que la capacité aérobie maximale (VO₂max), le seuil anaérobie et l'économie de course (69).</p>

		Le surentraînement survient lorsque l'athlète ne dispose pas d'un temps de récupération adéquat. Le surentraînement peut avoir des effets néfastes sur la performance (64).
	Composition corporelle et poids	Le poids corporel peut influencer la vitesse, l'endurance et la puissance, tandis que la composition corporelle peut affecter la force et l'agilité (70). Un corps avec un rapport masse musculaire/masse grasse plus élevée est souvent avantageux dans les sports où la vitesse est impliquée et les sports gravitationnels (55). Pour évaluer la composition corporelle, il existe plusieurs méthodes standardisées et validées : les plis cutanés (masse grasse), la bioimpédancemétrie, l'absorption biphotonique à rayons X (DEXA, gold standard), etc (71).
	Prise de médicaments	Les médicaments agonistes dopaminergiques/noradrénergiques semblent avoir un effet positif sur les performances sportives. Ils peuvent être utilisés dans le traitement du trouble du déficit de l'attention avec/sans hyperactivité (TDAH), encore non réglementé par l'association mondiale antidopage (72). D'autres médicaments en revanche pourraient nuire à la performance comme les antipsychotiques par exemple (73).
Alimentation	Apport énergétique total	Le maintien d'apport énergétique insuffisant par rapport aux besoins pendant une longue période semble nuire aux performances sportives par l'épuisement des réserves de glycogène (55), de la perte de masse grasse et de masse maigre, d'anomalies électrolytiques et de déshydratation (74).
	Apport en glucides	En plus de son rôle de substrat musculaire, le glycogène joue un rôle indirect et direct dans la régulation de l'adaptation du muscle à l'entraînement (55). Il existe des preuves significatives que la performance d'un exercice prolongé, soutenu ou intermittent à haute intensité est améliorée par des stratégies qui maintiennent une disponibilité élevée en

		glucides (55). Un régime riche en glucides (70% de l'apport énergétique total, AET) par rapport à un régime plus faible (40% de l'AET) est susceptible d'augmenter la VO ₂ max (75)03/06/2023 10:03:00
	Apports en protéines	Un apport en protéines suffisant permet de soutenir l'adaptation métabolique, la réparation, le remodelage et le renouvellement des protéines et des tissus (55).
	État d'hydratation	Bien qu'il existe une complexité et une individualité dans la réponse à la déshydratation, des déficits hydriques > 2 % du poids corporel peuvent compromettre la fonction cognitive et les performances des exercices aérobiques, en particulier par temps chaud (55).
	Consommation de compléments alimentaires pour sportifs	L'usage de compléments alimentaires pour sportifs peut, dans certains cas, contribuer à l'augmentation des performances (63). La catégorie A du guide des compléments de la SSNS regroupe les compléments dont l'usage dans des situations spécifiques du sport est soutenu par des preuves scientifiques (63)
	Carences alimentaires	Des carences dans des micronutriments clefs comme le fer, la vitamine D, le calcium peuvent entraver la performance. Par exemple, une carence en fer, avec ou sans anémie, peut altérer la fonction musculaire et limiter la capacité de travail entraînant une performance athlétique compromise (55).
Tabagisme		Le tabac est un facteur pouvant exercer une influence néfaste sur le système respiratoire, et donc, affecter les performances physiques (76).

Sommeil	Un meilleur sommeil peut réduire le risque de blessure et de maladie chez les athlètes, non seulement en optimisant la santé, mais aussi en améliorant potentiellement les performances grâce à une participation accrue à l'entraînement (77).
Entraînement en altitude	Les performances aérobies au niveau de la mer peuvent être optimisées par l'entraînement en altitude (78). L'un des objectifs des blocs d'entraînement spécialisés en altitude est d'augmenter naturellement la masse de globules rouges (érythropoïèse) afin que de plus grandes quantités d'oxygène puissent être transportées dans le sang pour améliorer les performances sportives ultérieures (55).
Environnements extrêmes	Lorsque la température ambiante dépasse la température corporelle, la chaleur ne peut pas être dissipée par rayonnement. Des problèmes de santé graves peuvent survenir dû des épreuves sportives exposées à la chaleur (déshydratation, coup de chaleur à l'effort). De même, dans des environnements froids, le risque d'hypothermie et d'hypohydratation chez les athlètes existe (55).
Efforts physiques préalables au test	« Des efforts physiques préalables effectués pendant l'entraînement ou une compétition peuvent influencer négativement les paramètres de test » (71). « En cas d'efforts préalables trop importants (compétition ou entraînements intensifs dans les 48 heures précédentes), le test ne doit pas avoir lieu » (71) .
Moment du test	La compétitivité oscille au cours de la journée avec la température du corps. Les meilleures valeurs sont attendues en fin d'après-midi. Pour les comparaisons à long terme notamment, le moment doit être toujours similaire (71).

Ordre des tests	L'ordre des tests doit être déterminé en prenant en compte la fatigue et l'importance de chacun d'entre eux. Il est recommandé de commencer par les tests de vitesse ou de force pour terminer par ceux d'endurance (71).
Encouragements verbaux lors des tests	Les encouragements verbaux lors des tests semblent influencer positivement la performance (79).
Récupération	Le temps et les stratégies de récupération permettent de réduire les douleurs, la fatigue et le risque de blessures (80). D'un point de vue nutritionnel, la récupération permet de reconstituer les réserves d'énergie (glycogène), de remplacer les pertes de liquides et « soutenir le processus de réparation, reconstitution et adaptation des muscles » (81).
Équipe d'encadrement	Les preuves appuient l'idée que les performances des athlètes peuvent être influencées par la fonction et les compétences de l'équipe de soutien aux athlètes (82). La présence d'une équipe de soutien dépend du niveau des athlètes. Pour les athlètes d'élite par exemple, les membres de l'équipe de soutien comprennent les entraîneurs et les membres de l'équipe de médecine et de science qui recherchent constamment des moyens d'améliorer la performance et la santé des athlètes avec lesquels ils travaillent (82).
Musique	L'utilisation de la musique dans les séances d'exercices est considérée comme une stratégie intéressante. Elle permet de motiver les sportifs afin d'améliorer leurs performances physiques. Cet outil permet aussi une diminution de la perception subjective de l'effort et une amélioration de l'humeur (83).

3.9 Lien entre les régimes plant-based et les performances sportives

Plusieurs mécanismes décrits dans la littérature pourraient expliquer une potentielle amélioration des performances physiques (84). L'hypothèse a été émise qu'un régime végétarien pourrait améliorer les performances d'un athlète en raison de l'apport élevé en glucides, entraînant une amélioration des réserves de glycogène dans le corps (85). Barnard et al. décrivent, dans une revue narrative, qu'une alimentation riche en plantes pourrait réduire la viscosité sanguine, ce qui améliorerait l'oxygénation des tissus et donc potentiellement les performances sportives (9).

Un régime végétarien à long terme semblerait avoir un impact positif sur la fonction immunitaire (13). Les athlètes de haut niveau ont souvent une incidence accrue d'infections, notamment des voies respiratoires supérieures (10). Fuhrman et al. (84) avancent que ces symptômes peuvent être une conséquence du stress à long terme d'un entraînement quotidien intense. Les mêmes auteurs expliquent également qu'une alimentation riche en antioxydants et en phytochimiques peut atténuer le stress oxydatif induit par l'exercice chez les athlètes.

Les régimes plant-based pourraient cependant entraver les performances sportives en raison de la diminution de la qualité des protéines (valeur biologique), un apport énergétique total insuffisant, un risque d'inconfort digestif lié à une quantité importante de fibres alimentaires et le risque de carences nutritionnelles (telles qu'en vitamine B12, fer, calcium, certains acides aminés) (14).

Les études scientifiques ont suggéré que l'activité physique augmente les besoins en protéines à différents degrés, selon le type et le volume d'activité (85). Les recommandations typiques sont de 1,2 à 1,4 g/kg/j pour les athlètes d'endurance et jusqu'à 1,7 g/kg/j pour les athlètes en résistance (85). Les besoins en protéines des végétariens ont été examinés par l'Institute of Medicine, concluant qu'une recommandation distincte pour la consommation de protéines n'était pas nécessaire pour les végétariens qui consomment des produits laitiers, des œufs et des mélanges complémentaires de protéines végétales de haute qualité (85). La question de la qualité des protéines a été reconnue comme une préoccupation potentielle pour les personnes qui évitent toutes les sources de protéines animales (p.ex. : végétaliens), notamment à cause des acides aminés limitants (p.ex. la lysine, la thréonine ou le tryptophane) (85). De plus, la consommation de protéines à base de lait après un exercice de résistance est efficace pour augmenter la force musculaire et modifier favorablement la composition corporelle. À ce jour, les protéines laitières semblent être supérieures aux autres protéines testées, en grande partie en raison de la teneur en leucine et de la cinétique d'absorption des acides aminés à chaîne ramifiée dans les produits laitiers à base de liquide (55).

Le fer est un des micronutriments critique dans les régimes plant-based et la performance sportive. Les régimes plant-based ne contiennent, par définition, pas de fer héminique (85). Celui-ci est surtout présent dans les produits carnés et est mieux absorbé par l'organisme que le fer non héminique, contenu dans les végétaux. L'absorption du fer non héminique est inhibée par l'acide phytique présent dans les céréales complètes, les légumineuses, les lentilles et les noix ou encore les polyphénols dans le thé et le café (55). Or, l'anémie ferriprive interfère avec la performance sportive : des taux d'hémoglobine plus faibles sont associés à une réduction du transport de l'oxygène et, par conséquent, à une altération des performances aérobies. (85). D'après l'AND, un régime plant-based correctement planifié et suivi, couvrant les besoins en macro- et micronutriments pourrait convenir aux athlètes (86).

3.10 Évaluer la performance sportive

Le manuel de diagnostic de performance édité par l'Office fédéral du sport (OFSP), la haute école fédérale de sport de Macolin (HEFSM) et le département Sport de performance fournit les méthodes de mesure des performances d'endurance et de force (71). Le diagnostic de performance doit être standardisé et spécifique à la discipline sportive et effectué de préférence en laboratoire.

3.10.1 Évaluation de la performance d'endurance

L'évaluation de la performance d'endurance peut être réalisée par plusieurs tests. Le manuel de l'OFSP décrit trois méthodes les plus usuelles, qui présentent des avantages et des inconvénients, pouvant être effectuées en combinaison au besoin. Le test d'effort par paliers avec mesure de la lactémie permet d'évaluer et de suivre la capacité de performance d'endurance ainsi que de déterminer les intensités d'entraînement à l'aide des seuils lactiques (71). « L'athlète effectue autant de paliers d'effort qu'il le peut et mobilise ainsi l'ensemble de ses capacités de performance. À chaque palier, la lactémie, la fréquence cardiaque ainsi que la perception de l'effort sont relevées » (71).

Le test de la VO_2 max permet de quantifier « le volume maximal d'oxygène inspiré par unité de temps, se diffusant dans le sang à partir des poumons, arrivant dans la musculature active via la circulation sanguine et utilisée en premier lieu pour les besoins d'énergie aérobie. La valeur est relevée la plupart du temps au moyen de systèmes de mesure spiro-ergométriques ou sur tapis roulant peu de temps avant l'interruption du test à effort progressif prédéterminé. Considérée comme « performance » maximale du système cardiovasculaire, la VO_2 max sert d'indice physiologique pour déterminer la capacité d'endurance » (71). La VO_2 max s'exprime souvent en ml/min/kg. À noter que la VO_2 max est un bon prédicteur de la performance aérobie, sa corrélation avec la réussite sportive d'endurance lors d'un événement organisé est de 30-40% (87,88) d'autres facteurs entrant en compte comme le seuil lactique, la motivation, le niveau d'entraînement, etc.

« L'avantage de ces deux tests est la standardisation élevée et l'effort est prédéterminé jusqu'à épuisement de l'athlète » (71). Le test dernier test, celui de capacité tente de mesurer « directement la capacité de performance propre à la compétition d'un athlète. Pour ce faire, des situations de compétition hautement standardisées sont simulées, proches de la réalité » (71). Ces tests sont spécifiques à un sport donné. Par exemple, les qualités de grimpeur d'un cycliste doivent être testées. « Pour pouvoir franchir un sommet le plus vite possible, la performance moyenne la plus élevée en fonction du poids corporel ou du système est exigée (pour un niveau d'effort constant la plupart du temps). La durée des montées décisives lors d'un tour national est de 15 à 60 minutes, avec dosage individuel du niveau d'effort. Sur la base de ces facteurs, un test de capacité avec une durée donnée est effectué (20 minutes). Les coureurs essaient de fournir la performance moyenne la plus élevée possible durant ce laps de temps, sur un vélo équipé d'un système de mesure de la puissance » (71).

3.10.2 Évaluation de la performance de force

« La force d'un muscle se définit comme étant la capacité d'opposer des résistances, de les neutraliser ou de les maintenir par l'activité musculaire » (71). On distingue 3 formes de mesure de la force musculaire : les méthodes isoinertielles, isométriques et isocinétiques.

Les tests de force isoinertiels « se basent sur une masse constante de l'objet qui est accéléré ou décéléré. L'élévation et l'abaissement d'un poids, le lancer d'un objet ou la poussée d'un appareil constituent des exercices typiques de ces types de tests » (71). L'un des tests les plus simples dans sa conception est le test de la force dynamique maximale. La charge, qui peut être déplacée en une fois par le mouvement demandé (la répétition maximale, 1-RM), constitue un indicateur pratique et compréhensible de la force maximale (71).

Les tests de force isométriques s'effectuent dans une position statique (71). « Bien qu'aucun mouvement n'entre en jeu, les muscles génèrent leur tension maximale ou tiennent le plus longtemps possible contre une force contraire » (71). Par exemple, des exercices tels que le développé-couché ou différents types de squats permettent de mesurer la force isométrique (71).

Les tests isocinétiques « s'effectuent à une vitesse de mouvement donnée constante, le but étant de générer la force la plus importante possible » (71).

La force s'exprime, le plus souvent, en watt ou en newton en fonction du poids corporel. Il existe également des valeurs de référence pour les tests de l'explosivité des membres inférieurs (p.ex. : sauts à contre mouvement) en cm (71).

3.10.3 Évaluation de la souplesse

La HAS (2022) fournit des informations supplémentaires dans son guide des connaissances sur l'AP (46), notamment sur l'évaluation de la souplesse. « La souplesse est la capacité de mobiliser une articulation sur son amplitude complète (46). » « La souplesse est spécifique d'une articulation. Les tests en laboratoire quantifient habituellement la souplesse d'une articulation en termes d'amplitude maximale de mouvement (ROM) exprimée en degrés et mesurée à l'aide d'un goniomètre. Il n'y a pas un test de souplesse capable d'évaluer la souplesse de l'ensemble du corps. Une évaluation globale de la souplesse du corps comprend, en général, les mesures de la flexion du cou, du tronc, de la hanche, des extrémités inférieures et des épaules, et une évaluation posturale (46). » Divers tests existent, par exemple, le « sit and reach test » permet d'évaluer la souplesse du bas du corps (46).

3.10.4 Évaluation de l'intensité de l'activité physique

La perception de l'effort évalue l'intensité de l'activité physique. Ce test résume une « multitude de perceptions de l'athlète dans une valeur numérique, dont l'estimation de l'effort musculaire, l'essoufflement ou la vitesse de mouvement. La plus répandue est l'échelle de Borg » (71).

La fréquence cardiaque illustre la sollicitation du système cardiovasculaire et la forme aérobie (89). Elle peut être mesurée par une sangle de poitrine ou par un bracelet type POLAR (90,91). Une surveillance complète et significative du processus d'entraînement nécessite la séparation des différents types de réponses, telles que l'effort, la récupération et l'adaptation, qui peuvent toutes affecter les mesures de la fréquence cardiaque (89).

3.10.5 Biomarqueurs de la performance sportive

Des biomarqueurs peuvent également être utilisés dans l'analyse de la performance sportive. Pedlar et al. (2019), mettent en garde sur les considérations pré-analytiques. Les auteurs définissent ces considérations (une dizaine en tout) comme tout facteur influençant un échantillon de sang avant l'analyse en laboratoire, comme l'heure de la journée, l'état de jeûne, le jour du cycle menstruel, l'hydratation, le stress psychologique, etc (92). Lee et al. (2017) (93), promeuvent une approche globale de l'analyse des biomarqueurs, permettant de suivre les performances, la récupération et la santé de manière individualisée et pratique. La figure 2 illustre l'ensemble des biomarqueurs utiles à ce suivi (93).

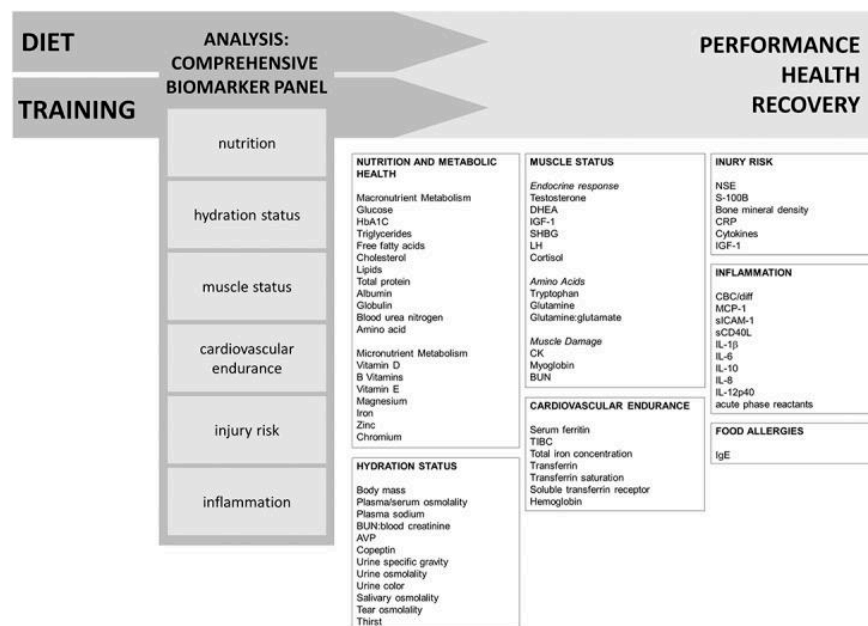


Figure 2 : Approche globale de l'analyse des biomarqueurs

4 Méthodologie

La méthodologie a été décrite suivant le modèle PRISMA 2020 pour les protocoles de revues systématiques (94).

4.1 Protocole et enregistrement

Conformément aux guidelines, ce protocole de revue systématique élaboré selon la check-list PRISMA 2015 (1) a été enregistré dans le registre international prospectif des revues systématiques (PROSPERO) le 14/11/2022 et a été mis à jour pour la dernière fois le 25/11/2022 (numéro d'enregistrement CRD4202237424) (1).

4.2 Critères d'éligibilité

Les études seront sélectionnées selon les critères décrits ci-dessous.

4.2.1 Critères d'inclusion

Design : les études de cohorte, rétrospectives, transversales et les essais comparatifs randomisés (RCT) seront inclus. L'inclusion d'études observationnelles, contrairement à la revue de Craddock et al., permettra d'obtenir des résultats d'une exposition aux régimes plant-based sur une longue période. Tous les RCT inclus par Craddock et al. ont utilisé des périodes d'interventions diététiques courtes, allant de 4 jours à 12 semaines. Les changements dans la concentration de certains nutriments stockés pourraient s'opérer sur une plus longue période (p.ex. : vitamine B12) et affecter les performances sportives (21). De plus, les athlètes adoptant un régime végétarien le suivent généralement sur une longue durée (21). Le Cochrane Handbook préconise toutefois d'inclure les RCT s'ils sont réalisables pour les interventions d'intérêt (95). La randomisation est le seul moyen d'éviter des différences systématiques entre les caractéristiques de base des participants dans différents groupes d'intervention en termes de facteurs de confusion connus et inconnus (95).

Population : les études portant sur la population humaine adulte (plus de 18 ans) en bonne santé seront incluses. La population d'intérêt sera les athlètes, recherchant la performance (43). Toute autre population sera exclue. Tous les types de pratique sportive seront inclus.

Certaines études observationnelles seront susceptibles de recruter leur population d'étude durant un évènement sportif, regroupant des sportifs de tous niveaux (96), y compris les athlètes de performance. Ces études seront incluses.

La consommation de compléments alimentaires pour sportifs sera incluse (ex : créatine). La prévalence de l'utilisation de compléments alimentaires chez les athlètes se situe entre 40 % et 100

%, en fonction de plusieurs facteurs, notamment le niveau de compétition, le type de sport et la définition de l'utilisation de compléments alimentaires (97). Au vu de leur utilisation fréquente, l'exclusion des articles sur la base de consommation de compléments alimentaires pour sportif restreindrait beaucoup la recherche. Ce facteur a été pris en considération dans l'analyse des résultats.

Exposition : les régimes plant-based les plus pratiqués, définis de manière claire et standardisée seront inclus : l'ovo-lacto-végétarisme, l'ovo-végétarisme, le lacto-végétarisme le végétalisme (ou véganisme) et le pesco-végétarisme (2).

Comparaison : les études devront comparer l'effet d'un régime plant-based au régime omnivore.

Langue : les études en anglais et français ont été incluses.

4.2.2 Critères d'exclusion

Design : Les études cas-témoin, les séries de cas, les revues narratives et les revues systématiques seront exclues de cet examen. Aucun critère d'exclusion ne sera fixé sur la base de la durée de suivi des participants dans les études (95). Les résultats seront discutés en fonction de la durée du suivi, pouvant impacter l'apparition des outcomes.

Population : Les études animales, les études sur la population générale (sédentaire ou active physiquement pour maintenir sa santé), sur les enfants et adolescents de moins de 18 ans et incluant des participants atteints de maladies sévères, qui limiteraient la pratique d'un entraînement physique ou d'un régime alimentaire spécifique (ex. cancer ou maladies neurologiques) seront exclues.

Les interventions/expositions suivantes correspondant à d'autres déclinaisons du végétarisme seront exclues : flexitarisme, crudivorisme, macrobiotique. Le flexitarisme n'exclut pas les produits carnés de l'alimentation, mais porte une attention à leur qualité et à la fréquence de consommation (98). Le régime macrobiotique est à base de céréales, de fruits et de légumes, pouvant inclure la consommation de poisson à des fréquences variables (99), rendant sa pratique non standardisée. Le crudivorisme implique la consommation de produits crus uniquement, ce qui ne correspond pas nécessairement à un régime plant-based (100).

4.3 Sources d'informations

Des stratégies de recherche documentaire seront élaborées à l'aide des termes des thésaurus de chaque base de données utilisées et de mots clefs libres liés aux régimes plant-based et aux performances sportives des athlètes. Des recherches dans PUBMED (interface NCBI), EMBASE

(interface OVID) et de CINAHL (interface EBSCO) seront effectuées (1). Pour assurer la saturation de la littérature, les listes de références des études incluses ou des revues pertinentes identifiées par la recherche seront analysées. La date de la dernière recherche dans les bases de données sera indiquée.

4.4 Stratégie de recherche

4.4.1 Mots clés

Les mots clefs issus de l'équation de recherche sont : végétarien, véganisme, performance, athlète, sport, plant-based, omnivore, mixte.

4.4.2 Processus de stratégie de recherche

La stratégie de recherche visera à identifier des études publiées quantitatives. Aucune limite de date ne sera imposée à la recherche (101). Une recherche sur PubMed a montré que le sujet de la performance physique et du végétarisme était récent. En recherchant « physical/sport/athletic performance AND vegetarian diet », les articles les plus anciens remontaient aux années 1980 et la plupart dataient des 10 dernières années (102). Aucun filtre supplémentaire n'a été appliqué lors des recherches.

Les termes des thésaurus, les mots clefs libres et les équations de recherche adaptées à chaque base de données se trouvent à l'annexe 1. La stratégie de recherche sera développée par les deux auteurs, aidées d'un bibliothécaire des sciences de la santé ayant de l'expérience dans l'élaboration de revue systématique. La stratégie devra être validée par les directrices de travail de master (TM). La recherche initiale dans les bases de données sera réalisée fin 2022. La recherche sera tenue régulièrement à jour grâce à une alerte créée sur les bases de données. Avant la fin de l'examen (mai 2023), les équations de recherches seront relancées dans les trois bases de données pour garantir une mise à jour finale. Les études éligibles seront intégrées dans l'examen (101).

4.5 Sélection des études

4.5.1 Nombre d'évaluateurs

Deux évaluateurs travailleront indépendamment sur la sélection des études.

4.5.2 Processus de sélection

Les résultats des recherches documentaires dans les bases de données seront d'abord transférés dans le logiciel de gestion des références Mendeley pour être exportés sur le site internet Rayyan. Ce site facilite la collaboration entre les examinateurs durant le processus de sélection des études (103). Tous les doublons seront supprimés.

Les deux auteurs évalueront indépendamment, à l'aide de Rayyan, l'éligibilité des études sur la base des titres et des résumés. Pour être incluses, les études devront répondre à tous les critères d'inclusion. En cas d'incertitude concernant le contenu de l'article sur la base du titre et du résumé, le texte intégral sera consulté et évalué. Les désaccords seront résolus par la discussion entre les auteurs et/ou avec les directrices de TM. Les raisons de l'exclusion des études seront documentées dans Rayyan. Les textes intégraux des études incluses seront récupérés puis leur éligibilité analysée de manière indépendante. Les textes intégraux des études répondant aux critères d'inclusion seront retenus pour l'évaluation de la qualité méthodologique et l'extraction des données. Un FlowChart suivant le modèle PRISMA 2020 sera réalisé afin de synthétiser le processus de sélection des articles (104). La traduction en français sera réalisée par notions à partir de la version traduite et validée du PRISMA 2009 (105), la version de 2020 n'étant pas encore traduite.

4.6 Extraction des données

4.6.1 Données récoltées

La liste de contrôle du tableau 5.3.a du Cochrane Handbook a été utilisée pour identifier certains éléments à prendre en compte dans l'extraction des données (106).

Le tableau 3 renseigne sur les variables prises en compte dans la grille d'extraction de données.

Tableau 3 : Liste des variables pour l'extraction de données

Description des études	Méthodes			
	Généralités	Population	Intervention/Exposition	Critères de jugement primaire et secondaires
<ul style="list-style-type: none"> • Référence ID • Premier auteur • Année de publication 	<ul style="list-style-type: none"> • But de l'étude • Design de l'étude 	<ul style="list-style-type: none"> • Caractéristiques des participants : <ul style="list-style-type: none"> ○ Age ○ Sexe ○ Poids, taille ○ IMC (Indice de Masse Corporelle) ○ Composition corporelle (p.ex. : % de masse grasse et maigre) ○ Tabagisme (oui/non, n fumeurs) ○ Niveau socio-économique) ○ Niveau d'entraînement /compétition ○ Volume d'entraînement, intensité de l'entraînement (p.ex. : METS) ○ Type d'entraînement (anaérobie, aérobie) • Nombre de participants dans le groupe exposition/intervention et comparaison • Pays, contexte • Critères d'inclusion • Critères d'exclusion 	<ul style="list-style-type: none"> • Pour l'intervention/exposition (régime-plant-based) et la comparaison (régime omnivore) : <ul style="list-style-type: none"> ○ Description, définition du/des régimes étudiés ○ Durée (mois ou année) ○ Apports alimentaires ○ Utilisation de compléments alimentaire pour sportif ou pour traiter une carence • Méthode pour évaluer la consommation alimentaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Pour l'intervention/exposition et la comparaison : <ul style="list-style-type: none"> ○ Description ○ Outil de mesure ○ Temps de mesure ○ Résultats

Un outcome primaire, la performance sportive, et des outcomes secondaires en lien avec la performance seront relevés.

a) Outcome primaire

Les mesures de la performance aérobie et anaérobie seront analysées. Le diagnostic de performance doit être standardisé et spécifique à la discipline sportive, effectué en laboratoire ou sur le terrain (71). Une liste d'exemples de mesures, recommandées dans le manuel de diagnostic de performance édité par l'OFSPPO (71) et par Bosquet et al. (2002) (107), est présentée dans le tableau 4. Les procédures standardisées des tests peuvent être retrouvées ailleurs (71).

Tableau 4 : Liste non exhaustive de mesures de la performance aérobie et anaérobie

Exemples de mesure de la performance aérobie		Exemples de mesures de la performance anaérobie
Mesures directes des performances aérobies lors d'un seul test	Mesures indirectes de la prévision des performances aérobies	
VO ₂ max, en l/min ou ml/kg/min	Lactémie, en mmol/l	Force isométrique maximale, en Newton (N), spécifique à l'angle de l'articulation
Puissance maximale aérobie (PMA), en Watt ou en W/kg (cyclisme)	Seuils ventilatoires, en % de la VO ₂ max, appelé aussi seuil anaérobie.	La charge déplacée en une fois par le mouvement demandé (la répétition maximale, 1-RM), en kg (mesure de la force dynamique maximale).
Distance parcourue en un temps donné ou jusqu'à épuisement, en mètre ou kilomètre	Seuils de fréquence cardiaque, en battements par minute (bpm)	Intensité de l'entraînement de force, en % 1-RM
Temps pour parcourir une distance fixe, en minutes ou en heures	Rapport d'échange gazeux respiratoire (RER), appelé aussi quotient respiratoire (le rapport VCO ₂ /VO ₂). Au pic de l'effort, le QR	Force explosive des jambes en cm ou en w/kg, mesurée par des sauts verticaux avec ou sans mouvement d'élan élastique
Vitesse maximale aérobie (VMA), en km/h (course)		Force réactive mesurée par test de saut de fond (en cm pour la hauteur de saut et en secondes pour le temps de contact au sol)

	donne une idée indirecte du caractère maximal de l'effort (108).	
--	--	--

b) Outcomes secondaires

Des facteurs internes pouvant influencer la performance sportive seront pris en compte :

- La composition corporelle, en pourcentage de masse maigre ou masse maigre sèche, masse grasse (55), évaluée à l'aide d'une méthode fiable et valide (Bioimpédance, DEXA, plis cutanés...)
- Les données anthropométriques suivantes : poids (en kg), taille (en cm ou m), IMC (kg/m^2) (55)
- Les biomarqueurs sanguins en lien avec la performance sportive d'endurance (p.ex. : taux d'hémoglobine) ou de force (p.ex. : testostérone), énumérés dans la figure 2 (93)
- L'effort perçu, souvent évalué à l'aide de l'échelle de Borg (note de 0 à 10) (109)
- La pression artérielle (en mmHg) (107)

4.6.2 Standardisation de l'extraction des données

La grille d'extraction des données sera élaborée par les deux auteurs dans un document Word. Elle sera pré-testée par les deux auteurs au préalable. Les informations des études incluses dans la revue seront extraites et saisies dans cette grille. L'extraction sera réalisée de manière indépendante (106). Des informations supplémentaires seront demandées aux auteurs des articles inclus par mail en cas de données manquantes. Lors de la mise en commun, les désaccords seront résolus par discussion entre les deux auteurs.

4.7 Évaluation de la qualité des études

4.7.1 Choix de l'outil

L'évaluation de la qualité des études se fera par l'évaluation du risque de biais. Le risque de biais des études observationnelles et interventionnelle sera évalué à l'aide des grilles du Joanna Briggs Institute (JBI), «critical Appraisal tools use in JBI Systematic Reviews » correspondantes à chaque design d'étude (110). Pour les études de cohorte, la grille « JBI critical appraisal checklist for cohort studies » (annexe 2) sera utilisée, pour les études de cas-témoin, la grille « JBI critical appraisal checklist for case control studies » (annexe 3) et pour les études transversales, la grille « Checklist for Analytical Cross Sectional Studies » (annexe 4). L'évaluation du risque de biais des RCT sera réalisée à l'aide de la grille JBI « Checklist for Analytical Randomized Controlled Trials » (annexe 5) (111).

Dans chaque domaine des outils, une série de questions visera à obtenir des informations sur les caractéristiques des études pertinentes pour évaluer le risque de biais.

4.7.2 Processus d'évaluation des articles

Le processus d'évaluation du risque de biais sera réalisé par les deux auteurs, de manière indépendante.

Pour chaque domaine des outils d'évaluation du risque de biais, les procédures entreprises dans les études seront rapportées, y compris des citations textuelles si nécessaire. Pour chaque question, une réponse « oui », « non » ou « pas clair » sera attribuée. Toutes les réponses seront justifiées par écrit dans la grille. En cas de manque d'information ou une explication difficilement compréhensible, la réponse sera « pas clair » et les investigateurs de l'étude primaire seront contactés (1). Les désaccords seront résolus d'abord par discussion entre les auteurs puis par consultation des directrices de TM.

L'attribution de l'appréciation globale sera attribuée par le total des points positifs et négatifs. S'il y a plus de points négatifs que de positifs, la note attribuée sera négative. Les points définis comme « pas clair » seront considérés comme des points négatifs pour l'appréciation globale. Les résultats des articles seront pondérés dans la discussion selon leur niveau de qualité. Un tableau de synthèse de l'analyse de la qualité sera présenté dans le paragraphe « résultats ».

4.8 Méthode de synthèse des données

Les données récoltées seront de nature quantitative, l'outcome primaire étant des mesures de la performance sportive. Comme dans la revue de 2016, les résultats seront hétérogènes (hétérogénéité clinique et méthodologique). L'hétérogénéité est due à de nombreux facteurs : différence dans les populations d'étude, dans les niveaux d'entraînement, dans les types et la durée du régime plant-based ainsi que dans les méthodes de mesures des outcomes. De plus, les études incluses avaient des designs différents (observationnelles transversales, RCT type cross-over). Plusieurs conditions sont requises pour la réalisation et l'interprétation fiable d'une méta-analyse. Les mesures des effets et les résultats dérivés de modèles statistiques doivent être comparables, ainsi que les caractéristiques des études devant être similaires pour permettre une comparaison (112). Une méta-analyse n'a donc pas pu être réalisée. Un résumé descriptif des données quantitatives sera rédigé et présenté dans les résultats. La partie « résultats » sera présentée sous forme de tableaux. Des tableaux descriptifs de la population des études, des méthodes de mesure des outcomes et des régimes alimentaires seront élaborés. Deux tableaux présentant les résultats de l'outcome primaire et les outcomes secondaires seront réalisés. Pour chaque résultat, la moyenne (et la déviation standard) ou la médiane (et l'écart interquartile) seront relevés ainsi que la p-valeur de la différence entre les groupes alimentaires. Une colonne sera ajoutée pour indiquer la différence entre les moyennes, mettant en avant leur ampleur.

5 Bibliographie

1. PRISMA-P Group, Moher D, Shamseer L, Clarke M, Ghersi D, Liberati A, et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Syst Rev*. déc 2015;4(1):1.
2. Leitzmann C. Vegetarian nutrition: past, present, future. *Am J Clin Nutr*. 1 juill 2014;100(suppl_1):496S-502S.
3. À Look at Plant-Based Diets - PMC [Internet]. [cité 25 oct 2022]. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8210981/>
4. Alimentation végétarienne [Internet]. Société Suisse de Nutrition SSN. [cité 16 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.sge-ssn.ch/fr/toi-et-moi/boire-et-manger/alimentation-vegetarienne/>
5. Feuille-dinfo-Alimentation-vegetalienne-2021.pdf [Internet]. [cité 16 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.sge-ssn.ch/media/Feuille-dinfo-Alimentation-vegetalienne-2021.pdf>
6. Larousse É. Définitions : omnivore - Dictionnaire de français Larousse [Internet]. [cité 17 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/omnivore/55974>
7. Beck KL, Thomson JS, Swift RJ, von Hurst PR. Role of nutrition in performance enhancement and postexercise recovery. *Open Access J Sports Med*. 11 août 2015;6:259-67.
8. Malsagova KA, Kopylov AT, Sinitsyna AA, Stepanov AA, Izotov AA, Butkova TV, et al. Sports Nutrition: Diets, Selection Factors, Recommendations. *Nutrients*. 25 oct 2021;13(11):3771.
9. Barnard ND, Goldman DM, Loomis JF, Kahleova H, Levin SM, Neabore S, et al. Plant-Based Diets for Cardiovascular Safety and Performance in Endurance Sports. *Nutrients*. 10 janv 2019;11(1):E130.
10. Walsh NP. Nutrition and Athlete Immune Health: New Perspectives on an Old Paradigm. *Sports Med Auckl NZ*. déc 2019;49(Suppl 2):153-68.
11. Pelly FE, Burkhart SJ. Dietary regimens of athletes competing at the Delhi 2010 Commonwealth Games. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. févr 2014;24(1):28-36.
12. Venderley AM, Campbell WW. Vegetarian diets : nutritional considerations for athletes. *Sports Med Auckl NZ*. 2006;36(4):293-305.
13. Zhang C, Björkman A, Cai K, Liu G, Wang C, Li Y, et al. Impact of a 3-Months Vegetarian Diet on the Gut Microbiota and Immune Repertoire. *Front Immunol*. 2018;9:908.
14. Richter M, Boeing H, Grünewald-Funk D, Hesecker H, Kroke A, Leschik-Bonnet E, et al. Position of the German Nutrition Society (DGE). *Ernähr Umsch*. 2016;63(4):92-102.
15. Baguet A, Everaert I, De Naeyer H, Reyngoudt H, Stegen S, Beeckman S, et al. Effects of sprint training combined with vegetarian or mixed diet on muscle carnosine content and buffering capacity. *Eur J Appl Physiol*. oct 2011;111(10):2571-80.
16. 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.
17. Haub MD, Wells AM, Campbell WW. Beef and soy-based food supplements differentially affect serum lipoprotein-lipid profiles because of changes in carbohydrate intake and novel nutrient intake ratios in older men who resistive-train. *Metabolism*. juin 2005;54(6):769-74.
18. Blancquaert L, Baguet A, Bex T, Volckaert A, Everaert I, Delanghe J, et al. Changing to a vegetarian diet reduces the body creatine pool in omnivorous women, but appears not to affect carnitine and carnosine homeostasis: a randomised trial. *Br J Nutr*. avr 2018;119(7):759-70.
19. Nebl J, Haufe S, Eigendorf J, Wasserfurth P, Tegtbur U, Hahn A. Exercise capacity of vegan, lacto-ovo-vegetarian and omnivorous recreational runners. *J Int Soc Sports Nutr*. 20 mai 2019;16(1):23.
20. Page J, Erskine RM, Hopkins ND. Skeletal muscle properties and vascular function do not differ between healthy, young vegan and omnivorous men. *Eur J Sport Sci*. avr 2022;22(4):559-68.
21. Craddock JC, Probst YC, Peoples GE. Vegetarian and Omnivorous Nutrition - Comparing Physical Performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. juin 2016;26(3):212-20.

22. RECOMMENDATIONS. In: WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour [Internet]. World Health Organization; 2020 [cité 20 mai 2023]. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK566046/>
23. Pelliccia A, Fagard R, Bjørnstad HH, Anastassakis A, Arbustini E, Assanelli D, et al. Recommendations for competitive sports participation in athletes with cardiovascular disease: a consensus document from the Study Group of Sports Cardiology of the Working Group of Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and the Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*. juill 2005;26(14):1422-45.
24. Eck KM, Byrd-Bredbenner C. Food Choice Decisions of Collegiate Division I Athletes: A Qualitative Exploratory Study. *Nutrients*. 6 juill 2021;13(7):2322.
25. Azzam A. Is the world converging to a « Western diet »? *Public Health Nutr*. févr 2021;24(2):309-17.
26. Willett WC, Sacks F, Trichopoulos A, Drescher G, Ferro-Luzzi A, Helsing E, et al. Mediterranean diet pyramid: a cultural model for healthy eating. *Am J Clin Nutr*. juin 1995;61(6 Suppl):1402S-1406S.
27. Alimentation végétarienne [Internet]. [cité 16 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.sge-ssn.ch/fr/toi-et-moi/boire-et-manger/alimentation-vegetarienne/>
28. FranceAgrimer. Combien de végétariens en Europe ? Synthèse des résultats à partir de l'étude « Panorama de la consommation végétarienne en Europe », réalisée par le CREDOC pour FranceAgriMer et l'OCHA en 2018 [Internet]. 2019 [cité 28 juill 2022]. Disponible sur: https://www.franceagrimer.fr/fam/content/download/62309/document/11_Synthèse%20Panorama%20végétarisme%20en%20Europe.pdf?version=1
29. Végétariens et flexitariens en France : une enquête référente réalisée auprès de 15 000 Français! [Internet]. IFOP. [cité 16 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.ifop.com/publication/vegetariens-et-flexitariens-en-france-une-enquete-referente-realisee-aupres-de-15-000-francais/>
30. Fox N, Ward K. Health, ethics and environment: a qualitative study of vegetarian motivations. *Appetite*. mai 2008;50(2-3):422-9.
31. Mathieu S, Dorard G. Végétarisme, végétalisme, véganisme : aspects motivationnels et psychologiques associés à l'alimentation sélective. *Presse Médicale*. 1 sept 2016;45(9):726-33.
32. Melina V, Craig W, Levin S. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. *J Acad Nutr Diet*. 1 déc 2016;116(12):1970-80.
33. Alimentation végétarienne [Internet]. Société Suisse de Nutrition SSN. [cité 16 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.sge-ssn.ch/fr/toi-et-moi/boire-et-manger/alimentation-vegetarienne/>
34. Feuille-d'info-Alimentation-vegetalienne-2021.pdf [Internet]. [cité 18 mai 2023]. Disponible sur: <https://www.sge-ssn.ch/media/Feuille-d'info-Alimentation-vegetalienne-2021.pdf>
35. Top 10 des sportifs célèbres dont vous ignorez le véganisme – Vegan France Interpro [Internet]. [cité 30 juill 2022]. Disponible sur: <https://www.vegan-france.fr/top-10-des-sportifs-celebres-dont-vous-ignorez-le-veganisme/>
36. Wirtzner K, Boldt P, Lechleitner C, Wirtzner G, Leitzmann C, Rosemann T, et al. Health Status of Female and Male Vegetarian and Vegan Endurance Runners Compared to Omnivores—Results from the NURMI Study (Step 2). *Nutrients*. 22 déc 2018;11(1):29.
37. Total Energy Expenditure, Energy Intake, and Body Composition in Endurance Athletes Across the Training Season: A Systematic Review | Sports Medicine - Open | Full Text [Internet]. [cité 28 juill 2022]. Disponible sur: <https://sportsmedicine-open.springeropen.com/articles/10.1186/s40798-017-0076-1>
38. Newton RL, Han H, Zderic T, Hamilton M. The Energy Expenditure of Sedentary Behavior: A Whole Room Calorimeter Study. *PLoS ONE*. 3 mai 2013;8(5):e63171.
39. Sumpter KC. Masculinity and Meat Consumption: An Analysis Through the Theoretical Lens of Hegemonic Masculinity and Alternative Masculinity Theories. *Sociol Compass*. 2015;9(2):104-14.
40. Meyer N, Reguant-Closa A. "Eat as If You Could Save the Planet and Win!" Sustainability Integration into Nutrition for Exercise and Sport. *Nutrients*. 21 avr 2017;9(4):412.

41. Performance of the American Heart Association (AHA) 14-Point Evaluation Versus Electrocardiography for the Cardiovascular Screening of High School Athletes: A Prospective Study | Journal of the American Heart Association [Internet]. [cité 22 mai 2023]. Disponible sur: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/JAHA.119.012235>
42. Campa F, Coratella G. Athlete or Non-athlete? This Is the Question in Body Composition. *Front Physiol.* 17 déc 2021;12:814572.
43. Araújo CGS, Scharhag J. Athlete: a working definition for medical and health sciences research. *Scand J Med Sci Sports.* janv 2016;26(1):4-7.
44. McKinney J, Velghe J, Fee J, Isserow S, Drezner JA. Defining Athletes and Exercisers. *Am J Cardiol.* 1 févr 2019;123(3):532-5.
45. Portenga ST, Aoyagi MW, Cohen AB. Helping to build a profession: A working definition of sport and performance psychology. *J Sport Psychol Action.* 2 janv 2017;8(1):47-59.
46. guide_connaissance_ap_sedentarite_vf.pdf [Internet]. [cité 6 mai 2023]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2022-08/guide_connaissance_ap_sedentarite_vf.pdf
47. Patel H, Alkhawam H, Madanieh R, Shah N, Kosmas CE, Vittorio TJ. Aerobic vs anaerobic exercise training effects on the cardiovascular system. *World J Cardiol.* 26 févr 2017;9(2):134-8.
48. Mitchell JH, Haskell W, Snell P, Van CSP. Task Force 8: Classification of sports. *J Am Coll Cardiol.* 19 avr 2005;45(8):1364-7.
49. Wahid A, Manek N, Nichols M, Kelly P, Foster C, Webster P, et al. Quantifying the Association Between Physical Activity and Cardiovascular Disease and Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Heart Assoc Cardiovasc Cerebrovasc Dis.* 14 sept 2016;5(9):e002495.
50. Léger L, Cazorla G, Petibois C, Bosquet L. Lactate et exercice : mythes et réalités: *Staps.* 1 févr 2001;no 54(1):63-76.
51. Levine BD, Baggish AL, Kovacs RJ, Link MS, Maron MS, Mitchell JH. Eligibility and Disqualification Recommendations for Competitive Athletes With Cardiovascular Abnormalities: Task Force 1: Classification of Sports: Dynamic, Static, and Impact: A Scientific Statement From the American Heart Association and American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol.* 1 déc 2015;66(21):2350-5.
52. Nutrition and Athletic Performance. *Med Sci Sports Exerc.* mars 2009;41(3):709-31.
53. Stellingwerff T, Heikura IA, Meeusen R, Bermon S, Seiler S, Mountjoy ML, et al. Overtraining Syndrome (OTS) and Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S): Shared Pathways, Symptoms and Complexities. *Sports Med Auckl NZ.* nov 2021;51(11):2251-80.
54. Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, Ackerman KE, Blauwet C, Constantini N, et al. International Olympic Committee (IOC) Consensus Statement on Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S): 2018 Update. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 1 juill 2018;28(4):316-31.
55. Nutrition and Athletic Performance. *Med Sci Sports Exerc.* mars 2016;48(3):543.
56. Coleman N. Gastrointestinal Issues in Athletes. *Curr Sports Med Rep.* juin 2019;18(6):185-7.
57. Jeukendrup AE. Periodized Nutrition for Athletes. *Sports Med Auckl Nz.* 2017;47(Suppl 1):51-63.
58. Mougios V. Mougios V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. *Br J Sports Med.* 41(10):674-8. *Br J Sports Med.* 1 nov 2007;41:674-8.
59. Maughan RJ, Shirreffs SM. Dehydration and rehydration in competitive sport. *Scand J Med Sci Sports.* oct 2010;20 Suppl 3:40-7.
60. RS 817.022.14 - Ordonnance du DFI du 16 décembre 2016 sur les compléments alimentaires (OCAI) [Internet]. [cité 17 sept 2022]. Disponible sur: <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2017/155/fr>
61. Enquête sur les compléments alimentaires [Internet]. [cité 17 sept 2022]. Disponible sur: <https://www.blv.admin.ch/blv/fr/home/lebensmittel-und-ernaehrung/forschung/gesundheitsliche-risiken/ernaehrungsrisiken/umfrage-zu-nahrungsergaenzungsmitteln.html>
62. Sousa M, Fernandes MJ, Carvalho P, Soares J, Moreira P, Teixeira VH. Nutritional supplements use in high-performance athletes is related with lower nutritional inadequacy from

- food. *J Sport Health Sci.* sept 2016;5(3):368-74.
63. Guide des suppléments nutritionnels – Swiss Sports Nutrition Society [Internet]. [cité 17 sept 2022]. Disponible sur: <https://www.ssns.ch/nutrition-du-sport/supplements/guide-des-supplements-nutritionnels/?lang=fr#a-supp>
64. Jaworski CA, Rygiel V. Acute Illness in the Athlete. *Clin Sports Med.* oct 2019;38(4):577-95.
65. Souter G, Lewis R, Serrant L. Men, Mental Health and Elite Sport: a Narrative Review. *Sports Med - Open.* 19 déc 2018;4(1):57.
66. Ganse B, Ganse U, Dahl J, Degens H. Linear Decrease in Athletic Performance During the Human Life Span. *Front Physiol* [Internet]. 2018 [cité 22 mai 2023];9. Disponible sur: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2018.01100>
67. Kettunen JA, Kujala UM, Kaprio J, Sarna S. Health of Master Track and Field Athletes: A 16-year Follow-up Study. *Clin J Sport Med.* mars 2006;16(2):142.
68. Thibault V, Guillaume M, Berthelot G, Helou NE, Schaal K, Quinquis L, et al. Women and Men in Sport Performance: The Gender Gap has not Evolved since 1983. *J Sports Sci Med.* juin 2010;9(2):214.
69. Thuany M, Hill L, Alvero Cruz JR, Knechtel B, Gomes TN. The Relationship Between Training Volume and BMI in the Expression of Running Performance in Runners: A Mediation Model. *J Sci Sport Exerc.* 29 juin 2022;5.
70. Garthe I, Raastad T, Refsnes PE, Sundgot-Borgen J. Effect of nutritional intervention on body composition and performance in elite athletes. *Eur J Sport Sci.* 2013;13(3):295-303.
71. Diagnostic_de_performance_manual_160201_FR.pdf [Internet]. [cité 21 mai 2023]. Disponible sur: https://www.swissolympic.ch/dam/jcr:6ea9b202-857b-4561-81de-bbc799b6b690/Diagnostic_de_performance_manual_160201_FR.pdf
72. Berezanskaya J, Cade W, Best TM, Paultre K, Kienstra C. ADHD Prescription Medications and Their Effect on Athletic Performance: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med - Open.* 13 janv 2022;8(1):5.
73. Hirschbeck A, Leao DS, Wagner E, Hasan A, Roeh A. Psychiatric medication and physical performance parameters – Are there implications for treatment? *Front Psychiatry* [Internet]. 2022 [cité 22 mai 2023];13. Disponible sur: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsy.2022.985983>
74. Logue D, Madigan SM, Delahunt E, Heinen M, Mc Donnell SJ, Corish CA. Low Energy Availability in Athletes: A Review of Prevalence, Dietary Patterns, Physiological Health, and Sports Performance. *Sports Med.* 1 janv 2018;48(1):73-96.
75. Pitsiladis YP, Maughan RJ. The effects of alterations in dietary carbohydrate intake on the performance of high-intensity exercise in trained individuals. *Eur J Appl Physiol.* avr 1999;79(5):433-42.
76. Pesta DH, Angadi SS, Burtscher M, Roberts CK. The effects of caffeine, nicotine, ethanol, and tetrahydrocannabinol on exercise performance. *Nutr Metab.* 13 déc 2013;10:71.
77. Watson AM. Sleep and Athletic Performance. *Curr Sports Med Rep.* 2017;16(6):413-8.
78. “Living high-training low”: effect of moderate-altitude acclimatization with low-altitude training on performance | *Journal of Applied Physiology* [Internet]. [cité 12 mai 2023]. Disponible sur: https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/jappl.1997.83.1.102?rfr_dat=cr_pub++0pubmed&url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org
79. Sahli H, Haddad M, Jebabli N, Sahli F, Ouergui I, Ouergui N, et al. The Effects of Verbal Encouragement and Compliments on Physical Performance and Psychophysiological Responses During the Repeated Change of Direction Sprint Test. *Front Psychol* [Internet]. 2022 [cité 22 mai 2023];12. Disponible sur: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2021.698673>
80. Kellmann M, Bertollo M, Bosquet L, Brink M, Coutts AJ, Duffield R, et al. Recovery and Performance in Sport: Consensus Statement. *Int J Sports Physiol Perform.* 1 févr 2018;13(2):240-5.
81. HotTopic_Ernaehrung&Regeneration_V1.4FR.pdf [Internet]. [cité 25 mai 2023]. Disponible sur: http://www.ssns.ch/wp-content/uploads/2022/11/HotTopic_Ernaehrung&Regeneration_V1.4FR.pdf
82. Salcinovic B, Drew M, Dijkstra P, Waddington G, Serpell BG. Factors Influencing Team Performance: What Can Support Teams in High-Performance Sport Learn from Other

- Industries? A Systematic Scoping Review. *Sports Med - Open*. 22 févr 2022;8(1):25.
83. Filho RAA, Oliveira JJG, Zovico PVC, Rica RL, Barbosa WA, Machado AF, et al. Effects of music on psychophysiological responses during high intensity interval training using body weight exercises. *Physiol Behav*. oct 2022;255:113931.
 84. Fuhrman J, Ferreri DM. Fueling the vegetarian (vegan) athlete. *Curr Sports Med Rep*. août 2010;9(4):233-41.
 85. Barr SI, Rideout CA. Nutritional considerations for vegetarian athletes. *Nutr Burbank Los Angel Cty Calif*. 1 juill 2004;20(7-8):696-703.
 86. Melina V, Craig W, Levin S. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. *J Acad Nutr Diet*. déc 2016;116(12):1970-80.
 87. Sloth M, Sloth D, Overgaard K, Dalgas U. Effects of sprint interval training on VO₂max and aerobic exercise performance: A systematic review and meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports*. déc 2013;23(6):e341-352.
 88. VO₂max and Oxygen Consumption | UC Davis Sports Medicine [Internet]. [cité 14 mai 2023]. Disponible sur: <https://health.ucdavis.edu/sports-medicine/resources/vo2description>
 89. Schneider C, Hanakam F, Wiewelhoeve T, Döweling A, Kellmann M, Meyer T, et al. Heart Rate Monitoring in Team Sports—A Conceptual Framework for Contextualizing Heart Rate Measures for Training and Recovery Prescription. *Front Physiol* [Internet]. 2018 [cité 22 mai 2023];9. Disponible sur: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2018.00639>
 90. Olstad BH, Zinner C. Validation of the Polar OH1 and M600 optical heart rate sensors during front crawl swim training. Pessôa Filho DM, éditeur. *PLOS ONE*. 16 avr 2020;15(4):e0231522.
 91. Garnacho-Castaño MV, Faundez-Zanuy M, Serra-Payá N, Maté-Muñoz JL, López-Xarbau J, Vila-Blanch M. Reliability and Validity of the Polar V800 Sports Watch for Estimating Vertical Jump Height. *J Sports Sci Med*. 1 mars 2021;149-57.
 92. Pedlar CR, Newell J, Lewis NA. Blood Biomarker Profiling and Monitoring for High-Performance Physiology and Nutrition: Current Perspectives, Limitations and Recommendations. *Sports Med*. 1 déc 2019;49(2):185-98.
 93. Lee EC, Fragala MS, Kavouras SA, Queen RM, Pryor JL, Casa DJ. Biomarkers in Sports and Exercise: Tracking Health, Performance, and Recovery in Athletes. *J Strength Cond Res*. oct 2017;31(10):2920-37.
 94. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 29 mars 2021;n71.
 95. Chapter 3: Defining the criteria for including studies and how they will be grouped for the synthesis [Internet]. [cité 25 mai 2023]. Disponible sur: <https://training.cochrane.org/handbook/current/chapter-03>
 96. Wirtzner K, Tanous D, Motevalli M, Wirtzner G, Leitzmann C, Pichler R, et al. Prevalence of Female and Male Vegan and Non-Vegan Endurance Runners and the Potential Associations of Diet Type and BMI with Performance-Results from the NURMI Study (Step 1). *Nutrients*. 15 sept 2022;14(18):3803.
 97. Daher J, Mallick M, El Khoury D. Prevalence of Dietary Supplement Use among Athletes Worldwide: A Scoping Review. *Nutrients*. 3 oct 2022;14(19):4109.
 98. ssn végétalisme [Internet]. [cité 16 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.sge-ssn.ch/media/Feuille-dinfo-Alimentation-ovo-lacto-vegetarienne-2021-1.pdf>
 99. macrobiotique - Définitions, synonymes, conjugaison, exemples | Dico en ligne Le Robert [Internet]. [cité 25 mai 2023]. Disponible sur: <https://dictionnaire.lerobert.com/definition/macrobiotique>
 100. Larousse É. Définitions : crudivore - Dictionnaire de français Larousse [Internet]. [cité 25 mai 2023]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/crudivore/10910983>
 101. Chapter 4: Searching for and selecting studies [Internet]. [cité 17 avr 2022]. Disponible sur: <https://training.cochrane.org/handbook/current/chapter-04>
 102. (((physical) OR (sport)) OR (athletic performance)) AND (vegetarian diet) - Search Results - PubMed [Internet]. [cité 16 avr 2022]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=%28%28physical%29+OR+%28sport%29%29+OR+%28athletic+performance%29%29+AND+%28vegetarian+diet%29&sort=>
 103. Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan-a web and mobile app

- for systematic reviews. *Syst Rev.* 5 déc 2016;5(1):210.
104. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* 29 mars 2021;372:n71.
105. Traduction française des lignes directrices PRISMA pour l'écriture et la lecture des revues systématiques et des méta-analyses - ScienceDirect [Internet]. [cité 20 avr 2023]. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S177901231400432X>
106. Chapter 5: Collecting data [Internet]. [cité 16 avr 2022]. Disponible sur: <https://training.cochrane.org/handbook/current/chapter-05>
107. Bosquet L, Léger L, Legros P. Methods to Determine Aerobic Endurance. *Sports Med.* 1 sept 2002;32(11):675-700.
108. 09.pdf [Internet]. [cité 31 mai 2023]. Disponible sur: <https://www.realites-cardiologiques.com/wp-content/uploads/sites/2/2013/12/09.pdf>
109. Borg CR-10 scale as a new approach to monitoring office exercise training - IOS Press [Internet]. [cité 25 mai 2023]. Disponible sur: <https://content.iospress.com/articles/work/wor2762>
110. critical-appraisal-tools - Critical Appraisal Tools | JBI [Internet]. [cité 16 avr 2022]. Disponible sur: <https://jbi.global/critical-appraisal-tools>
111. The revised JBI critical appraisal tool for the assessment o... : JBI Evidence Synthesis [Internet]. [cité 25 mai 2023]. Disponible sur: https://journals.lww.com/jbisrir/Fulltext/2023/03000/The_revised_JBI_critical_appraisal_tool_for_the_5.aspx?context=FeaturedArticles&collectionId=2
112. La méta-analyse : bien plus que le simple calcul d'un effet combiné! [Internet]. INSPQ. [cité 6 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.inspq.qc.ca/bise/la-meta-analyse-bien-plus-que-le-simple-calcul-d-un-effet-combine>

6 Annexes

6.1 Annexe 1 : Équations de recherche

Tableau 5 : Equation de recherche Pubmed

Mots clefs	MeSH term (Pubmed)	Mots libres ¹
Végétarien / végane	Vegetarian, diet vegetarian	Plant-based diet*, plant-based nutrition*, lacto-ovo vegetarian diet, vegetarianism, vegan diet
Performances de l'athlète	Athletic Performance	Sports performance*, athletes elite, athletes professional
Équation	(((((((Vegetarian) OR (diet vegetarian)) OR (Plant-based diet*)) OR (plant-based nutrition*)) OR (lacto-ovo vegetarian diet)) OR (vegetarianism)) OR (vegan diet)) AND ((Athletic Performance) OR (sports performance*) OR (athletes elite) OR (athletes professional))	
Nombre de résultats	158	

¹Ces mots libres sont les mêmes pour toutes les bases de données.

Tableau 6 : Equation de recherche Cinahl

Mots clefs	Cinahl subject headings (Cinahl)
Végétarien / végane	Vegetarianism
Performances de l'athlète	Athletic Performance
Équation	(MH "Vegetarianism") OR lacto-ovo vegetarian diet OR plant based diet OR plant based nutrition OR vegetarianism OR vegan diet AND (MH "Athletic Performance") OR athletes elite OR athletes professional OR sports performance*
Nombre de résultats	74

Tableau 7 : Equation de recherche Embase

Mots clefs	Emtree (Embase)
Végétarien / végane	Vegetarian
Performances de l'athlète	Physical performance, athletic performance
Équation	('vegetarian'/exp OR 'vegetarian' OR 'plant-based diet'/exp OR 'plant-based diet' OR 'plant-based nutrition*' OR 'lacto-ovo-vegetarian diet'/exp OR 'lacto-ovo-vegetarian diet' OR 'vegetarian diet'/exp OR 'vegetarian diet' OR 'vegetarianism'/exp OR 'vegetarianism' OR 'vegan diet'/exp OR 'vegan diet') AND ('athletic performance'/exp OR 'athletic performance' OR 'sport performance*' OR 'athletes elite' OR 'athletes professional')
Nombre de résultats	30

6.2 Annexe 2: Grille d'analyse critique pour les études de cohorte



CHECKLIST FOR COHORT STUDIES

Critical Appraisal tools for use in JBI Systematic Reviews

jbi.global

ORCID Provider Number: 01123M

INTRODUCTION

JBI is an international research organisation based in the Faculty of Health and Medical Sciences at the University of Adelaide, South Australia. JBI develops and delivers unique evidence-based information, software, education and training designed to improve healthcare practice and health outcomes. With over 70 Collaborating Entities, servicing over 90 countries, JBI is a recognised global leader in evidence-based healthcare.

JBI Systematic Reviews

The core of evidence synthesis is the systematic review of literature of a particular intervention, condition or issue. The systematic review is essentially an analysis of the available literature (that is, evidence) and a judgment of the effectiveness or otherwise of a practice, involving a series of complex steps. JBI takes a particular view on what counts as evidence and the methods utilised to synthesise those different types of evidence. In line with this broader view of evidence, JBI has developed theories, methodologies and rigorous processes for the critical appraisal and synthesis of these diverse forms of evidence in order to aid in clinical decision-making in healthcare. There now exists JBI guidance for conducting reviews of effectiveness research, qualitative research, prevalence/incidence, etiology/risk, economic evaluations, text/opinion, diagnostic test accuracy, mixed-methods, umbrella reviews and scoping reviews. Further information regarding JBI systematic reviews can be found in the [JBI Evidence Synthesis Manual](#).

JBI Critical Appraisal Tools

All systematic reviews incorporate a process of critique or appraisal of the research evidence. The purpose of this appraisal is to assess the methodological quality of a study and to determine the extent to which a study has addressed the possibility of bias in its design, conduct and analysis. All papers selected for inclusion in the systematic review (that is – those that meet the inclusion criteria described in the protocol) need to be subjected to rigorous appraisal by two critical appraisers. The results of this appraisal can then be used to inform synthesis and interpretation of the results of the study. JBI Critical appraisal tools have been developed by the JBI and collaborators and approved by the JBI Scientific Committee following extensive peer review. Although designed for use in systematic reviews, JBI critical appraisal tools can also be used when creating Critically Appraised Topics (CAT), in journal clubs and as an educational tool.

JBI CRITICAL APPRAISAL CHECKLIST FOR COHORT STUDIES

Reviewer _____ Date _____

Author _____ Year _____ Record Number _____

	Yes	No	Unclear	Not applicable
1. Were the two groups similar and recruited from the same population?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Were the exposures measured similarly to assign people to both exposed and unexposed groups?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Was the exposure measured in a valid and reliable way?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Were confounding factors identified?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Were strategies to deal with confounding factors stated?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Were the groups/participants free of the outcome at the start of the study (or at the moment of exposure)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Were the outcomes measured in a valid and reliable way?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Was the follow up time reported and sufficient to be long enough for outcomes to occur?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Was follow up complete, and if not, were the reasons to loss to follow up described and explored?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Were strategies to address incomplete follow up utilized?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Was appropriate statistical analysis used?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Overall appraisal: Include Exclude Seek further info

Comments (Including reason for exclusion)

EXPLANATION OF COHORT STUDIES CRITICAL APPRAISAL

How to Cite: Moola S, Munn Z, Tufanaru C, Aromataris E, Sears K, Sfetcu R, Currie M, Qureshi R, Mattis P, Lisy K, Mu P-F. Chapter 7: Systematic reviews of etiology and risk . In: Aromataris E, Munn Z (Editors). *JBIManual for Evidence Synthesis*. JBI, 2020. Available from <https://synthesismanual.jbi.global>

Cohort Studies Critical Appraisal Tool

Answers: Yes, No, Unclear or Not/Applicable

1. Were the two groups similar and recruited from the same population?

Check the paper carefully for descriptions of participants to determine if patients within and across groups have similar characteristics in relation to exposure (e.g. risk factor under investigation). The two groups selected for comparison should be as similar as possible in all characteristics except for their exposure status, relevant to the study in question. The authors should provide clear inclusion and exclusion criteria that they developed prior to recruitment of the study participants.

2. Were the exposures measured similarly to assign people to both exposed and unexposed groups?

A high quality study at the level of cohort design should mention or describe how the exposures were measured. The exposure measures should be clearly defined and described in detail. This will enable reviewers to assess whether or not the participants received the exposure of interest.

3. Was the exposure measured in a valid and reliable way?

The study should clearly describe the method of measurement of exposure. Assessing validity requires that a 'gold standard' is available to which the measure can be compared. The validity of exposure measurement usually relates to whether a current measure is appropriate or whether a measure of past exposure is needed.

Reliability refers to the processes included in an epidemiological study to check repeatability of measurements of the exposures. These usually include intra-observer reliability and inter-observer reliability.

4. Were confounding factors identified?

Confounding has occurred where the estimated intervention exposure effect is biased by the presence of some difference between the comparison groups (apart from the exposure investigated/of interest). Typical confounders include baseline characteristics, prognostic factors, or concomitant exposures (e.g. smoking). A confounder is a difference between the comparison groups and it influences the direction of the study results. A high quality study at the level of cohort design will identify the potential confounders and measure them (where possible). This is difficult for studies where behavioral, attitudinal or lifestyle factors may impact on the results.

5. Were strategies to deal with confounding factors stated?

Strategies to deal with effects of confounding factors may be dealt within the study design or in data analysis. By matching or stratifying sampling of participants, effects of confounding factors can be adjusted for. When dealing with adjustment in data analysis, assess the statistics used in the study. Most will be some form of multivariate regression analysis to account for the confounding factors measured. Look out for a description of statistical methods as regression methods such as logistic regression are usually employed to deal with confounding factors/variables of interest.

6. Were the groups/participants free of the outcome at the start of the study (or at the moment of exposure)?

The participants should be free of the outcomes of interest at the start of the study. Refer to the 'methods' section in the paper for this information, which is usually found in descriptions of participant/sample recruitment, definitions of variables, and/or inclusion/exclusion criteria.

7. Were the outcomes measured in a valid and reliable way?

Read the methods section of the paper. If for e.g. lung cancer is assessed based on existing definitions or diagnostic criteria, then the answer to this question is likely to be yes. If lung cancer is assessed using observer reported, or self-reported scales, the risk of over- or under-reporting is increased, and objectivity is compromised. Importantly, determine if the measurement tools used were validated instruments as this has a significant impact on outcome assessment validity.

Having established the objectivity of the outcome measurement (e.g. lung cancer) instrument, it's important to establish how the measurement was conducted. Were those involved in collecting data trained or educated in the use of the instrument/s? (e.g. radiographers). If there was more than one data collector, were they similar in terms of level of education, clinical or research experience, or level of responsibility in the piece of research being appraised?

8. Was the follow up time reported and sufficient to be long enough for outcomes to occur?

The appropriate length of time for follow up will vary with the nature and characteristics of the population of interest and/or the intervention, disease or exposure. To estimate an appropriate duration of follow up, read across multiple papers and take note of the range for duration of follow up. The opinions of experts in clinical practice or clinical research may also assist in determining an appropriate duration of follow up. For example, a longer timeframe may be needed to examine the association between occupational exposure to asbestos and the risk of lung cancer. It is important, particularly in cohort studies that follow up is long enough to enable the outcomes. However, it should be remembered that the research question and outcomes being examined would probably dictate the follow up time.

9. Was follow up complete, and if not, were the reasons to loss to follow up described and explored?

It is important in a cohort study that a greater percentage of people are followed up. As a general guideline, at least 80% of patients should be followed up. Generally a dropout rate of 5% or less is considered insignificant. A rate of 20% or greater is considered to significantly impact on the validity of the study. However, in observational studies conducted over a lengthy period of time a higher dropout rate is to be expected. A decision on whether to include or exclude a study because of a high dropout rate is a matter of judgement based on the reasons why people dropped out, and whether dropout rates were comparable in the exposed and unexposed groups.

Reporting of efforts to follow up participants that dropped out may be regarded as an indicator of a well conducted study. Look for clear and justifiable description of why people were left out, excluded, dropped out etc. If there is no clear description or a statement in this regards, this will be a 'No'.

10. Were strategies to address incomplete follow up utilized?

Some people may withdraw due to change in employment or some may die; however, it is important that their outcomes are assessed. Selection bias may occur as a result of incomplete follow up. Therefore, participants with unequal follow up periods must be taken into account in the analysis, which should be adjusted to allow for differences in length of follow up periods. This is usually done by calculating rates which use person-years at risk, i.e. considering time in the denominator.

11. Was appropriate statistical analysis used?

As with any consideration of statistical analysis, consideration should be given to whether there was a more appropriate alternate statistical method that could have been used. The methods section of cohort studies should be detailed enough for reviewers to identify which analytical techniques were used (in particular, regression or stratification) and how specific confounders were measured.

For studies utilizing regression analysis, it is useful to identify if the study identified which variables were included and how they related to the outcome. If stratification was the analytical approach used, were the strata of analysis defined by the specified variables? Additionally, it is also important to assess the appropriateness of the analytical strategy in terms of the assumptions associated with the approach as differing methods of analysis are based on differing assumptions about the data and how it will respond.

6.3 Annexe 3 : Grille d'analyse critique pour les études cas-témoin



CHECKLIST FOR CASE CONTROL STUDIES

Critical Appraisal tools for use in JBI Systematic Reviews

jbi.global

CRCCS Protocol Number 01/2014

JBI CRITICAL APPRAISAL CHECKLIST FOR CASE CONTROL STUDIES

Reviewer _____ Date _____

Author _____ Year _____ Record Number _____

	Yes	No	Unclear	Not applicable
1. Were the groups comparable other than the presence of disease in cases or the absence of disease in controls?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Were cases and controls matched appropriately?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Were the same criteria used for identification of cases and controls?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Was exposure measured in a standard, valid and reliable way?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Was exposure measured in the same way for cases and controls?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Were confounding factors identified?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Were strategies to deal with confounding factors stated?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Were outcomes assessed in a standard, valid and reliable way for cases and controls?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Was the exposure period of interest long enough to be meaningful?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Was appropriate statistical analysis used?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Overall appraisal: Include Exclude Seek further info

Comments (Including reason for exclusion)

EXPLANATION OF CASE CONTROL STUDIES CRITICAL APPRAISAL

How to cite: Moola S, Munn Z, Tufanaru C, Aromataris E, Sears K, Sfetcu R, Currie M, Qureshi R, Mattis P, Lisy K, Mu P-F. Chapter 7: Systematic reviews of etiology and risk. In: Aromataris E, Munn Z (Editors). *JBIManual for Evidence Synthesis*. JBI, 2020. Available from <https://synthesismanual.jbi.global>

Case Control Studies Critical Appraisal Tool

Answers: Yes, No, Unclear or Not/Applicable

1. Were the groups comparable other than presence of disease in cases or absence of disease in controls?

The control group should be representative of the source population that produced the cases. This is usually done by individual matching; wherein controls are selected for each case on the basis of similarity with respect to certain characteristics other than the exposure of interest. Frequency or group matching is an alternative method. Selection bias may result if the groups are not comparable.

2. Were cases and controls matched appropriately?

As in item 1, the study should include clear definitions of the source population. Sources from which cases and controls were recruited should be carefully looked at. For example, cancer registries may be used to recruit participants in a study examining risk factors for lung cancer, which typify population-based case control studies. Study participants may be selected from the target population, the source population, or from a pool of eligible participants (such as in hospital-based case control studies).

3. Were the same criteria used for identification of cases and controls?

It is useful to determine if patients were included in the study based on either a specified diagnosis or definition. This is more likely to decrease the risk of bias. Characteristics are another useful approach to matching groups, and studies that did not use specified diagnostic methods or definitions should provide evidence on matching by key characteristics. A case should be defined clearly. It is also important that controls must fulfil all the eligibility criteria defined for the cases except for those relating to diagnosis of the disease.

4. Was exposure measured in a standard, valid and reliable way?

The study should clearly describe the method of measurement of exposure. Assessing validity requires that a 'gold standard' is available to which the measure can be compared. The validity of exposure measurement usually relates to whether a current measure is appropriate or whether a measure of past exposure is needed.

Case control studies may investigate many different 'exposures' that may or may not be associated with the condition. In these cases, reviewers should use the main exposure of interest for their review to answer this question when using this tool at the study level.

Reliability refers to the processes included in an epidemiological study to check repeatability of measurements of the exposures. These usually include intra-observer reliability and inter-observer reliability.

5. Was exposure measured in the same way for cases and controls?

As in item 4, the study should clearly describe the method of measurement of exposure. The exposure measures should be clearly defined and described in detail. Assessment of exposure or

6.4 Annexe 4 : Grille d'analyse critique pour les études transversales

**CHECKLIST FOR ANALYTICAL
CROSS SECTIONAL STUDIES**

Critical Appraisal tools for use in JBI Systematic Reviews

INTRODUCTION

JBI is an international research organisation based in the Faculty of Health and Medical Sciences at the University of Adelaide, South Australia. JBI develops and delivers unique evidence-based information, software, education and training designed to improve healthcare practice and health outcomes. With over 70 Collaborating Entities, servicing over 90 countries, JBI is a recognised global leader in evidence-based healthcare.

JBI Systematic Reviews

The core of evidence synthesis is the systematic review of literature of a particular intervention, condition or issue. The systematic review is essentially an analysis of the available literature (that is, evidence) and a judgment of the effectiveness or otherwise of a practice, involving a series of complex steps. JBI takes a particular view on what counts as evidence and the methods utilised to synthesise those different types of evidence. In line with this broader view of evidence, JBI has developed theories, methodologies and rigorous processes for the critical appraisal and synthesis of these diverse forms of evidence in order to aid in clinical decision-making in healthcare. There now exists JBI guidance for conducting reviews of effectiveness research, qualitative research, prevalence/incidence, etiology/risk, economic evaluations, text/opinion, diagnostic test accuracy, mixed-methods, umbrella reviews and scoping reviews. Further information regarding JBI systematic reviews can be found in the [JBI Evidence Synthesis Manual](#).

JBI Critical Appraisal Tools

All systematic reviews incorporate a process of critique or appraisal of the research evidence. The purpose of this appraisal is to assess the methodological quality of a study and to determine the extent to which a study has addressed the possibility of bias in its design, conduct and analysis. All papers selected for inclusion in the systematic review (that is – those that meet the inclusion criteria described in the protocol) need to be subjected to rigorous appraisal by two critical appraisers. The results of this appraisal can then be used to inform synthesis and interpretation of the results of the study. JBI Critical appraisal tools have been developed by the JBI and collaborators and approved by the JBI Scientific Committee following extensive peer review. Although designed for use in systematic reviews, JBI critical appraisal tools can also be used when creating Critically Appraised Topics (CAT), in journal clubs and as an educational tool.

JBI CRITICAL APPRAISAL CHECKLIST FOR ANALYTICAL CROSS SECTIONAL STUDIES

Reviewer _____ Date _____

Author _____ Year _____ Record Number _____

	Yes	No	Unclear	Not applicable
1. Were the criteria for inclusion in the sample clearly defined?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Were the study subjects and the setting described in detail?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Was the exposure measured in a valid and reliable way?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Were objective, standard criteria used for measurement of the condition?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Were confounding factors identified?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Were strategies to deal with confounding factors stated?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Were the outcomes measured in a valid and reliable way?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Was appropriate statistical analysis used?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Overall appraisal: Include Exclude Seek further info

Comments (Including reason for exclusion)

EXPLANATION OF ANALYTICAL CROSS SECTIONAL STUDIES CRITICAL APPRAISAL

How to cite: Moola S, Munn Z, Tufanaru C, Aromataris E, Sears K, Sfetcu R, Currie M, Qureshi R, Mattis P, Lisy K, Mu P-F. Chapter 7: Systematic reviews of etiology and risk . In: Aromataris E, Munn Z (Editors). *JBIManual for Evidence Synthesis*. JBI, 2020. Available from <https://synthesismanual.jbi.global>

Analytical cross sectional studies Critical Appraisal Tool

Answers: Yes, No, Unclear or Not/Applicable

1. Were the criteria for inclusion in the sample clearly defined?

The authors should provide clear inclusion and exclusion criteria that they developed prior to recruitment of the study participants. The inclusion/exclusion criteria should be specified (e.g., risk, stage of disease progression) with sufficient detail and all the necessary information critical to the study.

2. Were the study subjects and the setting described in detail?

The study sample should be described in sufficient detail so that other researchers can determine if it is comparable to the population of interest to them. The authors should provide a clear description of the population from which the study participants were selected or recruited, including demographics, location, and time period.

3. Was the exposure measured in a valid and reliable way?

The study should clearly describe the method of measurement of exposure. Assessing validity requires that a 'gold standard' is available to which the measure can be compared. The validity of exposure measurement usually relates to whether a current measure is appropriate or whether a measure of past exposure is needed.

Reliability refers to the processes included in an epidemiological study to check repeatability of measurements of the exposures. These usually include intra-observer reliability and inter-observer reliability.

4. Were objective, standard criteria used for measurement of the condition?

It is useful to determine if patients were included in the study based on either a specified diagnosis or definition. This is more likely to decrease the risk of bias. Characteristics are another useful approach to matching groups, and studies that did not use specified diagnostic methods or definitions should provide evidence on matching by key characteristics

5. Were confounding factors identified?

Confounding has occurred where the estimated intervention exposure effect is biased by the presence of some difference between the comparison groups (apart from the exposure investigated/of interest). Typical confounders include baseline characteristics, prognostic factors, or concomitant exposures (e.g. smoking). A confounder is a difference between the comparison groups and it influences the direction of the study results. A high quality study at the level of cohort design will identify the potential confounders and measure them (where possible). This is difficult for studies where behavioral, attitudinal or lifestyle factors may impact on the results.

6. Were strategies to deal with confounding factors stated?

Strategies to deal with effects of confounding factors may be dealt within the study design or in data analysis. By matching or stratifying sampling of participants, effects of confounding factors can be adjusted for. When dealing with adjustment in data analysis, assess the statistics used in the study. Most will be some form of multivariate regression analysis to account for the confounding factors measured.

© JBI, 2020. All rights reserved. JBI grants use of these tools for research purposes only. All other enquiries should be sent to jbisynthesis@adelaide.edu.au.

Critical Appraisal Checklist for Analytical Cross Sectional Studies - 4

7. Were the outcomes measured in a valid and reliable way?

Read the methods section of the paper. If for e.g. lung cancer is assessed based on existing definitions or diagnostic criteria, then the answer to this question is likely to be yes. If lung cancer is assessed using observer reported, or self-reported scales, the risk of over- or under-reporting is increased, and objectivity is compromised. Importantly, determine if the measurement tools used were validated instruments as this has a significant impact on outcome assessment validity.

Having established the objectivity of the outcome measurement (e.g. lung cancer) instrument, it's important to establish how the measurement was conducted. Were those involved in collecting data trained or educated in the use of the instrument/s? (e.g. radiographers). If there was more than one data collector, were they similar in terms of level of education, clinical or research experience, or level of responsibility in the piece of research being appraised?

8. Was appropriate statistical analysis used?

As with any consideration of statistical analysis, consideration should be given to whether there was a more appropriate alternate statistical method that could have been used. The methods section should be detailed enough for reviewers to identify which analytical techniques were used (in particular, regression or stratification) and how specific confounders were measured.

For studies utilizing regression analysis, it is useful to identify if the study identified which variables were included and how they related to the outcome. If stratification was the analytical approach used, were the strata of analysis defined by the specified variables? Additionally, it is also important to assess the appropriateness of the analytical strategy in terms of the assumptions associated with the approach as differing methods of analysis are based on differing assumptions about the data and how it will respond.

6.5 Annexe 5 :Grille d'analyse critique pour les RCT



**JBI CRITICAL APPRAISAL
TOOL FOR ASSESSMENT OF
RISK OF BIAS FOR
RANDOMISED CONTROLLED
TRIALS**

2023

jbi.global

CRCCS Provider Number 011208

INTRODUCTION

JBI is a global organisation promoting and supporting evidence-based decisions that improve health and health service delivery.

JBI offers a unique range of solutions to access, appraise and apply the best available evidence.

JBI's approach to evidence-based healthcare is unique. JBI considers evidence-based healthcare as decision making that considers the feasibility, appropriateness, meaningfulness and effectiveness (FAME) of healthcare practice.

JBI Systematic Reviews

The core of evidence synthesis is the systematic review of literature of a particular intervention, condition or issue. The systematic review is essentially an analysis of the available evidence and a judgment of the effectiveness or otherwise of a practice, involving a series of complex steps. JBI take a particular view on what counts as evidence and the methods utilized to synthesize those different types of evidence. In line with this broader view of evidence, JBI has developed theories, methodologies and rigorous processes for the critical appraisal and synthesis of these diverse forms of evidence in order to aid in clinical decision-making in health care. Guidance now exists for conducting reviews of effectiveness research, qualitative research, prevalence/incidence, etiology/risk, economic evaluations, text/opinion, diagnostic test accuracy, mixed-methods, umbrella reviews and scoping reviews. Further information regarding JBI systematic reviews can be found in the JBI Manual for Evidence Synthesis.

JBI Critical Appraisal Tools

All systematic reviews incorporate a process of critique or appraisal of the research evidence. The purpose of this appraisal for quantitative evidence is to determine the extent to which a study has addressed the possibility of bias in its design, conduct and analysis. All papers selected for inclusion in the systematic review (that is – those that meet the inclusion criteria described in the protocol) need to be subjected to rigorous appraisal by two critical appraisers. The results of this appraisal can then be used to inform synthesis and interpretation of the results of the study. **Although designed for use in systematic reviews, JBI critical appraisal tools can also be used when creating Critically Appraised Topics (CATs), in journal clubs and as an educational tool.**

How were these tools developed?

JBI critical appraisal tools have been developed by JBI and collaborators. The particular iteration of this tool was developed by the JBI Effectiveness Methods Group following oversight by the JBI Scientific Committee.

Like the previous versions of these tools, this version presents signalling questions to prompt reviewers to identify whether certain safeguards of bias have been met, in the primary literature under review. However, unlike previous iterations of this tool, this version has separated questions into whether they provide an answer relating to internal, external or statistical conclusion validity. For questions related to internal validity, these have been further separated to identify what domain of bias they are referring. Finally, this tool has also been structured to facilitate judgments related to bias at different levels (e.g. bias at the outcome level or bias at the result level) where appropriate.

These tools have been approved following extensive peer review by the JBI Scientific Committee.

How to cite: Barker TH, Stone JC, Sears K, Klugar M, Tufanaru C, Leonardi-Bee J, Aromataris E, Munn Z. The revised JBI critical appraisal tool for the assessment of risk of bias for randomized controlled trials. *JBI Evidence Synthesis*. 2023;21(3):494-506

JBI CRITICAL APPRAISAL CHECKLIST FOR RANDOMIZED CONTROLLED TRIALS

Reviewer _____ Date _____

Author _____ Year _____ Record Number _____

	Yes	No	Unclear	NA
1. Was true randomization used for assignment of participants to treatment groups?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Was allocation to treatment groups concealed?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Were treatment groups similar at the baseline?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Were participants blind to treatment assignment?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Were those delivering treatment blind to treatment assignment?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Were outcomes assessors blind to treatment assignment?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Were treatment groups treated identically other than the intervention of interest?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Was follow up complete and if not, were differences between groups in terms of their follow up adequately described and analyzed?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Were participants analyzed in the groups to which they were randomized?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Were outcomes measured in the same way for treatment groups?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Were outcomes measured in a reliable way?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Was appropriate statistical analysis used?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Was the trial design appropriate, and any deviations from the standard RCT design (individual randomization, parallel groups) accounted for in the conduct and analysis of the trial?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Overall appraisal: Include Exclude Seek further info

Comments (Including reason for exclusion)
